



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ им. К. Г. РАЗУМОВСКОГО»

Институт «Биотехнологий и рыбного хозяйства»

**Кафедра «Биоэкологии и ихтиологии»**



«УТВЕРЖДАЮ»:

Директор института «Биотехнологии и  
рыбного хозяйства» (БиРХ) МГУТУ

д.б.н., проф. Никишин А. Л.

Дата утверждения: 26 июня 2012г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Зоология (позвоночных)»**

*Для специальности (направления подготовки):*

020803.65 - Биоэкология

110901.65 - Водные биоресурсы и аквакультура

-  
-

*Формы обучения:* очная, очная сокращенная,  
заочная полная, заочная сокращенная.

*Сроки обучения:* очная полная – 5 лет, очная  
сокращенная - 4 года, заочная полная - 6 лет,  
заочная сокращенная - 5 лет

*Курс:* 2к, 3к, 2к, 3к, ,

Москва, 2012

© **Николаева И.Ф.**, Зоология (позвоночных): Учебно-методический комплекс дисциплины, по специальности (направлению): 020803.65 - Биоэкология, 110901.65 - Водные биоресурсы и аквакультура, -, -. -М.: МГУТУ, 2012. - 277с.

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Зоология (позвоночных)» составлен в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта (ГОС ВПО) к уровню подготовки дипломированного специалиста (бакалавра) в соответствии с учебным планом, и составленной в соответствии с ним и примерными образовательными программами УМО, рабочей программой учебной дисциплины.

Данный УМКД предназначен для студентов очной, заочной полной и сокращенной форм обучения, специальности (направления): 2к, 3к 020803.65 - Биоэкология; 2к, 3к 110901.65 - Водные биоресурсы и аквакультура; - ; - .

Структура учебно-методического комплекса дисциплины (УМКД) определена Приложением 1 к Распоряжению Проректора ФГБОУ ВПО МГУТУ им. К.Г. Разумовского по УиИР № 51 от 01.06.2009г. о «Правилах составления учебно-методического комплекса дисциплины по специальности (направлению)».

**Составитель(и):**

  
**Николаева И.Ф.**, к.б.н., доц. кафедры «Биоэкологии и ихтиологии» (БИ) МГУТУ

**Рецензент:** Амбросимова Н.А., д.б.н., проф. АЗНИИРХ

УМКД обсужден и одобрен на заседании кафедры «Биоэкологии и ихтиологии» ин-та БиРХ МГУТУ (*Протокол №9 от 10.05.2012г.*).

УМКД утвержден на заседании Совета института «Биотехнологий и рыбного Хозяйства» (БиРХ) «Московского государственного университета технологий и управления им. К.Г. Разумовского» (*Протокол № 10 от 25.06.2012г.*).

© ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского», 2012г.

109004, Москва, Земляной вал, дом 73.

© Кафедра «Биоэкологии и ихтиологии» БиРХ МГУТУ

117452, Москва, ул. Болотниковская, дом 17

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНО ОБРАЗОВАНИЯ  
**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ**

(образован в 1953г)

**Институт «Биотехнологий и рыбного хозяйства» (БиРХ),  
кафедра «Биоэкологии и ихтиологии»**



www.mgutm.ru

**Утверждаю:**

Директор Института «Биотехнологий и рыбного  
хозяйства» (БиРХ) МГУТУ им. К.Г. Разумовского

Никишин А.Л.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2010г

*Кунин М.А.*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

***Зоология (позвоночных)***

**По специальности - 020803.65 «Биоэкология»**

**Степень выпускника – *специалист***

**Срок обучения – полный, сокращенный**

**Форма обучения – ОЧНАЯ, ЗАОЧНАЯ**

**Москва, 2010**

УДК 639.3

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры «Биоэкологии и ихтиологии» Московского государственного университета технологий и управления (протокол №8 от 23 сентября 2010г) и рекомендована к рассмотрению на заседание Ученого Совета институту.

Рабочая программа одобрена и утверждена на заседании Ученого Совета института «Биотехнологий и рыбного хозяйства» Московского государственного университета технологий и управления (протокол №9 от 01 ноября 2010г)

Разработчик РП: *Горбунов А.В.*

Автор (составитель): *к.б.н., доц., Кунин М.А.*

,

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ГОС ВПО и предназначена для студентов всех форм и видов обучения, по специальности «Биоэкология»

Рецензенты:

д.б.н., проф. Амбросимова Н.А. (АзНИИРХ)

д.б.н., зав. сектором Микодина Е.В. (ВНИРО)

© Кунин М.А. Зоология (позвоночных): *Рабочая программа для студентов всех форм и видов обучения, по специальности 020803.65 «Биоэкология» / Сер. Рабочая учебно-методическая документация МГУТУ. –М.: МГУТУ, 2010. – 14с. Ред.2. перераб.*

© ГОУ ВПО «Московский государственный университет технологий и управления», 2010.

109004, Москва, Земляной вал, 73.

Институт «БиРХ», кафедра «Биоэкологии и Ихтиологии», 2010.

117452, Москва, ул. Болотниковская, 15. тел: (499) 317-2936, 317-2927

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины являются:

Знакомство со строением, жизнедеятельностью, экологией и многообразием позвоночных хордовых животных: физиология, эмбриология, этология и др.

Задачами дисциплины являются:

Дать представление о системе позвоночных животных типа хордовые, особенностях морфофункциональной организации, систематике различных подтипов и классов, их происхождении и эволюции, адаптациях к разным средам обитания, роли в различных биоценозах.

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

- Знать:
  - О роли животных в экосистемах и биосфере в целом.
  - Современное состояние зоологии позвоночных как комплексной науки;
  - Основные черты организации хордовых, объем и систему типа, морфо-экологические характеристики представителей каждого класса, систему классов;
  - Структуру и особенности водной фауны позвоночных и экологию массовых и редких видов;
  - Особенности строения и функционирования систем органов каждого класса,
  - Систематику типа хордовые, каждого класса, разнообразие представителей, особенности биологии и распространения массовых, хозяйственно ценных и охраняемых видов.
- Уметь:
  - Применять знания общего плана строения и функционирования систем органов типа, подтипа, класса к конкретному отряду, семейству, виду;
  - Объяснять морфологические и физиологические изменения в строении систем органов в связи с меняющимися условиями

- окружающей среды, т.е. биологическую целесообразность строения и функционирования систем органов;
- Сравнивать морфофизиологические особенности систем органов разных классов и других групп организмов и выделять прогрессивные и примитивные черты строения, а также черты специализации;
  - Делать вывод о взаимосвязи строения и функций органов и систем органов;
  - Работать с влажными препаратами, чучелами, коллекциями, схемами строения для иллюстрации и доказательства основных положений;
  - Работать с определителями всех групп позвоночных животных, определять неизвестные позвоночные по определителю;
  - Распознавать в коллекциях, на рисунках основные систематические группы позвоночных и массовые виды.
  - Применять зоологические исследования в решении вопросов рационального ведения рыбного, лесного, охотничьего и сельского хозяйства, целенаправленного формирования сообществ животных (зооценозов), борьбы с вредителями, переносчиками возбудителей заболеваний.
- Владеть:
    - Основами современных методов исследований в области зоологии позвоночных (биохимические, серологические, кариологические и др.).
    - Методами изучения адаптационных механизмов животных;

### Распределение трудоемкости дисциплины

В соответствии с учебным планом:

Наименование дисциплины	общий	Объем занятий в ак. часах							
		всего	лек-ций	лаб. зан.	прак зан.	сам. раб.	к.р.	экз.	зач.
Зоология	440	244	92	152		196	кр5	5	4

<i>беспозвоночных</i>	224	<b>164</b>	68	96	-	<b>60</b>	-	-	4
<i>позвоночных</i>	216	<b>80</b>	24	56	-	<b>136</b>	<i>Кр5</i>	5	-

В том числе, по семестрам:

3 курс						4 курс						5 курс					
5 семестр			6 семестр			7 семестр			8 семестр			9 семестр			10 семестр		
лек	лаб	пр	лек	лаб	пр	лек	лаб	пр	лек	лаб	пр	лек	лаб	пр	лек	лаб	пр
24	56																

### Тематический план теоретических занятий

№	Наименование темы	Ак. часов
1.	Роль русских ученых в развитии зоологии позвоночных.	2
2.	Тип Хордовые. Характеристика. Система типа.	2
3.	Подтип Оболочники, Подтип Бесчерепные	2
4.	Подтип Позвоночные. Общая характеристика. Система.	2
5.	Раздел Бесчелюстные.	2
6.	Раздел Челюстноротые: Класс Пластиножаберные. Класс Лопастеперые. Класс Лучеперые	2
7.	Раздел Челюстноротые: Подкласс Четвероногие. Класс Амфибии.	2
8.	Раздел Челюстноротые: Класс Пресмыкающиеся	2
9.	Раздел Челюстноротые: Класс Птицы	2
10.	Раздел Челюстноротые: Класс Млекопитающие	2
11.	Исследовательские методы в области зоологии позвоночных животных.	2
12.	Значение позвоночных в современном хозяйстве и экономике.	2
	<b>ВСЕГО:</b>	<b>24</b>

## План лабораторно-практических работ

№	Наименование темы	Ак. часов
1.	Внешнее и внутреннее строение миноги.	4
2.	Внешнее и внутреннее строение хрящевых рыб.	4
3.	Вскрытие костистой рыбы	4
4.	Скелет костистой рыбы	4
5.	Определение земноводных	4
6.	Внешнее и внутреннее строение земноводных.	4
7.	Скелет земноводных.	4
8.	Внутреннее строение черепахи	4
9.	Скелет пресмыкающихся.	4
10.	Определение пресмыкающихся	4
11.	Скелет птицы.	4
12.	Определение птиц	4
13.	Определение млекопитающих	4
14.	Скелет млекопитающих.	4
	ВСЕГО:	56

## СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Зоология позвоночных знакомит студентов с животным миром, его развитием, основными особенностями строения животных и их значением в хозяйственной деятельности человека.

Позвоночные животные относятся к типу хордовых и представляют наиболее высокоорганизованную и наиболее многочисленную группу, включающую около 43 тыс. видов, обитающих в различных средах и занимающих самые разнообразные экологические ниши.

При изучении курса должно формироваться научное материалистическое представление об эволюции животного мира и единства организма и окружающей среды.



Необходимо знать исторические связи и происхождение одних животных от других, проследить последовательные преобразования в строении органов животных и понять главное направление эволюции. Объем курса определен учебным планом и программой по зоологии позвоночных.

### **Введение**

Роль русских ученых в развитии зоологии позвоночных. Значение позвоночных в народном хозяйстве. Общая характеристика типа хордовых. Деление на подтипы. Значение работ А.О. Ковалевского в вопросе установления типа

#### **Тема 1:**

Тип хордовые, подтип личиночнохордовые или оболочники. Основные черты организации асцидий, аппендикулярий, сальп. Представители, экологические особенности личиночнохордовых

#### **Тема 2:**

Подтип бесчерепные. Строение ланцетника, примитивные черты его строения. Развитие ланцетника

#### **Тема 3:**

Подтип позвоночные или черепные. Общий обзор морфологических особенностей позвоночных. Схема классификации современных позвоночных. Позвоночные без зародышевых оболочек (анамнии). Главнейшие характерные черты анамний как первичноводных организмов.

### **Класс 1. Круглоротые**

Внешнее и внутреннее строение миноги как представителя наиболее древнего класса из современных позвоночных. Подкласс миксин, представители. Экологические особенности.

### **Надкласс 2. Рыбы**

Общая характеристика класса рыб как первичноводных челюстноротых позвоночных. Класс хрящевых рыб. Подкласс пластиножаберных, общая характеристика. Акула как представитель хрящевых рыб, ее внешнее и внутреннее строение. Отряд акулообразных, отряд скатов. Представители. Класс костных рыб. Общая характеристика, деление на подклассы.

### **Надотряд двоякодышащие**

Особенности строения. Представители. Распространение. Подкласс совершенноротых.

### **Надотряд кистеперые рыбы**

Особенности строения. Представители. Подкласс лучеперые рыбы.

### **Надотряд 1**

Многоперы. Особенности их строения. Представители.

### **Надотряд 2**

Хрящевые ганоиды. Особенности строения. Представители.

### **Надотряд 3**

Костные ганоиды. Особенности строения. Представители.

### **Надотряд 4**

Костистые рыбы. Общая характеристика. Внешнее и внутреннее строение окуня как представителя костистых рыб. Экологические особенности, происхождения рыб, значение в народном хозяйстве.

### **Класс Земноводные или амфибии**

Общая характеристика. Внешнее и внутреннее строение лягушки как представителя первого класса наземных позвоночных. Систематический обзор современных амфибий (представители, их образ жизни, распространение).

#### **Отряд 1. Бесхвостые**

#### **Отряд 2. Хвостатые**

#### **Отряд 3. Безногие**

Экологические особенности, происхождение амфибий. Значение бесхвостых амфибий в рыбном хозяйстве. Позвоночные с зародышевыми оболочкам (амниоты). Главнейшие характерные черты амниот, как первичноназемных позвоночных.

### **Класс пресмыкающиеся**

Общая характеристика. Внешнее и внутреннее строение ящерицы как представителя первого класса высших наземных позвоночных - амниот. Систематический обзор современных пресмыкающихся (представители, их образ жизни, распространение).

#### **Отряд 1. Клювоголовые**

#### **Отряд 2. Чешуйчатые**

#### **Отряд 3. Крокодилы**

#### **Отряд 4. Черепахи**

## **Класс Птицы**

Общая характеристика. Внешнее и внутреннее строение голубя как представителя класса птиц, главные особенности скелета и внутренних органов, связанные с полетом. Систематический обзор современных птиц (представители, их образ жизни, распространение).

### **Надотряд 1. Бескилевые птицы**

### **Надотряд 2. Пингвины**

### **Надотряд 3. Килегрудые птицы**

Экологические особенности, происхождение птиц. Значение рыбоядных птиц в рыбном хозяйстве.

## **Класс Млекопитающие**

Общая характеристика. Внешнее и внутреннее строение кролика, представителя класса млекопитающих. Экологические особенности происхождения млекопитающих. Значение в народном хозяйстве. Роль рыбоядных млекопитающих в народном хозяйстве.

## **РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

- 1) Наумов Н.П., Карташов Н.Н. «Зоология позвоночных», ч. 1 и 2. - Москва: Высшая школа, 1979 - 589с.
- 2) Левушкин С. И., Шилов И.А. «Общая зоология» - Москва: Высшая школа 1994 - 432с.
- 3) Адольф Г.А., Бутьев В.Г. и др. «Руководство к лабораторным занятиям по зоологии позвоночных» - М: Просвещение, 1977 - 189с.
- 4) Гуртовой Н. Н., Матвеев Б.С., Держинский Ф.Н. Практическая зоология позвоночных (низшие хордовые, бесчелюстные, рыбы) - М: Высшая школа, 1976 - 348с.

## ВОПРОСЫ К ИТОГОВОМУ КОНТРОЛЮ:

1. *Характерные признаки типа хордовых, отличающие их от других типов, схема их строения.*
2. *Систематика типа хордовых (подтип, классы) и наиболее характерные черты подтипов.*
3. *Подтип бесчерепные. Общая характеристика. Внешнее и внутреннее строение. Представители.*
4. *Размножение и развитие ланцетника.*
5. *Подтип оболочники. Характеристика, систематика. Строение асцидии.*
6. *Развитие асцидий и почему они относятся к типу хордовых.*
7. *Подтип позвоночные или черепные. Общая характеристика, отличие от бесчерепных.*
8. *Кожные покровы позвоночных, их происхождение, функция, производные кожи.*
9. *Внутренний скелет позвоночных.*
10. *Органы пищеварения позвоночных. Роль печени и поджелудочной железы.*
11. *Железы внутренней секреции позвоночных.*
12. *Органы дыхания и кровообращения позвоночных.*
13. *Нервная система позвоночных. Головные нервы.*
14. *Классификация современных позвоночных. Деление на анамний и амниот.*
15. *Надкласс бесчелюстных. Общая характеристика, систематика. Особенности строения миног и миксин.*
16. *Систематика круглоротых. Экология миног и миксин.*
17. *Надкласс рыб. Общая характеристика. Отличие от круглоротых.*
18. *Краткая характеристика класса рыб. Систематика. Представители.*
19. *Подкласс пластиножаберных. Отряды акул и скатов. Особенности строения, представители, распространение.*
20. *Подкласс цельноголовых или, химеровых. Особенности строения, распространение*
21. *Систематика надкласса рыб. Основные представители и их краткая характеристика*
22. *Костные рыбы. Общая характеристика. Систематика, представители.*
23. *Двоякодышащие рыбы. Характеристика, представители, места обитания.*
24. *Кистеперые рыбы. Характеристика, представители, места обитания.*

25. Отряд осетрообразных или хрящевых ганоидов. Характеристика, представители промысловое значение.
26. Костные ганоиды и многоперы. Характеристика и представители. Костистые рыбы. Общая характеристика. Основные отряды, представители.
27. Костистые рыбы. Общая характеристика. Основные отряды, представители.
28. Внешний вид, покровы, нервная и половая системы окуня и акулы. Сравнение дайте в виде таблицы с приведением схематических рисунков.
29. Особенности строения скелета костистой рыбы. Сопоставьте со скелетом акулы. Дайте схему черепа и укажите название костей.
30. Строение кровеносной, пищеварительной, дыхательной и выделительной систем окуня и акулы. Сопоставления дайте в виде таблицы с приведением схематических рисунков.
31. Значение для рыб температуры воды, солености, растворенного в воде кислорода.
32. Экологические группы рыб и их приспособления к определенным условиям обитания.
33. Питание рыб. Примеры.
34. Жизненный цикл рыб. Миграции
35. Половая зрелость, плодовитость и время нереста рыб.
36. Половой диморфизм и забота о потомстве у рыб. Живорождение.
37. Хозяйственное значение рыб. Промысловые рыбы и рыбоводство России.
38. Происхождение и эволюция рыб (филогенез низших черепных).
39. Класс земноводных. Общая характеристика. Что сближает их с рыбами и наземными позвоночными?
40. Класс земноводных. Систематика. Характеристика отрядов. Представители.
41. Строение скелета земноводных. Сопоставьте в виде таблицы со скелетом костистой рыбы.
42. Внутреннее строение лягушки по системам органов, кроме скелета. Приведите рисунки.
43. Особенности размножения земноводных (бесхвостых, хвостатых, безногих).
44. Экологические группы земноводных.
45. Развитие амфибий. Неотения.
46. Происхождение земноводных и их эволюция.
47. Амниоты. Почему они так называются, кто к ним относится, чем отличаются?

48. Зародышевые оболочки амниот. Образование и функции.
49. Класс пресмыкающихся. Общая характеристика, систематика.  
Представители. Хозяйственное значение.
50. Особенности строения скелета пресмыкающихся. Сравните с лягушкой.  
Сопоставьте и дайте в виде таблицы по отделам.
51. Особенности строения кожного покрова и внутренних органов (без скелета) пресмыкающихся. Сопоставьте с лягушкой.
52. Систематика класса пресмыкающихся. Отряд клювоголовые. Краткая характеристика, представители, распространение.
53. Отряд чешуйчатые. Краткая характеристика, систематика, представители.
54. Подотряд змеи. Систематическое положение. Краткая характеристика, представители.
55. Систематика класса пресмыкающихся. Отряд крокодилы. Особенности строения, представители, распространение.
56. Систематика класса пресмыкающихся. Отряд черепахи. Особенности строения. Представители.
57. Происхождение и эволюция пресмыкающихся.
58. Условия существования и общее распространение пресмыкающихся.
59. Питание и размножение пресмыкающихся.
60. Класс птицы. Прогрессивные черты организации по сравнению с пресмыкающимися. Главнейшие приспособления птиц, связанные с полетом.
61. Кожный покров птиц и их производные. Типы перьев и их строение.
62. Особенности внутреннего строения птиц (без скелета).
63. Особенности строения скелета птиц. Сопоставьте с ящерицей.
64. Органы размножения птиц. Строение яйца.
65. Систематика птиц. Надотряд пингвины. Краткая характеристика, представители, распространение.
66. Систематика птиц. Надотряд бескилевые птицы. Краткая характеристика, представители, распространение.
67. Систематика птиц. Надотряд килегрудые птицы. Основные отряды. Представители.
68. Происхождение птиц.
69. Условия существования и общее распространение птиц. Экологические группы птиц.
70. Размножение птиц. Примеры.
71. Годовой цикл жизни и перелеты птиц.
72. Класс млекопитающие. Общая характеристика. Систематика.
73. Кожный покров млекопитающих и их производные.

74. Особенности строения скелета млекопитающих. Сопоставьте с ящерицей.
75. Анатомия млекопитающих. Опишите пищеварительную систему и органы дыхания.
76. Органы кровообращения млекопитающих. Сопоставьте с птицей.
77. Анатомия млекопитающих. Опишите нервную систему и органы чувств.
78. Выделительная система и органы размножения млекопитающих.
79. Систематика млекопитающих. Подкласс яйцекладущих или первозвери.
80. Систематика млекопитающих. Подкласс низшие звери. Общая характеристика, распространение.
81. Систематика млекопитающих. Подкласс плацентарные или высшие звери. Общая характеристика. Основные отряды.
82. Систематика млекопитающих. Отряд ластоногих и китообразных.
83. Размножение млекопитающих.
84. Экономическое значение млекопитающих. Промысловые звери.

**Кунин М.А.**  
**Зоология**

*Рабочая программа для студентов всех форм и видов обучения, по  
специальности «Биоэкология»*

Подписано к печати:

Тираж:

Заказ №:



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНО ОБРАЗОВАНИЯ  
**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ**

(образован в 1953г)

**Институт «Биотехнологий и рыбного хозяйства» (БиРХ),  
кафедра «Биоэкологии и ихтиологии»**



www.mgutm.ru

**Утверждаю:**

Директор Института «Биотехнологий и рыбного  
хозяйства» (БиРХ) МГУТУ им. К.Г. Разумовского

Никишин А.Л.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2010г

***НИКОЛАЕВА И.Ф.***

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

***Зоология (позвоночных)***

**По специальности - 110901.65 «Водные биоресурсы и  
аквакультура»**

**Степень выпускника – *специалист***

**Срок обучения – полный, сокращенный**

**Форма обучения – ОЧНАЯ, ЗАОЧНАЯ**

**Москва, 2010**

УДК 639.3

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры «Биоэкологии и ихтиологии» Московского государственного университета технологий и управления (протокол №8 от 23 сентября 2010г) и рекомендована к рассмотрению на заседание Ученого Совета институту.

Рабочая программа одобрена и утверждена на заседании Ученого Совета института «Биотехнологий и рыбного хозяйства» Московского государственного университета технологий и управления (протокол №9 от 01 ноября 2010г)

Разработчик РП: *Горбунов А.В.*

Автор (составитель): *к.б.н., доц., Николаева И.Ф.*

;

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ГОС ВПО и предназначена для студентов всех форм и видов обучения, по специальности «Водные биоресурсы и аквакультура»

Рецензенты:

д.б.н., проф. Амбросимова Н.А. (АзНИИРХ)

д.б.н., зав. сектором Микодина Е.В. (ВНИРО)

© Николаева И.Ф. Зоология (позвоночных): *Рабочая программа для студентов всех форм и видов обучения, по специальности 110901.65 «Водные биоресурсы и аквакультура» / Сер. Рабочая учебно-методическая документация МГУТУ. –М.: МГУТУ, 2010. – 13с. Ред.2. перераб.*

© ГОУ ВПО «Московский государственный университет технологий и управления», 2010.

109004, Москва, Земляной вал, 73.

Институт «БиРХ», кафедра «Биоэкологии и Ихтиологии», 2010.

117452, Москва, ул. Болотниковская, 15. тел: (499) 317-2936, 317-2927

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины являются:

Знакомство со строением, жизнедеятельностью, экологией и многообразием позвоночных хордовых животных: физиология, эмбриология, этология и др.

Задачами дисциплины являются:

Дать представление о системе позвоночных животных типа хордовые, особенностях морфофункциональной организации, систематике различных подтипов и классов, их происхождении и эволюции, адаптациях к разным средам обитания, роли в различных биоценозах.

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

- Знать:
  - О роли животных в экосистемах и биосфере в целом.
  - Современное состояние зоологии позвоночных как комплексной науки;
  - Основные черты организации хордовых, объем и систему типа, морфо-экологические характеристики представителей каждого класса, систему классов;
  - Структуру и особенности водной фауны позвоночных и экологию массовых и редких видов;
  - Особенности строения и функционирования систем органов каждого класса,
  - Систематику типа хордовые, каждого класса, разнообразие представителей, особенности биологии и распространения массовых, хозяйственно ценных и охраняемых видов.
- Уметь:
  - Применять знания общего плана строения и функционирования систем органов типа, подтипа, класса к конкретному отряду, семейству, виду;
  - Объяснять морфологические и физиологические изменения в строении систем органов в связи с меняющимися условиями окружающей среды, т.е. биологическую целесообразность строения и функционирования систем органов;

- Сравнивать морфофизиологические особенности систем органов разных классов и других групп организмов и выделять прогрессивные и примитивные черты строения, а также черты специализации;
  - Делать вывод о взаимосвязи строения и функций органов и систем органов;
  - Работать с влажными препаратами, чучелами, коллекциями, схемами строения для иллюстрации и доказательства основных положений;
  - Работать с определителями всех групп позвоночных животных, определять неизвестные позвоночные по определителю;
  - Распознавать в коллекциях, на рисунках основные систематические группы позвоночных и массовые виды.
  - Применять зоологические исследования в решении вопросов рационального ведения рыбного, лесного, охотничьего и сельского хозяйства, целенаправленного формирования сообществ животных (зооценозов), борьбы с вредителями, переносчиками возбудителей заболеваний.
- Владеть:
    - Основами современных методов исследований в области зоологии позвоночных (биохимические, серологические, кариологические и др.).
    - Методами изучения адаптационных механизмов животных;

### Распределение трудоемкости дисциплины

В соответствии с учебным планом:

Наименование дисциплины	общий	Объем занятий в ак. часах							
		всего	лек- ций	лаб. зан.	прак зан.	сам. раб.	к.р.	экз.	зач.
Зоология	260	<b>62</b>	6	56	-	<b>198</b>	-	2,3	3
<i>беспозвоночных</i>	142	<b>34</b>	2	32	-	<b>108</b>	-	-	2
<i>позвоночных</i>	116	<b>26</b>	2	24	-	<b>90</b>	-	3	-

В том числе по курсам:

3 курс			4 курс			5 курс		
лек	лаб	пр	лек	лаб	пр	лек	лаб	пр
2	24							

### Тематический план теоретических занятий

№	Наименование темы	Ак. часов
1.	Позвоночные в современном хозяйстве и экономике.	1
2.	Исследовательские методы в области зоологии позвоночных животных.	1
	<b>ВСЕГО:</b>	<b>2</b>

### План лабораторно-практических работ

№	Наименование темы	Ак. часов
1.	Внешнее и внутреннее строение миноги.	3
2.	Внешнее и внутреннее строение хрящевых рыб.	3
3.	Вскрытие костистой рыбы	3
4.	Внутреннее строение земноводных.	3
5.	Характеристика земноводных	3
6.	Характеристика пресмыкающихся	3
7.	Характеристика птиц	3
8.	Характеристика млекопитающих	3
	<b>ВСЕГО:</b>	<b>24</b>

### Перечень тем для самостоятельного освоения

1. Роль русских ученых в развитии зоологии позвоночных.
2. Тип Хордовые. Характеристика. Система типа.
3. Подтип Оболочники, Подтип Бесчерепные
4. Подтип Позвоночные. Общая характеристика. Система.

5. Раздел Бесчелюстные.
6. Раздел Челюстноротые: Класс Пластиножаберные. Класс Лопастеперые.  
Класс Лучеперые
7. Раздел Челюстноротые: Подкласс Четвероногие. Класс Амфибии.
8. Раздел Челюстноротые: Класс Пресмыкающиеся
9. Раздел Челюстноротые: Класс Птицы
10. Раздел Челюстноротые: Класс Млекопитающие
11. Скелет костистой рыбы
12. Внутреннее строение черепахи
13. Скелет пресмыкающихся.
14. Скелет птицы.
15. Скелет млекопитающих.

## **СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Зоология позвоночных знакомит студентов с животным миром, его развитием, основными особенностями строения животных и их значением в хозяйственной деятельности человека.

Позвоночные животные относятся к типу хордовых и представляют наиболее высокоорганизованную и наиболее многочисленную группу, включающую около 43 тыс. видов, обитающих в различных средах и занимающих самые разнообразные экологические ниши.

При изучении курса должно формироваться научное представление об эволюции животного мира и единства организма и окружающей среды. Необходимо знать исторические связи и происхождение одних животных от других, проследить последовательные преобразования в строении органов животных и понять главное направление эволюции.

### **Введение**

Роль русских ученых в развитии зоологии позвоночных. Общая характеристика типа хордовых. Деление на подтипы. Значение работ А.О. Ковалевского в вопросе установления типа.

### **Тема 1:**

Тип хордовые, подтип личиночнохордовые или оболочники. Основные черты организации асцидий, аппендикулярий, сальп. Представители, экологические особенности личиночнохордовых

## **Тема 2:**

Подтип бесчерепные. Строение ланцетника, примитивные черты его строения. Развитие ланцетника

## **Тема 3:**

Подтип позвоночные или черепные. Общий обзор морфологических особенностей позвоночных. Схема классификации современных позвоночных. Позвоночные без зародышевых оболочек (анамнии). Главнейшие характерные черты анамний как первичноводных организмов.

### **Класс 1. Круглоротые**

Внешнее и внутреннее строение миноги как представителя наиболее древнего класса из современных позвоночных. Подкласс миксин, представители. Экологические особенности.

### **Надкласс 2. Рыбы**

Общая характеристика класса рыб как первичноводных челюстноротых позвоночных. Класс хрящевых рыб. Подкласс пластиножаберных, общая характеристика. Акула как представитель хрящевых рыб, ее внешнее и внутреннее строение. Отряд акулообразных, отряд скатов. Представители. Класс костных рыб. Общая характеристика, деление на подклассы.

### **Надотряд двоякодышащие**

Особенности строения. Представители. Распространение. Подкласс совершенноротых.

### **Надотряд кистеперые рыбы**

Особенности строения. Представители. Подкласс лучеперые рыбы.

### **Надотряд 1**

Многоперы. Особенности их строения. Представители.

### **Надотряд 2**

Хрящевые ганоиды. Особенности строения. Представители.

### **Надотряд 3**

Костные ганоиды. Особенности строения. Представители.

### **Надотряд 4**

Костистые рыбы. Общая характеристика. Внешнее и внутреннее строение окуня как представителя костистых рыб. Экологические особенности, происхождения рыб, значение в народном хозяйстве.

## **Класс Земноводные или амфибии**

Общая характеристика. Внешнее и внутреннее строение лягушки как представителя первого класса наземных позвоночных. Систематический обзор современных амфибий (представители, их образ жизни, распространение).

### **Отряд 1. Бесхвостые**

### **Отряд 2. Хвостатые**

### **Отряд 3. Безногие**

Экологические особенности, происхождение амфибий. Значение бесхвостых амфибий в рыбном хозяйстве. Позвоночные с зародышевыми оболочкам (амниоты). Главнейшие характерные черты амниот, как первичноназемных позвоночных.

## **Класс пресмыкающиеся**

Общая характеристика. Внешнее и внутреннее строение ящерицы как представителя первого класса высших наземных позвоночных - амниот. Систематический обзор современных пресмыкающихся (представители, их образ жизни, распространение).

### **Отряд 1. Клювоголовые**

### **Отряд 2. Чешуйчатые**

### **Отряд 3. Крокодилы**

### **Отряд 4. Черепахи**

## **Класс Птицы**

Общая характеристика. Внешнее и внутреннее строение голубя как представителя класса птиц, главнейшие особенности скелета и внутренних органов, связанные с полетом. Систематический обзор современных птиц (представители, их образ жизни, распространение).

### **Надотряд 1. Бескилевые птицы**

### **Надотряд 2. Пингвины**

### **Надотряд 3. Килегрудые птицы**

Экологические особенности, происхождение птиц. Значение рыбадных птиц в рыбном хозяйстве.

## **Класс Млекопитающие**

Общая характеристика. Внешнее и внутреннее строение кролика, представителя класса млекопитающих. Экологические особенности



происхождение млекопитающих. Значение в народном хозяйстве. Роль рыбоядных млекопитающих в народном хозяйстве.

### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА:

- 1) Наумов Н.П., Карташов Н.Н. «Зоология позвоночных», ч. 1 и 2. - Москва: Высшая школа, 1979 - 589с.
- 2) Левушкин С. И., Шилов И.А. «Общая зоология» - Москва: Высшая школа 1994 - 432с.
- 3) Адольф Г.А., Бутьев В.Г. и др. «Руководство к лабораторным занятиям по зоологии позвоночных» - М: Просвещение, 1977 - 189с.
- 4) Гуртовой Н. Н., Матвеев Б.С., Дзержинский Ф.Н. Практическая зоология позвоночных (низшие хордовые, бесчелюстные, рыбы) - М: Высшая школа, 1976 - 348с.

### ВОПРОСЫ К ИТОГОВОМУ КОНТРОЛЮ:

1. *Характерные признаки типа хордовых, отличающие их от других типов, схема их строения.*
2. *Систематика типа хордовых (подтип, классы) и наиболее характерные черты подтипов.*
3. *Подтип бесчерепные. Общая характеристика. Внешнее и внутреннее строение. Представители.*
4. *Размножение и развитие ланцетника.*
5. *Подтип оболочники. Характеристика, систематика. Строение асцидии.*
6. *Развитие асцидий и почему они относятся к типу хордовых.*
7. *Подтип позвоночные или черепные. Общая характеристика, отличие от бесчерепных.*
8. *Кожные покровы позвоночных, их происхождение, функция, производные кожи.*
9. *Внутренний скелет позвоночных.*
10. *Органы пищеварения позвоночных. Роль печени и поджелудочной железы.*
11. *Железы внутренней секреции позвоночных.*
12. *Органы дыхания и кровообращения позвоночных.*

13. *Нервная система позвоночных. Головные нервы.*
14. *Органы чувств позвоночных.*
15. *Органы выделения позвоночных.*
16. *Классификация современных позвоночных. Деление на анамний и амниот.*
17. *Надкласс бесчелюстных. Общая характеристика, систематика.  
Особенности строения миног и миксин.*
18. *Систематика круглоротых. Экология миног и миксин.*
19. *Надкласс рыб. Общая характеристика. Отличие от круглоротых.*
20. *Краткая характеристика класса рыб. Систематика. Представители.*
21. *Класс хрящевых рыб. Общая характеристика. Систематика.  
Морфологические различия между акулами и скатами.*
22. *Подкласс пластиножаберных. Внешнее и внутреннее строение акулы.*
23. *Подкласс пластиножаберных. Отряды акул и скатов. Особенности строения, представители, распространение.*
24. *Подкласс цельноголовых или, химеровых. Особенности строения, распространение*
25. *Систематика надкласса рыб. Основные представители и их краткая характеристика*
26. *Костные рыбы. Общая характеристика. Систематика, представители.*
27. *Двоякодышащие рыбы. Характеристика, представители, места обитания.*
28. *Кистеперые рыбы. Характеристика, представители, места обитания.*
29. *Отряд осетрообразных или хрящевых ганоидов. Характеристика, представители промысловое значение.*
30. *Костные ганоиды и многоперы. Характеристика и представители.  
Костистые рыбы. Общая характеристика. Основные отряды, представители.*
31. *Костистые рыбы. Общая характеристика. Основные отряды, представители.*
32. *Внешний вид, покровы, нервная и половая системы окуня и акулы.  
Сравнение дайте в виде таблицы с приведением схематических рисунков.*
33. *Особенности строения скелета костистой рыбы. Сопоставьте со скелетом акулы. Дайте схему черепа и укажите название костей.*
34. *Экологические группы рыб и их приспособления к определенным условиям обитания.*
35. *Половая зрелость, плодовитость и время нереста рыб.*
36. *Половой диморфизм и забота о потомстве у рыб. Живорождение.*
37. *Хозяйственное значение рыб. Промысловые рыбы и рыбоводство России.*
38. *Происхождение и эволюция рыб (филогенез низших черепных).*

39. Класс земноводных. Общая характеристика. Что сближает их с рыбами и наземными позвоночными?
40. Класс земноводных. Систематика. Характеристика отрядов. Представители.
41. Строение скелета земноводных. Сопоставьте в виде таблицы со скелетом костистой рыбы.
42. Внутреннее строение лягушки по системам органов, кроме скелета. Приведите рисунки.
43. Особенности размножения земноводных (бесхвостых, хвостатых, безногих).
44. Экологические группы земноводных.
45. Развитие амфибий. Неотения.
46. Происхождение земноводных и их эволюция.
47. Амниоты. Почему они так называются, кто к ним относится, чем отличаются?
48. Класс пресмыкающихся. Общая характеристика, систематика. Представители. Хозяйственное значение.
49. Особенности строения скелета пресмыкающихся. Сравните с лягушкой. Сопоставьте и дайте в виде таблицы по отделам.
50. Особенности строения кожного покрова и внутренних органов (без скелета) пресмыкающихся. Сопоставьте с лягушкой.
51. Систематика класса пресмыкающихся. Отряд клювоголовые. Краткая характеристика, представители, распространение.
52. Отряд чешуйчатые. Краткая характеристика, систематика, представители.
53. Подотряд змеи. Систематическое положение. Краткая характеристика, представители.
54. Систематика класса пресмыкающихся. Отряд крокодилы. Особенности строения, представители, распространение.
55. Систематика класса пресмыкающихся. Отряд черепахи. Особенности строения. Представители.
56. Происхождение и эволюция пресмыкающихся.
57. Условия существования и общее распространение пресмыкающихся.
58. Питание и размножение пресмыкающихся.
59. Класс птицы. Прогрессивные черты организации по сравнению с пресмыкающимися. Главнейшие приспособления птиц, связанные с полетом.
60. Кожный покров птиц и их производные. Типы перьев и их строение.
61. Особенности внутреннего строения птиц (без скелета).
62. Особенности строения скелета птиц. Сопоставьте с ящерицей.

63. *Органы размножения птиц. Строение яйца.*
64. *Систематика птиц. Надотряд пингвины. Краткая характеристика, представители, распространение.*
65. *Систематика птиц. Надотряд бескилевые птицы. Краткая характеристика, представители, распространение.*
66. *Систематика птиц. Надотряд килегрудые птицы. Основные отряды. Представители.*
67. *Условия существования и общее распространение птиц. Экологические группы птиц.*
68. *Годовой цикл жизни и перелеты птиц.*
69. *Класс млекопитающие. Общая характеристика. Систематика.*
70. *Кожный покров млекопитающих и их производные.*
71. *Особенности строения скелета млекопитающих. Сопоставьте с ящерицей.*
72. *Анатомия млекопитающих. Опишите пищеварительную систему и органы дыхания.*
73. *Органы кровообращения млекопитающих. Сопоставьте с птицей.*
74. *Анатомия млекопитающих. Опишите нервную систему и органы чувств.*
75. *Выделительная система и органы размножения млекопитающих.*
76. *Систематика млекопитающих. Подкласс яйцекладущих или первозвери.*
77. *Подкласс низшие звери. Общая характеристика, распространение.*
78. *Систематика млекопитающих. Подкласс плацентарные или высшие звери. Общая характеристика. Основные отряды.*
79. *Систематика млекопитающих. Отряд ластоногих и китообразных.*
80. *Экологические группы млекопитающих.*
81. *Экономическое значение млекопитающих. Промысловые звери.*

***Николаева И.Ф.***

**Зоология (позвоночных)**

*Рабочая программа для студентов всех форм и видов обучения, по специальности «Водные биоресурсы и аквакультура»*

Подписано к печати:

Тираж:

Заказ №:

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ**  
(образован в 1953 году)

---

**Кафедра биоэкологии и ихтиологии**

Модульный обучающий комплекс МГУТУ

*Система вузовской учебной документации*

**Николаева И.Ф.**

**ЗООЛОГИЯ ПОЗВОНОЧНЫХ**

*Учебно-практическое пособие для студентов  
всех форм и видов обучения, по специальностям:  
020803 - Биоэкология и 110901 - Водные  
биоресурсы и аквакультура*

**МОДУЛЬ 1**



[www.mgutm.ru](http://www.mgutm.ru)

**Москва, 2009**

УДК 639.3

© Николаева И.Ф. Зоология позвоночных: Учебно-практическое пособие. Модуль 1. / Сер. Система вузовской учебной документации. –М.: МГУТУ, 2009. –48с. Изд. 2-е, дополнен.

Обработка материала, компьютерная графика и верстка: Горбунов А.В.

Рассмотрено на заседании кафедры «Биоэкологии и ихтиологии» МГУТУ протокол №11 от 21.09.2009г и рекомендовано в качестве учебно-практического пособия.

Рекомендовано Институтом информатизации образования РАО.

Обучение по дисциплине строится по блочно-модульной системе. Под учебным модулем понимается целостная функциональная система, в которой объединены информационная, исполнительская и контролирующая части.

Сущность модульного обучения заключается в самостоятельном освоении предлагаемых по данной дисциплине функциональных модулей в соответствии с образовательным стандартом и рабочей программой.

Учебно-практическое пособие предназначено для студентов всех форм и видов обучения, по специальностям: 020803 - Биоэкология и 110901 - Водные биоресурсы и аквакультура

Авторы (составители): к.б.н., доцент Николаева И.Ф.

Рецензенты:

д.б.н., проф. Амбросимова Н.А. (АзНИИРХ)

д.б.н., зав. сектором Микодина Е.В. (ВНИРО)

Редактор: Коновалова Л.Ф.

© Московский государственный университет технологий и управления, 2009.

109004, Москва, Земляной вал, 73.

кафедра "Биоэкологии и Ихтиологии", 2009.

117452, Москва, ул. Болотниковская, 15. тел: (499) 317-2936, 317-2927

# ПУТЕВОДИТЕЛЬ ПО МОДУЛЬНОЙ СТРУКТУРЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## ЗООЛОГИЯ ПОЗВОНОЧНЫХ

Дисциплина включает в себя ряд модулей, подлежащих освоению. Перечень и функциональная структура модулей показана ниже:

Методика модульно-рейтинговой оценки качества подготовки специалистов. Путеводитель по модульной структуре дисциплины. Рабочая программа по освоению дисциплины. Рубежный контроль. Методические указания по написанию контрольной работы. Методические указания по написанию курсовой работы. Лабораторно-практические работы. Рекомендуемая литература. Обобщающий контроль.	Уч-МП
Введение в зоологию позвоночных. Двусторонняя симметрия. Вторичная полость тела (целом). Вторичноротость. Специфические черты хордовых. Бесчерепные. Строение ланцетника. Форма тела. Опорно-двигательная система. Центральная нервная система. Пищеварительная система. Кровеносная система. Выделительная и половая система. Атриальная полость. Место бесчерепных в системе и эволюции хордовых. Эмбриогенез. Закладка зародышевых листков и основных систем органов. Позвоночные. Место хордовых в системе и эволюции животного мира.	Уч-ПП Модуль 1
Водные позвоночные. Опорно-двигательная система и локомоция. Череп. Дыхательная система и газообмен. Кровеносная система. Пищеварительная система. Водно-солевой обмен и органы выделения. Половая система и размножение.	Уч-ПП Модуль 2
Выход позвоночных на сушу. Эволюционные предпосылки освоения суши. Земноводные. Череп. Дыхательная система. Водно-солевой обмен. Размножение и развитие.	Уч-ПП Модуль 3

Где: Уч-МП – учебно-методическое пособие;

Уч-ПП – учебно-практическое пособие.

Ваше текущее местоположение затенено серым цветом.



## **Выдержка из методики модульно-рейтинговой оценки знаний**

Минимальная сумма баллов по всем модулям дисциплины (без итогового контроля) в сумме составляет **60** баллов.

Если студент не набрал минимального количества баллов по какому-либо модулю дисциплины (модуль признан не изученным), то он не допускается к итоговой оценке знаний (экзамену или дифференцированному зачету).

В этом случае, студенту назначается дополнительный день, когда он сможет устно или письменно сдать ведущему преподавателю отдельные темы модуля или пройти повторно рубежный контроль. Такая возможность предоставляется студенту только один раз.

Если набранное количество баллов по модулю будет снова меньше минимально возможного, то студент получает по дисциплине оценку «неудовлетворительно» и отчисляется за неуспеваемость.

Если баллов набрано достаточно, то модуль признается изученным и студент допускается к итоговой оценке знаний.

Студент, не сдававший вовремя текущий контроль (за исключением уважительных причин), получает 0 баллов.

По усмотрению преподавателя ему может быть назначен новый срок (в течение до двух недель) с выставлением рейтинга с понижающим коэффициентом в зависимости от срока сдачи от назначенной даты.

Студент получает по дисциплине "зачет", если он набрал не менее **60** баллов по результатам текущего и рубежного контроля. После чего он допускается к итоговому контролю (экзамен или зачет).

После успешного прохождения образовательной программы по дисциплине сформированной из отдельных модулей и выполнением всех требований предусмотренных учебным графиком, данная дисциплина считается освоенной.

## **СОДЕРЖАНИЕ**

<b>КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ И ТЕРМИНОВ .....</b>	<b>6</b>
<b>ТЕМА 1: ВВЕДЕНИЕ В ЗООЛОГИЮ ПОЗВОНОЧНЫХ.....</b>	<b>7</b>
Двусторонняя симметрия. ....	7
Вторичная полость тела (целом).....	8
Вторичноротовость.....	9
Рекомендуемая литература по теме: .....	11
Вопросы для самоконтроля:.....	11
<b>ТЕМА 2: СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ЧЕРТЫ ХОРДОВЫХ .....</b>	<b>12</b>
Подтип бесчерепные (ACRANIA) .....	15
Строение ланцетника.....	15
Форма тела. ....	15
Опорно-двигательная система. ....	17
Центральная нервная система.....	17
Пищеварительная система.....	19
Кровеносная система. ....	20
Выделительная и половая система.....	21
Атриальная полость. ....	23
Место бесчерепных в системе и эволюции хордовых .....	24
Рекомендуемая литература по теме: .....	25
Вопросы для самоконтроля:.....	26
<b>ТЕМА 3: ЭМБРИОГЕНЕЗ. ЗАКЛАДКА ЗАРОДЫШЕВЫХ ЛИСТКОВ И ОСНОВНЫХ СИСТЕМ ОРГАНОВ. ....</b>	<b>27</b>
Подтип позвоночные (VERTEBRATA) .....	29
Место хордовых в системе и эволюции животного мира .....	30
Рекомендуемая литература по теме: .....	36
Вопросы для самоконтроля:.....	37
<b>ЛАБОРАТОРНЫЕ (ПРАКТИЧЕСКИЕ) ЗАНЯТИЯ .....</b>	<b>38</b>
<b>ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ ПО МОДУЛЮ ..</b>	<b>42</b>

## КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ И ТЕРМИНОВ

**Анимальный полюс бластулы** – образования за счет мелких клеток бластулы.

**Атриальная полость** — это часть внешней среды, захваченная метаплевральными складками.

**Бластопор** – отверстие, которое открывает полость гастрюлы наружу.

**Бластула** - полый шар, который образует группа возникающих клеток.

**Вегетативный полюс бластулы** - образования за счет крупных клеток бластулы.

**Гастрюла** – двухслойный зародыш.

**Глазки Гессе** – простейшие светочувствительные органы.

**Двусторонняя симметрия** – особенность строения, свойственная всем хордовым животным.

**Жаберная щель** – отверстия, соединяющие полость глотки с наружной средой.

**Клетки Роде** – нейроны особого типа, расположенные на протяжении нервной трубки.

**Мезодерма** – ткань, составляющая стенки обособленных парных выростов кишечника.

**Миомеры** – отдельные порции мускулатуры.

**Миосепты** – части мускулатуры, разделяющие миомеры.

**Невроцепь** – спинномозговой канал, заполненный спинномозговой жидкостью.

**Нефридий** – маленькая трубочка эктодермального происхождения.

**Нефридий Гатчека** – особый нефридий, расположенный на спинной части глотки с большим числом соленоцитов.

**Нотохорд** – вырост спинной части кишечника, его глоточного отдела.

**Целом** - вторичная полость тела.

**Цефализация** – процесс формирования головы.

**Ямка Келликера** – простейший орган обоняния.

# ТЕМА 1: Введение в зоологию позвоночных

Царство животных едино, и различные его таксоны филогенетически связаны. Деление животных на беспозвоночных и позвоночных обусловлено методически: в процессе обучения удобнее вначале рассмотреть многообразие животного мира и основные направления его эволюции путем сравнительного изучения многих типов, отличающихся планом строения, а затем подробнее ознакомиться с одним из них.

При таком подходе легче показать формирование адаптивных вариантов на базе единого плана строения, их эволюционные преобразования.

Выбор хордовых для подробного анализа, несомненно, удачен. Представители этого типа весьма разнообразны как по степени «эволюционной продвинутости», так и по экологическим особенностям. Они заселяют все среды обитания, демонстрируя многообразие морфологических и физиологических форм адаптаций.

Немалое значение имеет и то обстоятельство, что позвоночные широко представлены в ископаемых остатках, которые дают большой материал для реконструкции эволюции этого подтипа, а на этой основе — для выявления общих закономерностей эволюционного процесса.

Не случайно выдающиеся открытия и обобщения в этой области сделаны именно на основе изучения позвоночных животных (см., например, труды академиков А.Н. Северцова, И.И. Шмальгаузена и др.). Важно и то, что позвоночные играют громадную роль в жизни человека, что способствовало накоплению большого объема знаний об этих животных.

И все же, приступая к изучению этой группы, необходимо помнить, что эволюция ее шла в тесной связи с эволюцией других типов животного мира, и это наложило свой отпечаток на ряд принципиальных особенностей строения и функционирования организма.

Среди таких особенностей можно выделить следующие:

## ***Двусторонняя симметрия.***

Всем хордовым животным свойственна двусторонняя (билатеральная) симметрия. Такое же строение характерно и для других типов многоклеточных животных, начиная с низших червей. Функционально билатеральная симметрия связана с переходом от сидячего образа жизни к активному передвижению в среде.

Для сидячих форм отношения со средой равноценны во всех направлениях; радиальная симметрия точно соответствует такому образу жизни.

У активно перемещающихся животных передний конец тела становится биологически не равноценным остальной части туловища: именно здесь концентрируются органы захвата пищи, главные органы чувств и соответственно наиболее крупные скопления нервных клеток. Происходит процесс *цефализации* (формирование головы), благодаря чему теряется радиальная симметрия, т.е. через тело животного можно провести лишь одну плоскость симметрии, делящую тело на правую и левую стороны.

Таким образом, двусторонняя симметрия отражает важный момент в эволюции многоклеточных животных: переход к активному перемещению в среде потенциально связан с интенсификацией питания и уровня метаболизма, разнообразием жизненных форм и расширением круга биотопов, доступных для постоянного обитания.

### ***Вторичная полость тела (целом).***

Вторым крупным этапом в эволюции животных было формирование вторичной полости тела (*целома*). Этот этап начинается с кольчатых червей. Биологическое значение вторичной полости тела связано с дальнейшей активизацией движения и питания.

У бесполостных и первичнополостных животных кишечник окружен рыхлой паренхиматической тканью или жидкостью и перемещение пищи в пищеварительном тракте определяется сокращениями кожно-мускульного мешка, которые одновременно вызывают и поступательное движение всего организма. Иными словами, сокращения всего туловища и кишечника синхронизированы, что биологически не всегда выгодно для эффективного усвоения пищи.

Возникновение вторичной полости тела, которая разобщает кишечник и кожно-мускульный мешок, и появление собственной мускулатуры кишечника, образующейся из мезодермы, открывают возможность не зависимость от локомоции моторики кишечника.

Каждая из этих важных функций — передвижение в пространстве и пищеварительная активность — осуществляются в зависимости от экологических требований, не ограничивая друг друга. При этом целом может играть и опорную роль, выступая в качестве «гидроскелета».

Не менее важна и другая функция целома — транспортная. Выросты целома, проникая глубоко в ткани, обеспечивают их снабжение питательными веществами и кислородом. На основе выростов кишечника формируется кровеносная система. С целомом связаны и органы выделения. Таким образом, на базе вторичной полости тела поддерживается обмен на тканевом и органном уровне.

Все хордовые относятся ко вторичнополостным животным, что

филогенетически связывает их с такими типами, как кольчатые черви, мшанки, плеченогие, членистоногие, иглокожие, погонофоры и др. Вторичнополостные берут начало от древних кишечнополостных.

## **Вторичноротость.**

Все вторичнополостные животные распадаются на две ветви: *первичноротые* и *вторичноротые*.

Названия групп связаны с особенностями эмбрионального развития: у *первичноротых* - положение ротового отверстия соответствует бластопору, который разделяется на рот и анальное отверстие, а у *вторичноротых* - бластопор принимает функции заднепроходного отверстия, а рот прорывается в другом месте. К этой группе относятся полухордовые, иглокожие, погонофоры и хордовые. Все остальные типы вторично-полостных животных относятся к первичноротым.

Но различия между этими группами более существенны, нежели положение ротового отверстия.

Прежде всего, они отличаются характером образования целома: у большинства первичноротых - целом формируется схизоцельно (путем «расщепления» мезенхимы) и мезодерма возникает путем миграции в эту полость клеток из прилежащих тканей (телобластический тип).

У вторичноротых - целом энтероцельный: он развивается путем парных выпячиваний кишечника, стенки их дают начало мезодермальному листку.

Помимо того, первичноротые характеризуются незамкнутой кровеносной системой и «лестничным» типом строения центральной нервной системы, тогда как у вторичноротых кровеносная система в подавляющем большинстве замкнутая, а центральная нервная система имеет иное строение, при котором в отдельных местах часто образуются крупные скопления нервных клеток.

Отличается и эволюционное происхождение этих двух групп: *первичноротые* - связаны с кишечнополостными через турбеллярий и червеобразных (Pseudocoelomata), а *вторичноротые* - берут начало от более высокоорганизованных первичноротых группы билатеральных (Archicoelomata), объединяющей мшанок, плеченогих, сипункулид и некоторых других.

Таким образом, вторичноротость хордовых определяет их место в эволюции групп типов животных, указывая на филогенетическое родство с иглокожими, погонофорами и полухордовыми.

У построенных по разному плану первично- и вторичноротых неодинаково решались аналогичные биологические задачи. Это относится, в частности, к образованию скелета. Передвижение с помощью кожно-мускульного мешка сопряжено с деформацией тела.

Возникновение опорных структур в виде скелета облегчало сохранение формы тела. У первичноротых - эта задача решалась путем формирования наружного скелета, причем по-разному в двух высших типах этой группы.

У моллюсков наружный скелет образовался вне связи с органами движения; неподвижность скованного раковины тела компенсировалась формированием специализированного локомоторного органа — «ноги». Однако тяжелый скелет закрыл возможность эволюции по пути быстрого и маневренного движения. Не случайно у высших современных моллюсков — головоногих — наружный скелет редуцирован.

У членистоногих образование наружного скелета распространилось и на органы движения — членистые конечности. Это открыло возможность сохранения мобильности и, очевидно, послужило одной из основ прогрессивного развития этой группы. Но наружный скелет такого типа препятствует росту. Отсюда возникновение линек, во время которых организм интенсивно растет.

Надо отметить, что в обоих случаях формирование специализированных органов движения сопровождалось редукцией целома, что легко связать с его локомоторной ролью, обсуждавшейся выше.

У вторичноротых - наиболее «продвинутые» группы эволюционировали по пути формирования внутреннего скелета. У иглокожих - он прямо связан с использованием целома в виде гидроскелета и амбулакральной системы, обеспечивающей локомоцию.

У хордовых - формировался внутренний осевой скелет в виде хорды или (у высших классов) возникающего на ее основе позвоночника. Осевой скелет обладает опорной функцией и одновременно у водных форм участвует в локомоции; по мере развития специализированных локомоторных органов в виде парных конечностей прямое участие осевого скелета в функции движения утрачивается.

Таким образом, характерные ключевые признаки хордовых — двусторонняя симметрия, вторичная полость тела и вторичноротость<sup>1</sup> — выступают не только как внешние морфологические или эмбриологические особенности, но и как «вехи» эволюции, пройденной совместно с другими типами животных, демонстрирующие родственные филогенетические связи в пределах всего царства.

---

<sup>1</sup> А также метамерия, тоже связанная с активным движением, но у хордовых «замаскированная» морфологической специализацией и в «чистом» виде выраженная лишь в раннем онтогенезе

## **Рекомендуемая литература по теме:**

### **Основная:**

1. Константинов В.М., Наумов С.П., Шаталова С.П. Зоология позвоночных: Учебник для вузов. / Сер.: Высшее профессиональное образование. -М.: Академия, 2007. - 464с. Изд. 5-е, стереотип.
2. Константинов В.М., Шаталова С.П., Бабенко В. Лабораторный практикум по зоологии позвоночных: для студентов вузов. / Сер.: Высшее профессиональное образование. -М.: Академия, 2004. -272с. Изд. 2-е, испр.
4. Карташев Н.Н., Соколов В.Е., Шилов И.А. Практикум по зоологии позвоночных: Учебное пособие для вузов. -М.: Аспект-Пресс, 2004. - 383с. Изд. 3-е, испр., доп.
6. Дерим-Оглу Е.Н., Леонов Е.А. Учебно-полевая практика по зоологии позвоночных: Учебное пособие для вузов. -М.: Просвещение, 1979. - 192с.

### **Дополнительная:**

7. Наумов Н.П., Карташов Н.Н. «Зоология позвоночных», ч. 1 и 2. - Москва: Высшая школа, 1979 - 589с.
8. Левушкин С. И., Шилов И.А. «Общая зоология» - Москва: Высшая школа 1994 - 432с.
9. Адольф Г.А., Бутьев В.Г. и др. «Руководство к лабораторным занятиям по зоологии позвоночных» - М: Просвещение, 1977 - 189с.
10. Гуртовой Н. Н., Матвеев Б.С., Дзержинский Ф.Н. Практическая зоология позвоночных (низшие хордовые, бесчелюстные, рыбы) - М: Высшая школа, 1976 - 348с.

## **Вопросы для самоконтроля:**

1. *Расскажите о представителях хордовых?*
2. *Расскажите о двусторонней симметрии хордовых?*
3. *Расскажите о вторичной полости тела хордовых?*
4. *Расскажите об основных функциях целома?*
5. *Расскажите об основных группах вторичнополостных животных?*
6. *Расскажите об основных сходствах и отличиях первично- и вторичноротых животных?*



## ТЕМА 2: Специфические черты хордовых

Помимо перечисленных признаков, свойственных всем хордовым, но встречающихся и среди других типов животных, представители типа Хордовые обладают и некоторыми специфическими чертами строения, свойственными всем хордовым и не встречающимися в других типах царства животных<sup>2</sup>. Эти ключевые морфологические признаки также отражают важные особенности, определившие пути прогрессивной эволюции типа. Главные из них следующие:

**Хорда.** Все хордовые имеют внутренний осевой скелет, основным элементом которого является хорда (*chorda dorsalis* — спинная струна). Хорда представляет собой упругий тяж, составленный вакуолизированными клетками, образующими хрящевидную ткань энтодермального происхождения.

Хорду окружает чехол из соединительной ткани. Главная функция хорды — опорная; осевой скелет способствует сохранению формы тела. Тесная взаимосвязь с окружающей осевой мускулатурой и некоторая степень подвижности, упругости определяют участие хорды в боковых изгибах тела, создающих поступательное движение в плотной водной среде.

Хорда, как единственная структура осевого скелета, существует только у низших представителей типа; у большинства позвоночных хорда закладывается в эмбриональном периоде развития, но позднее замещается позвоночником, формирующимся в ее соединительнотканной оболочке.

У рыб позвоночник принимает на себя все функции хорды (в том числе локомоторную), а у наземных позвоночных — в основном опорную; прямое участие его в локомоции заменяется функцией опоры для отдельных частей двигательного аппарата.

Внутреннее расположение осевого скелета и его функциональная связь с локомоторной мускулатурой открывают возможность, не ограничивая роста животных, активизировать движение.

В таком виде, как это описано выше, хорда не встречается ни в одном другом типе животных. У полухордовых (тип *Hemichordata*) имеется так называемый *нотохорд* — вырост спинной части кишечника (его глоточного отдела), поддерживающий передний сегмент тела — хоботок. Гистологически и функционально (опорный элемент) он напоминает хорду и иногда рассматривается как ее «предшественник».

**Трубчатое строение центральной нервной системы.** Центральная нервная система в виде трубки с полостью внутри — строго специфический признак типа Хордовые.

---

<sup>2</sup> Отдельные такие признаки свойственны типам, родственным хордовым, но никогда не представлены во всем комплексе

Благодаря тому, что закладывающаяся из эктодермы нервная пластинка в дальнейшем эмбриогенезе свертывается в трубку, внутри образовавшегося таким путем спинного мозга возникает полость — *невроцель* (спинномозговой канал), заполненная спинномозговой жидкостью. У позвоночных передняя часть нервной трубки усложняется и образует головной мозг; неvroцели в этом случае соответствуют желудочки головного мозга и Сильвиев водопровод.

Биологическое значение такого типа строения центральной нервной системы велико. Формирование полости внутри главных нервных структур обеспечивает их питание не только с поверхности, но и изнутри, что открывает возможность наращивания массы нервных клеток, в частности в области головного мозга.

В стенках желудочков мозга расположены сплетения кровеносных сосудов, которые обеспечивают снабжение нервной ткани питательными веществами и кислородом. Эти сплетения служат и источником спинномозговой жидкости. Отток ее происходит через венозную систему твердой мозговой оболочки. Спинномозговая жидкость циркулирует также в пространстве, окружающем сосудистую оболочку мозга.

Транспортная роль спинномозговой жидкости заключается и в выносе продуктов метаболизма нервных клеток, а отчасти в регуляторных процессах (показана, например, роль спинномозговой жидкости рыб в нейроэндокринном контроле гипофизарной функции).

**Жаберные щели.** Характерная особенность хордовых животных заключается в том, что передний отдел кишечной трубки этих животных пронизан жаберными щелями — отверстиями, соединяющими полость глотки (так называется этот отдел) с наружной средой.

Возникновение жаберных щелей связано с фильтрующим характером питания: через жаберные щели выбрасывается вода после отделения пищевых частиц, которые поступают в кишечник.

Жаберными эти щели называются потому, что у высших хордовых (подтип позвоночные) в их полости располагаются органы водного дыхания — *жабры* (у наземных позвоночных жаберные щели существуют лишь на ранних стадиях эмбрионального развития).

Впрочем, и у низших хордовых жаберные щели имеют отношение к функции дыхания: стенки их обильно снабжаются кровью, протекающей по густой сети мелких сосудов.

Такое топографическое совмещение систем питания и дыхания оказалось биологически перспективным: активизация питания «автоматически» вызывает интенсификацию газообмена, что обеспечивает энергетические потребности организма в зависимости от степени его активности.

Помимо хордовых, жаберные щели характерны для типа *Hemichordata* (Полухордовые), который раньше также относили к хордовым в ранге подтипа.

**План строения.** Рассмотренные специфические черты строения хордовых дополняются строго закономерным расположением ведущих систем органов (Рис. 1).

Если за «точку отсчета» принять расположение осевого скелета (хорды), то нервная трубка всегда находится выше него (т. е. ближе к спинной стороне тела). Непосредственно под хордой тянется кишечная трубка, передний конец которой образует глотку, пронизанную жаберными щелями.

Ротовое отверстие расположено на переднем конце головы, а анальное открывается в задней части туловища, перед основанием хвоста. Под пищеварительной трубкой, в брюшной части полости тела, находится центральный орган кровообращения — сердце, кровь из которого движется вперед.

Таким образом, хордовые представляют собой двустороннесимметричных целомических животных, относящихся к группе вторичноротых. Именно в этой группе следует искать близких предков хордовых, которые, по всей вероятности, были малоподвижными олигомерными фильтраторами и вели придонный образ жизни в древних морях.

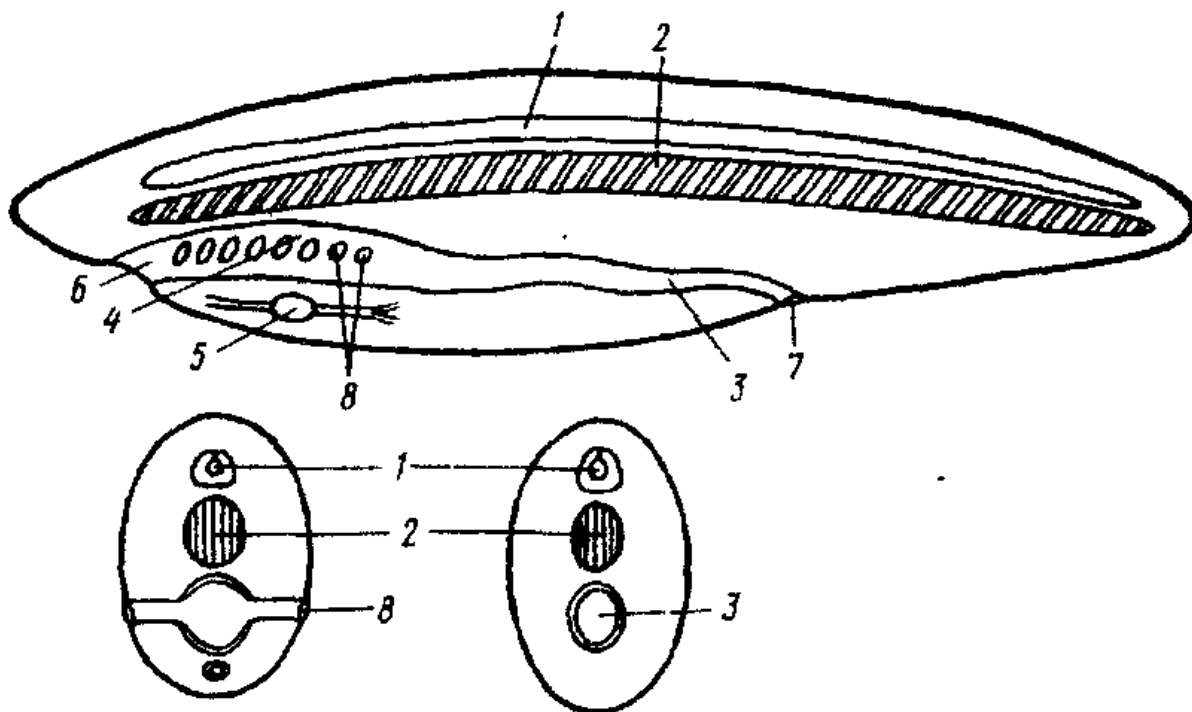


Рис. 1. Принципиальная схема строения хордовых:

1 – нервная трубка, 2 – хорда, 3 – кишечник, 4 – глотка, 5 – сердце, 6 – рот, 7 – анальное отверстие, 8 – жаберные щели

В настоящее время существует гипотеза, согласно которой непосредственными предками хордовых считаются так называемые кальцихордаты, жившие 600—400 млн. лет назад (средний кембрий — средний девон).

Тело этих животных подразделялось на «голову» и хвост, в головной

части имелись асимметрично расположенные жаберные щели; в хвосте обнаружены признаки хорды. Глоточный отдел кишечника обладал эндостилем. Животные имели наружный кальциевый скелет, сходный с таковым иглокожих.

Предполагается, что предками кальцихордат были донные, лежащие на боку (отсюда — асимметрия) животные. Сама же эта группа довольно разнообразна: она включает и свободноплавающие двустороннесимметричные формы.

Считают, что разные группы кальцихордат стали предками иглокожих, бесчерепных, оболочников и даже позвоночных. В частности, реконструированный по отпечаткам мозг кальцихордат обнаруживает признаки сходства с примитивными позвоночными (Jefferies, 1978, 1980; Jefferies, Lewis, 1978).

Родство хордовых с иглокожими и полухордовыми не вызывает сомнений. Есть даже предположение о происхождении иглокожих от перистожаберных полухордовых. Менее ясны эволюционные отношения хордовых с погонофорами.

### **Подтип бесчерепные (*Acrania*)**

В отличие от оболочников бесчерепные (типичный их представитель — ланцетник *Branchiostoma lanceolatum*) обладают всеми характерными признаками хордовых, включая четко выраженное взаимное расположение систем органов.

Все бесчерепные — фильтраторы, способные к активному плаванию в толще воды с помощью боковых изгибов тела. Некоторые ланцетники (например, семейства *Amphioxidae*) ведут пелагический образ жизни, большинство же — придонные формы, зарывающиеся в грунт и выставляющие наружу только головной конец.

Способность к активному плаванию позволяет таким формам менять местоположение, вплоть до довольно далеких миграций, свойственных некоторым видам. Особенности организации бесчерепных хорошо соответствуют их активной жизни.

## **Строение ланцетника**

### **Форма тела**

Форма тела ланцетника (Рис. 2) овальная, сужающаяся к хвосту. Тело покрыто однослойным эпителием и кутикулой, выделяемой эпителиальными клетками. Под эпителием находится тонкий слой соединительной ткани — кориум.

Спинная сторона туловища и хвост окаймлены кожной плавниковой складкой. Тело сплющено с боков; вдоль брюшной стороны тянутся парные *метаплевральные складки*, соединяющиеся с подхвостовой частью плавниковой складки.

Такое строение облегчает стабилизацию положения тела в водной среде и увеличивает площадь соприкосновения с ней, что важно при движении с помощью изгибов тела.

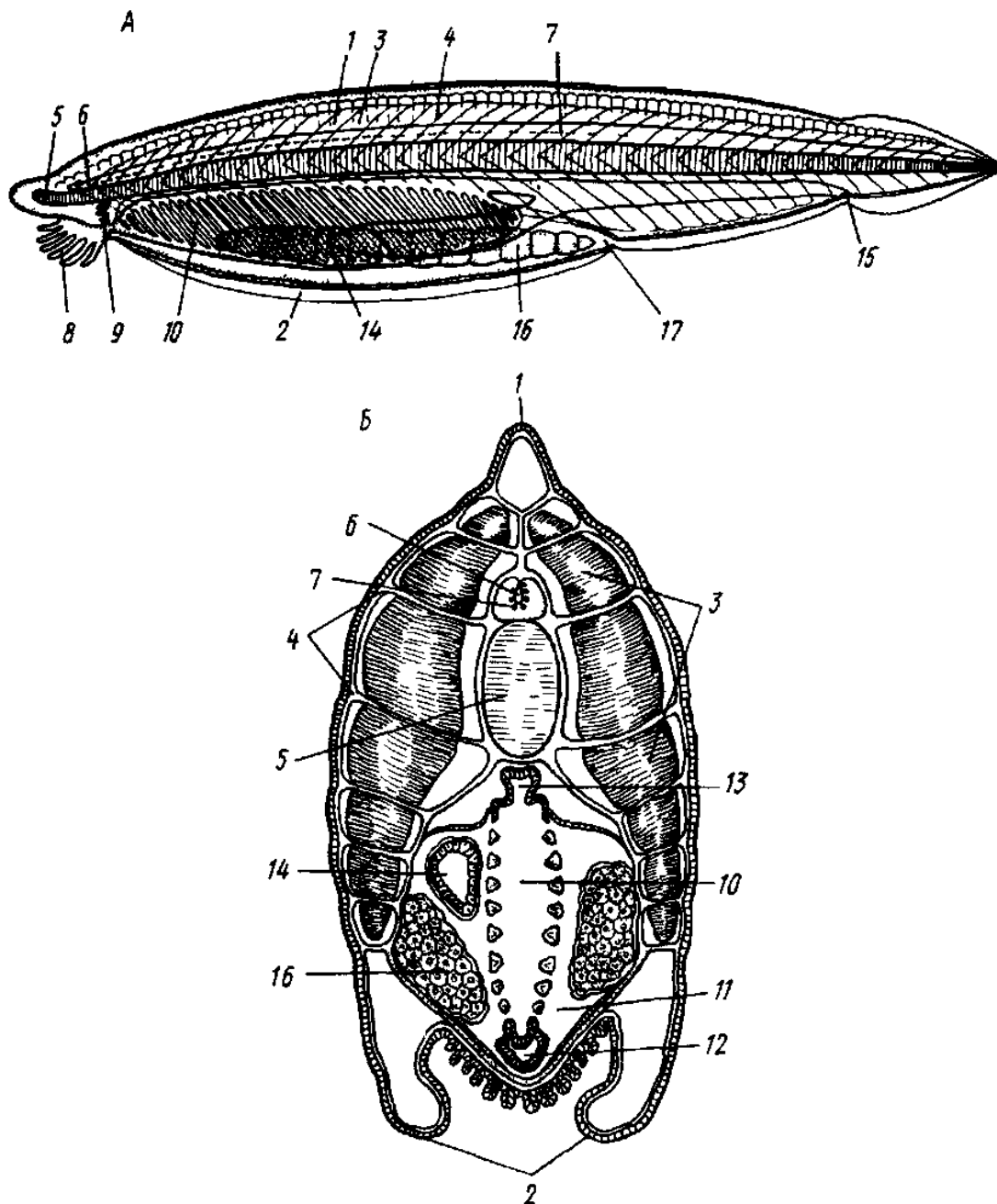


Рис. 2. Строение ланцетника.

А – общая схема; Б – поперечный срез в области глотки: 1 – плавниковая складка, 2 – метаплевральные складки, 3 – миомеры, 4 – миосепты, 5 – хорда, 6 – нервная трубка, 7 – глазки Гессе, 8 – предротовые щупальца, 9 – парус, 10 – глотка, 11 – атриальная полость, 12 – эндостиль, 13 – наджаберная бороздка, 14 – печеночный вырост, 15 – анальное отверстие, 16 – гонады, 17 – атриопор

## **Опорно-двигательная система.**

Основу опорной системы составляет *хорда*, расположенная вдоль тела от головного до конца хвостового его отделов.

Хорда заключена в соединительнотканый чехол, отростки которого формируют опорные элементы плавниковой складки, имеющие вид хрящеподобных столбиков, а также проникает между отдельными порциями мускулатуры (*миомерами*), образуя разделяющие их *миосепты*.

Миомеры, разделенные миосептами, примыкают к хорде с обеих сторон. Мускулатура поперечно-полосатая; отдельные миомеры имеют конусовидную форму и как бы вдвинуты один в другой; при этом расположение их асимметрично: напротив середины каждого миомера с правой стороны лежит миосепта на левой, и наоборот.

Последовательное сокращение мышечных сегментов вызывает боковые изгибы тела, волнообразно перемещающиеся от головы к хвосту. Закономерный характер мышечных сокращений регулируется центральной нервной системой.

Хорда ланцетника на переднем конце простирается дальше, чем нервная трубка; отсюда название единственного класса этого подтипа — Головохордовые (*Cephalochordata*).

Хорда составлена большим числом поперечных мышечных пластинок, окруженных соединительнотканной оболочкой. Отдельные пластинки разделены полостями, но контактируют с соседними с помощью коротких выростов. В месте контакта оболочки хорды с оболочкой нервной трубки имеются утолщенные участки, к которым примыкают мотонейроны и выросты поперечных мышечных пластинок.

Сократительный белок мышц хорды по своим свойствам близок к парамиозину, свойственному, например, запирающим мышцам моллюсков, и при сокращении обеспечивает жесткость хорды; это особенно выражено при малых углах ее изгиба, что характерно для быстрого плавания.

Активация мышечного напряжения определяется возбуждением особых нервных клеток (клетки Роде) в центральной нервной системе. Активность этих клеток синхронизирует изгибание хорды с «волной» сокращения миотомов. Наличие полостей («вакуолей») между отдельными пластинками способствует использованию хорды и как гидроскелета.

Большая роль мышечного напряжения в опорной функции хорды сближает этот орган с нотохордом представителей подтипа полухордовых; нередко хорда бесчерепных прямо обозначается как нотохорд.

## **Центральная нервная система.**

Над хордой располагается нервная трубка с полостью внутри

(невроцепь). В стенках нервной трубки имеются простые светочувствительные органы — *глазки Гессе*, каждый из которых состоит из двух клеток: светочувствительной и подстилающей ее пигментной.

Тело ланцентника полупрозрачно, поэтому расположение глазков Гессе вдоль его оси несет информацию о степени погруженности тела в грунт.

От нервной трубки метамерно (соответственно чередованию миомеров) и отдельно друг от друга отходят брюшные и спинные корешки нервов. Соответственно асимметрии мышечных сегментов нервные корешки правой и левой сторон также асимметричны.

Брюшные корешки содержат двигательные волокна, следующие в соответствующий мышечный сегмент. Здесь они сопряжены с выростами саркоплазмы мускульных волокон, отделяясь от них мембранами.

Спинные корешки включают как двигательные (иннервируют мускулатуру внутренних органов), так и чувствующие (ветвятся в коже) волокна. Характерно, что чувствующие волокна не образуют узлов вне нервной трубки, как это свойственно позвоночным, а их нейроны находятся внутри спинного мозга.

На всем протяжении нервной трубки располагаются особого типа нейроны (*клетки Роде*), которые дендритами связаны с чувствующими волокнами спинных корешков, а аксонами — друг с другом, передавая возбуждение вдоль спинного мозга.

Кроме того, аксоны этих клеток связаны с соматическими моторными клетками. Это определяет участие системы клеток Роде в синхронизации мышечного напряжения хорды с сокращениями туловищной мускулатуры, о чем говорилось выше.

Выраженного головного мозга у бесчерепных нет. В передней части нервной трубки невроцепь несколько расширяется. Экспериментально доказано участие этого отдела центральной нервной системы в регуляции двигательных актов: его повреждения ведут к нарушению координации движений.

К расширенной части нервной трубки прилегает примитивный орган обоняния — *ямка Келликера*, открывающаяся на поверхности тела на левой стороне головного конца животного. На дне расширенной части располагается так называемая воронка, содержащая скопление ганглионарных клеток.

Современными исследованиями в стенках передней части нервной трубки обнаружены скопления (ядра) нейросекреторных клеток, морфологически и гистохимически близких к примитивной гипоталамической системе позвоночных животных.

Экспериментально доказано, что продуцируемые этими клетками секреты обладают гонадостимулирующим действием. В этом они также сходны с нейросекреторными ядрами гипоталамуса позвоночных.

Таким образом, несмотря на относительную простоту строения,

центральная нервная система бесчерепных практически осуществляет все главные функции, свойственные этой системе высших хордовых животных — позвоночных.

## Пищеварительная система

Дыхание. Все бесчерепные — фильтраторы. У ланцетника ротовое отверстие лежит в глубине *предротовой воронки*, окруженной щупальцами. Рот окружен *парусом*, имеющим многочисленные выросты, покрытые мерцательным эпителием, и короткие щупальца, препятствующие проникновению крупных частиц.

Пищеварительная трубка начинается обширной *глоткой*, пронизанной многочисленными (более 100) жаберными отверстиями, соединяющими полость глотки с атриальной полостью.

На внутренней поверхности межжаберных перегородок располагаются клетки реснитчатого эпителия, которые вместе с мерцательным эпителием паруса создают постоянный ток воды.

Кроме того, в стенках межжаберных перегородок проходят тонкие кровеносные сосуды; омываемые током воды, они обеспечивают газообмен. Специализированных органов дыхания у бесчерепных нет. Помимо газообмена в стенках глотки, этот процесс происходит и по всей поверхности тела.

Постоянный ток воды из глотки через жаберные щели создает проблему удержания взвешенных в воде пищевых частиц (главным образом детрит, а также фитопланктонные организмы).

Этой цели служит система желобков, выстланных слизистыми и реснитчатыми клетками. Наиболее крупный желобок — *эндостиль* — проходит вдоль брюшной стенки глотки и полукольцевыми желобками, идущими вдоль межжаберных перегородок, соединяется с *наджаберной бороздкой*, имеющей такое же строение.

Движениями ресничек капельки слизи гонятся по эндостилю вперед, по межжаберным перегородкам — вверх, а по наджаберной бороздке — назад, в пищевод. На этом пути капли слизи осаждают на своей поверхности мелкие органические частицы и таким путем транспортируют их в кишечник.

Срывающиеся с наджаберной бороздки капли слизи создают «слизевой занавес» перед жаберными отверстиями, что увеличивает эффективность экстракции пищевых частиц из потока воды при дыхании.

Кишечник ланцетника короткий и просто устроенный; от его начальной части отходит крупный полый *печеночный вырост*, слепой конец которого направлен вдоль глотки к головному концу тела.

Кишечник заканчивается анальным отверстием, открывающимся наружу у основания подхвостового плавника. В стенках кишечника и печеночного



выроста имеются реснитчатые клетки, способствующие продвижению пищи.

Переваривание пищи происходит как в кишечнике, так и в печеночном выросте с участием комплекса ферментов, вырабатываемых секреторными клетками и экскретируемый в его просвет.

Кроме того, для ланцетника характерно внутриклеточное пищеварение, при котором отдельные клетки кишечного эпителия захватывают пищевые частицы и переваривают их в своих пищеварительных вакуолях. Такой способ пищеварения у позвоночных животных отсутствует.

### Кровеносная система

Расположение главных кровеносных сосудов у бесчерепных очень похоже на схему кровеносной системы водных позвоночных и нередко рассматривается как ее «прототип» (Рис. 3).

Главное отличие заключается в том, что у бесчерепных отсутствует центральный орган кровообращения — сердце. В том месте, которое соответствует положению сердца позвоночных, находится *венозный синус* — расширение, в которое впадают парные венозные сосуды — *кювьеровы протоки*, собирающие кровь от главных вен.

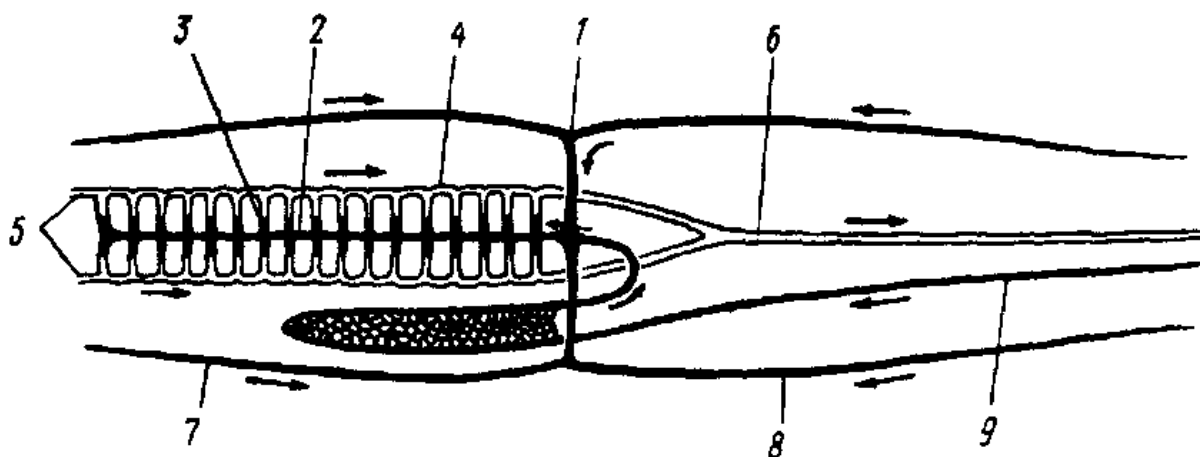


Рис. 3. Схема кровеносной системы ланцетника:

- 1 – кювьеровы протоки, 2 – брюшная аорта, 3 – жаберные артерии, 4 – корни спинной аорты, 5 – сонные артерии, 6 – спинная аорта, 7 – передние кардинальные вены, 8 – задние кардинальные вены, 9 – подкишечная вена

От места слияния этих сосудов отходит вперед расположенная под глоткой непарная *брюшная аорта*, от которой ответвляется большое количество жаберных артерий. В основании этих артерий имеются расширения (иногда их называют «сердца»), пульсация которых способствует движению крови по сосудам.

В жаберных артериях кровь осуществляет газообмен с омывающей

межжаберные перегородки водой<sup>3</sup>. На спинной стороне кровь собирается в парные *корни спинной аорты*, откуда часть ее по парным *сонным артериям* направляется в головной конец тела, а часть — по непарной *спинной аорте* — ко всем остальным органам и тканям.

Прошедшая тканевой газообмен венозная кровь по многим сосудом собирается в крупные парные *кардинальные вены* (передние и задние), вливающиеся в кювьеровы протоки.

От кишечника кровь следует по непарной *подкишечной вене*, которая ветвится в стенках печеночного выроста, образуя воротную систему, по функции сходную с воротной системой печени позвоночных (нейтрализация ядовитых веществ, запасание гликогена). Отсюда, кровь по короткому непарному сосуду — *печеночной вене* — попадает в венозный синус.

Таким образом, головохордовым свойствен единственный круг кровообращения, как и первичноводным позвоночным.

Принято считать, что кровеносная система ланцетника замкнутая. Действительно, здесь нет кровеносных лакун, но нет и настоящих капилляров (тончайших сосудов с однослойными стенками): из мелких артериальных сосудов кровь попадает в межклеточные пространства (функционально они соответствуют капиллярам), а отсюда собирается в мелкие вены.

Кровь ланцетника бесцветная, не содержит дыхательных пигментов; перенос газов осуществляется путем их растворения в плазме, а газообмен определяется разницей парциального давления газов, растворенных в плазме и в окружающей воде.

## **Выделительная и половая система.**

Выделительная система бесчерепных принципиально отличается от таковой позвоночных животных и весьма сходна с метанефридиями высших червей. Она представлена многочисленными метамерно расположенными трубочками эктодермального происхождения (Рис. 4).

Каждая такая трубочка — *нефридий* — открывается отверстиями с одной стороны в целом, а с другой — в атриальную полость.

Отверстие, направленное в целом, закрыто группой специализированных булавовидных клеток — *соленицитов*, в которых имеется узкий канал, содержащий мерцательный волосок.

---

<sup>3</sup> Напомним, что газообмен осуществляется и в кожных сосудах поверхности тела. Таким образом, первичная функция жаберных щелей, вероятно, связана с питанием, и лишь позднее они включаются в дыхательную функцию.

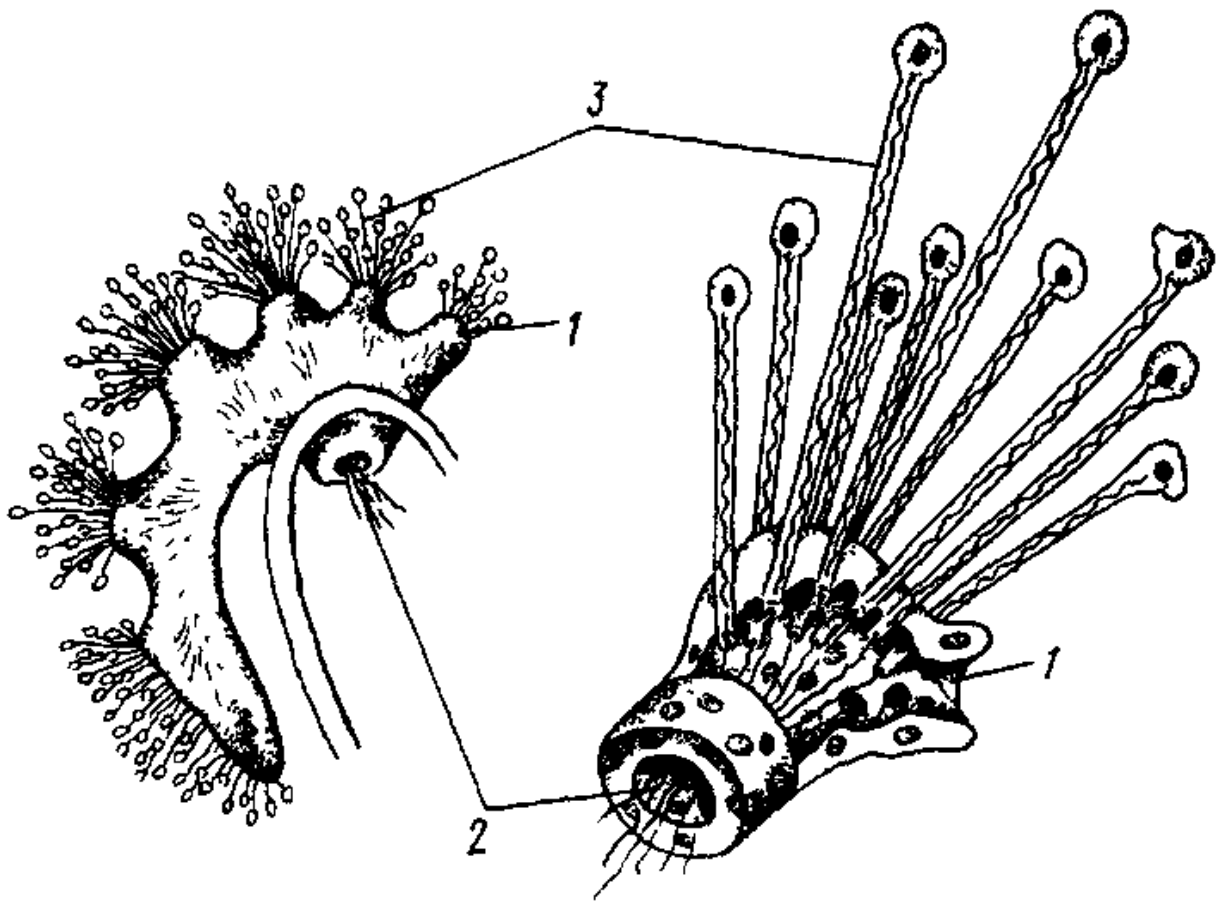


Рис. 4. Метанефридий ланцетника.

1 – отверстие в целом, 2 – отверстие в артериальную полость, 3 - соленоциты

Биениями этого волоска целомическая жидкость, содержащая продукты метаболизма, прогоняется через трубочку и выводится в атриальную полость, откуда поступает во внешнюю среду.

На спинной части глотки расположен особый *нефридий Гатчека* с большим числом соленоцитов, концентрирующихся вблизи крупного сосудистого клубочка.

Половая система ланцетника представлена серией парных половых желез (гонад), расположенных у стенок атриальной полости. Бесчерепные раздельнополы.

Гонады самцов и самок внешне сходны и отличаются лишь по величине половых клеток (яйцеклетки крупнее).

Созревшие половые клетки через разрыв стенки гонады попадают в атриальную полость, откуда током воды выводятся наружу через атриопор. Развитие происходит в водной среде и характеризуется тем, что имеется личиночная стадия.

Строение личинки весьма своеобразно: на ранних стадиях она отличается асимметричным расположением рта (на левой стороне) и жаберных щелей (на правой стороне), число которых вначале невелико.

Лишь позднее один ряд жаберных щелей перемещается на брюшную, а затем на левую сторону, а рот смещается вниз.

Число жаберных отверстий увеличивается путем прорыва дополнительных щелей и формирования продольных перегородок в уже имеющихся.

Личинка активно движется с помощью ресничек, покрывающих тело, а позднее и боковыми изгибами туловища, подобно взрослым формам. Ей свойственно активное питание мелкими планктонными животными; околоротовая воронка со щупальцами формируется только к концу личиночного развития, когда личинка, подобно взрослому организму, переходит к жизни на дне.

### **Атриальная полость**

Как уже говорилось, отверстия жаберных щелей и метанефридиев открываются в атриальную полость, сюда же поступают созревшие яйцеклетки и сперматозоиды.

Все это указывает на связь атриальной полости с внешней средой; анатомически эта связь представлена отверстием, которое называется *атриопором*, и открывается наружу на брюшной стороне в задней части тела, впереди от анального отверстия.

Наиболее четко связь атриальной полости с внешней средой проявляется в характере ее образования. У личинки ланцетника в боковых стенках тела над жаберными отверстиями формируются продольные метаплевральные складки. Они постепенно разрастаются в поперечном направлении и вниз, а затем срастаются между собой.

Пространство между этими складками и представляет собой атриальную полость. Иными словами, атриальная полость — это часть внешней среды, захваченная метаплевральными складками.

Атриальная полость охватывает глотку, часть кишечника, большую часть поверхности гонад, занимая обширное пространство и существенно вытесняя целом, который сохраняется лишь в виде парных полостей вдоль верхнего края глотки, а также в эндостиле и в метаплевральных складках.

Биологическое значение атриальной полости связано с характером образа жизни ланцетника. При зарывании в грунт выход воды из жаберных щелей затрудняется, частицы грунта могут попадать в жаберные отверстия и засорять их.

Формирование атриальной полости, стенки которой отделяют жаберные отверстия от соприкосновения с грунтом, снимает это препятствие. Вода, с силой выходящая из атриопора, размывает грунт в этом месте, обеспечивая свободное дыхание и выведение продуктов обмена.

Как уже сказано, у личинок ланцетника, ведущих пелагический образ жизни, атриальной полости нет. Нет ее и у нескольких видов семейства Amphioxidae, ведущих пелагический образ жизни и во взрослом состоянии.<sup>4</sup>

## **Место бесчерепных в системе и эволюции хордовых**

Несмотря на большое сходство строения бесчерепных с высшими хордовыми (подтип Vertebrata), считать их прямыми предками этого подтипа нет оснований.

В организации ланцетника имеется много особенностей, не только не свойственных позвоночным, но и не типичных для хордовых вообще. Таково, например, строение выделительной системы в виде метанефридиев эктодермального происхождения (у всех позвоночных органы выделения закладываются в мезодерме).

Примитивный признак, сближающий бесчерепных с рядом беспозвоночных животных,— прогон воды через фильтрующий аппарат с помощью мерцания ресничек; то же относится к механизму передвижения пищи в кишечнике.

Внутриклеточное пищеварение, частично свойственное бесчерепным, отсутствует у высших хордовых. Показано также, что по составу и вариабельности тканевых ферментов ланцетник ближе к беспозвоночным животным, чем к высшим хордовым.

Образование атриальной полости, не свойственной позвоночным,— явный признак специализации, связанной с образом жизни. Напомним, наконец, отсутствие у них сердца и специализированных органов дыхания.

Можно полагать, что в своей эволюции бесчерепные происходят от придонных активно плавающих и питающихся форм (на это, в частности, указывают строение и образ жизни личинки), упростившихся и приобретших некоторые черты специализации в связи с переходом к жизни на дне и пассивному фильтрующему типу питания.

Филогенетические связи между тремя подтипами хордовых животных следует искать, как уже говорилось, на уровне слабоподвижных олигомерных донных животных, отличающихся билатеральной симметрией, вторичной полостью тела и признаками вторичноротых.

---

<sup>4</sup> Некоторые исследователи полагают, что это не самостоятельные виды, а личинки ланцетников сем Epigonichnidae, поскольку до сих пор не найдено особей с развитыми гонадами

От этих гипотетических предков возникли *три главных направления* эволюции типа Chordata (может быть, это произошло на уровне кальцихордат):

1. Переход к сидячему образу жизни, связанный с регрессивными явлениями и с повторным выходом в толщу воды на новой морфологической основе (Tunicata);
2. Эволюция по пути приспособления к жизни на дне и вблизи него с сохранением активного плавания в сочетании с пассивным питанием (Acrania);
3. Прогрессивное развитие активных форм локомоции и питания на основе типичного для хордовых плана строения (Vertebrata)<sup>5</sup>.

В последнем случае на уровне подтипа бесчерепных (а точнее — их предков) в эволюции сложился «удачный» характер строения и взаимного расположения главных функциональных систем, открывший возможность прогрессивной эволюции в этом направлении, что параллельно вело к повышению уровня энергетического метаболизма и общей биологической активности.

## **Рекомендуемая литература по теме:**

### **Основная:**

1. Константинов В.М., Наумов С.П., Шаталова С.П. Зоология позвоночных: Учебник для вузов. / Сер.: Высшее профессиональное образование. -М.: Академия, 2007. - 464с. Изд. 5-е, стереотип.
2. Константинов В.М., Шаталова С.П., Бабенко В. Лабораторный практикум по зоологии позвоночных: для студентов вузов. / Сер.: Высшее профессиональное образование. -М.: Академия, 2004. -272с. Изд. 2-е, испр.
4. Карташев Н.Н., Соколов В.Е., Шилов И.А. Практикум по зоологии позвоночных: Учебное пособие для вузов. -М.: Аспект-Пресс, 2004. - 383с. Изд. 3-е, испр., доп.
6. Дерим-Оглу Е.Н., Леонов Е.А. Учебно-полевая практика по зоологии позвоночных: Учебное пособие для вузов. -М.: Просвещение, 1979. - 192с.

---

<sup>5</sup> Существует и другая гипотеза, согласно которой первичными были сидячие формы, сходные с современными оболочниками, а обе группы с активным плаванием возникли на основе подвижной неотенической личинки этих животных. Эта гипотеза не согласуется с современными данными о кальцихордатах. Кроме того, о первичности подвижных предков свидетельствует и ряд морфологических особенностей.

### Дополнительная:

7. Наумов Н.П., Карташов Н.Н. «Зоология позвоночных», ч. 1 и 2. - Москва: Высшая школа, 1979 - 589с.
8. Левушкин С. И., Шилов И.А. «Общая зоология» - Москва: Высшая школа 1994 - 432с.
9. Адольф Г.А., Бутьев В.Г. и др. «Руководство к лабораторным занятиям по зоологии позвоночных» - М: Просвещение, 1977 - 189с.
10. Гуртовой Н. Н., Матвеев Б.С., Держинский Ф.Н. Практическая зоология позвоночных (низшие хордовые, бесчелюстные, рыбы) - М: Высшая школа, 1976 - 348с.

### **Вопросы для самоконтроля:**

1. Назовите и опишите основные морфологические признаки хордовых?
2. Расскажите о строении и особенностях хордовых на примере ланцетника?
3. Расскажите о нервной системе и системе размножения ланцетника?
4. В чем заключаются особенности пищеварительной и выделительной систем бесчерепных?
5. В чем особенность кровеносной системы бесчерепных?
6. Расскажите о строении и назначении атриальной полости?
7. Какое место занимают бесчерепные в системе эволюции хордовых?

## ТЕМА 3: Эмбриогенез

### Закладка зародышевых листков и основных систем органов.

Для того чтобы четко понимать эволюционные преобразования различных систем органов и устанавливать гомологии отдельных структур, следует ознакомиться с принципами их формирования в эмбриогенезе.

Сделать это удобнее на примере ланцетника (Рис. 5), поскольку у позвоночных эмбриональное развитие, сохраняя принципиальные закономерности, в конкретном выражении вторично усложнено и специализировано в отдельных таксонах.

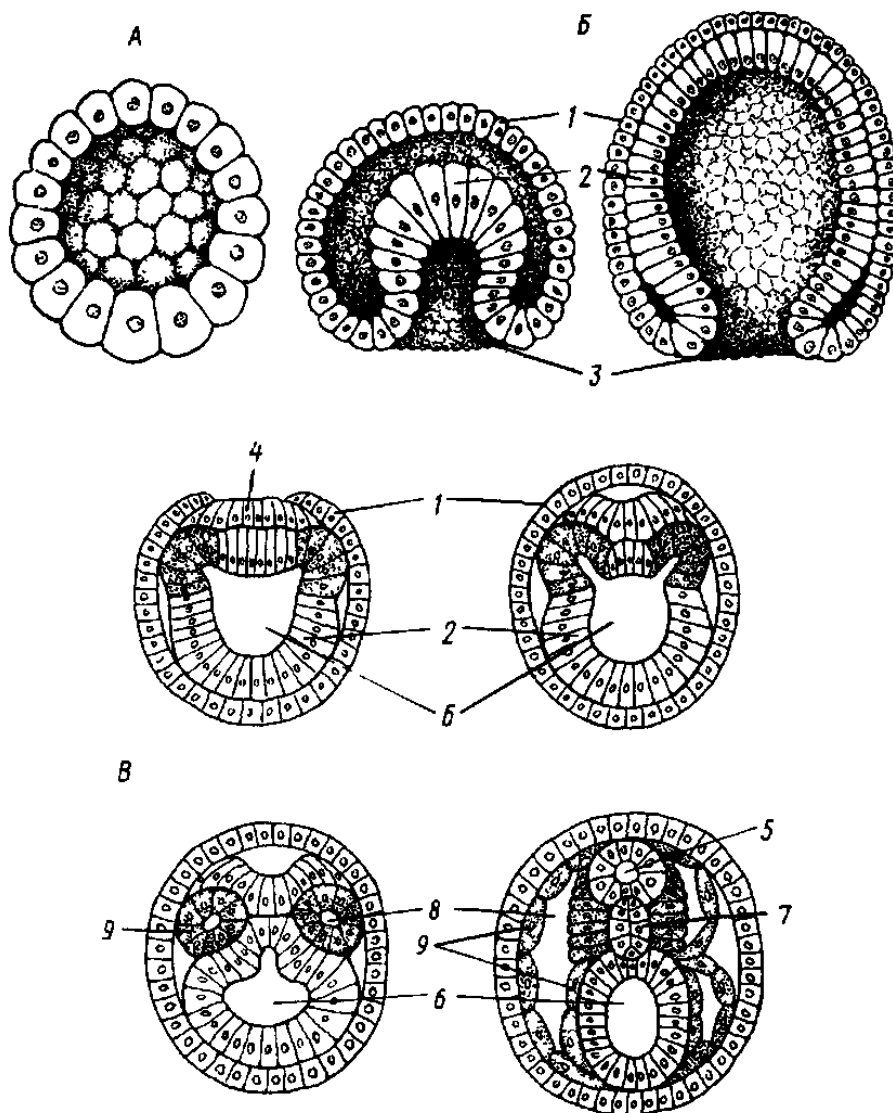


Рис. 5. Схема эмбрионального развития ланцетника. А – бластула; Б – гастроула; В – дифференцировка зародышевых листков: 1 – эктодерма, 2 – энтодерма, 3 – бластопор, 4 – нервная пластинка, 5 – нервная трубка, 6 – полость кишечника, 7 – хорда, 8 – целом, 9 – мезодерма



Яйцо ланцетника практически не содержит желтка и потому претерпевает полное равномерное дробление. Возникает группа клеток, которые затем раздвигаются и образуют полый шар — *бластулу*.

В зависимости от величины клеток в бластуле выделяются *анимальный* (более мелкие клетки) и *вегетативный* (крупные клетки) полюса.

Клетки вегетативного полюса начинают впячиваться в полость бластулы, постепенно полностью ее вытесняя.

Образуется двухслойный зародыш — *гастроула*, состоящая из двух зародышевых листков: *эктодермы* (наружный) и *энтодермы* (внутренний); полость гастроулы открывается наружу отверстием — *бластопором* (или гастропором).

На поперечных разрезах гастроулы видна дальнейшая дифференциация зародышевых листков. Часть клеток эктодермы на спинной стороне зародыша уплощается, образуя продольную *нервную пластинку*.

Постепенно нервная пластинка образует желобок, а затем сворачивается в нервную трубку; полость ее вначале на переднем конце соединяется отверстием (*невропор*) с наружной средой, а на заднем — *нервно-кишечным каналом* с полостью кишечника.

Позднее оба соединения зарастают. Эктодерма постепенно обрастает участок, дифференцировавшийся в нервную трубку, образуя сплошной покров. Таким образом, эктодерма дает начало покровам тела (эпидермальный слой кожи) и центральной нервной системе.

Энтодерма тоже претерпевает процесс дифференциации. Основная часть ее образует кишечную трубку, полость которой соответствует полости гастроулы. Она связана с наружной средой на заднем конце анальным отверстием, которое прорывается на месте временно зарастающего бластопора, а на переднем — самостоятельно формирующимся ротовым отверстием.

В стенках кишечной трубки появляются выросты, один из которых располагается на спинной стороне; позднее он отшнуровывается и превращается в продольно расположенную непарную хорду, не содержащую полости.

Кроме того, по бокам верхней части стенки кишечника возникают парные «карманы». Эти парные выросты, в конце концов, обособляются от стенок кишечника, сохраняя в себе полость, которая и становится вторичной полостью тела (целом). Процесс этот идет метамерно, и общая целомическая полость образуется путем слияния полостей отдельных мезодермальных сегментов.

Ткань, составляющая стенки этих выростов, представляет собой третий зародышевый листок — *мезодерму*. Таким образом, из энтодермы формируются внутренняя (эпителиальная) стенка кишечника и хорда; от нее же берет начало мезодерма.

В дальнейшем мезодермальные выросты разрастаются вниз, окружая кишечник, и при этом дифференцируются на метамерно расположенные вдоль хорды *сомиты* и охватывающие кишечник *боковые пластинки*.

Стенки сомитов дают начало метамерной осевой мускулатуре и соединительной ткани, составляющей внутренний слой кожи (кориум), оболочку хорды и нервной трубки, миосепты.

У позвоночных животных определенный отдел сомитов (склеротом) формирует внутренний осевой скелет. Из стенок боковых пластинок возникают мускулатура кишечника, его соединительнотканная оболочка, брюшина (мезентерий), два листка которой охватывают внутренние органы и «подвешивают» их к стенкам тела, а также стенки кровеносных сосудов.

Особый участок мезодермы, прилежащий к брюшной стенке сомитов, дает начало гонадам.

Таким образом, мезодерма служит источником формирования внутреннего скелета, мускулатуры, соединительной ткани и кровеносной системы. У позвоночных из этого зародышевого листка образуется и выделительная система: выводные каналы почек (нефроны) формируются особым участком мезодермы на стыке сомитов и боковых пластинок<sup>6</sup>.

## **Подтип позвоночные (*Vertebrata*)**

Отличительные особенности подтипа позвоночных животных складываются из следующих ключевых признаков строения:

1. Нервная трубка в передней части дифференцируется в сложно сконструированный головной мозг, внутренние полости которого соответствуют продолжению спинномозгового канала и сообщаются с ним.
2. Хорда закладывается как провизорный орган у всех представителей подтипа, а у взрослых животных частично или полностью замещается позвоночником, элементы которого образуются в соединительнотканной оболочке хорды.
3. Вокруг головного мозга формируется череп; кроме мозговой коробки (осевой череп) в состав его входят опорные элементы ротового и жаберного аппарата (лицевой или висцеральный череп).

По признаку присутствия черепа подтип позвоночных имеет еще одно название — Черепные (*Craniata*).

4. На межжаберных перегородках образуются специализированные органы дыхания — жабры.

---

<sup>6</sup> У ланцетника, как уже говорилось, нефридии имеют эктодермальное происхождение.

У наземных позвоночных жаберные щели сохраняются лишь на определенных стадиях онтогенеза; у взрослых форм существуют лишь те элементы жаберного аппарата, которые сохранили (в измененном виде) функциональное значение.

5. Кровеносная система замкнутая. Имеется центральный орган кровообращения — сердце, лежащее на брюшной стороне.
6. Выделительная система представлена сложно организованными почками, выполняющими помимо выделительной функцию регуляции водно-солевого обмена.

Эволюция высших хордовых подтипа позвоночных шла на основе принципов строения, свойственных всем хордовым. Но при этом нельзя забывать, что процесс эволюции всегда происходит в определенных условиях среды, свойства которой жестко определяют возможные конкретные формы организации основных систем органов и организма в целом.

В этом выражается тесная связь эволюции морфологического строения с экологическими условиями жизни.

## ***Место хордовых в системе и эволюции животного мира***

Проследивая пути эволюционного развития типа хордовых, особенно его основного подтипа — позвоночных, можно отметить несколько этапов, на которых комплекс морфофизиологических перестроек открывал новые пути эволюции, возможность освоения ранее недоступных экологических ниш на базе повышения общей энергетики организма, его автономности, способности к поддержанию активной жизни в сложных и меняющихся условиях среды.

На ранних этапах становления типа (докембрий) двустороннесимметричные вторичнополостные, вторичноротые животные приобрели типичные для хордовых черты строения в виде осевого внутреннего скелета (хорда), нервной трубки и пронизанной щелями глотки.

Эти первые хордовые (Protochordata) были малоподвижными придонными фильтраторами. На этой стадии эволюции «хордовые» черты строения, видимо, еще не давали явных биологических преимуществ по сравнению с организацией других животных, поэтому предковые для типа хордовых группы дали несколько ветвей развития.

*Одна из них* характеризуется возвратом к сидячему образу жизни, что сопровождалось утратой типичных для хордовых особенностей строения, которые в полной мере воспроизводятся лишь на стадии свободноплавающей личинки.

Это путь становления подтипа Оболочников<sup>7</sup>, в пределах которого, в свою очередь, вторично складывались группы свободно плавающих в толще воды форм.

*Другая группа* эволюционировала по линии освоения придонной толщи воды. Соответственно в этой группе прогрессивно развивалась система миохордального комплекса, обеспечивающего активное плавание; фильтрующий тип питания был связан с формированием многочисленных жаберных щелей, пронизывающих глотку, и системы эндостия<sup>8</sup>, обеспечивающей дифференциацию функций глотки: дыхательную и связанную с питанием. Таков путь становления бесчерепных.

*Третья группа* древнейших хордовых, давшая начало подтипу Позвоночные, формировалась в отрыве от придонной среды, и ее эволюция была направлена на резкое повышение активности движения и питания.

В частности, этот процесс был сопряжен с усложнением и дифференцировкой головного отдела. В нервной системе это выразилось в образовании головного мозга, что явилось важным этапом на пути становления регуляторных и интеграционных функций в организме.

В развитии скелета этот этап сопровождается формированием мозгового черепа, а также ротового аппарата и опорного скелета глотки, что активизировало функции питания и дыхания.

Даже у круглоротых, тип питания которых мало отличается от фильтрующего, насосывание жидкости с помощью поршневидного языка резко активизирует процесс питания.

Именно принцип строения ротового и жаберного аппарата (висцерального черепа) лежал в основе первой бифуркации подтипа позвоночных: на этой основе выделились группы (разделы) бесчелюстных и челюстноротых (Таблица 1).

У бесчелюстных, к которым из современных форм относятся только круглоротые, висцеральный скелет состоит из нерасчлененных хрящевых элементов и соответственно выполняет лишь опорную функцию, не принимая активного участия в питании и дыхании.

У челюстноротых, начиная с низших рыб межжаберные перегородки поддерживаются хрящевыми или костными висцеральными дугами, каждая из которых представлена несколькими элементами, подвижно сочлененными друг

---

<sup>7</sup> Напомним, что происхождение оболочников могло быть и иным — не от придонных, а от плавающих животных. В этом случае предковые формы были, видимо, ближе к современным аппендикуляриям; впрочем, такая точка зрения имеет меньше сторонников.

<sup>8</sup> Имеется и у оболочников. В обоих случаях железистые клетки эндостия обнаруживают эндокринную функцию и рассматриваются как предшественники щитовидной железы высших хордовых.

с другом. Подвижные сочленения открывали возможность активного участия в дыхательных движениях.

Таблица 1

Группировки классов позвоночных животных, отражающие основные этапы эволюции типа

Классы	Группы классов			
Круглоротые	Бесчелюстные	Водные	Анамнии	Пойкилотермные
Хрящевые рыбы	Челюстноротые			
Костные рыбы				
Земноводные				
Пресмыкающиеся				
Птицы	Наземные	Амниоты	Гомойотермные	
Млекопитающие				

Эктодермальные (в отличие от круглоротых) жаберные лепестки приходят в прямое соприкосновение с жаберными дугами; в результате формируется система активных дыхательных движений, повышающих скорость протока воды через жабры и тем форсирующих общий уровень газообмена и энергетического метаболизма.

Передние жаберные дуги преобразуются в ротовой аппарат с подвижными челюстями. И в этом случае подвижные сочленения составляющих их элементов лежат в основе активизации питания: пассивная фильтрация заменяется у рыб активным захватыванием пищи.

Это также способствует повышению энергетики организма, а, кроме того, определяет многообразие типов питания и соответствующие возможности формирования многочисленных трофических ниш в пределах двух классов рыб.

Все это дало рыбам существенные биологические преимущества по сравнению с бесчелюстными: именно рыбы оказались наиболее многочисленной и разнообразной группой современных водных позвоночных, а также предками всех остальных классов этого подтипа.

Бесчелюстные же, представленные в силуре и девоне (Рис. 6) довольно большим многообразием форм, не выдержали конкуренции с более прогрессивными челюстноротыми.

В современной фауне сохранилось лишь небольшое (менее 50) число видов миног и миксин, специализированных к полупаразитическому образу жизни.

В остальном принципы строения круглоротых и рыб во многом сходны и продиктованы особенностями водной среды обитания. Особенно ярко это выражено в системе локомоции: для взвешенного в воде организма наиболее

эффективным оказывается движение с использованием боковых изгибов тела (особенно его хвостового отдела).

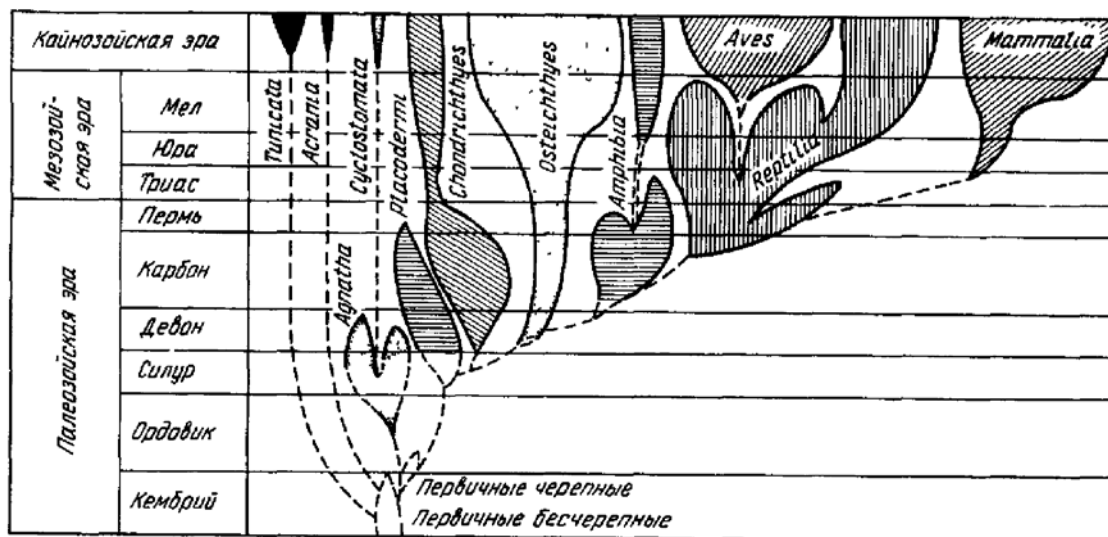


Рис. 6. Схема родословного дерева хордовых (по Матвееву, 1968, упрощено)

Такие движения обеспечиваются метамерно расположенными мускульными элементами, сконцентрированными вдоль осевого опорного скелета. Парные конечности играют вспомогательную роль.

Свойственные всем позвоночным сердце, специализированные органы дыхания (у водных — жабры) и клубочковая почка обеспечивают достаточно высокий уровень метаболизма. Следующие важные преобразования произошли на этапе выхода позвоночных на сушу, что подчеркнуто разделением подтипа на два надкласса: Рыбы (Pisces) и Четвероногие (Tetrapoda).

На этой стадии эволюции подтипа наиболее важные перестройки организации соответствуют различиям свойств водной и наземной (воздушной) среды.

Малая плотность воздушной среды закрыла возможность использования типа локомоции, свойственного водным позвоночным «утяжеление» тела привело к тому, что на локомоторные органы возлагается двойная функция: поддержание тела, опирающегося на субстрат, и собственно передвижение по суше.

Эта биологическая задача решается путем формирования парных конечностей рычажного типа. Именно они становятся главным органом передвижения. Соответственно перестраивается и тип организации мускулатуры: в ряду наземных позвоночных метамерная осевая мускулатура теряет значение в локомоции и сохраняется лишь вдоль позвоночника, выполняя главным образом функции поддержания позы.

Взамен этого прогрессивно развивается порционный тип строения мускулатуры как в конечностях, так и в других областях (ротовая мускулатура и т.д.).

Порционная мускулатура отличается большой степенью дифференциации функций отдельных мышц; это определяет возможность сложных и разнообразных движений конечностей, ротового аппарата и т. д.

Малая плотность среды вызвала необходимость и более жесткой конструкции скелета головы. Появление аутостилии диктовалось именно этим обстоятельством; возникновение звукопроводящего аппарата среднего уха — одно из следствий этого процесса, имеющее адаптивное значение при жизни в воздушной среде.

С другой стороны, у наземных позвоночных развивается подвижность головы, облегчающая ориентацию в окружающей среде.

Другое свойство воздушной среды — низкая и изменчивая влажность — послужило причиной перестройки органов дыхания. Легкие, расположенные в грудной полости, развились на основе одного из типов дополнительного воздушного дыхания рыб.

Такое строение органов внешнего газообмена дает возможность поддержания дыхательных поверхностей во влажном состоянии, что необходимо для эффективного обмена газов между дыхательной средой и кровью.

Все эти принципиальные особенности строения сложились уже на уровне первого класса наземных позвоночных — Земноводные — и в дальнейшем испытали существенные, но уже не принципиальные перестройки у высших позвоночных.

Важные преобразования строения, связанные с освоением позвоночными наземной среды, возникли не как новообразования, а развивались на базе строения предковых форм, в том числе и таких его особенностей, которые у предков выполняли второстепенные, вспомогательные функции (парные конечности) или даже выступали как частные экологические адаптации («цепляющиеся» конечности, органы дополнительного воздушного дыхания в условиях дефицита кислорода).

Эти преобразования влекли за собой коррелятивные изменения и в других органах (усложнение осевого скелета, перестройка поясов конечностей и т.д.).

Именно на этой основе возникает новый тип строения кровеносной системы, состоящей из двух кругов кровообращения, что было предопределено типом кровоснабжения органов воздушного дыхания предков. На первых этапах это было связано со смешением венозной и артериальной крови в сердце и соответственно — снижением энергетического потенциала газообменной системы.

На уровне трех классов высших позвоночных существенно перестраивалось строение сердца, что привело к полному разделению потоков венозной и артериальной крови в организме. И все же проблема полного, не

зависимого от использования водной среды освоения суши на уровне класса земноводных решена не была.

Подобно рыбам, земноводные откладывают яйца (икру) в водоемах; личинки амфибий — типично водные животные, обладающие на определенных стадиях жаберным дыханием, одним кругом кровообращения, двухкамерным сердцем. Почки земноводных, как и у пресноводных рыб, мезонефрические (туловищные), способные к выведению большого количества воды.

Все это объединяет их с рыбами, что и отражается в подразделении классов позвоночных на нетаксономические группы анамний (круглоротые, рыбы и амфибии) и амниот. К последним, относятся классы: Пресмыкающиеся, Птицы и Млекопитающие; иногда их называют высшими позвоночными.

Принципиальные эволюционные преобразования, возникшие на уровне трех классов амниот, в первую очередь связаны с перестройкой системы водного обмена, что представляет собой «эволюционный ответ» на лимитирующее значение сухости наземной (воздушной) среды.

В процессах размножения и развития это направление выражено в выпадении личиночной (водной) стадии в онтогенезе. Перестраивается строение яйца: появляются скорлуповая и подскорлуповая оболочки, препятствующие высыханию его содержимого при развитии на суше.

Эмбриональное развитие характеризуется образованием зародышевых оболочек, создающих и поддерживающих влажную среду вокруг развивающегося зародыша, а также аллантаиса, обеспечивающего его дыхательную и выделительную функции.

Перестройка структуры кожного покрова амниот существенно сокращает потери воды организмом. Развитие тазовой (метанефрической) почки и переход рептилий и птиц на урикотелический тип азотистого обмена также создают предпосылки более экономного расходования воды. Возникают эффективные механизмы регуляции водопотерь с мочой в зависимости от степени дефицита влаги в окружающей среде.

Все эти особенности строения и функций системы водного обмена открывают для амниот возможность широкого освоения наземной среды. Они сохраняются и у групп, вторично освоивших различные водоемы как среду обитания (некоторые пресмыкающиеся, китообразные и др.).

В пределах трех классов амниот направление эволюции, связанное с повышением эффективности тех принципиальных приспособлений к существованию в наземной среде, которые сформировались на уровне первых наземных позвоночных, привело не только к расширению круга доступных экологических ниш, но и к преобразованиям общего прогрессивного характера.

Разделение кругов кровообращения, открывшее возможность полного использования окислительно-восстановительного потенциала организма, наряду с повышением эффективности органов воздушного дыхания и



совершенствованием системы пищеварения создало предпосылки к качественному подъему общего уровня метаболизма. Последнее, помимо прочего, связано с увеличением внутреннего теплообразования, что выступает как один из важнейших факторов становления гомойотермии.

Вторым принципиальным фактором эволюционного формирования гомойотермии было развитие системы тонкой и лабильной регуляции физиологических процессов, что определялось прогрессивным развитием центральной нервной системы.

Другая сторона эволюции центральной нервной системы — становление структур переднего мозга, обуславливающих точную и подвижную реакцию организма на весь сложный комплекс информации, идущей как из внешней среды, так и от всех органов,— способствовала увеличению степени автономности организма, его интегрированности, что также в наиболее полной форме выражено именно у гомойотермных животных — птиц и млекопитающих.

Более того, процессы анализа сложной информации завершаются у этих животных не только на уровне физиологических адаптивных эффектов, но и через формирование высокоорганизованных форм высшей нервной деятельности — от конкретных проявлений адаптивного поведения до элементарной рассудочной деятельности.

## **Рекомендуемая литература по теме:**

### **Основная:**

1. Константинов В.М., Наумов С.П., Шаталова С.П. Зоология позвоночных: Учебник для вузов. / Сер.: Высшее профессиональное образование. -М.: Академия, 2007. - 464с. Изд. 5-е, стереотип.
2. Константинов В.М., Шаталова С.П., Бабенко В. Лабораторный практикум по зоологии позвоночных: для студентов вузов. / Сер.: Высшее профессиональное образование. -М.: Академия, 2004. -272с. Изд. 2-е, испр.
4. Карташев Н.Н., Соколов В.Е., Шилов И.А. Практикум по зоологии позвоночных: Учебное пособие для вузов. -М.: Аспект-Пресс, 2004. - 383с. Изд. 3-е, испр., доп.
6. Дерим-Оглу Е.Н., Леонов Е.А. Учебно-полевая практика по зоологии позвоночных: Учебное пособие для вузов. –М.: Просвещение, 1979. - 192с.

### **Дополнительная:**

7. Наумов Н.П., Карташов Н.Н. «Зоология позвоночных», ч. 1 и 2. - Москва: Высшая школа, 1979 - 589с.
8. Левушкин С. И., Шилов И.А. «Общая зоология» - Москва: Высшая

- школа 1994 - 432с.
9. Адольф Г.А., Бутьев В.Г. и др. «Руководство к лабораторным занятиям по зоологии позвоночных» - М: Просвещение, 1977 - 189с.
  10. Гуртовой Н. Н., Матвеев Б.С., Держинский Ф.Н. Практическая зоология позвоночных (низшие хордовые, бесчелюстные, рыбы) - М: Высшая школа, 1976 - 348с.

### **Вопросы для самоконтроля:**

1. *Расскажите о принципах формирования органов и различных жизненных систем хордовых в эмбриогенезе?*
2. *Назовите отличительные особенности строения подтипа позвоночных?*
3. *Расскажите об эволюции и месте хордовых в животном мире?*
4. *Дайте сравнительную характеристику бесчелюстных и водных позвоночных?*
5. *Охарактеризуйте класс Земноводных животных, укажите особенности их строения?*

# ЛАБОРАТОРНЫЕ (ПРАКТИЧЕСКИЕ) ЗАНЯТИЯ

Порядок выполнения лабораторных работ следующий:

- I. Изучите систематическое положение объекта.
- II. Прочитайте внимательно методические указания по данной теме, материал учебника.
- III. Рассмотрите все системы органов.
- IV. Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисуночным подписям.
- V. При изучении кровеносной системы укажите стрелками направление движения крови. Артериальную кровь *закрасьте красным цветом*.
- VI. Раскрашивайте определенные системы органов всегда одним цветом:
  1. органы дыхания - *фиолетовым*;
  2. пищеварительную систему - *коричневым*;
  3. выделительную систему - *зеленым*;
  4. органы размножения - *желтым*;
  5. нервную систему - *оранжевым*;
  6. мускулатуру - *розовым*.

## ТЕМА I. СТРОЕНИЕ ЛАНЦЕТНИКА

Проставьте на рисунке нумерацию соответствующую подписям, сделанным ниже:

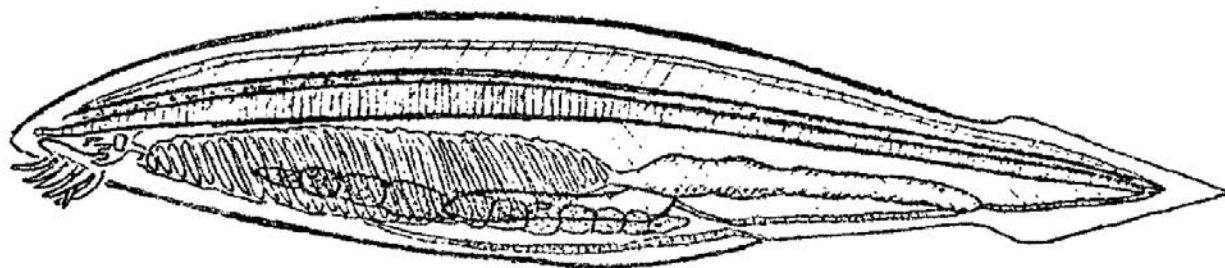
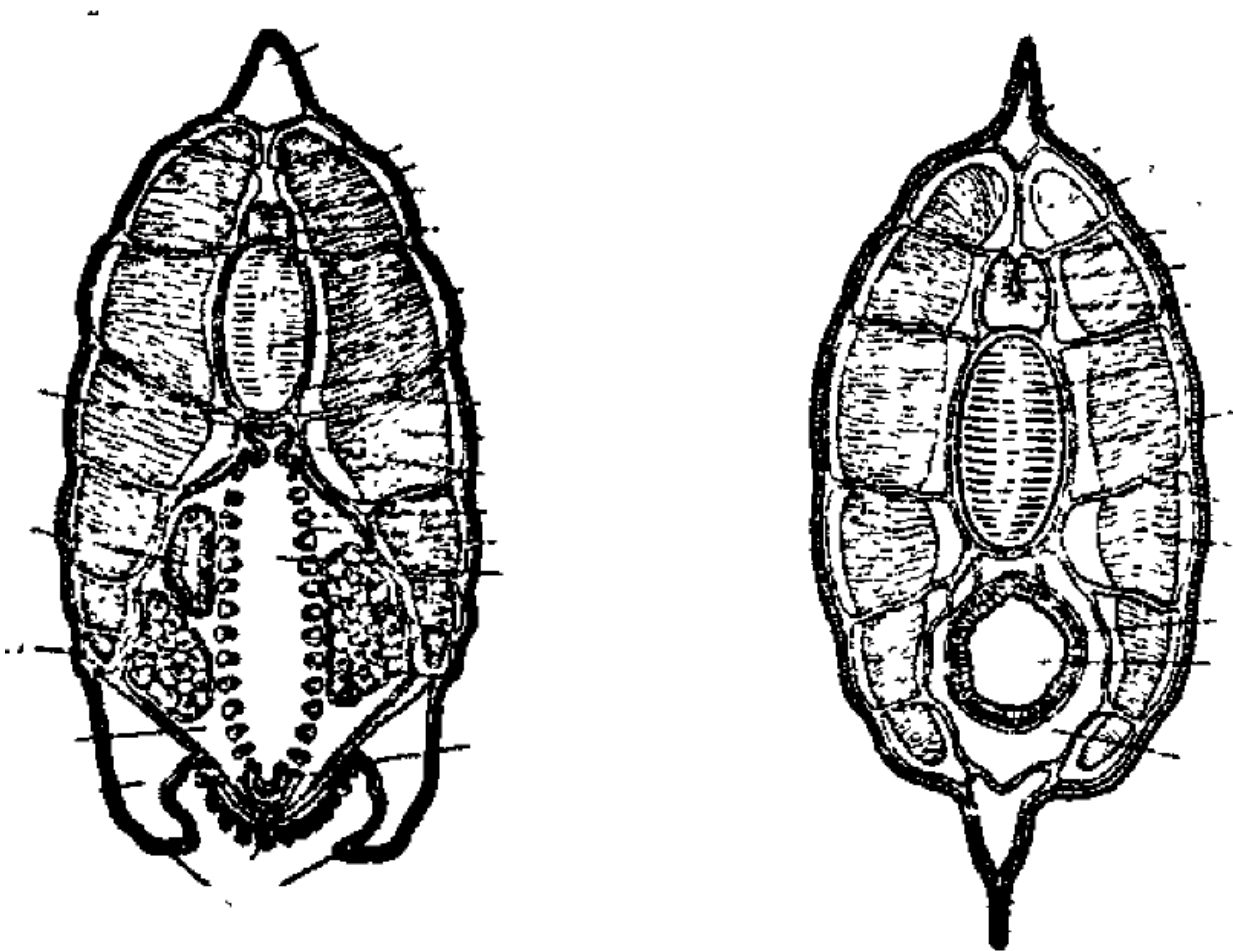


Рис. 7 Строение ланцетника:

- хорда;
- нервная трубка;
- глазки Гессе;
- непарный глазок;

- ротовая воронка;
- осязательные щупальца;
- глотка;
- клоака;
- атриальная полость;
- атриопор;
- анальное отверстие.

Проставьте на рисунке нумерацию соответствующую подписям, сделанным ниже:



I

II

Рис. 8 Поперечный срез ланцетника:  
в области глотки (I) ; в области кишечника II):

- хорда;
- нервная трубка;
- атриальная (околожаберная) полость;

- эндостиль;
- целом;
- метаплевральные складки;
- гонада;
- печеночный вырост;
- миомеры;
- срез кишечника;

Проставьте на рисунке нумерацию соответствующую подписям, сделанным ниже:

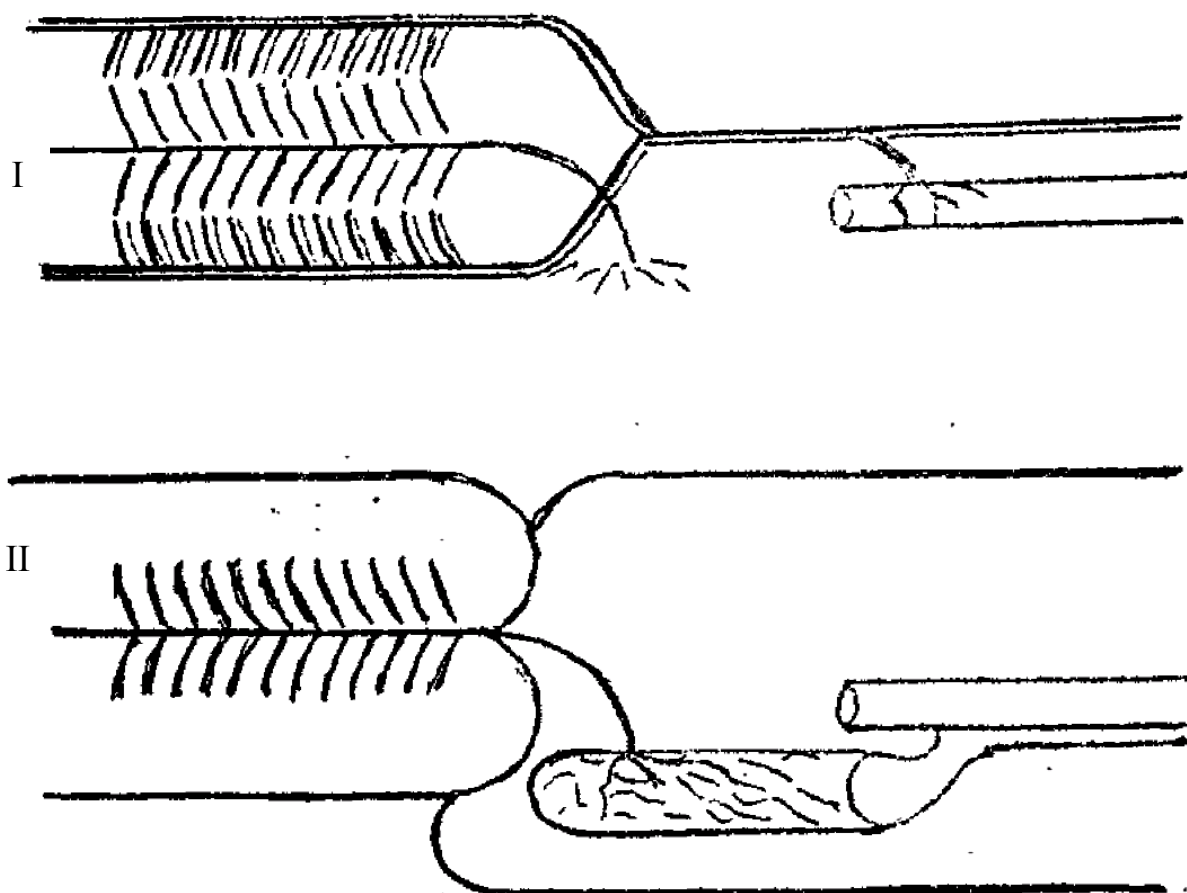


Рис. 9 Схема кровеносной системы ланцетника:

- I - артериальная система;
  - брюшная аорта;
  - жаберная артерия;
  - наджаберный сосуд;
  - спинная аорта;
  - венозный синус;

II - венозная система;

- передняя кардинальная вена;
- задняя кардинальная вена;
- кювьеров проток;
- подкишечная вена;
- воротная вена печени;
- печеночная вена;

# ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ ПО МОДУЛЮ

Выберите в качестве ответа на поставленный вопрос один из предлагаемых вариантов.

1) Ланцетник относится к классу:	
a) сальпы	
b) аппендикулярии	
c) головохордовые	
d) круглоротые	
e) асцидии	
2) Из перечисленных классов к бесчелюстным относятся:	
a) асцидии	
b) круглоротые	
c) головохордовые	
d) аппендикулярии	
e) сальпы	
3) К бесчерепным относятся:	
a) минога	
b) миксина	
c) ланцетник	
d) сальпы	
e) амфибии	
4) Двухкамерное сердце имеют:	
a) земноводные	
b) рептилии	
c) головохордовые	
d) сальпы	
e) рыбы	
5) У каких из перечисленных животных дыхательная система представлена жаберными мешками?	
a) рыбы	
b) головохордовые	
c) круглоротые	
d) амфибии	
e) рептилии	
6) Нервная система ланцетника представлена:	

a) спинным и головным мозгом	
b) нервной трубкой	
c) хордой	
d) нервными узлами	
e) нервными узлами и головным мозгом	
7) Органы дыхания ланцетника представлены:	
a) жаберными мешками	
b) жабрами	
c) жаберными тычинками	
d) жаберными щелями, пронизывающими глотку	
e) жаберными лепестками	
8) Какое строение имеет сосудистая система ланцетника?	
a) двухкамерное сердце	
b) трехкамерное сердце	
c) четырехкамерное сердце	
d) кровеносная система незамкнутая	
e) сердца нет, кровь движется только по сосудам	
9) Какое строение имеет выделительная система ланцетника?	
a) мезанефрические почки	
b) мезонефрические почки	
c) пронефрические почки	
d) клоака	
e) сто нефридиев	
10) Какие отделы имеет пищеварительная система ланцетника?	
a) глотка, кишечная трубка, печеночный вырост	
b) пищевод, желудок, кишка	
c) тонкая, толстая, прямая кишки	
d) пищевод, желудок, кишечник, печень	
e) кишечник, печень, поджелудочная железа	
11) Сколько кругов кровообращения у круглоротых и рыб?	
a) два	
b) один	
c) малый и большой	
d) легочный	
e) легочный и большой	
12) Строение кровеносной системы миноги:	
a) сердце трехкамерное	
b) сердце четырехкамерное	
c) кровеносная система незамкнутая	



d) сердце двухкамерное, один круг кровообращения, в сердце только венозная кровь	
e) сердца нет, кровь движется только по сосудам	
13) Назовите тип почек у миноги:	
a) головная	
b) туловищная	
c) тазовая	
d) нефридии	
e) нефридии, клоака	
14) Какие железы образуют половую систему круглоротых?	
a) семенники	
b) яичники	
c) семенники и яичники	
d) предстательная железа	
e) семенные канальцы	
15) Назовите отделы осевого скелета круглоротых:	
a) хорда, мозговой череп	
b) позвоночник, мозговой череп	
c) туловищный, хвостовой	
d) отделы позвоночника, череп	
e) позвоночник	
16) К какому подклассу относятся акулы?	
a) пластиножаберные	
b) батоидные	
c) цельноголовые	
d) лопастеперые	
e) лучеперые	
17) Из каких элементов состоит жаберный аппарат хрящевых рыб?	
a) межжаберные перегородки, жаберные мешки	
b) жаберные щели, межжаберные перегородки, жаберные лепестки, жаберные дуги	
c) жаберные дуги, жаберные лепестки	
d) жаберные щели, жаберные мешки	
e) жаберные дуги	
18) Назовите тип почек у хрящевых рыб:	
a) метанефрос	
b) мезонефрос	
c) пронефрос	
d) нефридии	

e) нефридии, клоака	
19) Назовите отделы мозгового черепа пластиножаберных рыб:	
a) крыша, дно, затылочный отдел	
b) рострум, обонятельный отдел, зрительный, слуховой, затылочный отделы	
c) крыша черепа из соединительнотканых перепонки, затылочная область не развита	
d) рострум, зрительный, затылочный отделы	
e) рострум, обонятельный, слуховой отделы	
20) К какому подклассу относятся костистые рыбы?	
a) цельноголовые	
b) батоидные	
c) лучеперые	
d) лопастеперые	
e) пластиножаберные	
21) Сколько черепномозговых нервов у амфибий?	
a) шесть	
b) восемь	
c) двенадцать	
d) десять	
e) четыре	
22) Назовите I пару черепномозговых нервов лягушки:	
a) зрительный	
b) подъязычный	
c) обонятельный	
d) слуховой	
e) глазодвигательный	
23) К какому классу и отряду относятся ящерицы?	
a) амфибии, червяги	
b) рептилии, клювоголовые	
c) пресмыкающиеся, чешуйчатые	
d) рептилии, бесхвостые	
e) пресмыкающиеся, безногие	





*Николаева И.Ф.*  
**Зоология позвоночных**  
Учебно-практическое пособие  
*Модуль 1*

Подписано к печати:  
Тираж:  
Заказ №:

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ**  
(образован в 1953 году)

---

**Кафедра биоэкологии и ихтиологии**

**Модульный обучающий комплекс МГУТУ**  
*Система вузовской учебной документации*

**Николаева И.Ф.**

**ЗООЛОГИЯ ПОЗВОНОЧНЫХ**

*Учебно-практическое пособие для студентов  
всех форм и видов обучения, по специальностям:  
020803 - Биоэкология и 110901 - Водные  
биоресурсы и аквакультура*

**МОДУЛЬ 2**



[www.mgutm.ru](http://www.mgutm.ru)

**Москва, 2009**

УДК № 639.3

© Николаева И.Ф. Зоология позвоночных: Учебно-практическое пособие. Модуль 2. / Сер. Система вузовской учебной документации. –М.: МГУТУ, 2009. –76с. Изд. 2-е, дополнен.

Обработка материала, компьютерная графика и верстка: Горбунов А.В.

Рассмотрено на заседании кафедры «Биоэкологии и ихтиологии» МГУТУ протокол №11 от 21.09.2009г и рекомендовано в качестве учебно-практического пособия.

Рекомендовано Институтом информатизации образования РАО,

Обучение по дисциплине строится по блочно-модульной системе. Под учебным модулем понимается целостная функциональная система, в которой объединены информационная, исполнительская и контролирующая части.

Сущность модульного обучения заключается в самостоятельном освоении предлагаемых по данной дисциплине функциональных модулей в соответствии с образовательным стандартом и рабочей программой.

Учебно-практическое пособие предназначено для студентов всех форм и видов обучения, по специальностям: 020803 - Биоэкология и 110901 - Водные биоресурсы и аквакультура

Автор (ы): к.б.н., доцент Николаева И.Ф.

Рецензент(ы):

д.б.н., проф. Амбросимова Н.А. (АзНИИРХ)

д.б.н., зав. сектором Микодина Е.В. (ВНИРО)

Редактор: Свешникова Н.И.

© Московский государственный университет технологий и управления, 2009.

109004, Москва, Земляной вал, 73.

кафедра "Биоэкологии и Ихтиологии", 2009.

117452, Москва, ул. Болотниковская, 15. тел: (499) 317-2936, 317-2927

# ПУТЕВОДИТЕЛЬ ПО МОДУЛЬНОЙ СТРУКТУРЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## ЗООЛОГИЯ ПОЗВОНОЧНЫХ

Дисциплина включает в себя ряд модулей, подлежащих освоению. Перечень и функциональная структура модулей показана ниже:

Методика модульно-рейтинговой оценки качества подготовки специалистов. Путеводитель по модульной структуре дисциплины. Рабочая программа по освоению дисциплины. Рубежный контроль. Методические указания по написанию контрольной работы. Методические указания по написанию курсовой работы. Лабораторно-практические работы. Рекомендуемая литература. Обобщающий контроль.	Уч-МП
Введение в зоологию позвоночных. Двусторонняя симметрия. Вторичная полость тела (целом). Вторичноротость. Специфические черты хордовых. Бесчерепные. Строение ланцетника. Форма тела. Опорно-двигательная система. Центральная нервная система. Пищеварительная система. Кровеносная система. Выделительная и половая система. Атриальная полость. Место бесчерепных в системе и эволюции хордовых. Эмбриогенез. Закладка зародышевых листков и основных систем органов. Позвоночные. Место хордовых в системе и эволюции животного мира.	Уч-ПП Модуль 1
Водные позвоночные. Опорно-двигательная система и локомоция. Череп. Дыхательная система и газообмен. Кровеносная система. Пищеварительная система. Водно-солевой обмен и органы выделения. Половая система и размножение.	Уч-ПП Модуль 2
Выход позвоночных на сушу. Эволюционные предпосылки освоения суши. Земноводные. Череп. Дыхательная система. Водно-солевой обмен. Размножение и развитие.	Уч-ПП Модуль 3

Где: Уч-МП – учебно-методическое пособие;

Уч-ПП – учебно-практическое пособие.

Ваше текущее местоположение затенено серым цветом.



## **Выдержка из методики модульно-рейтинговой оценки знаний**

Минимальная сумма баллов по всем модулям дисциплины (без итогового контроля) в сумме составляет **60** баллов.

Если студент не набрал минимального количества баллов по какому-либо модулю дисциплины (модуль признан не изученным), то он не допускается к итоговой оценке знаний (экзамену или дифференцированному зачету).

В этом случае, студенту назначается дополнительный день, когда он сможет устно или письменно сдать ведущему преподавателю отдельные темы модуля или пройти повторно рубежный контроль. Такая возможность предоставляется студенту только один раз.

Если набранное количество баллов по модулю будет снова меньше минимально возможного, то студент получает по дисциплине оценку «неудовлетворительно» и отчисляется за неуспеваемость.

Если баллов набрано достаточно, то модуль признается изученным и студент допускается к итоговой оценке знаний.

Студент, не сдававший вовремя текущий контроль (за исключением уважительных причин), получает 0 баллов.

По усмотрению преподавателя ему может быть назначен новый срок (в течение до двух недель) с выставлением рейтинга с понижающим коэффициентом в зависимости от срока сдачи от назначенной даты.

Студент получает по дисциплине "зачет", если он набрал не менее **60** баллов по результатам текущего и рубежного контроля. После чего он допускается к итоговому контролю (экзамен или зачет).

После успешного прохождения образовательной программы по дисциплине сформированной из отдельных модулей и выполнением всех требований предусмотренных учебным графиком, данная дисциплина считается освоенной.

## ***СОДЕРЖАНИЕ***

<b>КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ И ТЕРМИНОВ .....</b>	<b>6</b>
<b>ТЕМА 1: ВОДНЫЕ ПОЗВОНОЧНЫЕ .....</b>	<b>7</b>
ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА И ЛОКОМОЦИЯ .....	7
ЧЕРЕП.....	17
ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА И ГАЗООБМЕН .....	22
КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА .....	30
ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА.....	34
ВОДНО-СОЛЕВОЙ ОБМЕН И ОРГАНЫ ВЫДЕЛЕНИЯ.....	38
ПОЛОВАЯ СИСТЕМА И РАЗМНОЖЕНИЕ.....	43
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА ПО ТЕМЕ .....	48
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ.....	48
<b>ЛАБОРАТОРНЫЕ (ПРАКТИЧЕСКИЕ) ЗАНЯТИЯ .....</b>	<b>49</b>
<b>ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ ПО МОДУЛЮ ..</b>	<b>65</b>

# КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ И ТЕРМИНОВ

**Венозный синус** - расширение, в которое впадают парные венозные сосуды - кювьеровы протоки.

**Вольфов канал** – канал у рыб который функционирует и как мочеточник, и как семяпровод.

**Гломус** - плотное сплетение кровеносных капилляров, из которых фильтруется жидкая часть плазмы.

**Глюкагон** - способствует мобилизации глюкозы путем распада гликогена в печени.

гормоны-антагонисты - гормоны, регулирующие уровень сахара в крови (инсулин и глюкагон).

**Дыхательная трубка** - специализированная часть глотки.

**Инсулин** - способствует резервированию углеводов в виде гликогена.

**Кардинальные вены** - крупные парные вены, вливающиеся в кювьеровы протоки.

**Космин** - слой видоизмененного дентина образующий чешую.

**Ктеноидная чешуя** - чешуя с зубчиками по наружному краю.

**Кювьеровы протоки** - парные венозные сосуды собирающие кровь от главных вен.

**Питание** - одна из важнейших составляющих общего обмена веществ и энергии организма с окружающей средой.

**Пищевод** - растяжимая трубка, по которой пища перемещается в желудок.

**Плавательный пузырь** - специальный гидростатический орган у рыб.

**Ультрафильтрация** - процесс образования первичной мочи, представляет собой важнейшую функцию почки.

**Хорда** - основной элемент внутреннего осевого скелета хордовых животных.

**Циклоидная чешуя** - чешуя с гладким наружным краем.

# ТЕМА 1: Водные позвоночные

Жизнь зародилась в водной среде, и первые позвоночные были типичными водными животными. Среди современных представителей этого подтипа первичноводный образ жизни характерен для трех классов: Круглоротые — Cyclostomata, Хрящевые рыбы — Chondrichthyes, Костные рыбы — Osteichthyes.

Водная среда имеет ряд особенностей, к которым обитающие в этой среде животные должны приспосабливаться.

Прежде всего, это среда плотная, ее удельная масса сопоставима с таковой тела животных. Это обстоятельство открывает возможность существования форм, «взвешенных» в воде, и оказывает решающее влияние на условия передвижения в водной среде: водные животные затрачивают мало энергии на создание «плавучести», но много — на преодоление лобового сопротивления плотной среды.

Второе важное свойство водной среды — относительно слабая растворимость в ней кислорода. Дефицит кислорода оказался фактором, направившим эволюцию дыхательной системы водных животных.

Наконец, в водной среде всегда растворено какое-то количество минеральных и органических веществ. Это приводит к закономерным осмотическим взаимоотношениям организма водных животных с окружающей средой что послужило фактором возникновения и эволюционного закрепления специфических механизмов водно-солевого обмена и осморегуляции.

Рассмотрение прогрессивной эволюции водных позвоночных невозможно без учета эколого-морфологических и эколого-физиологических приспособлений к свойствам водной среды; у перечисленных трех классов эти процессы всегда шли в едином комплексе.

## ***Опорно-двигательная система и локомоция***

**Осевой скелет.** Исходно роль осевого опорного скелета играет хорда — упругий тяж, составленный хрящеподобным веществом с большим количеством вакуолизированных клеток.

Хорда заключена в соединительнотканную оболочку, в которой уже у низших позвоночных — круглоротых — формируются элементы позвонков в виде метамерно расположенных палочковидных хрящей, прикрывающих с боков нервную трубку (Рис. 1). Они гомологичны верхним дугам позвонков рыб.

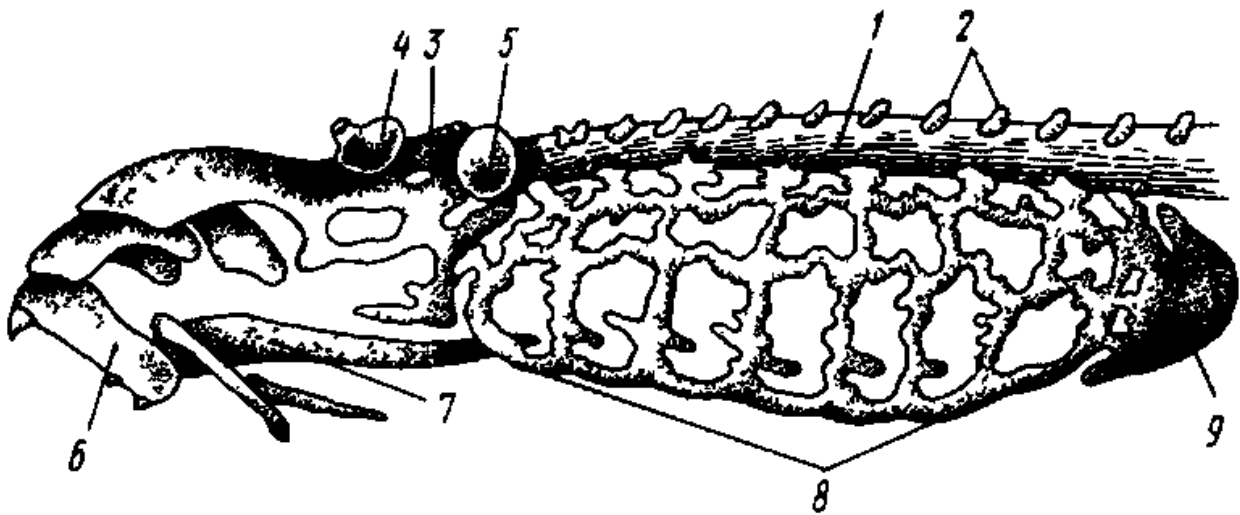


Рис. 1. Скелет миноги (круглоротые):

1 – хорда, 2 – верхние дуги, 3 – черепная коробка, 4 – обонятельная капсула, 5 – слуховая капсула, 6 – хрящ предротовой воронки, 7 – хрящ языка, 8 – жаберная решетка, 9 – окологердечный хрящ

Упругость хорды допускает боковые изгибы тела, особенно в его хвостовом отделе, что и лежит в основе локомоции в плотной водной среде. Непарный хвостовой плавник усиливает эффективность движения, а непарные спинные плавники способствуют стабилизации положения тела.

Преобразования осевого скелета в обоих классах рыб, повышающие эффективность плавания, шли по двум направлениям: образование позвоночника, состоящего из большого числа подвижно сочлененных позвонков, и его дифференциация на туловищный и хвостовой отделы.

Расчленение единого осевого стержня на позвонки способствовало увеличению гибкости тела, т.е. повышению энергичности плавания. При этом основная локомоторная функция от ундуляции всего тела смещается на изгибы хвоста. Это связано с тем, что изгибам тела препятствует возможность сдавливания внутренних органов, тогда как мускулистый хвост способен развить большую амплитуду движений.

Плавание с помощью хвостового плавника используется для длительного перемещения с постоянной скоростью и для совершения бросков, ускорений и быстрых поворотов. У движущихся таким способом рыб хвостовой плавник имеет большую площадь, хвостовой стебель высокий и часто усилен непарными задним спинным и анальным плавниками.

Разделение позвоночника на туловищный и хвостовой отделы имеет как функциональную, так и морфологическую основу. Позвонки закладываются в соединительнотканной оболочке хорды отдельными парными очагами хрящевой ткани. У хрящевых рыб они в течение всей жизни хрящевые, а у костных в онтогенезе хрящ заменяется костью.

Верхние элементы позвонков, разрастаясь, охватывают спинной мозг с боков и смыкаются наверху, образуя *верхние дуги* с остистым отростком.

Нижние закладки позвонка дают начало *поперечным отросткам*, к которым у туловищных позвонков примыкают ребра, поддерживающие стенки брюшной полости и служащие опорой для прикрепления миомеров (Рис. 2).

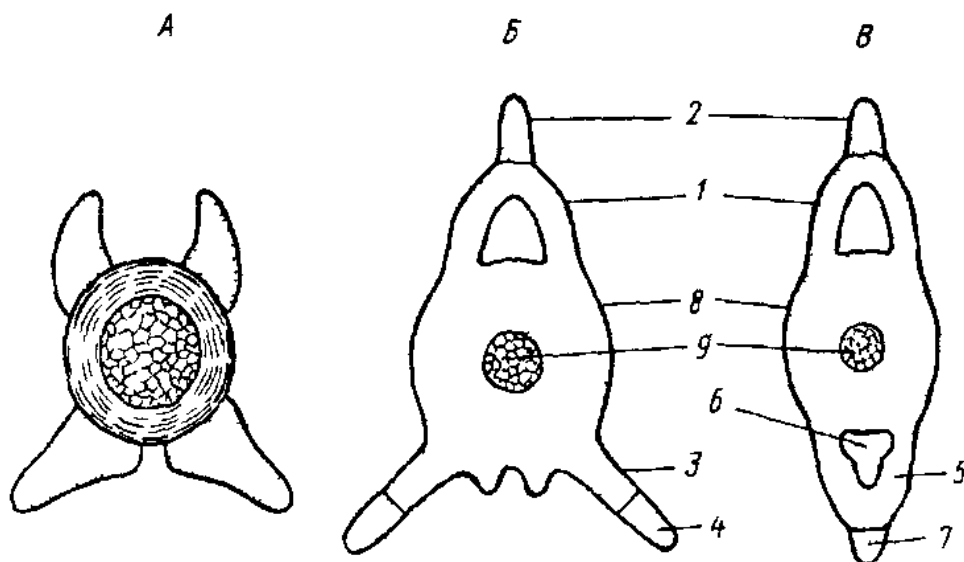


Рис. 2. Схема строения позвонковых рыб.

А – закладка элементов позвонка; Б – туловищный позвонок; В – хвостовой позвонок: 1 – верхние дуги, 2 – остистый отросток, 3 – поперечный отросток, 4 – ребро, 5 – нижние дуги, 6 – гемальный канал, 7 – нижний остистый отросток, 8 – тело позвонка, 9 – остатки хорды

В хвостовых позвонках поперечные отростки смыкаются на брюшной стороне, образуя *нижние дуги с гемальным каналом*, в котором расположены крупные кровеносные сосуды, снабжающие хвостовую мускулатуру.

Образование гемального канала имеет важное значение, поскольку нижние дуги предохраняют сосуды от сжатия при мощных сокращениях мышц хвоста.

Основания всех первичных закладок формируют охватывающее хорду *тело позвонка*.

У хрящевых рыб хорда сохраняется в течение всей жизни, заполняя канал, пронизывающий тела позвонков, а между ними — линзообразное пространство, образованное вогнутыми поверхностями соседних позвонков (Рис. 3).

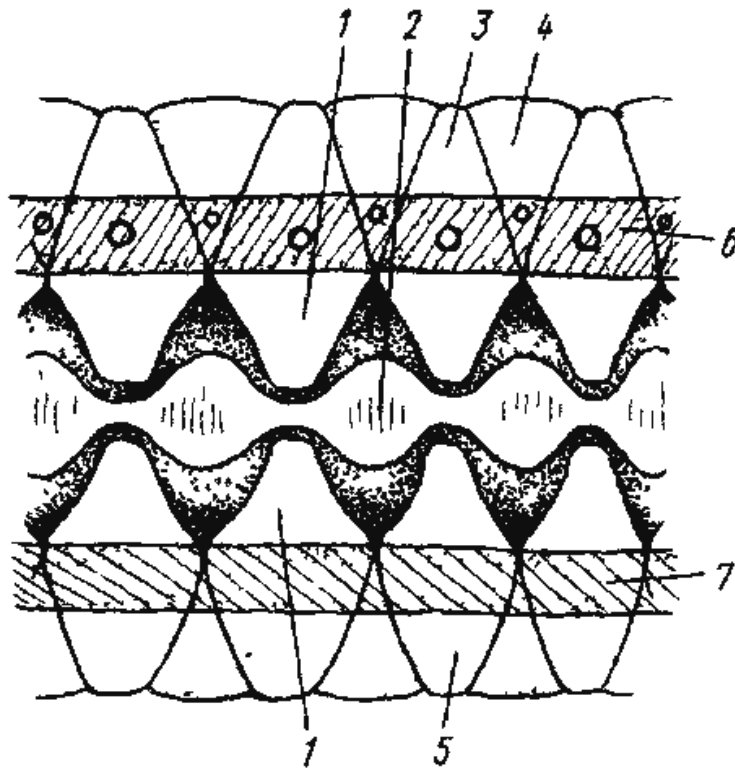


Рис. 3. Продольный разрез хвостовой части позвоночника акулы:

1 – тело позвонка, 2 – хорда, 3 – верхние дуги, 4 – вставочные пластинки, 5 – нижние дуги, 6 – канал, в котором расположен спинной мозг, 7 – гемальный канал

Частично сохраняется она и у низших костных рыб, а у высших групп этого класса (костистые рыбы) полностью вытесняется костными телами позвонков.

Осевая мускулатура круглоротых и рыб (Рис. 4) имеет четко выраженное сегментарное строение и состоит из конусовидных миомеров, разделенных соединительнотканными миосептами.

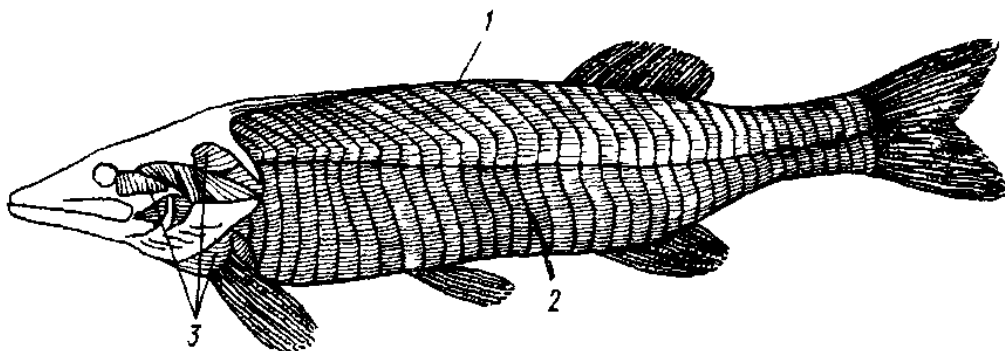


Рис. 4. Мускулатура рыб:

1 – миомер, 2 – миосепта, 3 – мышцы парных конечностей и челюстного аппарата

Мышечные сегменты круглоротых и рыб симметричны, они иннервируются двигательными корешками спинного мозга. Последовательное сокращение мускулатуры отдельных сегментов вызывает боковые движения

тела и хвоста.

Боковые движения хвоста, сочетаясь с сопротивлением среды, препятствующим отклонениям головного конца в стороны, формируют силу, направленную вперед (Рис. 5). Такой способ локомоции очень экономичен.

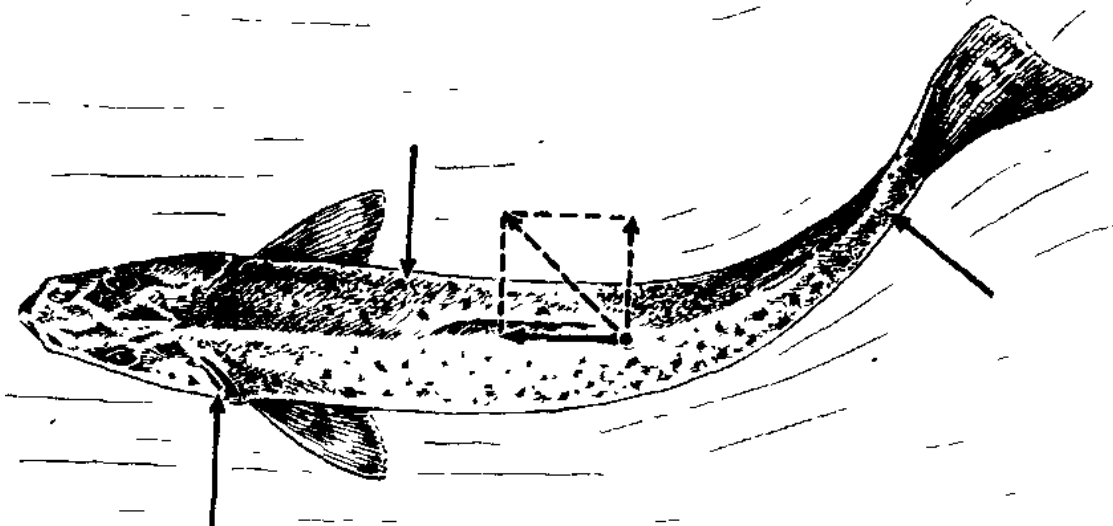


Рис. 5. Схема локомоции рыб.

Стрелками обозначены направления сил, в сумме формирующих поступательное движение

Такое строение опорно-двигательного аппарата и обтекаемая форма тела (Рис. 6) обеспечивают эффективную локомоцию в плотной среде.

Современные исследования гидродинамики показывают, что коэффициент полезного действия при таком типе движения почти в 1,5 раза превосходит эффективность винтовых судовых движителей.

**Чешуя.** Эффективность локомоторного аппарата дополнительно повышает наружный покров из чешуи. Для рыб характерны закладывающиеся в соединительнотканном слое кожи чешуи, состоящие из костной (или близкой к ней) ткани.

У хрящевых рыб - это *плакоидная* чешуя, состоящая из расположенных в кориуме дентиновых пластинок, снабженных острым, загибающимся назад шипиком, покрытым твердым эмалевым чехликом (эмаль продуцирует базальный слой эпидермиса).

У костных рыб - чешуя представлена костными пластинками, также формирующимися в кориуме. У некоторых групп рыб такие пластинки сверху покрыты слоем видоизмененного дентина — космином (*космоидная* чешуя кистеперых и двоякодышащих) или ганоином (*ганоидная* чешуя многоперов и панцирной щуки).

У костистых рыб эласмоидная чешуя составлена только костной тканью и подразделяется на *циклоидную* с гладким наружным краем и *ктеноидную* с зубчиками по наружному краю.



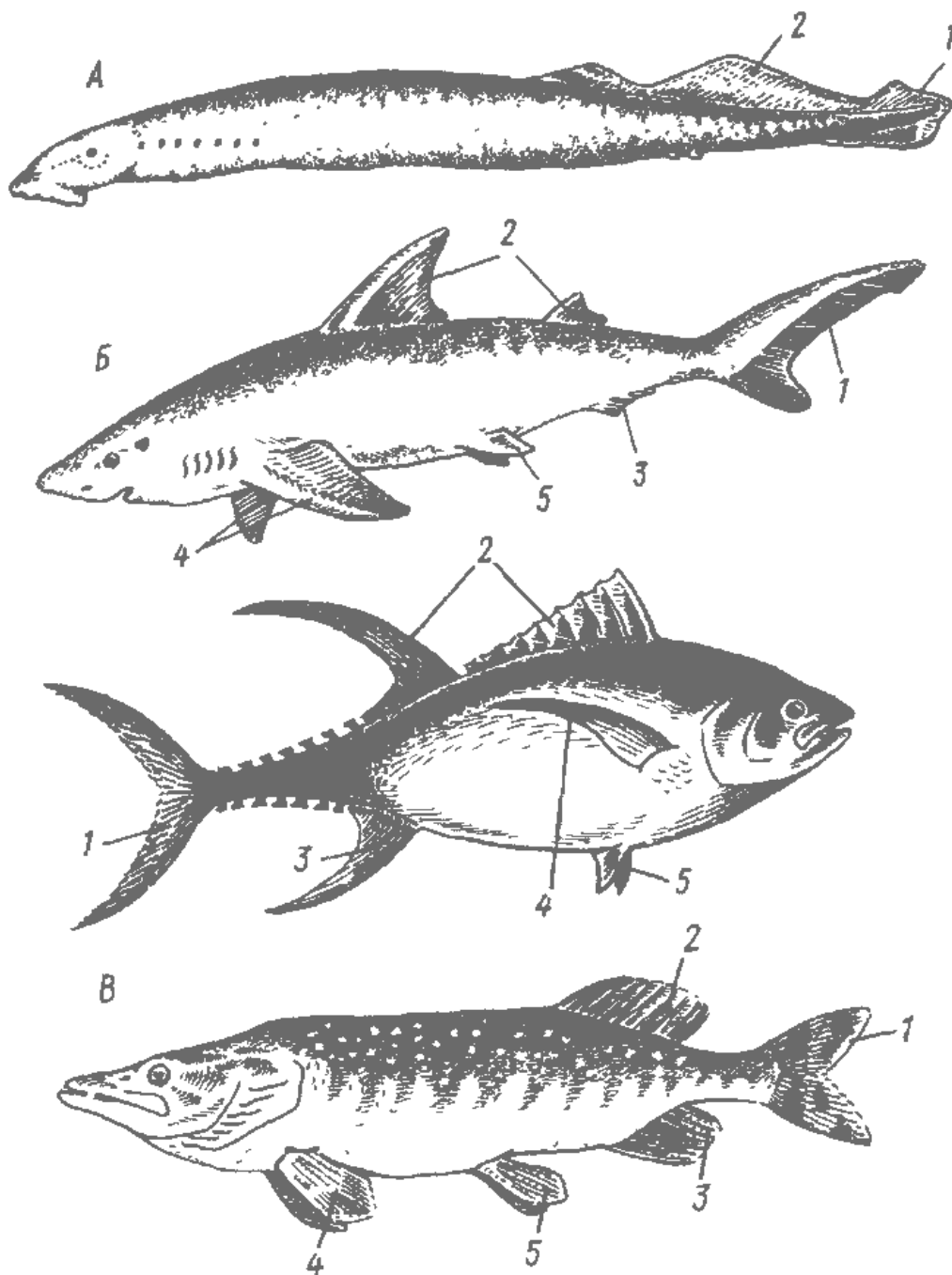


Рис. 6. Внешний вид плавающих водных позвоночных.

А – минога; Б – акула; В – костистые рыбы. Плавники: непарные плавники: 1 – хвостовой, 2 – спинной, 3 – подхвостовой; парные плавники: 4 – грудные, 5 – брюшные

Исходно чешуи развивались как защитные образования, но в ходе эволюции эта роль закономерно замещалась гидродинамической функцией. Эта функция состоит в ламинаризации обтекающего тело движущейся рыбы потока воды, чему способствуют выступающие части чешуи (шипика, ктеноиды, склериты), обводнение и рыхлость эпидермиса, обеспечивающие его демпферную функцию, а также слизь, обильно выделяемая многочисленными одноклеточными железами.

Слизь и чешуи участвуют в ламинаризации пограничного слоя как часть

единого механизма; показано, что виды с малым числом чешуи (или бесчешуйные) плавают медленно, несмотря на обилие слизи.

**Парные конечности.** В отличие от круглоротых у рыб появляются и парные конечности — грудные и брюшные плавники. Несмотря на то, что у многих современных рыб они участвуют в общей локомоции, исходно их появление в большей степени было связано с гидродинамической функцией поддержания плавучести.

Хотя удельная масса тела рыб и близка к таковой воды, все же у большинства видов она более 1 (у акул и скатов — порядка 1,02—1,08). Это означает, что неподвижная рыба неизбежно будет медленно погружаться.

В состоянии активного движения этому процессу противостоит подъемная сила, возникающая при наклонном положении тела (особенно если оно, как у акул, уплощено на брюшной стороне).

Интенсификация гидродинамической функции «рулей глубины» началась в эволюции с образования парных, горизонтально расположенных складок тела, которые у современных рыб превратились в парные плавники (Рис. 7).

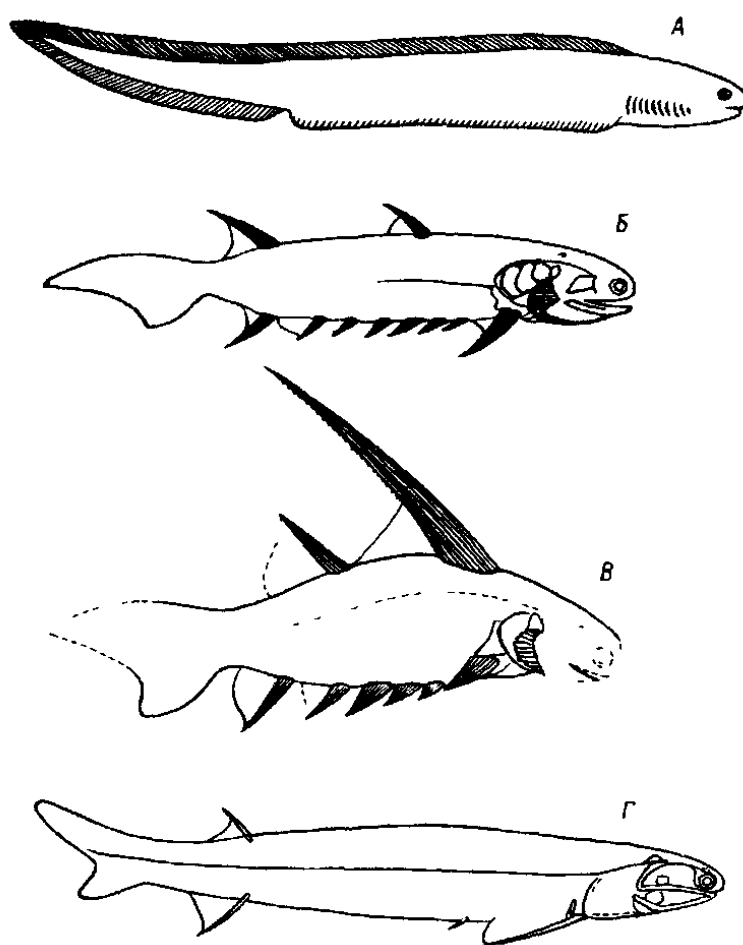


Рис. 7. Происхождение парных плавников.

А – гипотетическая форма с единой плавниковой складкой; Б – *Euthacanthus* (нижний девон),  
В – *Parexus* (нижний девон), Г – *Acanthodes* (пермь)

Их строение наиболее характерно для активно плавающих хрящевых рыб

— акул: они представляют собой горизонтально расположенные кожные лопасти, поддерживаемые системой хрящевых опорных элементов, составляющих скелет парных конечностей (Рис. 8), и снабженные специальной мускулатурой.

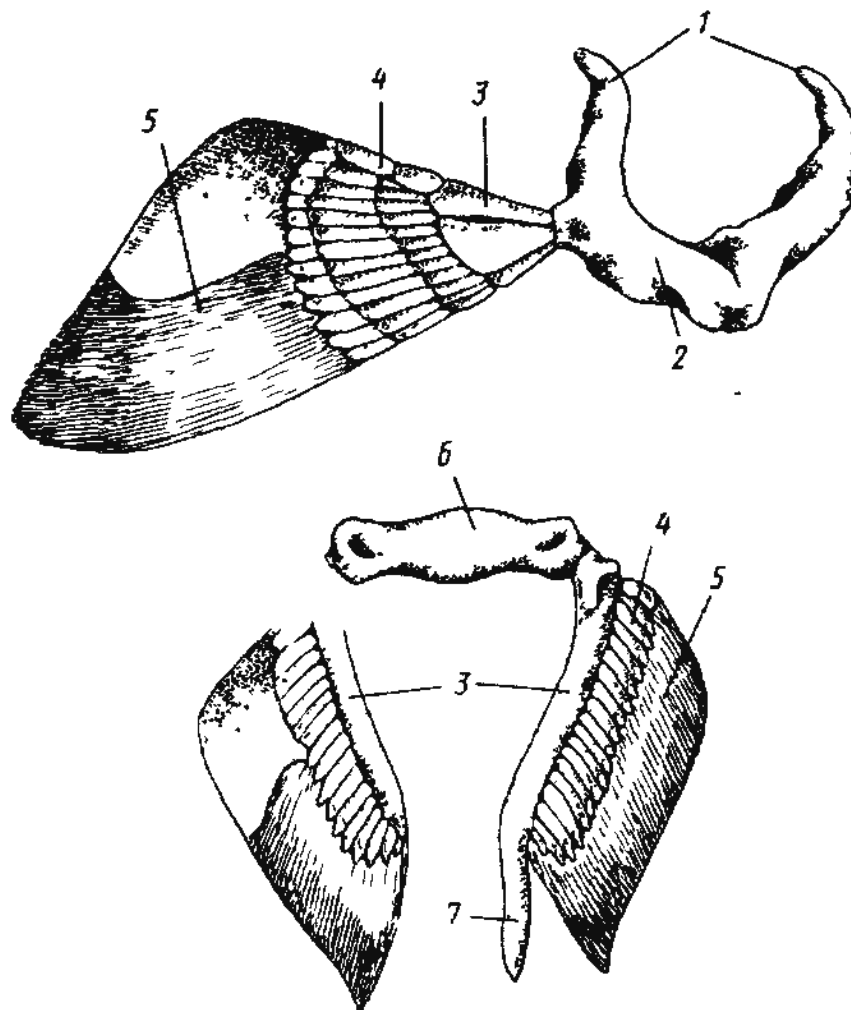


Рис. 8. Скелет парных плавников и их поясов у акулы.

Внизу: слева – самка; справа – самец:

- 1 – лопаточный отдел пояса грудных плавников, 2 – его каракоидный отдел, 3 – базальные хрящи, 4 – радиальные хрящи, 5 – эластиновые нити, 6 – пояс брюшных плавников, 7 – совокупительный вырост базального хряща самца

Сходное строение имеют и парные плавники костных рыб, которым свойственно быстрое плавание. Плавники такого типа при движении способны изменять угол встречи с водной средой и таким образом поддерживать движение по горизонтали или перемещаться вверх или вниз (Рис. 9).

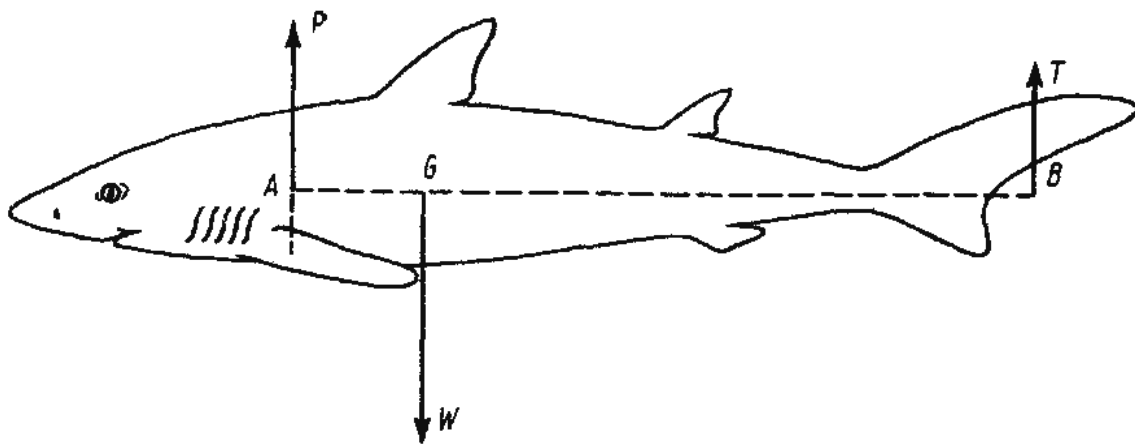


Рис. 9. Схема вертикальных сил, возникающих при поступательном движении рыбы:  
 G – центр тяжести, W – сила тяжести, P – подъемная сила, создаваемая грудными плавниками, T – хвостовым плавником, A-B – главная ось тела рыбы

Это увеличивает маневренность передвижения, что биологически выгодно. Повороты в стороны регулируются движениями хвоста.

Поддержание плавучести у рыб осуществляется и гидростатическим путем. У акул это обеспечивается накоплением в печени и мышцах большого количества жира, что уменьшает удельную массу тела.

Этот способ не маневренный, и функция лабильного регулирования положения тела по отношению к глубине полностью принадлежит парным конечностям (особенно грудным).

У костных рыб появился специальный гидростатический орган — *плавательный пузырь*, формирующийся как вырост передней части кишечника.

Особая часть кровеносных сосудов позволяет активно регулировать степень заполнения плавательного пузыря газом и соответственно менять положение тела по вертикали. Это уменьшает роль парных конечностей как «рулей глубины», что открыло возможность ряду видов использовать их для поступательного движения.

Как правило, у видов, характеризующихся быстрым, но не очень маневренным плаванием, парные плавники работают преимущественно как гидродинамические рули и относительно невелики.

У плавающих с малой скоростью обитателей коралловых рифов, зарослей подводной растительности и т.п. грудные плавники имеют большую поверхность, очень подвижны и обеспечивают маневренность движения.

Брюшные плавники в этом случае играют вспомогательную роль и у многих видов расположены в передней части туловища сразу за грудными, под ними или даже впереди них. У отдельных видов (например, у угрей) брюшные плавники вторично отсутствуют.

Для активной работы парных плавников требуется опора их основания в теле. Эту функцию выполняют *пояса конечностей*: плечевой для грудных плавников и тазовый для брюшных.

У хрящевых рыб плечевой пояс фиксирован в мышцах стенки тела и имеет дугообразную форму. Часть его, расположенная на брюшной стороне, ниже места прикрепления плавника, обозначается как *коракоидный отдел*, а спинная ветвь — как *лопаточный отдел*. Тазовый пояс представлен хрящевой пластинкой, поперечно расположенной в брюшных мышцах.

У костных рыб пояса составлены несколькими костями. В плечевом поясе выделяются лопатка и коракоид, образующиеся на месте соответствующих отделов пояса хрящевых рыб.

Кроме того, формируется несколько костей вторичного происхождения, соединяющих пояс с задним отделом осевого черепа (Рис. 10).

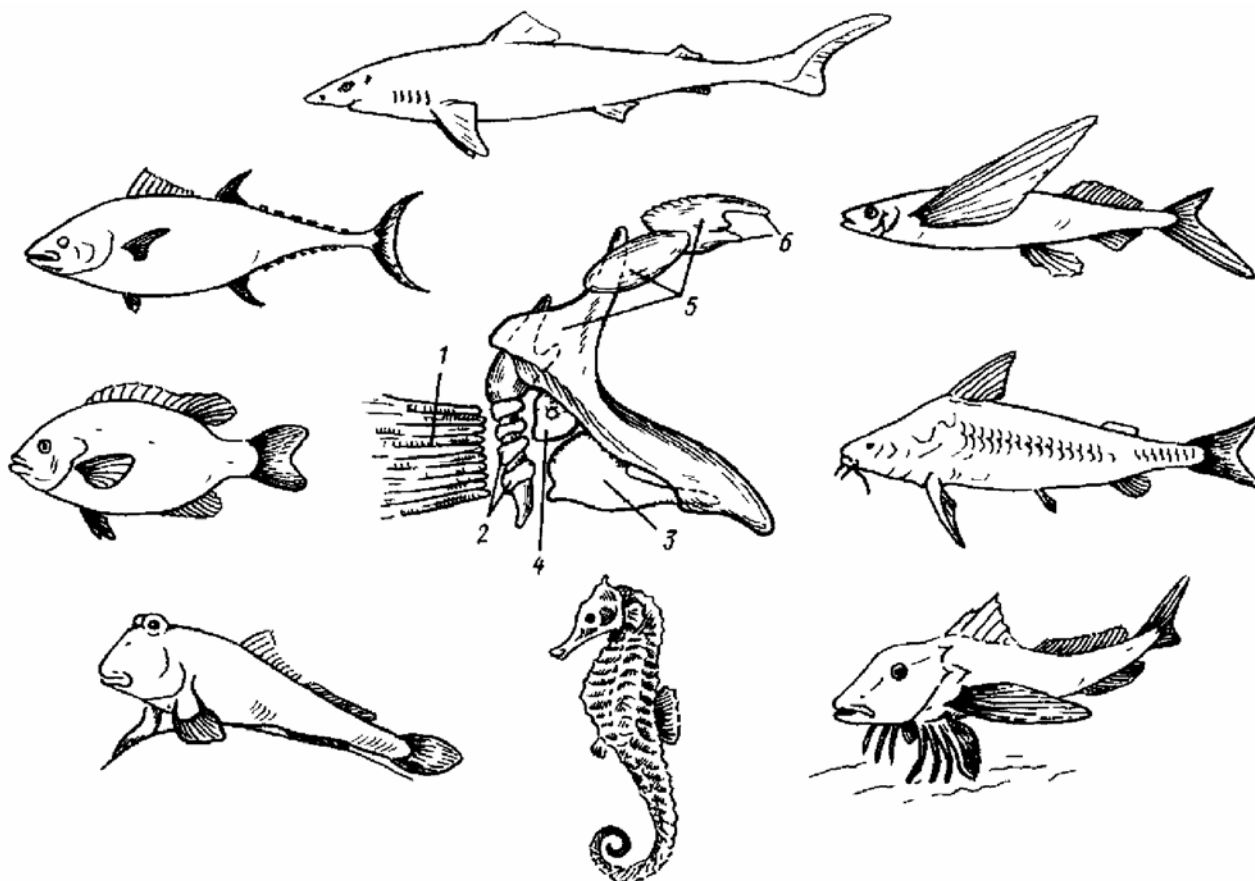


Рис. 10. Скелет пояса грудного плавника костистой рыбы (в центре), многообразие формы парных плавников:

1 – лопасть плавника (лепидотрихии), 2 – радиалии, 3 – коракоид, 4 – лопатка, 5 – вторичные кости пояса грудных плавников, 6 – место прикрепления пояса к осевому черепу

Фиксация пояса на неподвижном черепе усиливает его опорную функцию, что важно при возросшей роли грудных плавников у этих рыб.

Брюшной пояс представлен у них костной пластинкой, фиксированной в брюшной мускулатуре.

## Череп

Череп принято рассматривать, как единое образование, подразделяющееся на осевой и висцеральный отделы. Следует, однако, иметь в виду, что и по выполняемой функции, и по характеру закладки и онтогенетического развития эти два отдела представляют собой совершенно самостоятельные образования, и их объединение во внешне единую структуру — явление вторичное.

У круглоротых и рыб осевой и висцеральный отделы черепа выражены отчетливо и слабо связаны друг с другом.

**Осевой череп.** Черепная коробка (мозговой череп) формируется как продолжение осевого скелета из хрящевых закладок соединительнотканной оболочки переднего конца хорды (*парахордалии*) и самостоятельных очагов образования хряща сбоку (*боковые хрящи*) и впереди от них (*трабекулы*).

Кроме того, хрящевые элементы возникают в стенках капсул развивающихся органов чувств (обонятельная, слуховая). Расположение основных закладок осевого черепа показано ниже (Рис. 11).

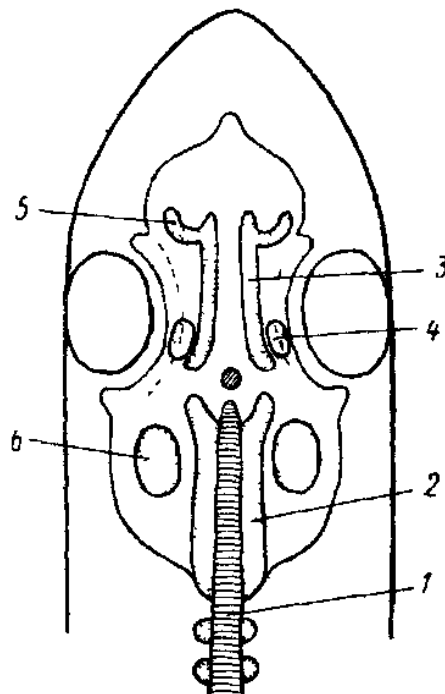


Рис. 11. Формирование хрящевых закладок осевого черепа акулы:

1 – хорда, 2 – парахордалии, 3 – трабекулы, 4 – боковые хрящи, 5 – обонятельные капсулы, 6 – слуховые капсулы

Функция осевого черепа — механическая защита головного мозга и органов чувств. Парахордалии, трабекулы и боковые хрящи формируют дно мозгового черепа и его боковые стенки.

В таком виде он представлен у круглоротых: черепная коробка сверху открыта (затянута соединительнотканной пленкой), капсулы органов обоняния

и слуха существуют самостоятельно, не срастаясь с мозговым черепом.

У хрящевых рыб черепная коробка закрыта со всех сторон (сохраняется лишь маленькая фонтанель в крыше черепа); капсулы органов чувств срастаются с ее стенками. Образуется единый хрящевой череп, в котором можно выделить несколько морфологически и функционально различающихся отделов (Рис. 12).

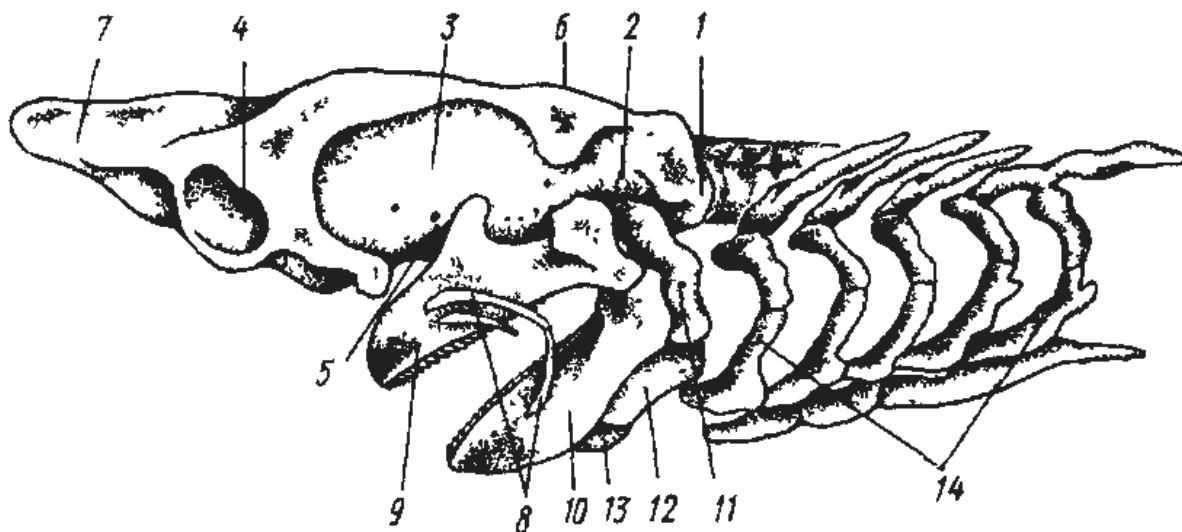


Рис. 12. Череп акулы. Осевой череп:

1 – затылочный отдел, 2 – слуховой отдел, 3 – глазница, 4 – обонятельный отдел, 5 – дно черепа, 6 – крыша черепа, 7 – роstrум, висцеральный череп, 8 – губные хрящи, 9 – небноквадратный хрящ, 10 – Меккелев хрящ, 11 – подвесок, 12 – гиоид, 13 – копула, 14 – жаберные дуги

*Затылочный* отдел прикрывает головной мозг сзади; отверстие в этом отделе служит местом вхождения спинного мозга в полость черепа, где он уже рассматривается как продолговатый мозг (часть головного).

*Слуховой* отдел соответствует вросшим в стенку черепа слуховым капсулам, окружающим внутреннее ухо.

*Глазницы* — впадины боковой стенки черепа, в которых размещаются глаза.

*Обонятельный* отдел находится в передней части черепа и представляет собой парные обонятельные капсулы, выстланные с внутренней поверхности обонятельным эпителием.

Снизу черепную коробку подстилает *дно черепа*, а сверху она закрыта хрящевой *крышей* с небольшим отверстием — фонтанелью.

У костных рыб осевой череп частично или (у костистых) полностью окостеневает (Рис. 13).

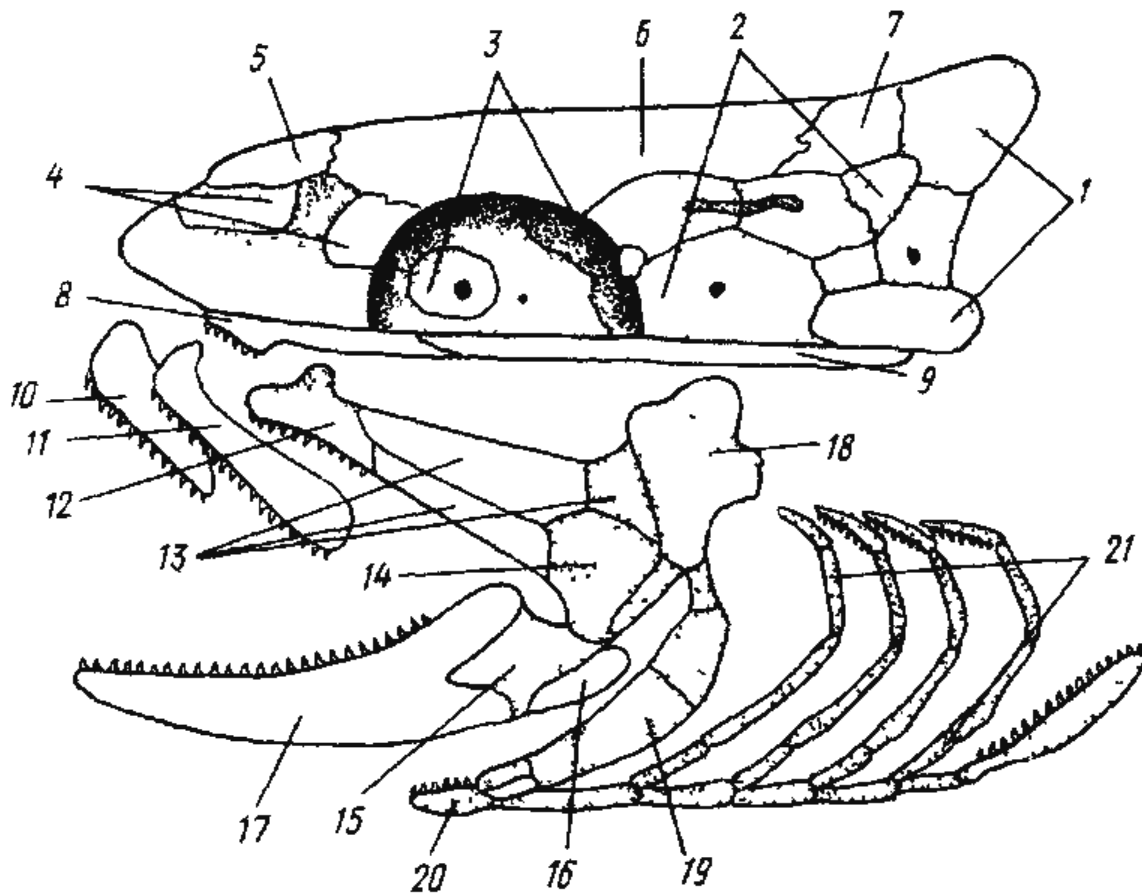


Рис. 13. Череп костистой рыбы (схема).

Осевой череп: 1 – затылочная часть, 2 – ушные, 3 – клиновидные, 4 – обонятельные, 5 – носовые, 6 – лобные, 7 – теменные, 8 – сошник, 9 – парасфеноид, висцеральный череп, 10 – предчелюстные кости, 11 – верхнечелюстные, 12 – небные, 13 – крыловидные, 14 – квадратная, 15 – сочленовая, 16 – угловая, 17 – зубная, 18 – подвесок, 19 – гиоид, 20 – копула, 21 – жаберные дуги

Группы окостенений соответствуют отделам черепа хрящевых рыб: в затылочной области образуются *затылочные* кости, в слуховой — *ушные*, в стенках глазницы — *клиновидные*, в области обонятельных капсул — *обонятельные* кости.

В крыше черепа располагаются парные *носовые, лобные и теменные* кости вторичного происхождения. Дно черепа представлено также вторичными костями: непарными *сошником и парасфеноидом*. Костный череп более легкий и прочен.

**Висцеральный череп.** Висцеральный (или лицевой) череп закладывается в стенках передней части кишечной трубки.

Функция его — опора ротового и жаберного аппарата. Как уже говорилось, жаберные щели у низших хордовых прежде всего выполняли функцию фильтрации, т.е. участвовали в процессе питания.

С появлением жабр как органов дыхания их скелетная опора (жаберные дуги) также участвовала в фильтрующей функции.



Древние круглоротые, вероятно, были микрофагами, питаясь мелкими органическими частицами, взвешенными в воде или входящими в состав отстоя. Рыбы перешли к макрофагии; этот переход сопровождался укреплением скелетной основы жаберного и ротового аппаратов.

Видимо, на этой основе и возникли принципиальные отличия в схеме строения висцерального аппарата между круглоротыми, с одной стороны, и обоими классами рыб (а также всеми наземными позвоночными) — с другой.

Они заключаются в том, что у круглоротых висцеральный аппарат состоит из нерасчлененных элементов, поддерживающих ротовую воронку, язык и стенки глотки в области межжаберных перегородок. Висцеральный череп такого строения несет чисто опорную функцию.

У всех рыб висцеральный аппарат также располагается в межжаберных перегородках, но в каждой из них закладываются парные *висцеральные дуги*, состоящие из нескольких (исходно — четырех) элементов, подвижно сочлененных друг с другом.

Это открывает возможность участия висцерального скелета не только в опорной функции, но и в активных движениях, связанных с захватом пищи (передние висцеральные дуги преобразуются в подвижные челюсти) и дыханием (жаберные дуги).

Эти отличия дают основание для деления всех позвоночных на два раздела: *Бесчелюстные* (Agnatha), к которым относятся нынеживущие круглоротые и два вымерших класса, и *Челюстноротые* (Gnathostomata), включающие всех остальных позвоночных.

Такая неравномерность объясняется тем, что активное участие висцерального аппарата в актах питания и дыхания давало челюстноротым несомненное преимущество в прогрессивной эволюции перед придонными или плавающими микрофагами-фильтраторами с неподвижной ротовой воронкой и малоактивными дыхательными движениями, какими были ныне вымершие классы бесчелюстных.

В эволюционном «соревновании» с более активными челюстноротыми смогли сохраниться лишь формы, использовавшие сосущий тип ротового аппарата для специфического способа питания: круглоротые (миноги и миксины) присасываются предротовой воронкой к телу рыб и, разрушая роговыми «зубами» языка покровы жертвы, поршневыми движениями языка высасывают жидкость тканей и кровь. Миксины при этом глубоко вгрызаются в тело жертвы, перетирая с помощью роговых «зубов» языка все мягкие ткани.

Учитывая указанные принципиальные отличия, рассмотрим строение висцерального скелета круглоротых и рыб. У круглоротых он представлен хрящами, поддерживающими ротовую воронку и язык, а также ажурной хрящевой *жаберной решеткой*, поддерживающей стенки тела в месте расположения жаберных отверстий.

Один из непарных хрящей предротовой воронки (задний верхний хрящ)

прирастает к мозговой коробке; это единственная структура, связывающая висцеральный и осевой отделы черепа.

Челюстноротые, как уже говорилось, имеют висцеральный череп, состоящий из серии висцеральных дуг, расположенных в межжаберных перегородках. Передняя пара их функционирует в качестве подвижных челюстей<sup>1</sup>.

У хрящевых рыб *челюстная дуга* представлена двумя хрящами: *небноквадратным*, играющим роль верхней челюсти, и *меккелевым*, образующим нижнюю челюсть. Челюсти вооружены коническими, загнутыми назад зубами, происходящими от покрывающей тело плакоидной чешуи и состоящими из дентина, одетого снаружи чехликом из прочной эмали.

Следующая висцеральная дуга — *подъязычная* — включает два парных хряща: *подвесок* (*hyomandibulare*) и *гиоид* (*hyoideum*); гиоиды правой и левой подъязычных дуг объединяются непарным хрящом — *копулой*.

Функция подъязычной дуги — подвижное причленение висцерального аппарата к осевому черепу: подвесок своим верхним концом с помощью сустава соединен со слуховым отделом мозговой коробки, а нижним — с обоими элементами челюсти в области челюстного сустава. Такой тип связи висцерального и осевого отделов черепа называется *гиостилией* и характерен для большинства хрящевых рыб.

У некоторых примитивных акул имеется дополнительная связь в виде отростка в передней части небноквадратного хряща, причленяющегося к дну мозгового черепа. Такой тип связи носит название *амфистилии*. У химер (подкласс *Holoscephali*) верхняя челюсть полностью сростается с дном осевого черепа — возникает *аутостилия*.

Подъязычная дуга ограничивает сзади остаток жаберной щели, которая сохраняется у хрящевых рыб в виде *брызгальца*, соединяющего, как и все жаберные щели, полость глотки с внешней средой. У скатов, жаберные щели которых смещены на брюшную сторону, расположенное на спинной стороне брызгальце играет важную роль в дыхании.

Позади подъязычной дуги расположены однотипно устроенные *жаберные дуги*. У большинства хрящевых рыб их пять — соответственно числу жаберных щелей: первая расположена позади подъязычной дуги, вторая — позади 1-й жаберной и т. д. У некоторых акул число жаберных щелей может достигать 6—7.

Каждая жаберная дуга состоит из четырех подвижно сочлененных парных элементов, объединенных снизу непарной копулой. На жаберных дугах, кроме последней, расположены органы дыхания — жабры.

---

<sup>1</sup> Возможно, что исходно это не первая, а третья висцеральная дуга. Эволюция шла по пути сокращения числа жаберных щелей. У акул как остатки двух первых висцеральных дуг рассматриваются парные губные хрящи. Впрочем, такая точка зрения разделяется не всеми исследователями.

У костных рыб сохраняется тот же принцип строения висцерального черепа, но висцеральные дуги составлены не хрящевой, а костной тканью<sup>2</sup>. В челюстной дуге образуется большое число первичных и вторичных костей.

В верхней челюсти первичные кости представлены *задней крыловидной* и *квадратной*, а в нижней — *сочленованной*; квадратная и сочленованная кости образуют челюстной сустав.

Вторичные кости в верхней челюсти представлены *предчелюстной*, *челюстной*, *небной* и двумя *крыловидными*, а в нижней — *большой зубной* костью и *маленькой угловой*. Предчелюстная, челюстная и зубная кости формируют вторичные челюсти, снабженные зубами; кроме того, зубы имеются на небной кости.

Череп костных рыб — типично гиостилический; соединение висцерального черепа с осевым осуществляется с помощью подъязычной дуги. Эта дуга образована первичными костями, соответствующими ее отделам у хрящевых рыб: *гиомандибуляре* (подвесок), *гиоид* и непарная *копула*.

Кроме того, к подвеску прикрепляются кости, образующие жаберную крышку, — новое по сравнению с хрящевыми рыбами образование, обеспечивающее интенсификацию дыхательных движений. Эти кости — вторичные по происхождению.

Жаберные дуги (их у костистых рыб четыре) построены по тому же плану, что и у хрящевых рыб; их элементы составлены первичными костями. Пятая жаберная дуга редуцирована и не несет жабр.

## ***Дыхательная система и газообмен***

Принцип газообмена заключается в диффузии растворенных в жидкости газов по градиенту их концентрации. Как уже говорилось, растворимость кислорода в воде невелика: при 15°C и давлении сухого газа над водной поверхностью в 1 атм. (101,3 кПа) в 1 л воды растворяется около 34 мл Н<sub>2</sub>О. Процесс этот в значительной степени зависит от температуры и солености воды. В среднем количество кислорода, растворенного в воде природных водоемов, колеблется в пределах 5—11 мл/л.

Эволюция, связанная с прогрессивным наращиванием энергетики организма, привела к формированию у водных позвоночных активного типа дыхания с помощью специализированного жаберного аппарата.

Механизм такого дыхания заключается в том, что вода активно проталкивается через жаберный аппарат, омывая при этом поверхность дыхательного эпителия, пронизанного сетью кровеносных капилляров. При

---

<sup>2</sup> Имеются в виду костистые рыбы. У низших групп костных рыб хрящ частично сохраняется, что подчеркивает общую эволюционную тенденцию окостенения скелета

этом вода непрерывно движется в одном направлении, что обеспечивает постоянный контакт жаберного эпителия с водой, максимально насыщенной кислородом. Такой принцип обуславливает высокую эффективность дыхания.

**Дыхательная система круглоротых.** Конкретная морфофизиологическая реализация принципа водного дыхания у круглоротых и рыб различается.

У круглоротых (Рис. 14) в области глотки образуются семь пар энтодермальных жаберных мешков, внутренняя поверхность которых покрыта складками жаберного эпителия.

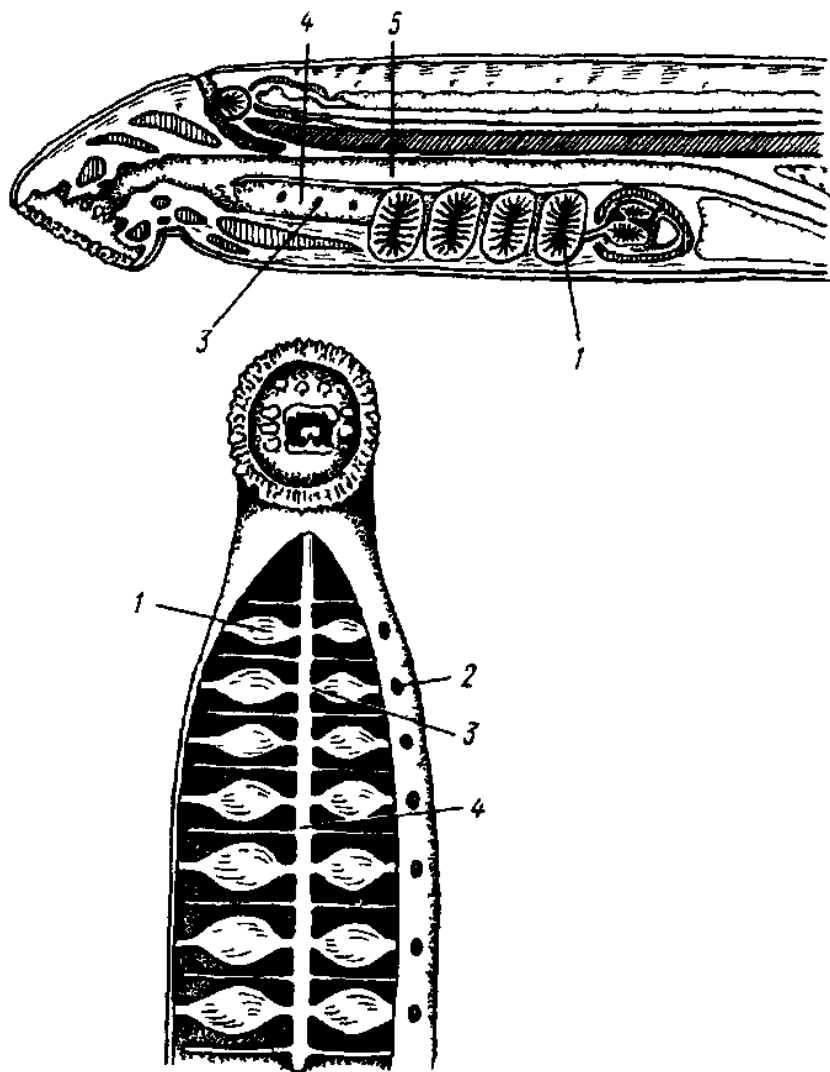


Рис. 14. Дыхательная система миноги:

1 – жаберные мешки, 2 – наружные жаберные отверстия, 3 – внутренние жаберные отверстия, 4 – дыхательная трубка, 5 – пищевод

У миноги жаберные мешки открываются во внешнюю среду *наружными жаберными отверстиями*, *внутренние жаберные отверстия* сообщаются со специализированной частью глотки — *дыхательной трубкой*, представляющей собой слепой вырост, лежащий под пищеводом.

Разделение глотки на дыхательную трубку и пищевод — явление вторичное, рассматриваемое как адаптация к своеобразному образу жизни,

когда минога присосалась к телу жертвы, поток жидкой пищи идет по пищеводу (попаданию ее в дыхательную трубку препятствует особый клапан — парус), а дыхательный поток воды пульсирует между внешней средой и полостью дыхательной трубки.

Когда минога не питается, она в большинстве случаев держится неподвижно, присосавшись ротовой воронкой к какому-либо предмету. При этом в обоих случаях принцип однонаправленного потока воды нарушается. Он реализуется лишь при свободном плавании.

У миксин глотка на пищевод и дыхательную трубку не разделяется. При питании внутренние жаберные отверстия закрываются с помощью специальных сфинктеров и жидкая пища не попадает в жаберные мешки.

Наружные жаберные отверстия открываются в общий канал, соединяющийся с внешней средой отверстием, отнесенным далеко назад. Это открывает возможность поддерживать дыхательный ток воды при погружении переднего конца в тело жертвы.

Относительно небольшая поверхность дыхательного эпителия в сочетании с пульсирующим характером прогона воды через жаберные мешки определяет сравнительно низкий уровень газообмена круглоротых: эффективность извлечения кислорода из воды составляет у них в среднем 10—25%.

**Дыхательная система рыб.** У рыб устройство жаберного аппарата иное. Жабры хрящевых и костных рыб составлены многочисленными жаберными лепестками эктодермального происхождения, прикрепленными к жаберным дугам висцерального скелета.

У хрящевых рыб (Рис. 15) от жаберных дуг отходят межжаберные перегородки, наружные края которых образуют подобие клапанов, прикрывающих расположенную позади жаберную щель.

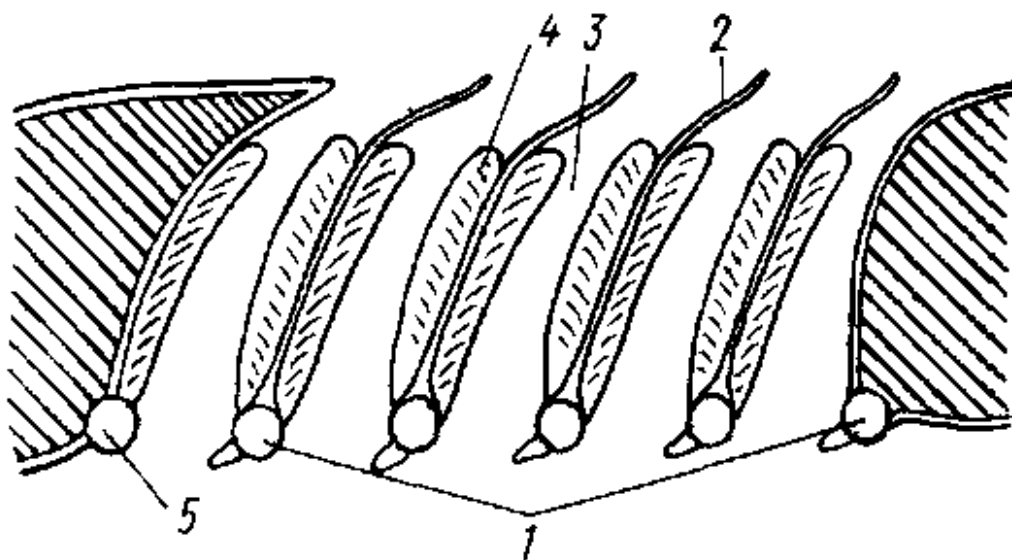


Рис. 15. Схема жаберного аппарата акулы:

1 – жаберные дуги, 2 – межжаберные перегородки, 3 – жаберные щели, 4 – жаберные лепестки, 5 – подъязычная дуга

По обеим сторонам межжаберных перегородок располагаются *жаберные лепестки*. Совокупность жаберных лепестков по одну сторону перегородки образует полужабру. Жаберные дуги (кроме последней, 5) несут по две полужабры, т.е. одну жабру; одна полужабра находится на подъязычной дуге.

Расширение ротовой полости и глотки, создавая пониженное по сравнению с внешней средой давление, способствует засасыванию воды. При этом клапаны межжаберных перегородок внешним давлением прижаты к телу и закрывают жаберные щели.

Активное сжатие ротовой полости и глотки создает здесь повышенное давление, и вода выталкивается через жаберные щели наружу, омывая при этом жаберные лепестки, на поверхности которых и происходит газообмен с протекающей по капиллярам кровью.

У костных рыб появление жаберной крышки способствовало повышению эффективности дыхательных движений: формируется система нагнетательного (ротовая полость) и всасывающего (жаберная полость) насосов, что обеспечивает интенсивное продвижение воды сквозь жабры.

При этом соотношение дыхательных движений ротовой полости и жаберных крышек таково, что вода прокачивается через жабры практически непрерывно: на протяжении почти всего дыхательного цикла давление в ротовой полости выше, чем в жаберной (Рис. 16).

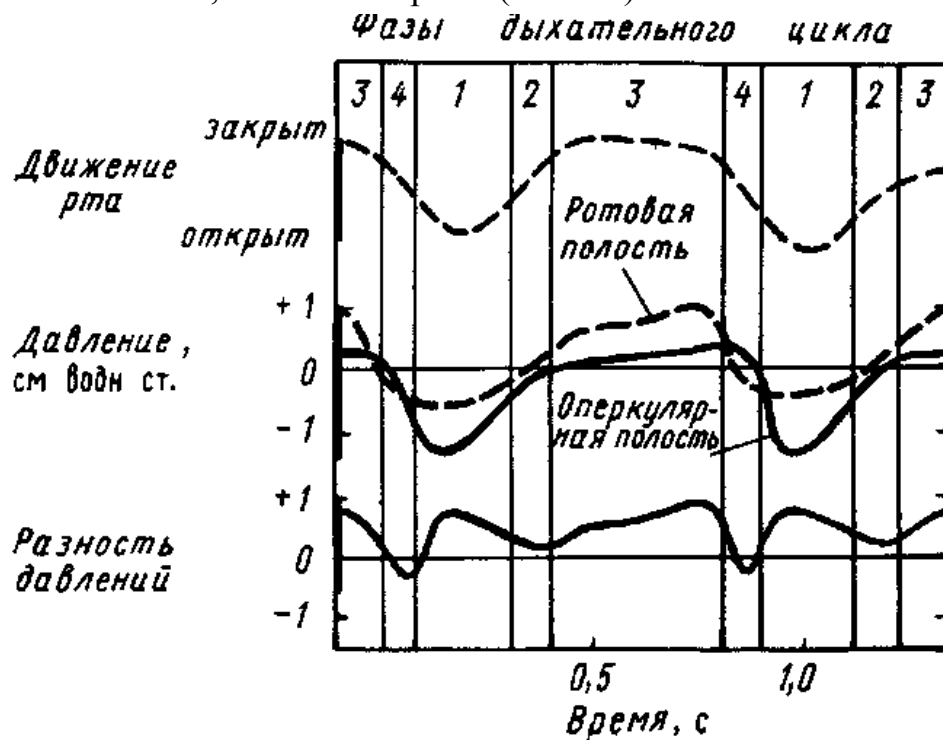


Рис. 16. Изменение давления в ротовой и околожаберной полостях плотвы в течение дыхательного цикла (по Huges, Shelton, 1958)

В отличие от хрящевых, у костных рыб межжаберные перегородки редуцированы или (у костистых) полностью отсутствуют (Рис. 17).

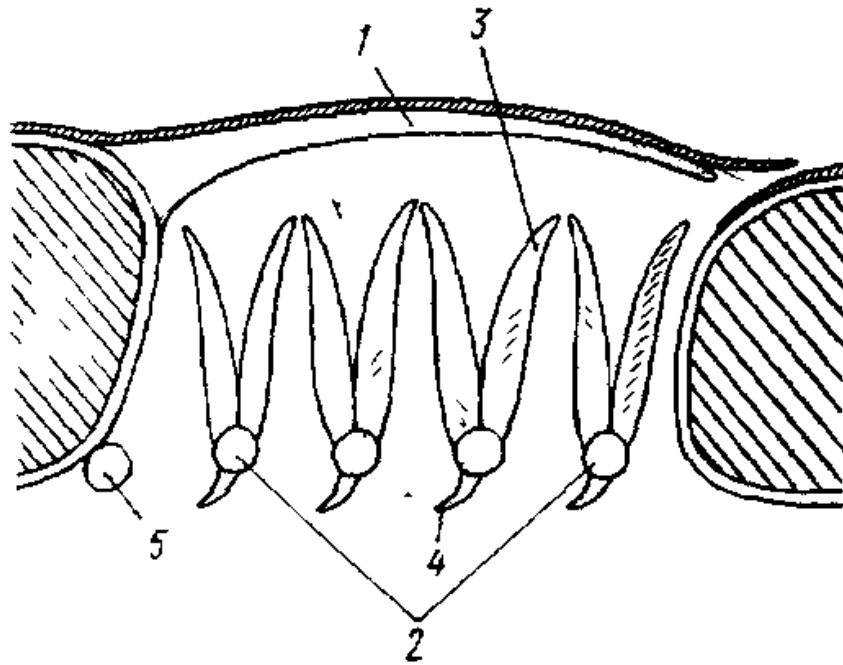


Рис. 17. Схема жаберного аппарата костистой рыбы:

1 – жаберная крышка, 2 – жаберные дуги, 3 – жаберные лепестки, 4 – жаберные тычинки, 5 – подъязычная дуга

Жаберные лепестки у них прикреплены прямо к жаберным дугам (на подъязычной дуге у высших костистых рыб полужабры нет) и свободно свешиваются в жаберную полость, что в известной мере увеличивает экспонируемую дыхательную поверхность (Рис. 18).

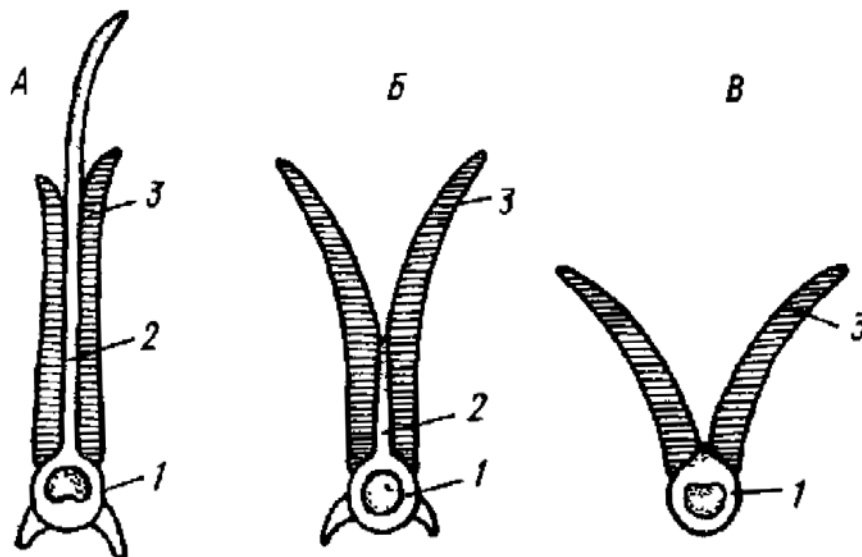


Рис. 18. Схема прикрепления жаберных лепестков у разных групп рыб.

А – хрящевые рыбы; Б – низшие костные (осетровые); В – костистые: 1 – жаберная дуга, 2 – межжаберная перегородка, 3 – жаберные лепестки

Все эти морфологические особенности дыхательного аппарата повышают эффективность активной вентиляции (по сравнению с хрящевыми рыбами).

Поэтому у акул, отличающихся высокими скоростями плавания, при активном движении используется иной, «напорный» тип вентиляции: рыба плавает с открытым ртом, и вода проталкивается через жабры тем интенсивнее, чем выше скорость движения.

Такой же тип вентиляции используется и костистыми рыбами при превышении определенного порога скорости плавания: для многих видов отмечено, что при крейсерских скоростях они используют как активную, так и напорную вентиляцию, а при форсированном движении — только напорную. Это дает значительный (до 30%) энергетический выигрыш, связанный как с повышением эффективности плавания, так и со снижением затрат энергии на дыхание.

Эффективность газообмена рыб определяется не только особенностями общего строения дыхательного аппарата, но и более тонкими морфофизиологическими приспособлениями.

Микроструктура дыхательной поверхности жаберных лепестков представлена множеством вторичных жаберных пластинок, расположенных перпендикулярно плоскости лепестков.

Именно в этих микроскопических пластинках, пронизанных кровеносными капиллярами, и происходит газообмен между водой и кровью. Благодаря этому общая площадь газообменного эпителия сильно увеличивается.

Величина общей дыхательной поверхности хорошо коррелирует с экологическими особенностями различных видов рыб. Так, у быстро плавающей макрели площадь дыхательного эпителия в пять с лишним раз больше, чем у придонной малоподвижной рыбы-удильщика; у камбалы эта величина примерно в полтора раза меньше, чем у трески и щуки.

Подобные адаптации связаны и с кислородным режимом водоемов: у многих видов, обитающих в условиях кислородного дефицита, отмечено удлинение жаберных лепестков и увеличение числа вторичных жаберных пластинок.

Извлечение  $O_2$  из воды усиливается противоположным направлением движения потока воды сквозь жаберные лепестки и тока крови в капиллярах, проходящих по вторичным жаберным пластинкам (Рис. 19).

Такая противоточная система способствует тому, что на протяжении всей длины жаберной пластинки сохраняется градиент концентрации  $O_2$  (и  $CO_2$ ) в крови и воде, благодаря чему процесс диффузий идет непрерывно, и отходящая от жабры кровь имеет почти тот же уровень насыщения  $O_2$ , что и поступающая в жабры вода.

Таким образом, противоточная система обеспечивает наибольшую эффективность утилизации кислорода: некоторые виды костистых рыб способны извлекать до 85% растворенного в воде кислорода. У хрящевых рыб максимальные показатели усвоения  $O_2$  несколько ниже — до 70—77%.



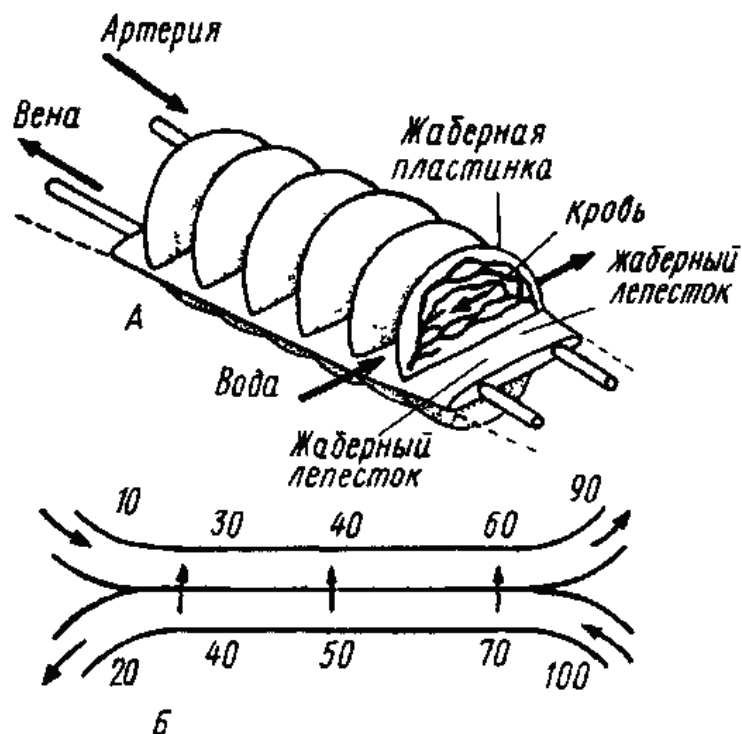


Рис. 19. Схема противотока воды и крови в жабрах костистых рыб.

А – фрагмент жаберного лепестка с жаберными пластинками; Б – принципиальная схема противоточного обменника

Весь комплекс строения дыхательных органов водных позвоночных обеспечивает настолько эффективный газообмен, что в нормальных условиях открывается возможность использовать лишь часть дыхательного аппарата.

Эксперименты показывают, что у костистых рыб при полном насыщении воды кислородом снабжаются кровью лишь около 60% вторичных жаберных пластинок. Аналогичные данные получены и для акул; даже у круглоротых при определенных обстоятельствах активно вентилируются не все жаберные камеры.

Таким образом, на базе эффективного дыхательного аппарата создается возможность форсирования газообмена при повышении функциональной нагрузки или изменении экологических условий.

**Экология газообмена.** Среди экологических условий газообмена на первом месте стоит степень насыщения воды кислородом.

Физиологический ответ на снижение содержания кислорода заключается в компенсаторном увеличении частоты дыхательных движений. В некоторых случаях это сопровождается замедлением сердечного ритма; при этом «борьба за кислород» включает как усиление его поступления в организм, так и снижение уровня обмена, а вместе с тем и потребности в кислороде.

В условиях гипоксии не менее эффективна реакция, связанная с увеличением числа эритроцитов в крови. Показано, что эта реакция более выражена у видов, которые в естественных условиях регулярно сталкиваются с дефицитом кислорода в среде (Таблица 1).

Таблица 1

Содержание эритроцитов в норме и при гипоксии у двух видов бычков (по Starmach, 1970)

Вид	Содержание O <sub>2</sub> в естественных условиях	Количество эритроцитов в 1 мм	
		норма (8,35 мгO <sub>2</sub> /л)	гипоксия (2,68 мг O <sub>2</sub> /л)
<i>Cottus poecilopus</i>	Нормальное	1 930 000	2 250 000
<i>Coitus gobio</i>	Пониженное	1 540 000	3 110 000

У рыб, постоянно обитающих в водоемах с пониженным содержанием кислорода, развиваются стойкие приспособления к гипоксии, выражающиеся в повышении сродства гемоглобина к кислороду, т. е. в способности его связывать кислород при меньших, чем в норме, величинах парциального давления.

У рыб, живущих в стоячих или слабопроточных водоемах с илистым грунтом, т.е. в условиях постоянного или регулярного кислородного дефицита, «зарядное напряжение» кислорода (парциальное давление, при котором 95% гемоглобина связывается с кислородом) существенно ниже, чем у обитателей морей или пресных водоемов, хорошо обеспеченных кислородом. То же относится и к величине «разрядного напряжения», при котором 50% гемоглобина кислород отдает тканям (Таблица 2).

Таблица 2

Зарядное (P<sub>95</sub>) и разрядное (P<sub>50</sub>) напряжения кислорода (кПа) у экологически отличающихся видов рыб (по Строганову, 1962)

Виды рыб	Температура, °С	P <sub>95</sub>	P <sub>50</sub>
Щука	15—17	1,3	0,3—0,4
Карп	15—17	1,3	0,3—0,4
Угорь	15—17	1,3	0,3—0,4
Лещ	16	3,0	0,6
Камбала	16	5,2	1,3
Форель	15—17	9,1	1,5-2,0
Треска	15	13,3	2,4
Скумбрия	20	11,0	3,5

Ряд видов костных рыб в качестве дополнительного источника кислорода может использовать атмосферный воздух. В большинстве это обитатели пресных вод и эстуариев тропической и субтропической зон.

Донные отложения этих водоемов богаты органикой, разложение которой при высокой температуре интенсивно связывает кислород, снижая его содержание в воде. В таких условиях возможность использовать кислород из

воздуха становится важным фактором существования рыб.

Для воздушного дыхания могут служить как жабры (например, южноамериканский *Symbranchus*), так и другие дыхательные поверхности: слизистая ротовой и околожаберной полостей (американские сомики — *Glorias*, рыба-ползун — *Anabas*), кишечник (некоторые вьюны), плавательный пузырь (панцирная щука — *Lepidosteus osseus*, ильная рыба — *Amia clava*), кожа (илистый прыгун — *Periophthalmus*).

В наиболее выраженном виде органы воздушного дыхания представлены легкими, как это свойственно двоякодышащим рыбам и африканскому многоперу — *Polypterus senegals*.

Среди двоякодышащих рыб (Dipnoi) австралийский рогозуб — *Neoceratodus forsten* — не сталкивается с дефицитом кислорода в воде и использует воздушное дыхание лишь при повышенной активности; соответственно эффективность чисто воздушного дыхания у этого вида относительно низка.

Четыре вида африканских *Protopterus* и американский чешуйчатник — *Lepidosiren paradoxa* — обитают в стоячих водоемах, подверженных регулярному пересыханию.

Соответственно эти виды часто испытывают дефицит кислорода в воде, а при пересыхании водоема впадают в «спячку», полностью переходя при этом на воздушное дыхание (очень замедленное в связи с глубоким понижением уровня метаболизма).

Эффективность воздушного дыхания у этих видов весьма высока: при дыхании только легкими насыщение крови кислородом достигает 90%.

## **Кровеносная система**

Выше изложенный материал показывает, что роль кровеносной системы в транспорте кислорода и  $CO_2$  и в осуществлении дыхательной функции очень высока.

Не менее важно значение этой системы в транспорте питательных веществ и продуктов метаболизма, выводимых через почки. Прогрессивная эволюция кровеносной системы — важное условие общего прогресса в филогении позвоночных.

Поэтому общие принципы строения и функций кровеносной системы водных позвоночных сложились на самых ранних этапах их эволюционного развития и характеризуются большим единообразием в пределах всех трех классов этой группы.

**Строение сердца.** У всех позвоночных имеется центральный орган кровообращения — сердце.

Сердце водных позвоночных двухкамерное (Рис. 20) и состоит из

тонкостенного *предсердия* и мускулистого *желудочка*.

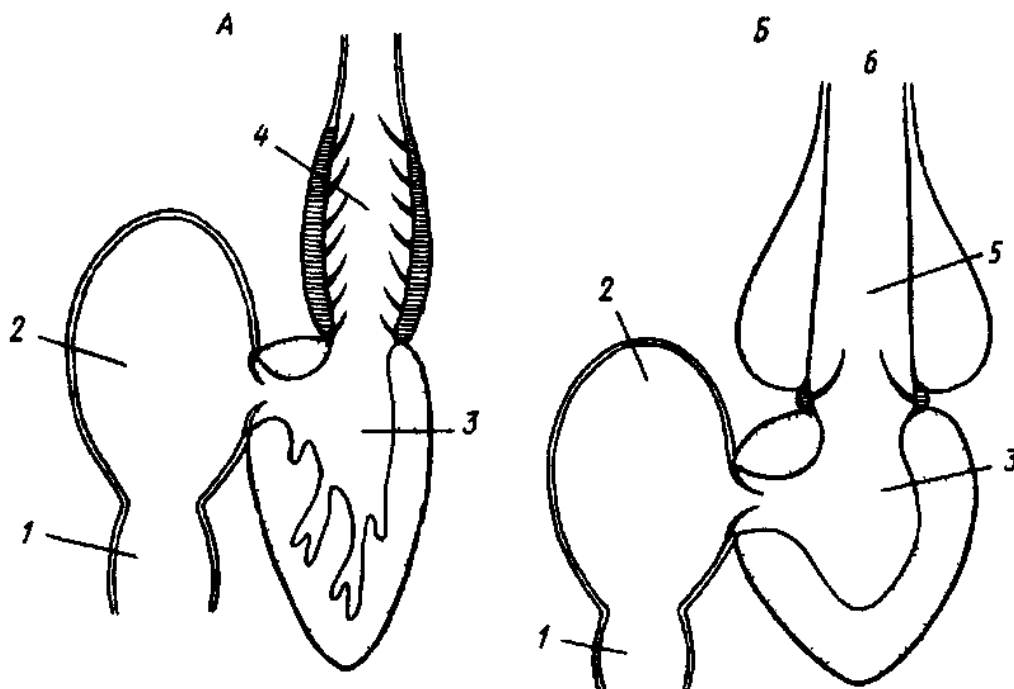


Рис. 20. Строение сердца рыб.

А – хрящевые; Б – костистые: 1 – венозный синус, 2 – предсердие, 3 – желудочек, 4 – артериальный конус, 5 – луковица аорты, 6 – брюшная аорта

К предсердию примыкает *венозный синус*, представляющий собой расширение впадающих в сердце венозных сосудов. Собирающаяся здесь венозная кровь попадает в предсердие, а затем в желудочек.

Между предсердием и желудочком находятся клапаны, препятствующие обратному току крови. У хрящевых и низших костных рыб (кистеперые, двоякодышащие, осетровые и др.) от желудочка отходит *артериальный конус*, внутри которого также имеются клапаны.

По строению мускулистых стенок артериальный конус сходен с желудочком, а по происхождению представляет специализированную часть его. У круглоротых артериального конуса нет, а от желудочка непосредственно отходит *брюшная аорта*, начинающаяся утолщением — *луковицей аорты*.

У высших костных рыб от желудочка отходит также луковица аорты; сравнение разных групп этого класса показывает, что артериальный конус у этих рыб постепенно редуцировался.

**Артериальная система.** Общая схема циркуляции крови по организму в принципе одинакова у разных классов водных позвоночных и отличается лишь деталями строения.

Для всех водных позвоночных характерен единственный круг кровообращения (Рис. 21).

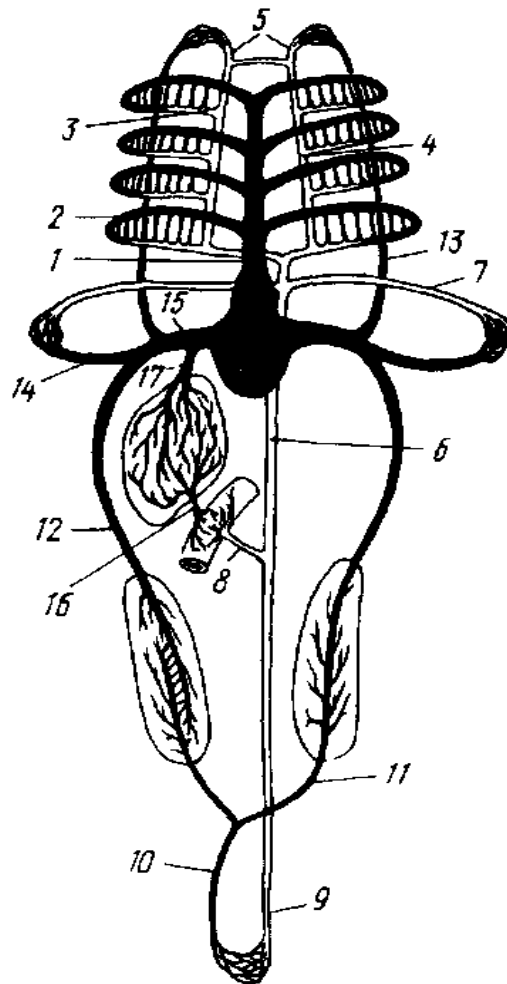


Рис. 21. Схема кровеносной системы костистых рыб.

Заштрихованы сосуды с венозной кровью, белым показаны сосуды с артериальной кровью: 1 – брюшная аорта, 2 – приносящие жаберные артерии, 3 – выносящие жаберные артерии, 4 – корни спинной аорты, 5 – сонные артерии, 6 – спинная аорта, 7 – подключичная аорта, 8 – кишечная артерия, 9 – хвостовая артерия, 10 – хвостовая вена, 11 – воротная вена почек, 12 – задняя кардинальная вена, 13 – передняя кардинальная вена, 14 – подключичная вена, 15 – кювьеров проток, 16 – воротная вена печени, 17 – печеночная вена

В сердце находится венозная кровь. При сокращениях желудочка она поступает в *брюшную аорту*, от которой отходят *приносящие жаберные артерии*, число которых соответствует числу жабр.

В жабрах происходит газообмен; обогащенная кислородом артериальная кровь по *выносящим жаберным артериям* собирается в парные *корни спинной аорты*. Эти сосуды ответвляют *сонные* и *подключичные* артерии, несущие кровь к голове и передней части туловища, а сзади объединяются в непарную *спинную аорту*, направляющуюся к заднему концу тела. От нее по пути отходят сосуды к различным органам и тканям.

**Венозная система.** В тканях мелкие артерии разветвляются на системы капилляров, в которых происходит тканевый обмен газами и другими находящимися в крови веществами.

Образовавшаяся венозная кровь по отдельным венам поступает в

крупные парные сосуды — *кардинальные вены* (передние и задние), которые впадают в парные *кювьеровы протоки*, объединяющиеся в венозный синус.

У рыб при формировании задних кардинальных вен идущая из мускулатуры хвоста *хвостовая вена* делится на две *воротные вены почек*, кровь из которых поступает в систему сосудов, снабжающую почечные канальцы и участвующую в выделительной функции.

После прохождения воротной системы почек мелкие сосуды объединяются в уже названные задние кардинальные вены. У многих костистых рыб воротная система формируется только в левой почке.

Кроме кювьеровых протоков в венозный синус впадает непарная *печеночная вена*. Она образуется путем слияния множества капилляров, на которые распадается собирающая кровь от пищеварительного тракта *воротная вена печени*.

Воротная система печени, образованная этими капиллярами, имеет большое биологическое значение.

В частности, через нее в печень поступают токсичные вещества, образующиеся в процессе пищеварения, в печени они подвергаются химической детоксикации.

Здесь же откладывается избыток углеводов в виде гликогена, который представляет собой важный энергетический ресурс в организме животных.

Оставшиеся в крови питательные вещества при следующем цикле доставляются к отдельным тканям, где включаются в процессы энергетического и пластического метаболизма.

Наиболее заметные отклонения от рассмотренной схемы кровообращения отмечаются у рыб, имеющих органы дополнительного воздушного дыхания. В принципе эти отклонения связаны с формированием «шунтов», по которым кровь из дыхательных органов возвращается в общее русло.

В наиболее выраженном виде это наблюдается у двоякодышащих рыб, у которых сосуды, связанные с легкими, по существу, образуют второй круг кровообращения, как у наземных позвоночных.

**Кровь.** Кровь водных позвоночных содержит форменные элементы: эритроциты, лейкоциты, тромбоциты.

У круглоротых они образуются в складках эпителия жаберных мешков, в почках, а также в лимфоидной ткани, развивающейся вокруг сосудов кишечника; эти участки лимфоидной ткани соответствуют примитивной селезенке, которая у круглоротых морфологически не выражена.

У миксин, по-видимому, прямой гомологии кроветворных очагов лимфоидной ткани с селезенкой челюстноротых нет. Есть орган, представляющий собой расширение впадающих в сердце венозных сосудов. Собирающаяся здесь венозная кровь попадает в предсердие, а затем в желудочек.

## **Пищеварительная система**

Позвоночные, как и все животные, гетеротрофы и постоянно нуждаются в притоке органических веществ извне в виде пищи. Пища необходима для построения и возобновления клеток и тканей, поддержания постоянства их химического состава и для метаболических процессов.

Кроме того, пища является источником энергии, затрачиваемой организмом на различные формы деятельности.

Таким образом, питание — одна из важнейших составляющих общего обмена веществ и энергии организма с окружающей средой. Важная роль этой функции послужила причиной того, что общие принципы строения пищеварительной системы и физиологии питания сложились в эволюции животных очень рано.

В частности, структура и функции ферментных систем, определяющих процессы пищеварения, практически однотипны у всех животных.

Общими оказываются и морфологические принципы строения пищеварительного тракта, в разных отделах которого осуществляются определенные этапы переваривания пищи.

**Глотка.** Устройство ротового аппарата определяет захват пищи и ее продвижение в последующие отделы пищеварительной системы. Строение ротового аппарата водных позвоночных рассмотрено выше.

За ротовой полостью у этих животных следует глотка, в которой совмещаются функции дыхания и проведения пищи: вода поступает сквозь жаберные щели наружу, а пища направляется в пищевод.

Строение глотки, пронизанной жаберными щелями, позвоночные унаследовали от своих предков — фильтраторов. Как известно, у этих животных отделению пищи от тока воды способствует система слизистых каналов (эндостиль и др.).

Круглоротые и рыбы, перешедшие к макрофагии, утратили эту систему. Остатки ее у этих групп существуют в иной функции: на основе эндостилиа возникает эндокринная щитовидная железа, продуцирующая гормон тироксин.

Этот гормон, регулирующий процессы энергетического обмена и некоторые другие, появился в эволюции только с возникновением хордовых животных. Он формируется из белка тиреоглобулина путем последовательного иодирования аминокислоты тирозина. Эта реакция известна уже для эндостилиа оболочников (правда, первые ее стадии — образование моно- и диодтирозина — у них происходят в тунике).

У бесчерепных ткань эндостилиа также продуцирует тироксин ( $T_4$ ) и его предшественник — триодтирозин ( $T_3$ ). У круглоротых эндостиль в измененном виде (так называемый гипобранхиальный мешок) сохраняется только у личинок, и в процессе их метаморфоза клетки его полностью замещаются тиреоидными фолликулами, характерными для ткани щитовидной

железы.

У круглоротых и у некоторых рыб щитовидная железа имеет дисперсный характер, тогда как у ряда рыб она уже хорошо выражена морфологически.

Функция разделения воды и пищи у водных позвоночных решается на иной, нежели у низших хордовых, основе.

У круглоротых ток жидкой пищи и воды разделяется благодаря дифференциации глотки на пищевод и дыхательную трубку (миноги) или путем перекрытия внутренних жаберных отверстий во время питания (миксины).

У рыб выносу пищевых частиц наружу препятствует система расположенных на жаберных дугах выростов — *жаберных тычинок* (Рис. 22).

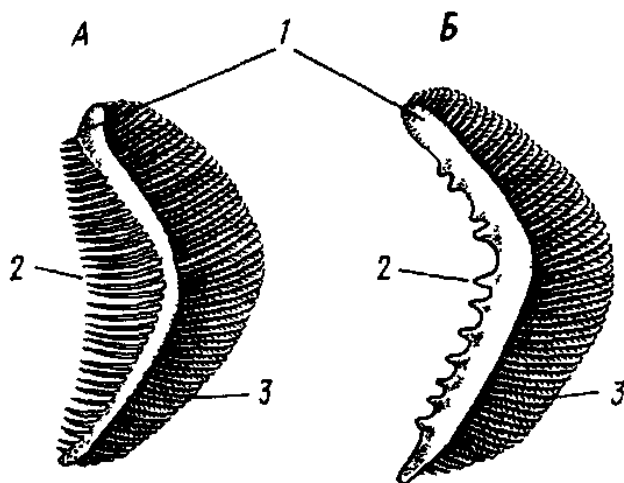


Рис. 22. Жаберные тычинки костистых рыб.

А – планктоидная рыба; Б – хищная: 1 – жаберные дуги, 2 – жаберные тычинки, 3 – жаберные лепестки

Длина и форма жаберных тычинок соответствуют составу пищи: у планктоноядных форм очень многочисленные и длинные тычинки образуют густой цедильный аппарат; у видов, питающихся более крупной добычей, они короткие и толстые, а подчас и совсем не развиты: «решетку», задерживающую пищу, образуют сами жаберные дуги.

Интересный пример экологического варьирования цедильного аппарата демонстрирует гигантская акула — *Cetorfunus maximus*: летом она питается планктоном и имеет густой цедильный аппарат из тонких и длинных тычинок; зимой, когда этот вид переходит на питание более крупными бентическими организмами, жаберные тычинки отпадают.

**Кишечный тракт.** За глоткой следует пищевод — растяжимая трубка, по которой пища перемещается в желудок. Этот отдел кишечника имеет лишь транспортную функцию; пищеварительных процессов здесь не происходит.

Эволюция пищеварительной системы, связанная с повышением эффективности переваривания и усвоения пищи, морфологически выражается в степени дифференцирования пищеварительного тракта на морфофункциональные отделы и в возрастании общей длины кишечника, что косвенно соответствует увеличению поверхности железистого эпителия и



всасывающей части кишечника.

У круглоротых идущая от пищевода кишка не дифференцирована на отделы и не образует изгибов. Некоторое расширение ее внутренней поверхности достигается с помощью продольной складки кишечного эпителия, идущей вдоль спинной стороны кишки.

Уже у круглоротых появляется довольно крупная печень, лежащая непосредственно позади сердца. В печени имеется желчный пузырь, проток которого открывается в передней части кишки. Кишка проходит по верхнему краю печени, а затем опускается на брюшную сторону и тянется назад, открываясь наружу анальным отверстием.

В обоих классах рыб кишечник дифференцируется на отделы (Рис. 23).

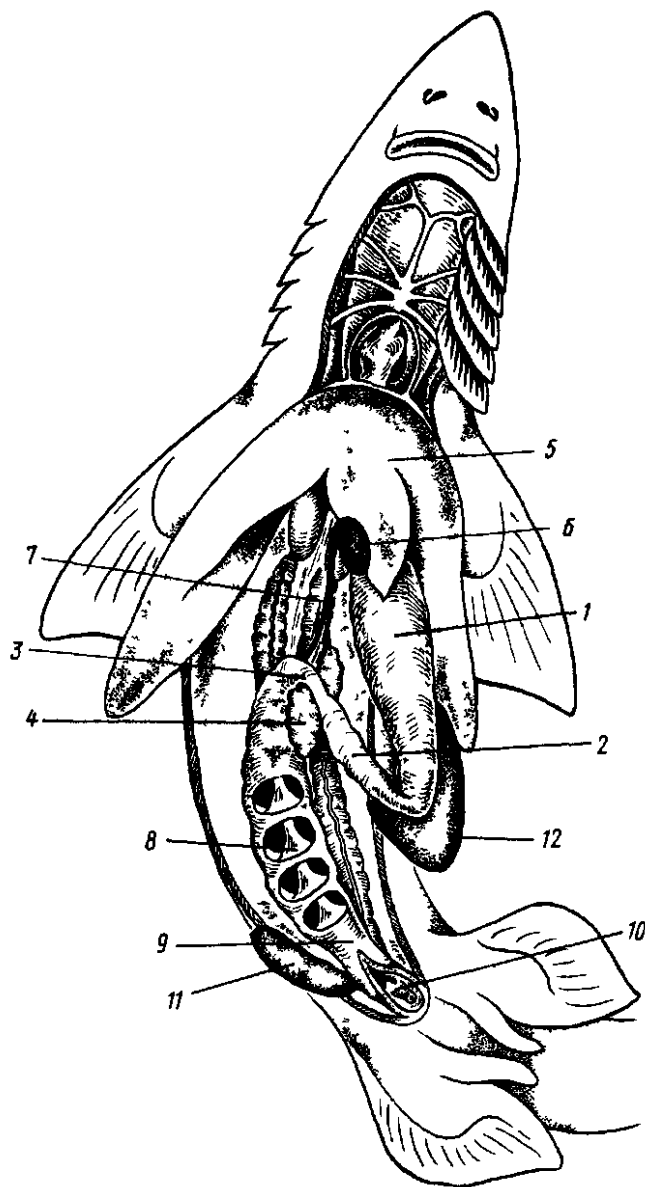


Рис. 23. Пищеварительная система акулы:

1 – кардиальная часть желудка, 2 – циклорическая часть желудка, 3 – тонкая кишка, 4 – поджелудочная железа, 5 – печень, 6 – желчный пузырь, 7 – желчный проток. 8 – толстая кишка, в вырезе виден спиральный клапан, 9 – прямая кишка, 10 – клоака, 11 – ректальная железа (орган солевого обмена), 12 - селезенка

Переваривание пищи начинается в желудке: в его стенках расположены железы, продуцирующие пищеварительные ферменты и соляную кислоту (ферменты желудка активны в кислой среде).

У хрящевых рыб желудок U-образно изогнут; начальная, более крупная, часть его называется кардиальной, а часть, следующая за изгибом,— пилорической. Позади этой части находится очень короткая тонкая кишка, в просвет которой открываются протоки *поджелудочной железы*, а также желчный проток, идущий из крупной трехлопастной печени.

В тонком кишечнике продолжается переваривание пищи с участием ферментов, вырабатываемых в стенках кишки и в поджелудочной железе

Морфологически выраженная поджелудочная железа появляется лишь у хрящевых рыб. Это сложная железа, работающая и как экзокринная (продукция пищеварительных ферментов), и как эндокринная (продукция инсулина, глюкагона и некоторых других гормонов).

Инсулин и глюкагон — гормоны-антагонисты, регулирующие уровень сахара в крови: инсулин способствует резервированию углеводов в виде гликогена, а глюкагон — мобилизации глюкозы путем распада гликогена в печени. Эндокринная функция железы связана с особыми клетками «островков Лангерганса».

У круглоротых ткань поджелудочной железы разбросана островками вдоль кишечника и внешне не выражена, хотя функциональная ее роль проявляется как в пищеварении, так и в продукции гормонов (прежде всего инсулина).

Разжиженная пищевая масса из тонкой кишки попадает в *толстую*, где заканчиваются процессы пищеварения и происходит всасывание питательных веществ и воды.

Толстая кишка хрящевых рыб имеет своеобразное строение: ее внутренние стенки образуют спиральный клапан, существенно увеличивающий поверхность контакта кишечного эпителия и пищевой массы. Этим компенсируется небольшая длина кишечника.

Кроме того, спиральный клапан увеличивает время прохождения пищи через кишечник и таким образом — эффективность усвоения пищи. Толстый кишечник переходит в короткую *прямую кишку*, вырост которой у хрящевых рыб образует ректальную железу — орган солевого обмена.

Прямая кишка впадает в клоаку — расширенный задний отдел кишечной трубки, в который открываются анальное отверстие и отверстия мочевых и половых протоков.

Сходно подразделение пищеварительной системы на отделы у костных рыб. Желудок у некоторых «мирных» костистых рыб может и не выделяться морфологически, но выражен функционально.

Позади желудка, на границе с тонкой кишкой, у многих видов имеется несколько замкнутых выростов — *пилорические придатки*. Здесь тоже

происходит переваривание белков, а также, по-видимому, и всасывание.

Тонкий кишечник длинный, образует петли, благодаря которым увеличивается его общая поверхность. Первая петля тонкой кишки формирует *двенадцатиперстную кишку*, в которую впадают протоки поджелудочной железы и желчные протоки, поэтому функционально этот отдел отличается от остальной части тонкой кишки.

Толстый кишечник у костистых рыб морфологически почти не выделяется, но у низших костных рыб, как и у акул, имеется спиральный клапан. Клоаки у костных рыб (кроме двоякодышащих) нет, и кишечник открывается анальным отверстием прямо наружу.

Подразделение кишечного тракта на пищевод, желудок, тонкий кишечник (с двенадцатиперстной кишкой в его начале), толстую и прямую кишки сохраняется у всех позвоночных животных, варьируя лишь в деталях строения,

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

Обитание в водной среде определило важнейшие принципы водно-солевого обмена круглоротых и рыб. Разница в концентрации веществ, растворенных в окружающей воде и в жидкостях тела, создает осмотический поток воды через проницаемые покровы.

Предки позвоночных эволюционировали в морской среде, что наложило свой отпечаток на химический состав тканей (качественный состав ионов, их концентрация).

Эти свойства унаследованы и позвоночными. Но эта группа исходно, по крайней мере с кембрия, развивалась как пресноводная. В их организме концентрация жидкостей внутренней среды, хотя обычно несколько ниже, чем у морских животных, все же выше, чем в окружающей среде. Благодаря этому вода осмотическим путем непрерывно проникает внутрь организма.

Как приспособление к ограничению осмотического обводнения у многих древних круглоротых и рыб формировались мощные костные панцири; у ряда современных рыб эта же цель достигается развитием различного рода чешуи. Но полная изоляция организма от осмотического проникновения воды невозможна, поскольку по меньшей мере эпителий органов дыхания и слизистой кишечника неизбежно контактирует с водой. Отсюда возникает важная функция постоянного выведения избытка воды.

У всех животных эта функция связана с органами выделения; в этом отношении позвоночные не составляют исключения. Специфические для этих животных органы выделения — почки — эволюционно с самого начала формировались не только на основе выделительной функции, но и как орган осморегуляции, тем более что продукты белкового обмена — аммиак и мочевины — растворимы в воде и могут легко выделяться внепочечным путем, через жабры.

Принцип функционирования почек как органов водно-солевого обмена заключается в том, что поток выводимой из организма воды создается не мерцанием ресничек или жгутиков (как у низших хордовых и ряда беспозвоночных), а фильтрацией ее из кровяного русла силой кровяного давления.

В индивидуальном развитии первичноводных позвоночных сменяются два типа строения почек. Вначале закладывается так называемая головная почка (*pronephros*). Она состоит из большого числа канальцев, каждый из которых открывается в полость тела воронкой, снабженной ресничками.

Внешне эти канальцы (*нефроны*) похожи на метанефридии кольчатых червей или бесчерепных, но лишены соленоцитов и расположены не метамерно, а собраны в единый компактный орган и открываются в общий выводной проток.

В стенках брюшной полости вблизи воронок (*нефростомов*) образуются сплетения кровеносных капилляров, из которых вода и растворенные в плазме вещества фильтруются из крови в полость тела, а отсюда движениями ресничек выводятся через воронку и канальцы нефронов наружу. Внутренние стенки канальцев выстланы железистым эпителием и выполняют экскреторную функцию.

Головная почка (или предпочка) функционирует только как зародышевый орган<sup>3</sup>. У взрослых форм развивается новая серия нефронов, расположенных позади предпочки и составляющих туловищную почку (*mesonephros*). У круглоротых (миног) вдоль всей такой почки проходит *гломерус*— плотное сплетение кровеносных капилляров, из которых фильтруется жидкая часть плазмы.

Фильтрат попадает в канальцы туловищной почки, откуда поступает в общий мочеточник.

У миксин почка представлена серией сегментальных округлых телец, каждое из которых снабжается отдельным сосудом, образующим сплетение капилляров.

У рыб строение туловищной почки отличается тем, что в начальной части каждого нефрона, вблизи воронки, стенки канальца образуют выпячивание (*боуменова капсула*), внутри которого расположен клубочек кровеносных капилляров; это образование называется *мальпигиевым тельцем* (Рис. 24).

---

<sup>3</sup> Есть предположение, что предпочка сохраняется как дефинитивный орган у миксин.

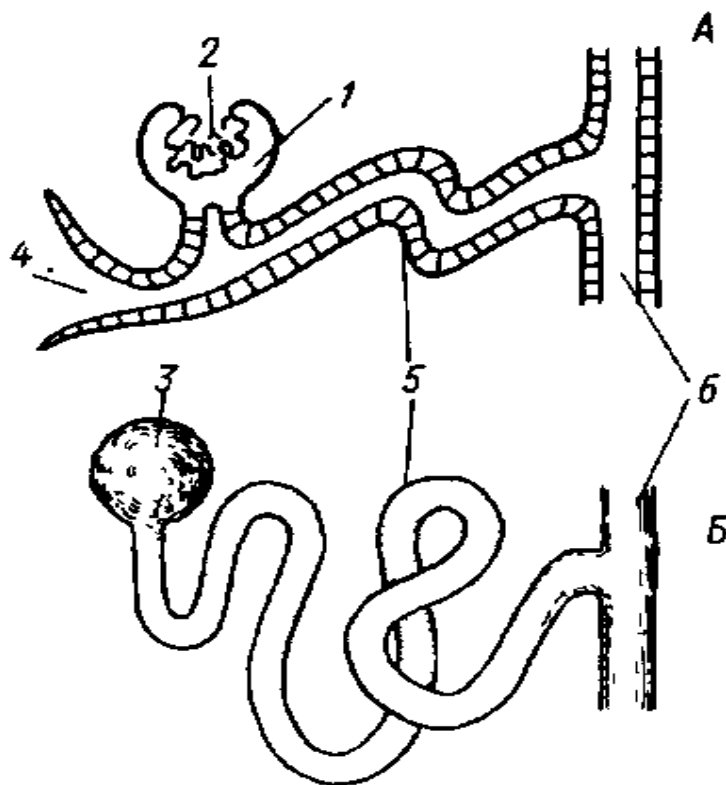


Рис. 24. Схема строения нефронов туловищной почки (по Строганову, 1962).

А – с нефростомом; Б – без нефростома: 1 – боуменова капсула, 2 – клубочек, 3 – мальпигиево тельце, 4 – нефростом, 5 – каналец нефронов, 6 – собирательная трубка

Часть таких нефронов прямо заканчивается мальпигиевым тельцем, утратив связь с полостью тела через воронки. Канальцы нефронов туловищной почки более длинные, извилистые, оплетенные сетью кровеносных капилляров; некоторые их участки приобрели функцию всасывания.

В клубочке силой кровяного давления жидкая часть плазмы крови фильтруется из капилляров в просвет боуменовой капсулы, откуда попадает в каналец нефрона в виде первичной мочи. В ее состав входит не только вода, но и растворенные в ней вещества, частицы которых могут проникнуть сквозь стенки капилляра: ионы солей, молекулы сахаров, мочевины и др.

Практически лишь белки и некоторые другие вещества с крупной молекулой не входят в состав первичной мочи.

Процесс образования первичной мочи обозначается как *ультрафильтрация* и представляет собой важнейшую функцию почки.

Клубочковая фильтрация обеспечивает интенсивное выведение воды из организма: пресноводные круглоротые и рыбы ежедневно выделяют более 300 мл/кг очень слабо концентрированной мочи. Таким путем поддерживается осмотическое постоянство внутренней среды организма.

Извитые канальцы нефрона оплетены сетью кровеносных капилляров, ответвляющихся от почечной артерии и воротной вены, почек (Рис. 25).

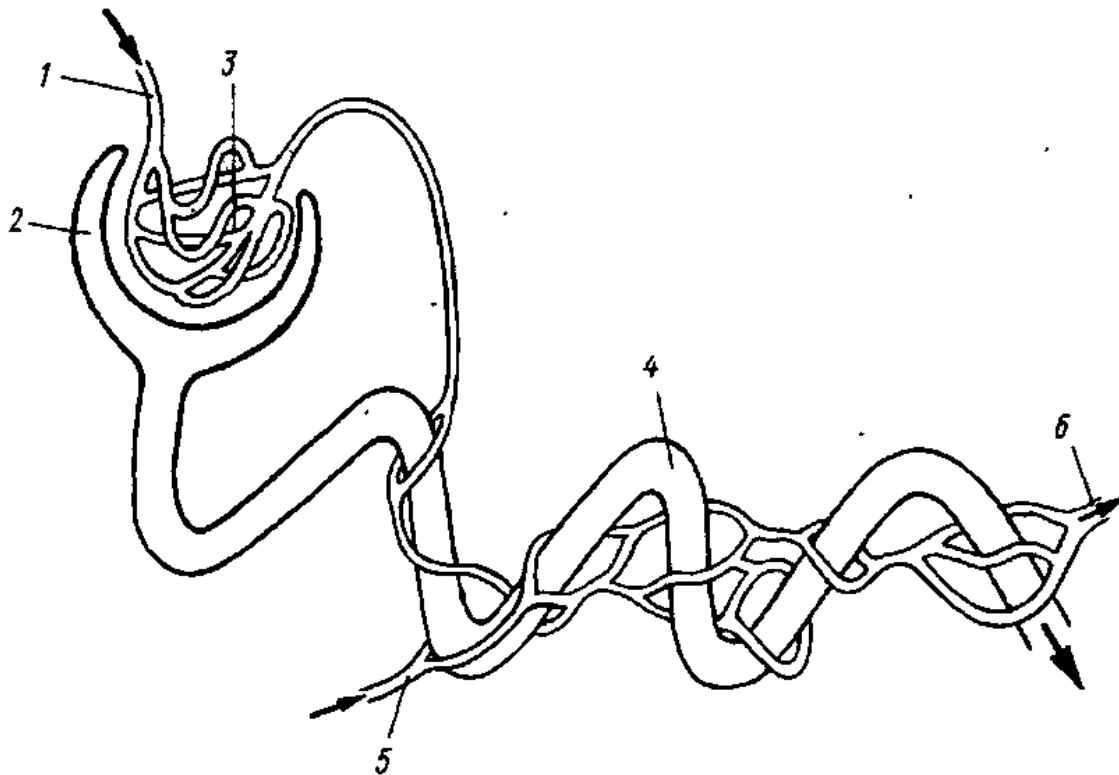


Рис. 25. Кровоснабжение нефрона туловищной почки:

1 – сосуд от почечной артерии, 2 – боуменова капсула, 3 – клубочек, 4 – извитой каналец, 5 – сосуд от воротной вены почек, 6 – сосуд к почечной вене

Через стенки канальцев осуществляется обратное всасывание солей, Сахаров и ряда других веществ в кровяное русло. Обратное всасывание (*реабсорбция*) — вторая важная функция клубочковой почки.

Третья ее функция — *секреторная* — заключается в том, что особые клетки в стенках нефрона извлекают из крови вещества, подлежащие выделению, и секретируют их в просвет канальца.

Функция почки в солевом обмене дополняется другими механизмами. Поскольку организм непрерывно теряет соли в состав мочи (главным образом двухвалентные ионы) и экскрементов, а также в результате диффузии через кожу и жабры, необходимо их постоянное возобновление. Соли поступают в организм с пищей.

Кроме того, важную роль в солевом обмене играют специальные клетки жаберного эпителия — так называемые солевые или хлоридные. У пресноводных рыб эти клетки способны к активной абсорбции солей (главным образом одновалентных ионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$ ) из окружающей воды.

В целом принцип осморегуляции пресноводных рыб сводится к следующему (Рис. 26): вода поступает в организм осмотическим путем через жабры и слизистую кишечника; избыток ее выводится через почки. Активного питья воды не происходит. Соли поступают с пищей и через жабры.

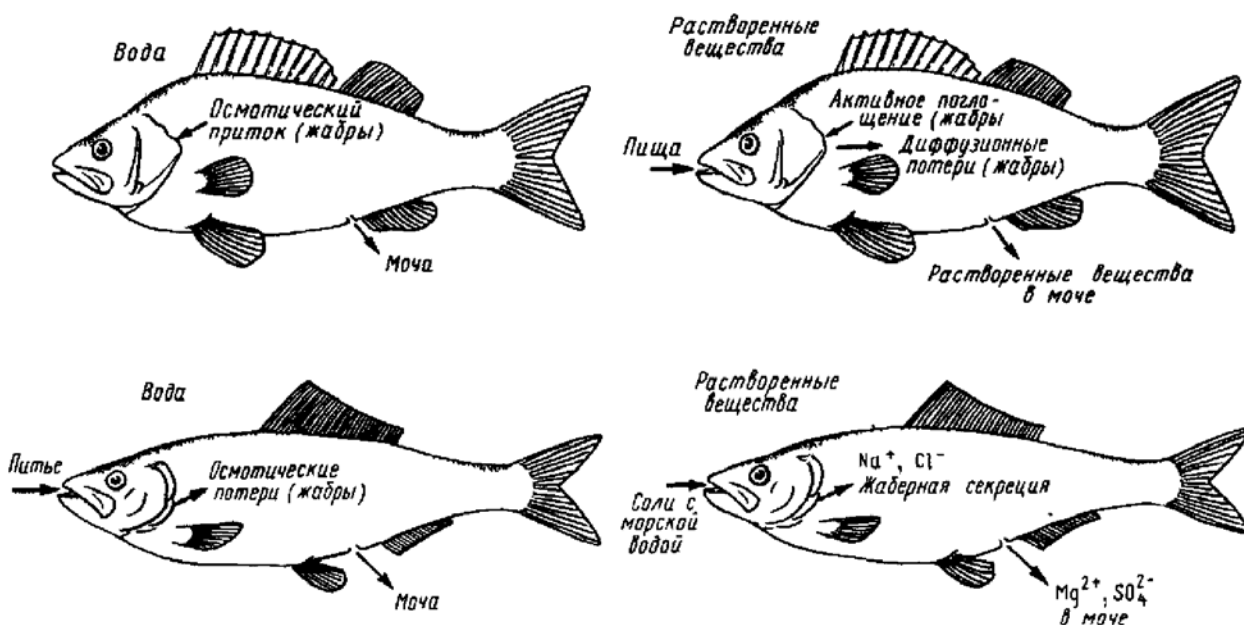


Рис. 26. Схема вводно-солевого обмена костистых рыб (по Шмидт-Нильсону, 1982).  
Верху – пресноводные рыбы; внизу – морские рыбы

Потеря их идет с мочой, экскрементами и частично путем диффузии через кожу. Фильтрационно-реабсорбционная функция почек, а также абсорбционная активность жаберного эпителия зависят от соотношения осмотических давлений воды и жидкостей тела.

Это позволяет пресноводным рыбам осваивать водоемы с некоторой степенью осолонения, что расширяет экологические возможности отдельных видов.

**Осморегуляция в морской среде.** Обширная морская трансгрессия, имевшая место в конце силура (около 380 млн. лет назад), открыла возможность вторичного освоения рыбами морской среды.

Морская миграция хрящевых рыб произошла еще в силуре, а у костных — несколько позднее: в начале — середине девона. Приспособление к обитанию в гипертонической морской среде у всех рыб шло на основе сложившейся у пресноводных предков клубочковой почки, но конкретные механизмы осморегуляции у хрящевых и высших костных (костистых) рыб существенно отличаются.

Осмотическое давление внутренней среды костистых рыб ниже, чем в морской воде. Поэтому в море организм этих животных постоянно теряет воду осмотическим путем (главным образом через жабры). В этих условиях активная фильтрация воды через почки теряет адаптивный смысл.

Исследования показывают, что у морских костистых рыб значительная часть клубочков отключена и в фильтрации не участвует. У многих видов уменьшены размеры клубочков, а нередко и их число, вплоть до полной утраты.

Впрочем, рыбы с бесклубочковой (агломерулярной) почкой составляют

исключение; такая почка свойственна, в частности, рыбам семейства Syngnathidae, а также встречается у некоторых антарктических видов.

Снижение числа функционирующих клубочков и их размеров зарегистрировано и в экспериментах с перенесением пресноводных рыб в морскую воду. При этом общий объем почечной фильтрации сильно снижается: например, у форели от 142,6 до 20,1 нл/мин.

Однако снижение уровня фильтрации лишь замедляет потери воды, но не снимает их. Водные потери компенсируются путем питья: морские костистые рыбы пьют много воды, получая при этом избыточное количество солей. Вода в значительной мере (до 80%) абсорбируется в кишечнике, а соли выходят из организма с фекалиями.

Большое количество солей выводится и с мочой, что связано с существенными перестройками в функции почек. В частности, кардинально меняется реабсорбционная функция нефронов: ионы солей не абсорбируются, а вода из состава первичной мочи претерпевает обратное всасывание и возвращается в кровяное русло.

## ***Половая система и размножение***

Все водные позвоночные (как и вообще все позвоночные) раздельнополы. Половые железы образуются из мезодермальных закладок в брюшной части сомита. У круглоротых и рыб эти железы длинные, тянутся вдоль спинной части брюшной полости.

Пути выведения половых продуктов в различной степени совмещаются с выводными протоками выделительной системы.

У круглоротых эта связь наиболее проста: собственно половых протоков не образуется вообще, половые клетки через разрыв стенки гонады попадают в полость тела, откуда через отверстие, называемое *половой порой*, проникают в мочеполовой синус — расширение, образующееся при слиянии мочеточников. Далее через общее мочеполовое отверстие половые продукты выводятся наружу.

У рыб образование половых протоков тесно связано с онтогенетическим развитием почек (Рис. 27).

При формировании туловищной почки пронефрический проток расщепляется на два канала. Один из них — *мюллеров канал* — открывается в полость тела воронкой (*воронка яйцевода*), соответствующей воронке нефростома головной почки<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Такое типичное происхождение мюллеровых каналов свойственно хрящевым рыбам; у ряда других позвоночных они могут возникать как новообразования. Мюллеровы каналы служат яйцеводами.



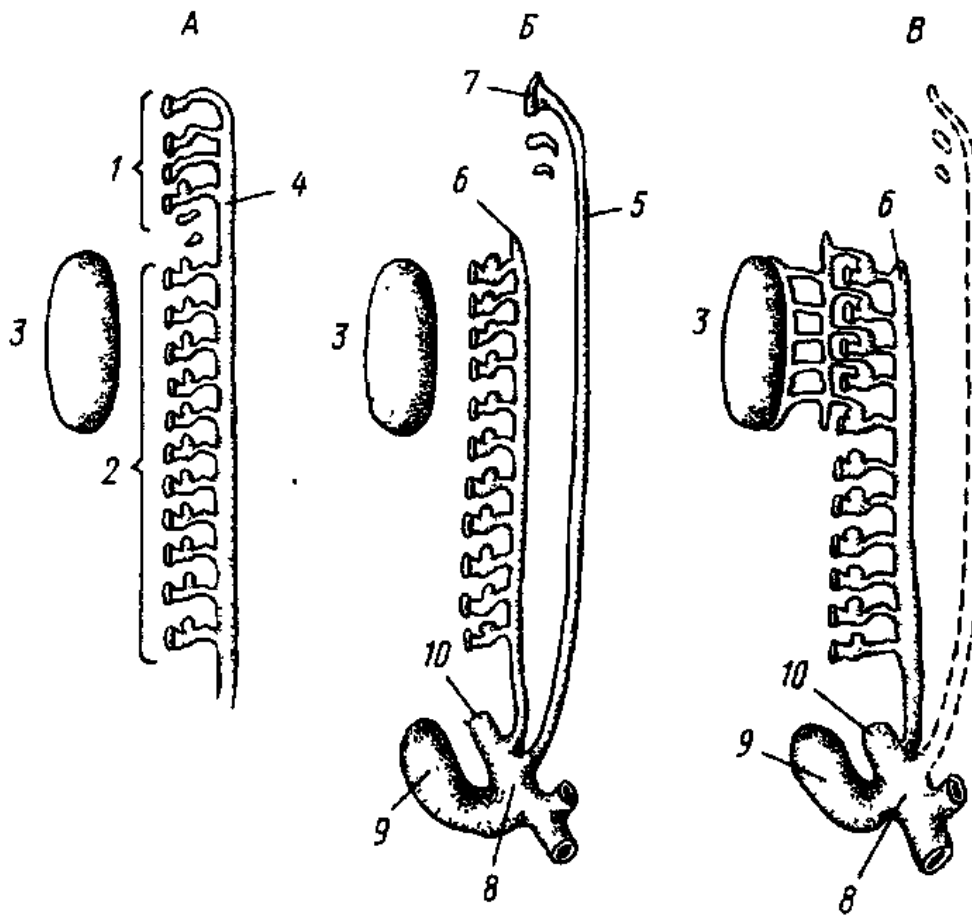


Рис. 27. Схема взаимосвязи выделительной и половой систем у водных позвоночных.

А – зародышевое состояние; Б – взрослая самка; В – взрослый самец: 1 – предпочка, 2 – туловищная почка. 3 – гонада, 4 – канал предпочки, 5 – мюллеров канал, 6 – вольфов канал, 7 – воронка яйцевода, 8 – клоака, 9 – мочевого пузырь, 10 – прямая кишка

Второй проток — *вольфов канал* — принимает в себя каналы нефронов туловищной почки и функционирует как мочеточник. Но так обстоит дело только у самок; у самцов передние каналы нефронов связываются с семявыносящими каналами семенника и функционируют как его придатки.

Отсюда сперматозоиды попадают в вольфов канал и по нему достигают клоаки (у хрящевых рыб) или прямо выводятся наружу (у костистых рыб).

Таким образом, у самцов вольфов канал функционирует и как мочеточник, и как семяпровод; мюллеров канал у самцов редуцируется.

Конкретное строение мочеполовой системы различных групп может существенно отличаться от этой схемы. Так, у самцов хрящевых рыб вольфов канал выполняет лишь функцию семяпровода, а мочеточники представляют собой морфологически самостоятельные протоки, обособляющиеся от его нижней части.

Вольфовы каналы и мочеточники объединяются лишь в своей конечной части, образуя *мочеполовой сосочек*, непарным отверстием открывающийся в клоаку (Рис. 28).

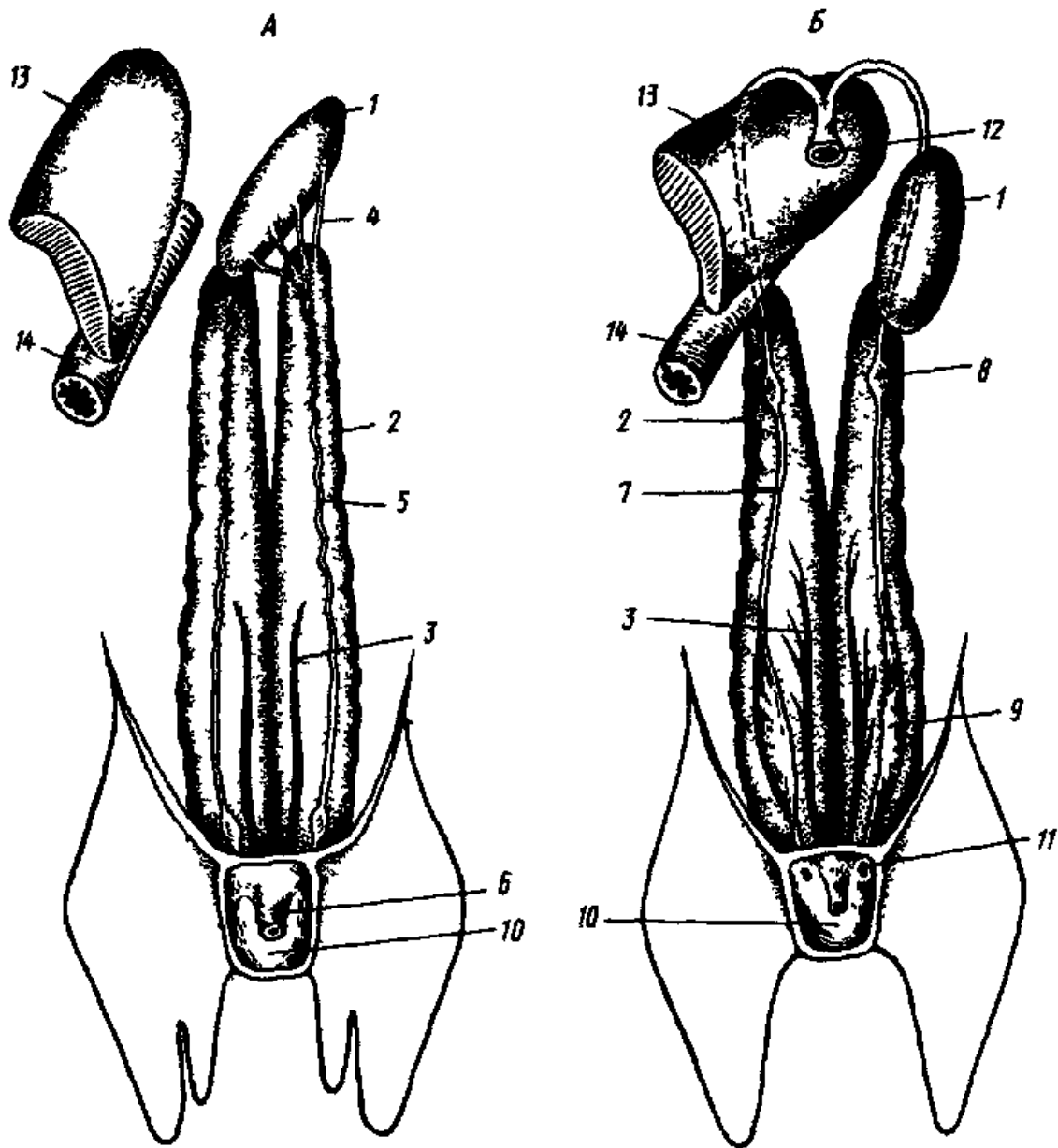


Рис. 28. Мочеполовая система хрящевых рыб.

А – самец; Б – самка: 1 – гонада, 2 – почка, 3 – мочеточник, 4 – семявыносящие каналы, 5 – семяпровод, 6 – мочеполовой сосочек, 7 – яйцевод, 8 – скорлуповая железа, 9 – «матка», 10 – клоака, 11 – отверстие яйцеводов, 12 – общая воронка яйцеводов, 13 – печень, 14 – пищевод

Мюллеровы каналы у самцов хрящевых рыб редуцируются не полностью: их нижние отделы формируют *семенные мешки*, отверстия которых тоже открываются в мочеполовой сосочек.

У самок вольфовы каналы функционируют как мочеточники; в конечной части они объединяются и открываются в клоаку непарным мочевым сосочком. Яйцеводы (мюллеровы каналы) в верхней части сливаются, образуя воронку.

В верхней половине яйцеводов образуется скорлуповая железа, а в нижней — большое расширение («матка»), которое особенно развито у живородящих видов.

У большинства костистых рыб самки имеют удлинённые мешкообразные

яичники с полостью внутри. Созревшие яйца выпадают в эту полость и через проток, представляющий собой вытянутую часть оболочки яичника, выводятся через специальное отверстие, которое открывается либо в мочеполовой синус, либо прямо наружу. Мюллеровы каналы у них редуцированы.

У самцов вольфовы каналы функционируют только как мочеточники, а семяпроводы представляют собой новообразования, не связанные с почечными протоками; они также открываются или в мочеполовой синус, или самостоятельно (Рис. 29).

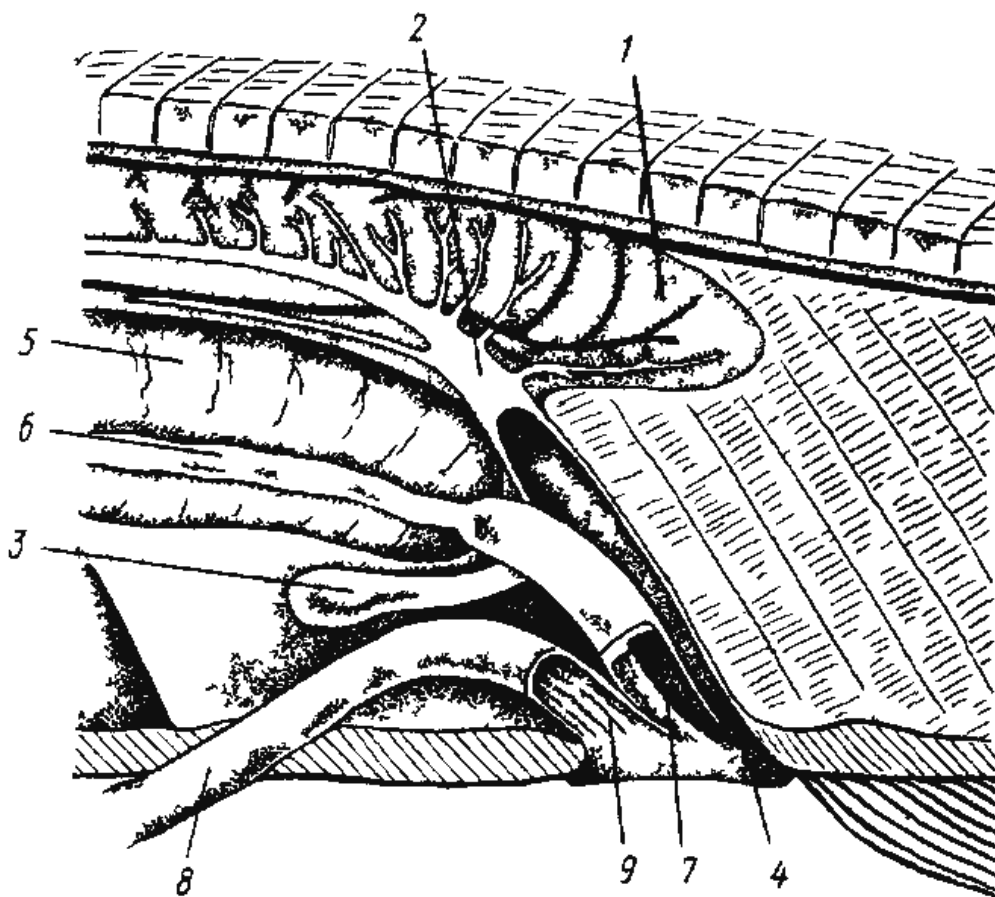


Рис. 29. Мочеполовая система самца щуки (по Гуртовскому и др., 1976):

1 – почка, 2 – мочеточник, 3 – мочевого пузырь, 4 – наружное половое отверстие. 5 – семенник, 6 – семяпровод, 7 – наружное половое отверстие, 8 – кишечник, 9 – анальное отверстие

В ряде случаев наблюдаются отклонения и от этой схемы, особенно у низших костных рыб (Рис. 30).

Все они представляют собой вторичные отклонения от рассмотренного выше типичного соотношения выводных каналов половой системы и мезонефрических протоков, закладывающегося в ходе эмбрионального развития.

У всех водных позвоночных, кроме хрящевых и немногих костистых рыб, оплодотворение наружное и яйца (икра) развиваются в водной среде. Развитие, за редкими исключениями, включает стадию личинки.

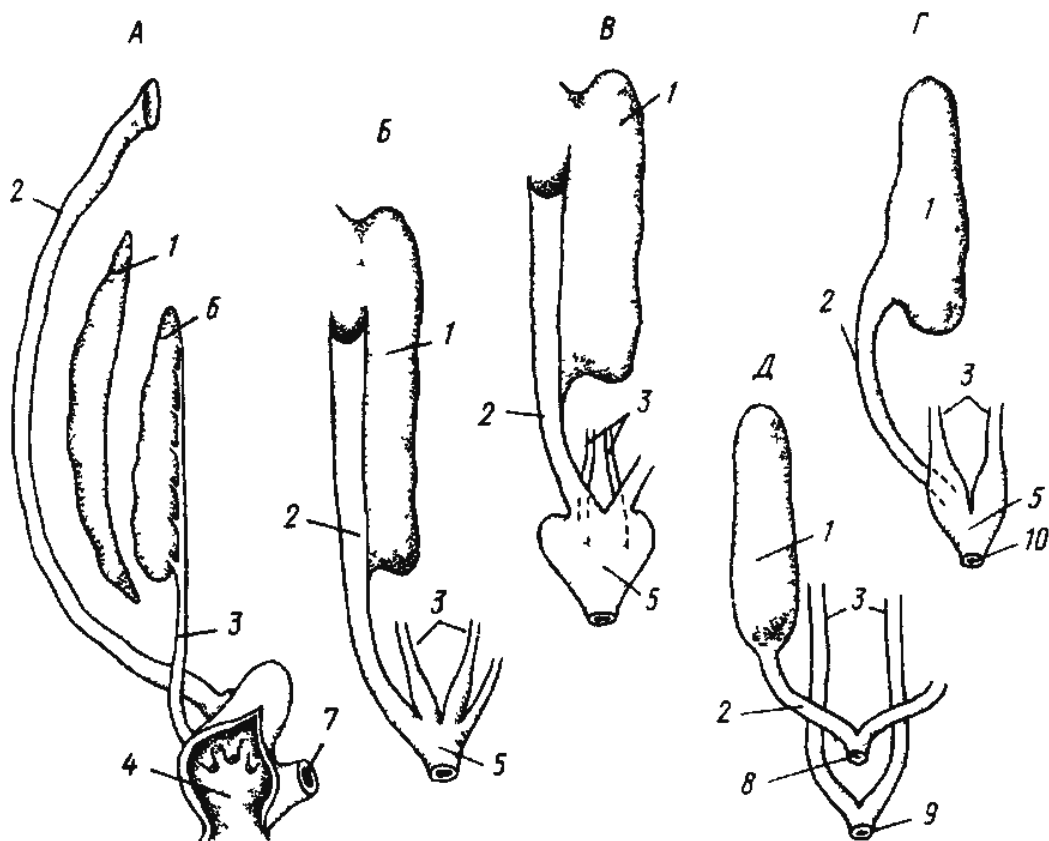


Рис. 30. Различные типы строения мочеполовой системы самок костных рыб.

А – двоякодышащая рыба, Б – многопер, В-Г – костные ганоиды, Д – костистые рыбы. 1 – яичник, 2 – яйцевод, 3 – мочеточник, 4 – клоака, 5 – мочеполовой синус, 6 – почка, 7 – прямая кишка, 8 – половое отверстие, 9 – мочевое отверстие, 10 – мочеполовое отверстие

У многих видов хрящевых рыб яйца задерживаются в «матке». Питание эмбриона вначале идет за счет запасов желтка, а позднее остатки желточного мешка врастают в стенки «матки», где образуется особая сеть кровеносных сосудов, напоминающая плаценту млекопитающих, через которую осуществляется обмен веществ зародыша с организмом матери «Живорождение», встречающееся у некоторых костистых рыб, не имеет столь тесной связи с организмом самки, и такие случаи правильнее называть яйцеживорождением.

У яйцеживородящих видов икринки задерживаются в расширенных участках яйцеводов, которые используются лишь как «вместилища», и развиваются там самостоятельно. К яйцеживородящим формам относится и кистеперая рыба латимерия: в яйцеводах экземпляра из Американского музея естественной истории обнаружены развитые плоды, свободно лежащие в полости «матки». Ранее считали, что она откладывает крупные яйца во внешней среде.

Биологическое значение разных форм живорождения заключается в уменьшении масштабов гибели икры и молоди. Этот же эффект достигается и свойственным многим видам поведением, связанным с заботой о потомстве, — от откладки икры в укрытых местах до сложных форм активной защиты икры и

молоди.

Во всех случаях забота о потомстве открывает возможность воспроизведения вида с меньшими затратами пластических веществ и энергии, что биологически выгодно.

## **Рекомендуемая литература по теме**

### **Основная:**

1. Константинов В.М., Наумов С.П., Шаталова С.П. Зоология позвоночных: Учебник для вузов. / Сер.: Высшее профессиональное образование. -М.: Академия, 2007. - 464с. Изд. 5-е, стереотип.
2. Константинов В.М., Шаталова С.П., Бабенко В. Лабораторный практикум по зоологии позвоночных: для студентов вузов. / Сер.: Высшее профессиональное образование. -М.: Академия, 2004. -272с. Изд. 2-е, испр.
4. Карташев Н.Н., Соколов В.Е., Шилов И.А. Практикум по зоологии позвоночных: Учебное пособие для вузов. -М.: Аспект-Пресс, 2004. - 383с. Изд. 3-е, испр., доп.
6. Дерим-Оглу Е.Н., Леонов Е.А. Учебно-полевая практика по зоологии позвоночных: Учебное пособие для вузов. –М.: Просвещение, 1979. - 192с.

### **Дополнительная:**

7. Адольф Г.А., Бутьев В.Г. и др. «Руководство к лабораторным занятиям по зоологии позвоночных» - М: Просвещение, 1977 - 189с.
8. Гуртовой Н. Н., Матвеев Б.С., Дзержинский Ф.Н. Практическая зоология позвоночных (низшие хордовые, бесчелюстные, рыбы) - М: Высшая школа, 1976 - 348с.

## **Вопросы для самоконтроля**

1. *Расскажите о зарождении водных позвоночных?*
2. *Расскажите об характерных особенностях в строении водных позвоночных?*
3. *В чем заключаются особые функции плакоидной чешуи костистых рыб?*
4. *Расскажите об особенностях локомоции и плавников хрящевых рыб?*
5. *Расскажите об основных жизнеобеспечивающих системах круглоротых рыб?*
6. *В чем заключается экология газообменного процесса у рыб?*
7. *Расскажите о пищеварительной системе и вводно-солевом обмене водных позвоночных?*

# ЛАБОРАТОРНЫЕ (ПРАКТИЧЕСКИЕ) ЗАНЯТИЯ

Порядок выполнения лабораторных работ следующий:

- I. Изучите систематическое положение объекта.
- II. Прочитайте внимательно методические указания по данной теме, материал учебника и приступайте к изучению объекта.
- III. Рассмотрите все системы органов.
- IV. Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисуночным подписям.
- V. При изучении кровеносной системы укажите стрелками направление движения крови. Артериальную кровь *закрасьте красным цветом*.
- VI. Раскрашивайте определенные системы органов всегда одним цветом:
  - 1) органы дыхания - *фиолетовым*;
  - 2) пищеварительную систему - *коричневым*;
  - 3) выделительную систему - *зеленым*;
  - 4) органы размножения - *желтым*;
  - 5) нервную систему - *оранжевым*;
  - 6) мускулатуру - *розовым*.

## ТЕМА I. СТРОЕНИЕ МИНОГИ

Проставьте на рисунке нумерацию соответствующую подписям, сделанным ниже:



Рис. 31 Внешний вид миноги:

- ротовая воронка;
- глаз;
- ноздря;
- наружные отверстия - жаберных мешков;
- спинные плавники;
- хвостовой плавник;
- анальное отверстие;
- мочеполовой сосочек;

Проставьте на рисунке нумерацию соответствующую подписям, сделанным ниже:

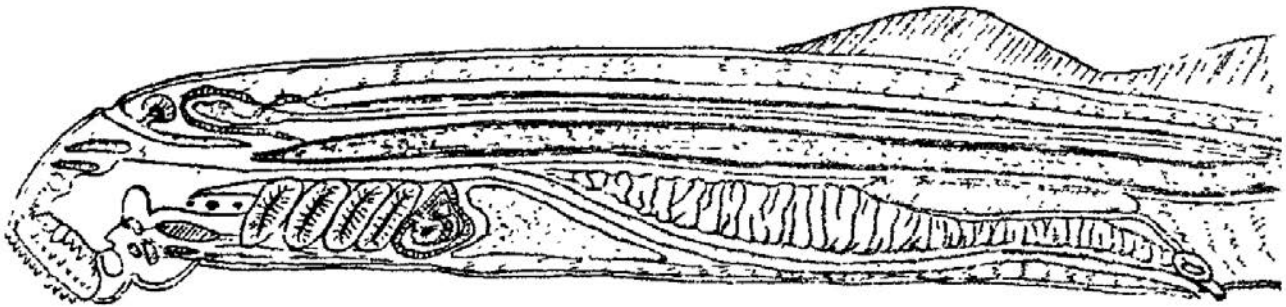


Рис. 32 Общее расположение внутренних органов миноги:

- хорда;
- спинной мозг;
- головной мозг;
- ноздря;
- пищевод;
- кишечник;
- внутренние отверстия жаберных мешков,
- сердце;
- печень;
- кишка;
- анальное отверстие;
- гонада;
- почка;
- мочеточник

Проставьте на рисунке нумерацию соответствующую подписям, сделанным ниже:

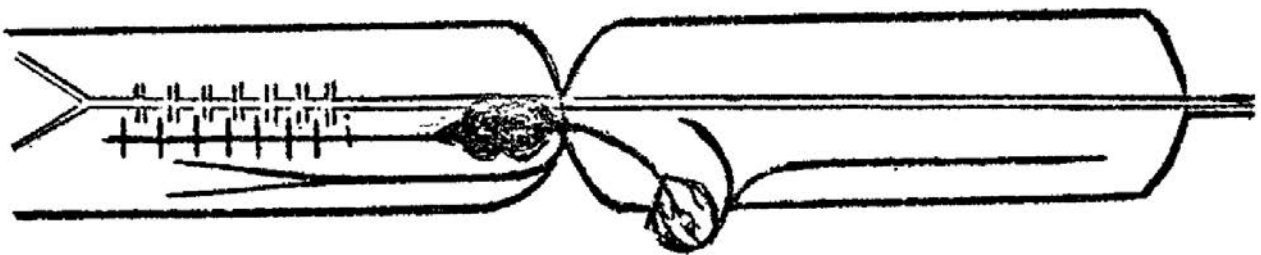


Рис. 33 Схема кровеносной системы миноги:

I - артериальная система (вид с брюшной стороны);

- предсердие;
- желудочек;
- венозный синус;
- брюшная аорта;
- жаберная артерия;
- наджаберный сосуд;
- сонная артерия;
- спинная аорта;

II - венозная система (общая схема)

- передняя кардинальная вена;
- задняя кардинальная вена;
- подкупленная вена;
- воротная вена печени;
- печеночная вена;
- нижняя яремная вена;

Проставьте на рисунке нумерацию соответствующую подписям, сделанным ниже:

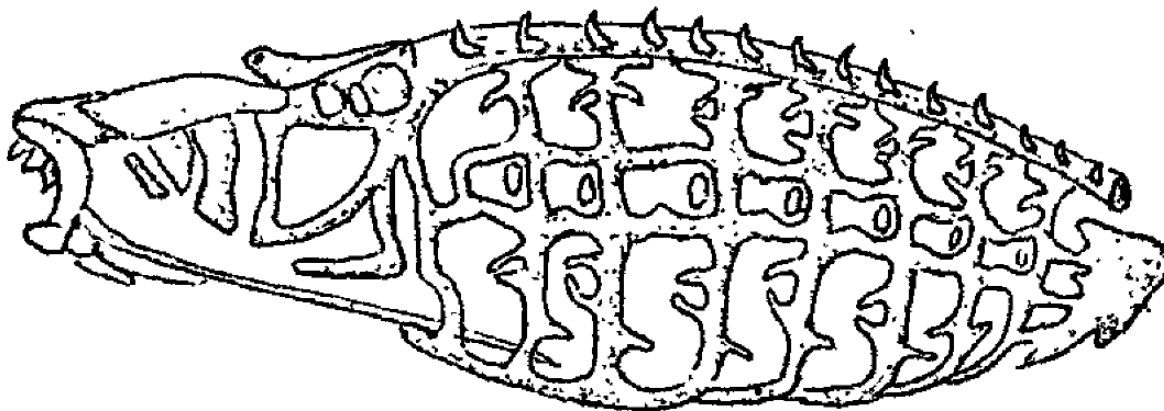


Рис. 34 Скелет передней части миноги:

- хрящи черепной коробки;
- хорда;
- жаберные дужки;
- зачатки верхних дуг позвонков.

Проставьте на рисунке нумерацию соответствующую подписям, сделанным ниже:



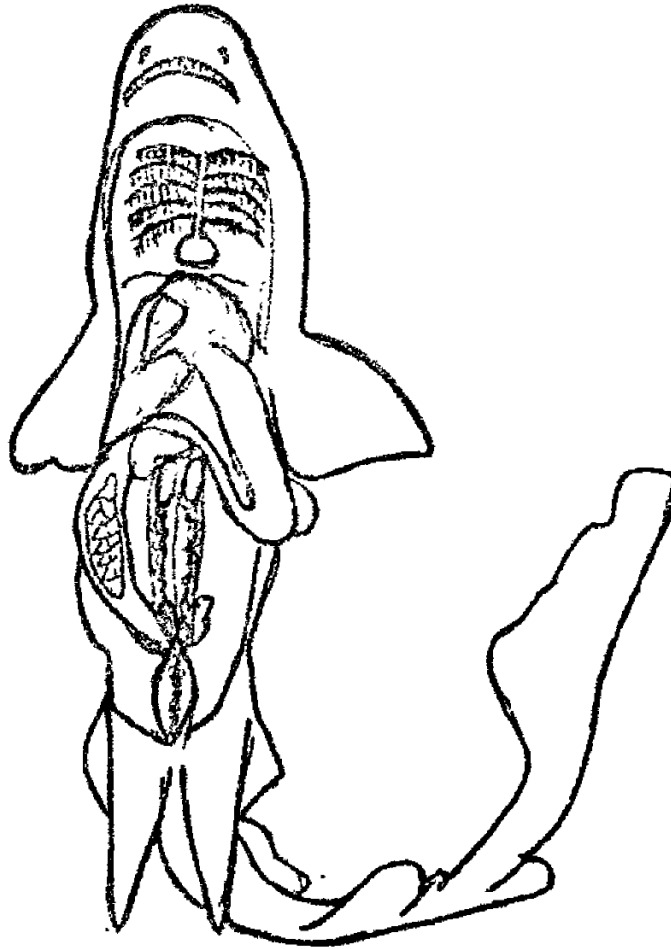


Рис. 35 Общее расположение внутренних органов акулы:

- сердце;
- желудок;
- тонкая кишка;
- толстая кишка;
- спиральный клапан;
- прямая кишка;
- клоака;
- ректальная железа;
- печень;
- желчный пузырь;
- поджелудочная железа;
- селезенка;
- почка;
- половая железа.

Проставьте на рисунке нумерацию соответствующую подписям, сделанным ниже:

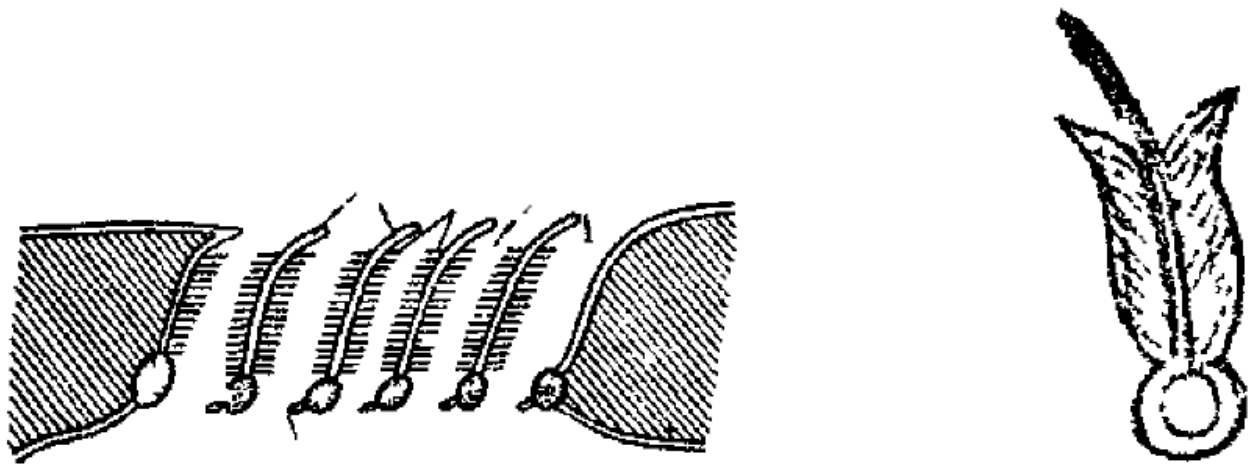


Рис. 36 Схема жаберного аппарата акулы

- жаберные лепестки;
- межжаберная перегородка;
- жаберная щель;
- жаберные дуги;
- подъязычная дуга.

## ТЕМА II. СТРОЕНИЕ КОСТИСТОЙ РЫБЫ

Проставьте на рисунке нумерацию соответствующую подписям, сделанным ниже:

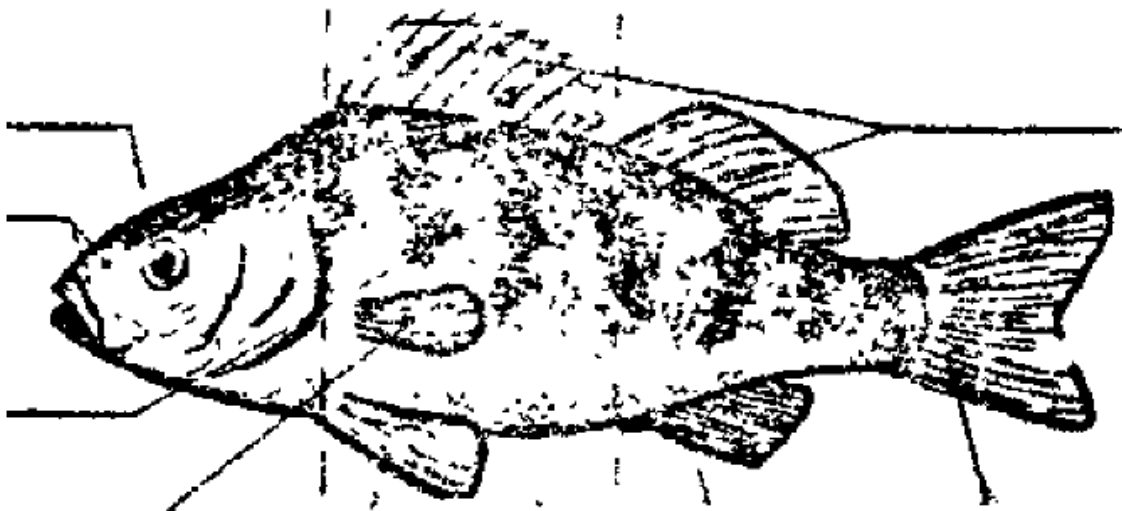


Рис. 37 Внешний вид окуня:

- жаберная крышка;
- ноздря;

- боковая линия;
- грудной плавник;
- брюшной плавник;
- хвостовой плавник;
- анальный плавник;
- спинные плавники;
- чешуя;
- голова;
- туловище;
- хвост;
- анальное отверстие;
- мочеполовой сосочек;

Проставьте на рисунке нумерацию соответствующую подписям, сделанным ниже:



Рис. 38 Боковая линия рыбы:

- наружные отверстия;
- канал, проходящий в коже;
- боковая ветвь слухового нерва;
- чувствительные клетки;
- чешуя

Проставьте на рисунке нумерацию соответствующую подписям, сделанным ниже:

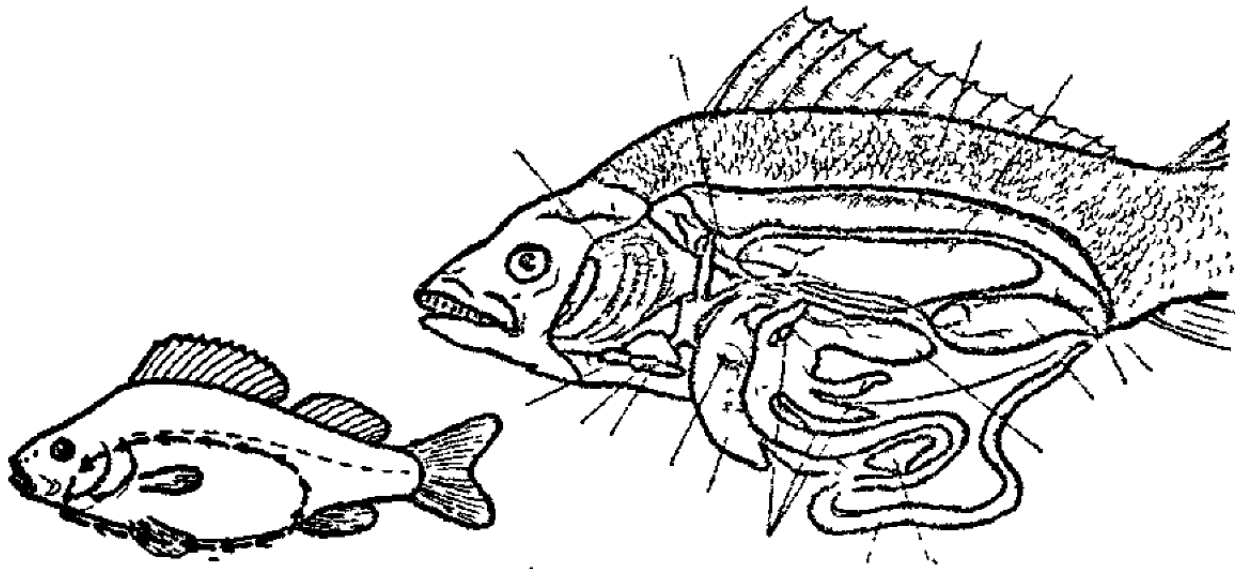


Рис. 39 Порядок вскрытия рыбы и общее расположение внутренних органов окуня:

- предсердие;
- желудочек;
- луковица аорты;
- венозный синус;
- пищевод;
- желудок;
- пилорические придатки;
- кишечник;
- селезенка;
- печень;
- желчный пузырь;
- почка;
- половая железа;
- мочевой пузырь;
- плавательный пузырь.

Проставьте на рисунке нумерацию соответствующую подписям, сделанным

ниже:

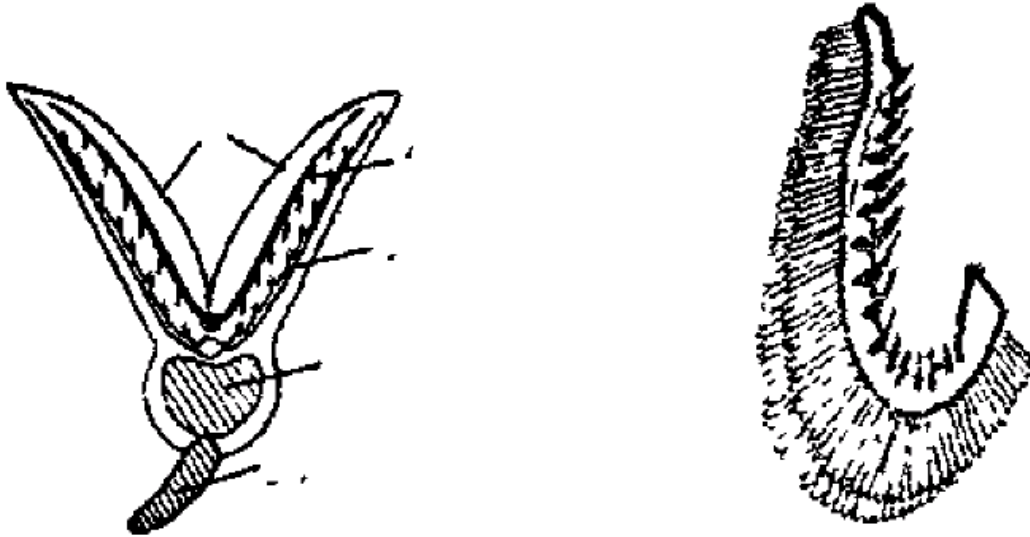


Рис. 40 Схема жаберного аппарата окуня:

- жаберная дужка;
- жаберные лепестки;
- жаберная тычинка;
- приносящая жаберная артерия;
- выносящая жаберная артерия.

Проставьте на рисунке нумерацию соответствующую подписям, сделанным

ниже:

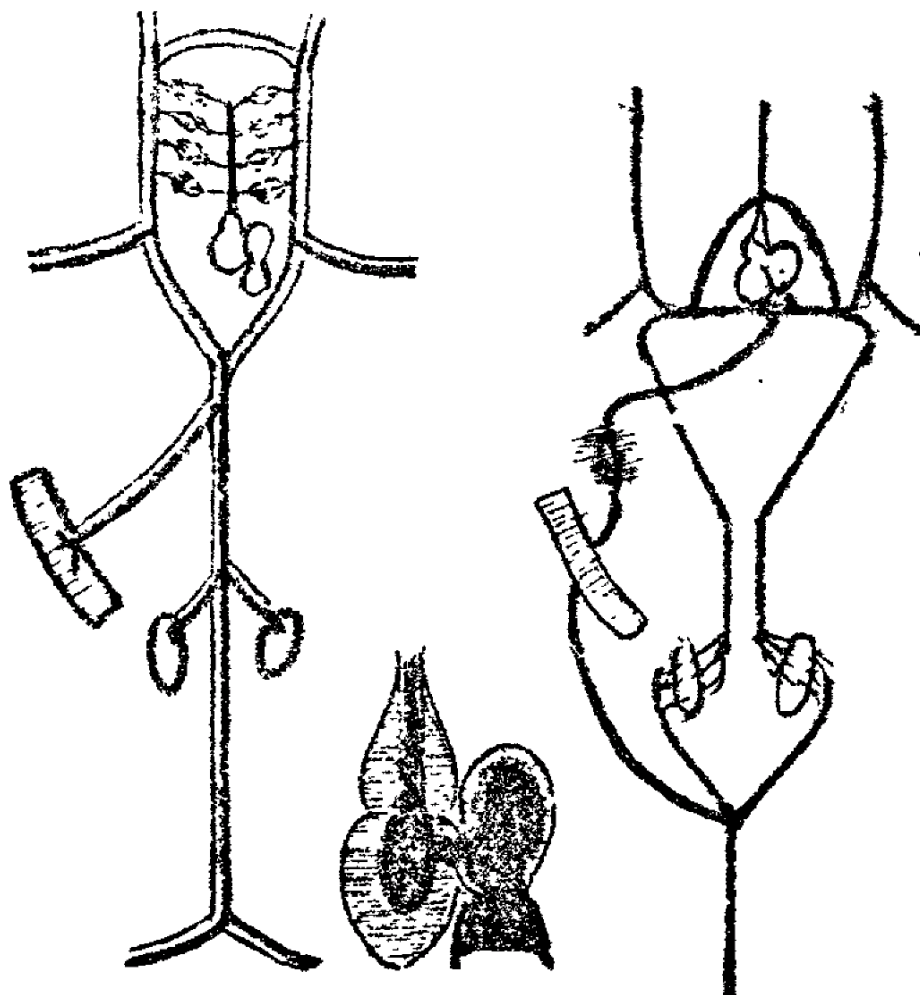


Рис. 41. Схема кровеносной системы окуня:

I - артериальная система;

- предсердие;
- желудочек;
- луковица аорты;
- брюшная аорта;
- приносящая жаберная артерия;
- выносящая жаберная артерия;
- корни спинной аорты;
- головной круг;
- сонная артерия;
- подключичная артерия;
- чревно-брыжеечная артерия;
- спинная аорта;
- передняя кардинальная вена (верхняя яремная).

II - венозная система;

III - сердце;

- печень;
- почка;
- кишечник
- хвостовая вена;
- воротная система почек;
- задняя кардинальная вена;
- кювьеров проток;
- чревно-брыжеечная вена;
- воротная вена печени;
- печеночная вена;
- венозный синус;
- подключичная вена.

Проставьте на рисунке нумерацию соответствующую подписям, сделанным ниже:

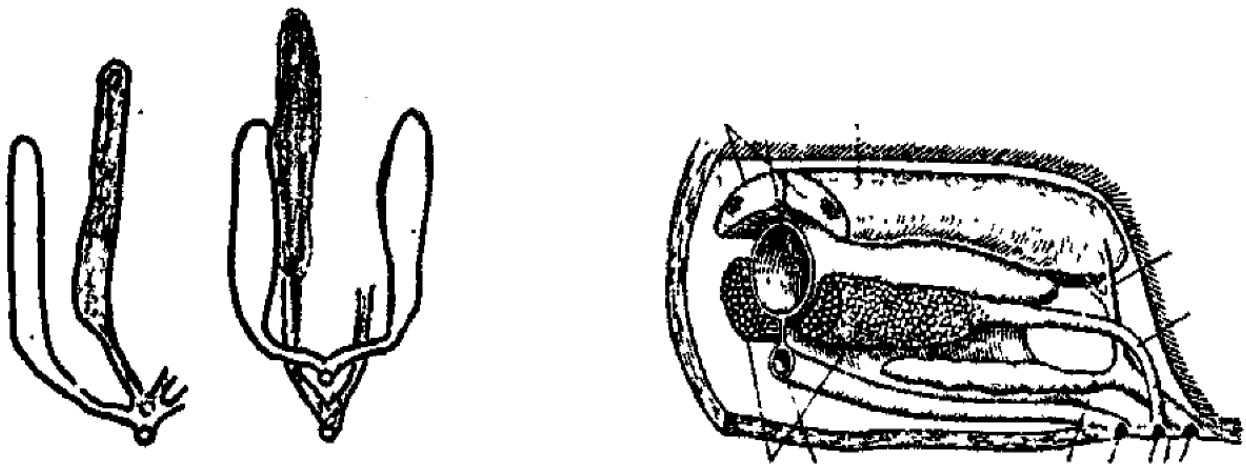


Рис. 42 Мочеполовая система щуки:

I - самец;

II - самка;

III - задний отдел мочеполовой системы самки;

- семенник;
- семяпровод;
- почка;
- мочеточник (вольфов канал);
- мочевой пузырь;
- мочеполовой синус;

- мочеполовое отверстие;
- яичник;
- выводной проток яичника;
- половое отверстие;
- анальное отверстие;
- кишечник;
- плавательный пузырь .

Проставьте на рисунке нумерацию соответствующую подписям, сделанным ниже:

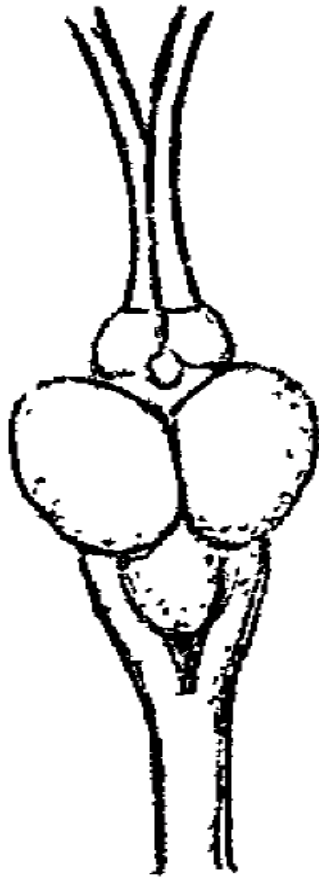


Рис. 43 Головной мозг щуки:

- обонятельный нерв;
- обонятельные доли;
- передний мозг;
- средний мозг;
- мозжечок;
- продолговатый мозг
- спинной мозг



### ТЕМА. III. СКЕЛЕТ КОСТИСТОЙ РЫБЫ

Проставьте на рисунке нумерацию соответствующую подписям, сделанным ниже:

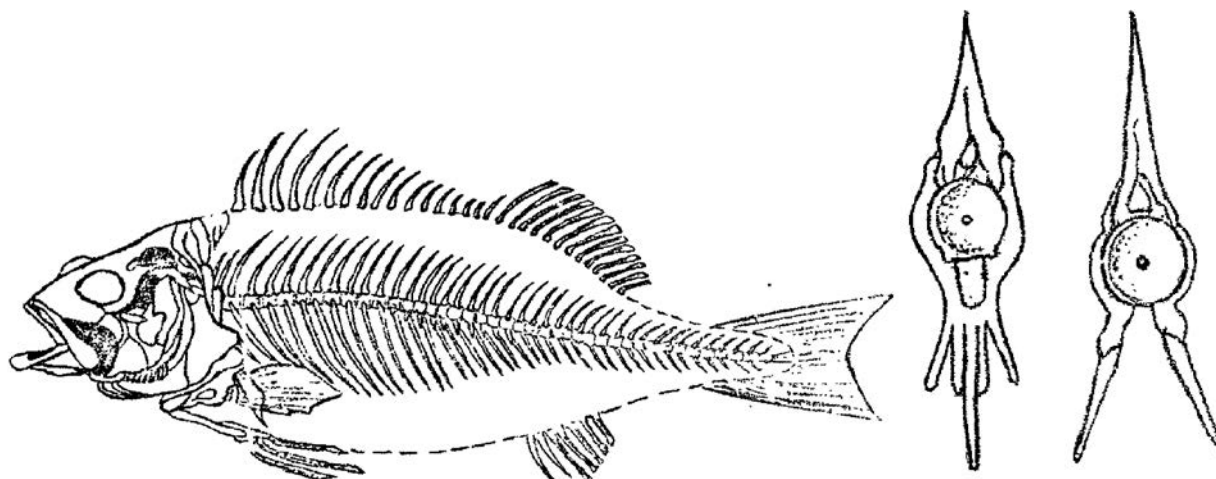


Рис. 44 Позвоночник леща и позвонки туловищного и хвостового отделов.

- туловищный отдел;
- хвостовой отдел;
- позвонки туловищного отдела;
- верхний остистый отросток;
- нижний остистый отросток;
- позвонок хвостового отдела;
- Спинномозговой канал;
- гемальный канал;
- ребро;
- тело позвонка;

Проставьте на рисунке нумерацию соответствующую подписям, сделанным ниже:

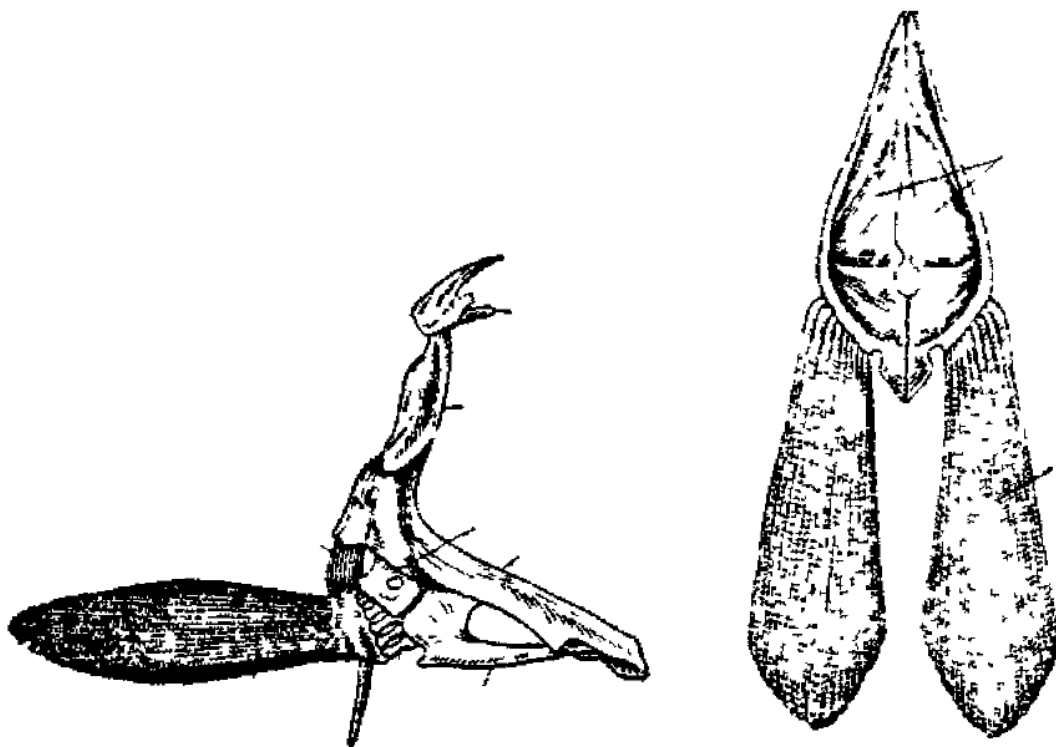


Рис. 45 Скелет поясов и парных плавников судака:

I - плечевой пояс и грудной плавник;

II - тазовый пояс и брюшные плавники;

- лопатка;
- коракоид;
- ключица;
- надключичная кость;
- задключичная кость;
- заднетеменная кость;
- тазовые кости;
- радиалии;
- плавниковые лучи.

Проставьте на рисунке нумерацию соответствующую подписям, сделанным ниже:



Рис. 46. Череп костистой рыбы

- А - кости черепа окуня, отделенные одна от другой;
- Б - схема черепа костистой рыбы;
- В - скелет подъязычного и жаберного аппарата окуня

1 - нейральный череп

Затылочная часть:

- основная затылочная часть (непарная) -
- боковые затылочные (парные)-
- верхнезатылочная (непарная) -

Ушная часть (с каждой стороны):

- клиновидноушная (заднелобная) -
- заднеушная –
- верхнеушная –
- переднеушная-
- крыловидноушная -

Глазнично-височная часть:

- предглазничная -
- подглазничная -
- основная клиновидная (непарная)-
- крылоклиновидная -

Обонятельная часть:

- боковая обонятельная (переднелобная)-
- межобонятельная (решетчатая) -

Крыша черепа:

- носовая -
- лобная -
- теменная -

Дно черепа:

- сошник -
- парасфеноид -

#### II- висцеральный отдел

- Г - челюстной аппарат (дуга);
- Д - подъязычный аппарат (дуга);
- Е - жаберные дуги;
- Ж - жаберная крышка.

Челюстной аппарат (кости парные):

- преднечелюстная (межчелюстная)-
- верхнечелюстная -
- Верхняя - небная -
- челюсть - крыловидные:
  - наружная -
  - задняя -
  - квадратная –
- Нижняя - зубная -
- челюсть - сочленовая -
- угловая -

Подъязычный аппарат (гиоидная дуга):

- подвесок (гиомандибуляре) -
- добавочная -
- палочковидная -
- подъязычные ; верхняя -
- средняя -
- нижняя -
- язычная (непарная) -
- заднеподъязычная (горловая) -

Жаберная дуга:

- глоточножаберная -
- верхнежаберная -
- роговидножаберная -
- нижнежаберная -
- основная жаберная -

# ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ ПО МОДУЛЮ

Выберите в качестве ответа на поставленный вопрос один из предлагаемых вариантов.

1) Ланцетник относится к классу:	
a) сальпы	
b) апендикулярии	
c) головохордовые	
d) круглоротые	
e) асцидии	
2) Из перечисленных классов к бесчелюстным относятся:	
a) асцидии	
b) круглоротые	
c) головохордовые	
d) апендикулярии	
e) сальпы	
3) К бесчерепным относятся:	
a) минога	
b) миксина	
c) ланцетник	
d) сальпы	
e) амфибии	
4) Двухкамерное сердце имеют:	
a) земноводные	
b) рептилии	
c) головохордовые	
d) сальпы	
e) рыбы	
5) У каких из перечисленных животных дыхательная система представлена жаберными мешками?	
a) рыбы	
b) головохордовые	
c) круглоротые	

d) амфибии	
e) рептилии	
6) Нервная система ланцетника представлена:	
a) спинным и головным мозгом	
b) нервной трубкой	
c) хордой	
d) нервными узлами	
e) нервными узлами и головным мозгом	
7) Органы дыхания ланцетника представлены:	
a) жаберными мешками	
b) жабрами	
c) жаберными тычинками	
d) жаберными щелями, пронизывающими глотку	
e) жаберными лепестками	
8) Какое строение имеет сосудистая система ланцетника?	
a) двухкамерное сердце	
b) трехкамерное сердце	
c) четырехкамерное сердце	
d) кровеносная система незамкнутая	
e) сердца нет, кровь движется только по сосудам	
9) Какое строение имеет выделительная система ланцетника?	
a) мезонефрические почки	
b) мезонефрические почки	
c) пронефрические почки	
d) клоака	
e) сто нефридиев	
10) Какие отделы имеет пищеварительная система ланцетника?	
a) глотка, кишечная трубка, печеночный вырост	
b) пищевод, желудок, кишка	
c) тонкая, толстая, прямая кишки	
d) пищевод, желудок, кишечник, печень	
e) кишечник, печень, поджелудочная железа	
11) Сколько кругов кровообращения у круглоротых и рыб?	
a) два	

b) один	
c) малый и большой	
d) легочный	
e) легочный и большой	
12) Строение кровеносной системы миноги:	
a) сердце трехкамерное	
b) сердце четырехкамерное	
c) кровеносная система незамкнутая	
d) сердце двухкамерное, один круг кровообращения, в сердце только венозная кровь	
e) сердца нет, кровь движется только по сосудам	
13) Назовите тип почек у миноги:	
a) головная	
b) туловищная	
c) тазовая	
d) нефридии	
e) нефридии, клоака	
14) Какие железы образуют половую систему круглоротых?	
a) семенники	
b) яичники	
c) семенники и яичники	
d) предстательная железа	
e) семенные каналцы	
15) Назовите отделы осевого скелета круглоротых:	
a) хорда, мозговой череп	
b) позвоночник, мозговой череп	
c) туловищный, хвостовой	
d) отделы позвоночника, череп	
e) позвоночник	
16) К какому подклассу относятся акулы?	
a) пластиножаберные	
b) батоидные	
c) цельноголовые	
d) лопастеперые	
e) лучеперые	



17) Из каких элементов состоит жаберный аппарат хрящевых рыб?	
a) межжаберные перегородки, жаберные мешки	
b) жаберные щели, межжаберные перегородки, жаберные лепестки, жаберные дуги	
c) жаберные дуги, жаберные лепестки	
d) жаберные щели, жаберные мешки	
e) жаберные дуги	
18) Назовите тип почек у хрящевых рыб:	
a) метанефрос	
b) мезонефрос	
c) пронефрос	
d) нефридии	
e) нефридии, клоака	
19) Назовите отделы мозгового черепа пластиножаберных рыб:	
a) крыша, дно, затылочный отдел	
b) рострум, обонятельный отдел, зрительный, слуховой, затылочный отделы	
c) крыша черепа из соединительнотканых перепонки, затылочная область не развита	
d) рострум, зрительный, затылочный отделы	
e) рострум, обонятельный, слуховой отделы	
20) К какому подклассу относятся костистые рыбы?	
a) цельноголовые	
b) батоидные	
c) лучеперые	
d) лопастеперые	
e) пластиножаберные	
21) Назовите класс и отряд к которому относятся лягушки:	
a) рептилии, чешуйчатые	
b) амфибии, бесхвостые	
c) амфибии, хвостистые	
d) земноводные, червяги	
e) пресмыкающиеся, клювоголовые	
22) Назовите отделы осевого скелета лягушки:	

a) шейный, туловищный, крестцовый, хвостовой	
b) туловищный, крестцовый, поясничный, хвостовой	
c) шейный, туловищный, хвостовой	
d) туловищный, хвостовой	
e) туловищный, поясничный, крестцовый	
23) Какая кровь находится в желудочке сердца лягушки?	
a) смешенная	
b) венозная	
c) артериальная	
24) Назовите сосуды, образующие малый круг кровообращения лягушки:	
a) левое предсердие, легочные вены, брюшная аорта	
b) кожно-легочная артерии, отходящие от артериального конуса, легкие, легочные вены, левое предсердие	
c) легкие, легочные артерии, легочные вены, правое предсердие	
d) сонные артерии, легкие, легочные вены, желудочек	
e) легкие, легочные артерии, легочные вены, желудочек	
25) Какие сосуды образуют воротную систему печени у лягушки?	
a) брюшная вена, подключичная вена, сеть капилляров печени, печеночная вена, нижняя полая вена	
b) подключичная вена, печеночная вена	
c) нижняя полая вена, сеть капилляров печени	
d) брюшная вена, сеть капилляров печени	
e) печеночная вена, нижняя полая вена	
26) Из каких отделов состоит головной мозг лягушек?	
a) передний, средний, продолговатый	
b) передний, обонятельные доли, эпифиз, мозжечок	
c) передний, промежуточный, средний, мозжечок, продолговатый	
d) передний, средний, мозжечок	
27) Сколько черепномозговых нервов у амфибий?	
a) шесть	
b) восемь	
c) двенадцать	

d) десять	
e) четыре	
28) Назовите I пару черепномозговых нервов лягушки:	
a) зрительный	
b) подъязычный	
c) обонятельный	
d) слуховой	
e) глазодвигательный	
29) К какому классу и отряду относятся ящерицы?	
a) амфибии, червяги	
b) рептилии, клювоголовые	
c) пресмыкающиеся, чешуйчатые	
d) рептилии, бесхвостые	
e) пресмыкающиеся, безногие	
30) К какому подклассу относятся костистые рыбы?	
a) цельноголовые	
b) батоидные	
c) лучеперые	
d) лопастеперые	
e) пластиножаберные	
31) Из каких элементов состоит жаберный аппарат костистых рыб?	
a) межжаберные перегородки, жаберные мешки	
b) жаберные щели, межжаберные перегородки, жаберные лепестки	
c) жаберные дуги, жаберные лепестки, жаберные тычинки, жаберная крышка	
d) жаберные дуги	
e) жаберные щели, жаберные мешки	
32) Назовите дополнительные органы дыхания у рыб:	
a) печень, поджелудочная железа	
b) селезенка, тимус, кожа	
c) кожа, плавательный пузырь, тимус	
d) наджаберные органы, кожа, плавательный пузырь, внутренняя часть кишечника	
e) желчный пузырь, селезенка, кожа	
33) Какой тип черепа у высших костистых рыб?	
a) платибазальный	
b) тропибазальный	
c) амфистилический	

d) аутостилический	
e) платибазальный, амфистилический	
34) Назовите тип почек костистых рыб:	
a) мезонефрос	
b) метанефрос	
c) нефридии	
d) нефридии, клоака	
35) Из каких элементов состоит висцеральный скелет костистых рыб?	
a) подъязычной дуги	
b) челюстной, подъязычной, жаберной дуг	
c) жаберной, поязычной дуг	
d) челюстной, жаберной дуг	
e) жаберной дуги	
36) Из каких костей состоит нижняя челюсть костистых рыб?	
a) межчелюстная, квадратная	
b) крыловидные, сочленованная, зубная, межчелюстная	
c) зубная, сочленованная, угловая	
d) угловая, крыловидная, зубная	
e) крыловидные: наружная, внутренняя, задняя	
37) На какие отделы расчленен позвоночник костистой рыбы?	
a) не расчленен на отделы	
b) грудной, туловищный, хвостовой	
c) туловищный, хвостовой	
d) туловищный, поясничный	
e) поясничный, хвостовой	
38) Тип позвонков у костистых рыб:	
a) процельные	
b) гетероцельные	
c) амфицельные	
d) платицельные	
e) процельные и амфицельные	
39) Из каких костей состоит пояс грудных плавников костистых рыб?	
a) лопатка, коракоид	
b) лопатка, коракоид, клейтрум	
c) лопатка, коракоид, задневисочная	
d) лопатка, коракоид, клейтрум, задневисочная	
e) лопатка, коракоид, клейтрум, базалии	
40) Укажите основные особенности кровеносной системы костистых рыб:	
a) сердце двухкамерное, два круга кровообращения	
b) сердце двухкамерное, луковица аорты, один круг	

кровообращения	
c) сердце двухкамерное, артериальный конус, один круг кровообращения	
d) сердце трехкамерное, артериальный конус, два круга кровообращения	
e) сердце четырехкамерное	
41) Укажите особенности выделительной системы костистых рыб:	
a) полное разделение половой и выделительной системы, нет клоаки мочеточники (вольфовые каналы), мочевого пузыря	
b) вольфовые каналы, мочевого пузыря, клоака	
c) мочеточники, клоака, мочевого пузыря	
d) мюллеровы каналы, мочеточник, клоака	
42) Половые протоки костистых рыб представлены:	
a) мюллеровыми каналами	
b) вольфовыми каналами	
c) мюллеровыми и вольфовыми каналами	
d) каналами, являющимися задней удлиненной частью гонад	
e) нефридиями	
43) Назовите отделы головного мозга рыб:	
a) передний, задний	
b) передний, средний, задний	
c) передний, промежуточный, средний, мозжечок	
d) передний, промежуточный, средний, мозжечок, продолговатый	
e) передний, промежуточный, мозжечок, продолговатый	
44) Назовите количество черпномозговых нервов у рыб:	
a) восемь	
b) десять	
c) двенадцать	
d) одиннадцать	
e) семь	









***Николаева И.Ф.***  
**Зоология позвоночных**  
**Учебно-практическое пособие**  
***Модуль 2***

Подписано к печати:  
Тираж:  
Заказ №:

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ**  
(образован в 1953 году)

---

**Кафедра биоэкологии и ихтиологии**

Модульный обучающий комплекс МГУТУ

*Система вузовской учебной документации*

**Николаева И.Ф.**

**ЗООЛОГИЯ ПОЗВОНОЧНЫХ**

*Учебно-практическое пособие для студентов  
всех форм и видов обучения, по специальностям:  
020803 - Биоэкология и 110901 - Водные  
биоресурсы и аквакультура*

**МОДУЛЬ 3**



[www.mgutm.ru](http://www.mgutm.ru)

**Москва, 2009**

УДК 639.3

© Николаева И.Ф. Зоология позвоночных: Учебно-практическое пособие. Модуль 3. / Сер. Система вузовской учебной документации. –М.: МГУТУ, 2009. -72с. Изд. 2-е, дополнен.

Обработка материала, компьютерная графика и верстка: Горбунов А.В.

Рассмотрено на заседании кафедры «Биоэкологии и ихтиологии» МГУТУ протокол №11 от 21.09.2009г и рекомендовано в качестве учебно-практического пособия.

Рекомендовано Институтом информатизации образования РАО.

Обучение по дисциплине строится по блочно-модульной системе. Под учебным модулем понимается целостная функциональная система, в которой объединены информационная, исполнительская и контролирующая части.

Сущность модульного обучения заключается в самостоятельном освоении предлагаемых по данной дисциплине функциональных модулей в соответствии с образовательным стандартом и рабочей программой.

Учебно-практическое пособие предназначено для студентов всех форм и видов обучения, по специальностям: 020803 - Биоэкология и 110901 - Водные биоресурсы и аквакультура

Авторы (составители): к.б.н., доцент Николаева И.Ф.

Рецензент(ы):

д.б.н., проф. Амбросимова Н.А. (АзНИИРХ)

д.б.н., зав. сектором Микодина Е.В. (ВНИРО)

Редактор: Свешникова Н.И.

© Московский государственный университет технологий и управления, 2009.

109004, Москва, Земляной вал, 73.

кафедра "Биоэкологии и Ихтиологии", 2009.

117452, Москва, ул. Болотниковская, 15. тел: (499) 317-2936, 317-2927

## ПУТЕВОДИТЕЛЬ ПО МОДУЛЬНОЙ СТРУКТУРЕ ДИСЦИПЛИНЫ *ЗООЛОГИЯ ПОЗВОНОЧНЫХ*

Дисциплина включает в себя ряд модулей, подлежащих освоению. Перечень и функциональная структура модулей показана ниже:

Методика модульно-рейтинговой оценки качества подготовки специалистов. Путеводитель по модульной структуре дисциплины. Рабочая программа по освоению дисциплины. Рубежный контроль. Методические указания по написанию контрольной работы. Методические указания по написанию курсовой работы. Лабораторно-практические работы. Рекомендуемая литература. Обобщающий контроль.	Уч-МП
Введение в зоологию позвоночных. Двусторонняя симметрия. Вторичная полость тела (целом). Вторичноротость. Специфические черты хордовых. Подтип бесчерепные. Строение ланцетника. Форма тела. Опорно-двигательная система. Центральная нервная система. Пищеварительная система. Кровеносная система. Выделительная и половая система. Атриальная полость. Место бесчерепных в системе и эволюции хордовых. Эмбриогенез. Закладка зародышевых листков и основных систем органов. Подтип позвоночные. Место хордовых в системе и эволюции животного мира.	Уч-ПП Модуль 1
Водные позвоночные. Опорно-двигательная система и локомоция. Череп. Дыхательная система и газообмен. Кровеносная система. Пищеварительная система. Водно-солевой обмен и органы выделения. Половая система и размножение.	Уч-ПП Модуль 2
Выход позвоночных на сушу. Эволюционные предпосылки освоения суши. Земноводные. Череп. Дыхательная система. Водно-солевой обмен. Размножение и развитие.	Уч-ПП Модуль 3

Где: Уч-МП – учебно-методическое пособие;

Уч-ПП – учебно-практическое пособие.

Ваше текущее местоположение затенено серым цветом.

## **Выдержка из методики модульно-рейтинговой оценки знаний**

Минимальная сумма баллов по всем модулям дисциплины (без итогового контроля) в сумме составляет **60** баллов.

Если студент не набрал минимального количества баллов по какому-либо модулю дисциплины (модуль признан не изученным), то он не допускается к итоговой оценке знаний (экзамену или дифференцированному зачету).

В этом случае, студенту назначается дополнительный день, когда он сможет устно или письменно сдать ведущему преподавателю отдельные темы модуля или пройти повторно рубежный контроль. Такая возможность предоставляется студенту только один раз.

Если набранное количество баллов по модулю будет снова меньше минимально возможного, то студент получает по дисциплине оценку «неудовлетворительно» и отчисляется за неуспеваемость.

Если баллов набрано достаточно, то модуль признается изученным и студент допускается к итоговой оценке знаний.

Студент, не сдававший вовремя текущий контроль (за исключением уважительных причин), получает 0 баллов.

По усмотрению преподавателя ему может быть назначен новый срок (в течение до двух недель) с выставлением рейтинга с понижающим коэффициентом в зависимости от срока сдачи от назначенной даты.

Студент получает по дисциплине "зачет", если он набрал не менее **60** баллов по результатам текущего и рубежного контроля. После чего он допускается к итоговому контролю (экзамен или зачет).

После успешного прохождения образовательной программы по дисциплине сформированной из отдельных модулей и выполнением всех требований предусмотренных учебным графиком, данная дисциплина считается освоенной.

## ***СОДЕРЖАНИЕ***

<b>КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ И ТЕРМИНОВ .....</b>	<b>6</b>
<b>ТЕМА 1: ВЫХОД ПОЗВОНОЧНЫХ НА СУШУ.....</b>	<b>7</b>
ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ОСВОЕНИЯ СУШИ .....	7
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА ПО ТЕМЕ: .....	10
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ:.....	10
<b>ТЕМА 2: ЗЕМНОВОДНЫЕ (АМРНИВІА).....</b>	<b>11</b>
ЧЕРЕП.....	12
ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА .....	14
ВОДНО-СОЛЕВОЙ ОБМЕН .....	20
РАЗМНОЖЕНИЕ И РАЗВИТИЕ .....	20
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА ПО ТЕМЕ: .....	22
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ:.....	22
<b>ЛАБОРАТОРНЫЕ (ПРАКТИЧЕСКИЕ) ЗАНЯТИЯ .....</b>	<b>23</b>
<b>ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ ПО МОДУЛЮ ..</b>	<b>61</b>

## КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ И ТЕРМИНОВ

**Анимальный полюс бластулы** – образования за счет мелких клеток бластулы.

**Бластопор** – отверстие, которое открывает полость гастролы наружу.

**Бластула** - полый шар, который образует группа возникающих клеток.

**Венозный синус** – особое расширение впадающих в сердце венозных сосудов.

**Глазки Гессе** – простейшие светочувствительные органы.

**Дыхательная трубка** – часть глотки, представляющая собой слепой вырост, лежащий под пищеводом.

**Жаберная щель** – отверстия, соединяющие полость глотки с наружной средой.

**Жаберные тычинки** - система расположенных на жаберных дугах выростов.

**Инсулин и глюкагон** - гормоны-антагонисты, регулирующие уровень сахара в крови.

**Клоака** — расширенный задний отдел кишечной трубки.

**Космин** – слой видоизмененного дентина – костной ткани.

**Кювьеровы протоки** – парные венозные сосуды, собирающие кровь от главных вен.

**Мезодерма** – ткань, составляющая стенки обособленных парных выростов кишечника.

**Миомеры** – отдельные порции мускулатуры.

**Миосепты** – части мускулатуры, разделяющие миомеры.

**Невроцель** – спинномозговой канал, заполненный спинномозговой жидкостью.

**Нефридий** – маленькая трубочка эктодермального происхождения.

**Парахордалии** - хрящевые закладки соединительнотканной оболочки переднего конца хорды.

**Пищевод** — растяжимая трубка, по которой пища перемещается в желудок.

**Плавательный пузырь** – специальный гидростатический орган у костных рыб.

**Реабсорбция** - обратное всасывание.

**Сердце** – центральный орган кровообращения.

# ТЕМА 1: Выход позвоночных на сушу.

## ***Эволюционные предпосылки освоения суши***

Развившаяся в конце силура — начале девона морская трансгрессия, связанная с опусканием части суши, определила собой не только возникновение связи внутренних водоемов с морскими и возможность выхода различных групп рыб в море.

С этими же геологическими преобразованиями связано широкое распространение обширных по площади мелководных, хорошо прогреваемых в теплые сезоны водоемов.

Характерное для девонского периода прогрессивное нарастание засушливости определило преимущественное распространение наземной растительности (псилофиты, в конце девона — папоротники, хвощи) по берегам пресноводных водоемов.

Континентальность климата с выраженной сезонной сменой температурного режима приводила к массовому отмиранию растительности в холодное время года и при засухе и интенсивному разложению органики, попавшей в водоемы, при высокой температуре.

В результате газовый режим таких водоемов характеризовался регулярным возникновением кислородной недостаточности, что не могло не сказаться на условиях существования обитавших в них рыб.

Наиболее эффективными приспособлениями к таким условиям были, вероятно, органы дополнительного воздушного дыхания, подобные тем, которые свойственны и современным рыбам, обитающим в аналогичной экологической обстановке.

Кроме того, воздушное дыхание в неглубоких водоемах могло облегчаться возможностью не только всплывать на поверхность, но и «выползать» на мелководье, на погруженные в воду предметы и т.д. Это особенно важно в связи с тем, что дыхание атмосферным воздухом достаточно эффективно осуществляется и через кожу.

Все это должно быть связано с особым устройством парных плавников, допускающим возможность переползания с опорой на субстрат. Анализ строения древних земноводных, долго сохранявших водный образ жизни, подтверждает, что первые приспособления такого рода возникли уже у их рыбообразных предков.

Возникнув, как частная адаптация к жизни в водоемах с дефицитом кислорода, особенности строения, определяющие способность к дыханию атмосферным воздухом и локомоции с помощью парных конечностей, позднее оказались предпосылкой к возможности полного освоения суши как новой среды обитания.



Для успешного освоения суши требовалось сочетание достаточно эффективных органов воздушного дыхания с таким типом строения конечностей, который обеспечивал бы передвижение вне воды, с опорой только на субстрат.

Среди многочисленных групп рыб, обладавших подобными приспособлениями, по-видимому, только в одной они оказались выраженными в сочетании, определившем реальную возможность перехода к наземному образу жизни.

Такой группой были кистеперые рыбы из отряда Рипидистий — Rhipidistia (Северцов, 1926<sup>1</sup>): органы дыхания у этих рыб были представлены легкими, а строение лопастеобразных плавников может рассматриваться как исходная схема для развития парных конечностей наземных позвоночных (Рис. 1).

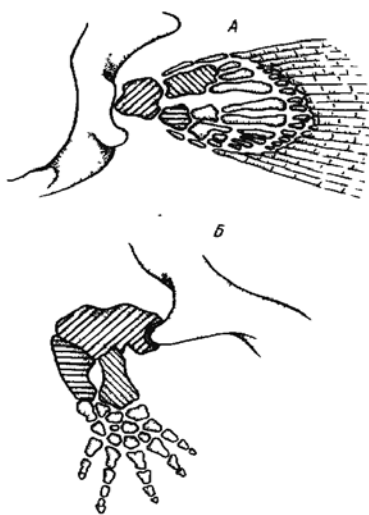


Рис. 1. Строение парных конечностей кистеперой рыбы (А) и древнего земноводного (Б) - гомологические отделы показаны одинаковой штриховкой

Современные кистеперые рыбы— *Latirneria chalumnae* — имеют такое же строение парных плавников (Рис. 2), но эта группа давно перешла к обитанию в морской среде и не может рассматриваться в числе предков наземных позвоночных.

Формирование первых наземных позвоночных — земноводных — относится к концу девона (около 350—320 млн. лет назад). Наиболее древние из них (ихтиостеги) вели преимущественно водный образ жизни, передвигались с помощью хвостового плавника, но уже имели конечности наземного типа, хотя и слабо развитые.

Эффективное освоение суши земноводными приходится на период расцвета этого класса — карбон.

---

<sup>1</sup> Существует также гипотеза о происхождении наземных позвоночных от двоякодышащих рыб, однако большинство современных специалистов считают ее недостаточно обоснованной.

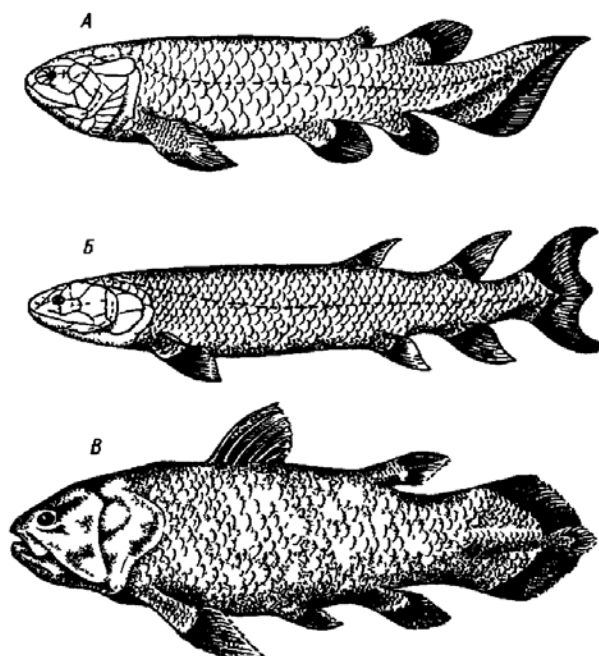


Рис. 2. Кистеперые рыбы.  
А и Б - рипидистки, В - латимерия

В каменноугольном периоде существенно изменяется климат: он становится теплым, влажным, без заметных сезонных колебаний. Наземная растительность распространилась на большие пространства суши, возникли леса из папоротникообразных и первых голосеменных растений, обширные непересыхающие болота.

Наземные биоценозы включали большое количество различных беспозвоночных животных. На этом экологическом фоне получили явное селективное преимущество ранее сформировавшиеся предпосылки к освоению суши, дополненные еще и тем, что на суше позвоночные практически не имели конкурентов.

Наземные позвоночные отличаются от первичноводных предков многими принципиальными чертами строения и функционирования их организма. Все они объединяются в надкласс Четвероногие (Tetrapoda), включающий четыре класса: Земноводные (Amphibia), Пресмыкающиеся (Reptilia), Птицы (Aves) и Млекопитающие (Mammalia).

Среди них земноводные (амфибии) занимают особое положение: с одной стороны, на уровне этого класса произошла принципиальная перестройка основных систем органов, обеспечившая приспособление к обитанию в воздушной среде, а с другой — они сохранили многие черты строения и функций первичноводных предков.

Детальное знакомство с особенностями этого класса позволяет лучше понять основные пути эволюции, связанной со сменой среды обитания сохранили многие черты строения и функций первичноводных предков.

## **Рекомендуемая литература по теме:**

1. Константинов В.М., Наумов С.П., Шаталова С.П. Зоология позвоночных: Учебник для вузов. / Сер.: Высшее профессиональное образование. -М.: Академия, 2007. - 464с. Изд. 5-е, стереотип.
2. Константинов В.М., Шаталова С.П., Бабенко В. Лабораторный практикум по зоологии позвоночных: для студентов вузов. / Сер.: Высшее профессиональное образование. -М.: Академия, 2004. -272с. Изд. 2-е, испр.
4. Карташев Н.Н., Соколов В.Е., Шилов И.А. Практикум по зоологии позвоночных: Учебное пособие для вузов. -М.: Аспект-Пресс, 2004. - 383с. Изд. 3-е, испр., доп.
6. Дерим-Оглу Е.Н., Леонов Е.А. Учебно-полевая практика по зоологии позвоночных: Учебное пособие для вузов. -М.: Просвещение, 1979. - 192с.

## **Вопросы для самоконтроля:**

1. *Назовите предпосылки освоения суши?*
2. *Какие приспособления потребовались животным, осваивающим сушу?*
3. *Назовите характерные отличия наземных позвоночных от их первичноводных предков?*
4. *Назовите основных представителей и особенности земноводных животных?*

## ТЕМА 2: Земноводные (Amphibia)

Современные земноводные представлены тремя отрядами:

1. Хвостатые — Urodella (тритоны, саламандры);
2. Безногие — Apoda (червеобразные животные — червяги, обитающие во влажных тропиках);
3. Бесхвостые — Anura (лягушки, жабы).

Из них лишь хвостатые сохранили принципиальные черты строения, сложившиеся у предков. В двух последних отрядах высокая степень специализации наложила существенный отпечаток на особенности внешней морфологии и анатомии скелета, а так же другие черты строения.

Все три отряда берут начало от каменноугольных ихтиостегий, которых считают прямыми потомками кистеперых рыб.

Филогенетически хвостатые и безногие ближе друг к другу, чем к бесхвостым: первые в своем происхождении связаны с ныне вымершей группой микрозавров (подкласс Тонкопозвонковые), а бесхвостые представляют самостоятельную ветвь, относящуюся к подклассу Дугопозвонковые. Все это необходимо учитывать при анализе современных амфибий.

**Опорно-двигательная система.** Воздушная среда отличается низкой плотностью, что существенно увеличивает влияние сил гравитации, «прижимающих» тело животного к субстрату.

В таких условиях локомоторная функция оказывается тесно связанной с функцией поддержания тела в приподнятом состоянии, опоры на субстрат. Это не дает возможности передвигаться путем боковых изгибов тела или хвоста.

У всех наземных позвоночных начиная с амфибий главным локомоторным органом становятся парные конечности. Их отличие от плавников рыб заключается в том, что у наземных позвоночных конечности устроены по рычажному типу, позволяющему совместить опорную функцию с функцией поступательного движения.

Конечности состоят из трех главных отделов: плечо, предплечье и кисть в передней конечности, бедро, голень и стопа — в задней. На этой принципиальной основе строятся все варианты парных конечностей наземных позвоночных животных.

Основные отделы конечностей соединены подвижными суставами; проксимальные их отделы (плечо, бедро) шаровидным суставом сочленяются соответственно с плечевым и тазовым поясом.

Таз состоит из трех ветвей: *подвздошной* и *седалищной* костей, составляющих спинную часть пояса, и *лобкового хряща*<sup>2</sup>, образующего его

---

<sup>2</sup> У других Tetrapoda — лобковая кость.

брюшную ветвь.

В месте соединения этих костей формируется *вертлужная впадина*: здесь к тазовому поясу причленяется головка бедра. Срастание (симфиз) лобковых костей объединяет правую и левую половины таза в единое образование.

Плечевой пояс (Рис. 3) также состоит из трех ветвей: на спинной стороне расположена *лопатка*; у амфибий к ней примыкает *надлопаточный хрящ*. Брюшная ветвь представлена вороньей костью, или *коракоидом*.

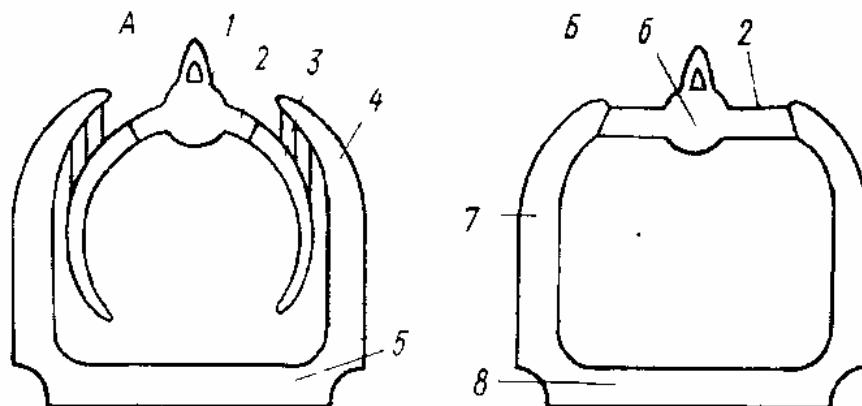


Рис. 3. Схема расположения плечевого (А) и тазового (Б) поясов конечностей у земноводных:

1 – туловищный позвонок, 2 – поперечный отросток, 3 – ребро, 4 – лопатка, 5 – коракоид, 6 – крестцовый позвонок, 7 – подвздошная кость, 8 – лобковая кость

В месте соединения этих костей образуется суставная впадина, формирующая вместе с головкой плеча плечевой сустав. Впереди коракоида располагается предкоракоидный хрящ (*прокоракоид*), на котором находится покровная кость — *ключица*; эти элементы также включаются в брюшную ветвь плечевого пояса.

Слияние коракоидов и прокоракоидов объединяет правую и левую половины пояса, полукольцом лежащего в толще мышц туловища. Назад от места слияния отходит непарная *грудина*, которая у земноводных завершается хрящевым отделом. Впереди места слияния прокоракоидов у амфибий располагается непарный *предгрудинник*; его передняя часть представлена хрящом.

Плечевой пояс амфибий не фиксирован в осевом скелете и удерживается в мускулатуре спины с помощью широкого надлопаточного хряща.

## Череп

Череп современных амфибий характеризуется относительно небольшим числом покровных костей и сильным развитием хряща в мозговой коробке. Этим он существенно отличается от древних земноводных, получивших общее название стегоцефалов («покрыто-головых»), осевой череп которых был покрыт сплошным панцирем из покровных костей, по составу и взаимному расположению весьма сходных с таковыми древних кистеперых рыб.

Можно полагать, что редукция покровного черепа связана с задачей облегчения головы при переходе к жизни в воздушной среде. На это указывает то обстоятельство, что и у стегоцефалов в линии, ведущей к бесхвостым амфибиям, у ряда тонкопозвонковых и отчасти микрозавров также отмечается тенденция сокращения числа костей черепа (Шмальгаузен, 1964).

Наиболее существенные преобразования в строении черепа определялись ведущими свойствами воздушной среды, в частности ее малой плотностью. Это относится прежде всего к возникновению подвижности головы. Прижатое силой тяжести к субстрату тело наземного позвоночного не дает возможности ориентироваться в среде поворотами всего туловища, что свойственно, например, рыбам.

Появление подвижного сочленения головы с обособившимся шейным позвонком в области затылочного отдела, несущего два мышцелка, обеспечило ориентирование с помощью движений головы. У амфибий эта способность еще ограничена, но в дальнейшей эволюции наземных позвоночных принцип подвижности головы усиливался.

Второе важное преобразование черепа — прочное объединение осевого черепа с висцеральным путем прирастания небно-квадратного хряща к дну мозговой коробки (*аутостилия*). Замена гиостилии предков на аутостилию также адаптивна в среде малой плотности, поскольку создает жесткую конструкцию скелета головы.

В связи с возникновением аутостилии подъязычная дуга утратила свою функцию причленения висцерального аппарата к осевому черепу. Часть элементов этой дуги редуцировалась, а часть сохранилась, приобретая новые функции.

В частности, отдельные элементы этой дуги преобразовались в элементы подъязычного аппарата, принимающего участие в активном питании земноводных (передние рожки подъязычного аппарата соответствуют гиоиду).

Основная же часть подъязычной дуги — подвесок (гиомандибуляре) — вошла в состав нового отдела органа слуха, возникшего у наземных позвоночных, — среднего уха.

Среднее ухо (Рис. 4) — полость, открывающаяся с одной стороны в окружающую среду, а с другой (евстахиевой трубой) — в глотку. Эта полость гомологична жаберной щели, располагавшейся между челюстной и подъязычной висцеральными дугами<sup>3</sup>.

Ограничивавшая эту щель кость — подвесок — у амфибий входит в полость среднего уха и приобретает функцию слуховой косточки («столбик», или стремечко).

С ее помощью колебания барабанной перепонки, закрывающей наружное

---

<sup>3</sup> У хрящевых и некоторых низших костных рыб эта жаберная щель функционирует как «брызгальце».

отверстие среднего уха, передаются жидкости, заполняющей полость внутреннего уха, через овальное окно, также затянутое перепонкой.

Возникновение и эволюция среднего уха биологически связаны с малой плотностью воздушной среды, в которой звуковые колебания относительно мало интенсивны и быстро затухают.

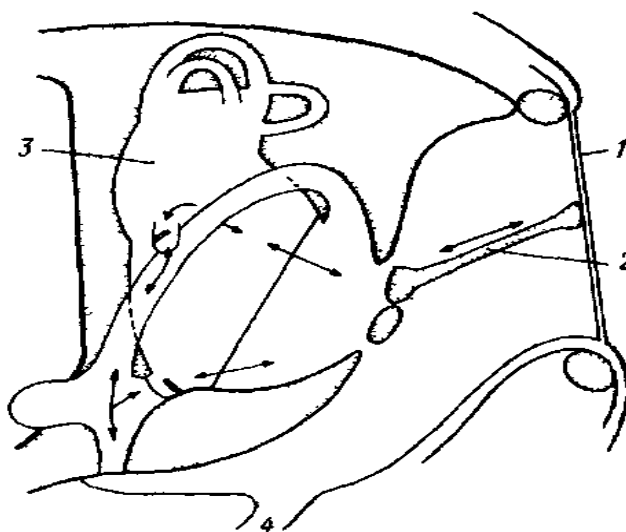


Рис. 4. Схема строения среднего уха земноводных:

1 – барабанная перепонка, 2 – слуховая косточка, 3 – внутренне ухо, 4 – евстахиева труба

У современных хвостатых амфибий такой аппарат звукопередачи вторично редуцирован. Они в основном используют звукопередачу непосредственно на овальное окно через систему сосудов, связанных с кожными венами.

Особенно эффективна такая система в водной среде. У безногих амфибий звукопередача с земли реализуется с участием нижней челюсти, с которой непосредственно соединяется массивная слуховая косточка.

## **Дыхательная система**

Принцип непосредственного газообмена между кровью и внешней средой при воздушном дыхании остается таким же, как и у водных животных: в кровь диффундирует кислород, предварительно растворенный в тонкой пленке влаги, покрывающей поверхность дыхательного эпителия.

Поэтому основной фактор, лимитирующий внешний газообмен в воздушной среде,— низкая влажность воздуха, способствующая высыханию дыхательных поверхностей. Это обстоятельство послужило фактором, определившим эволюцию строения и функции дыхательных органов наземных позвоночных.

Морфологические принципы организации дыхательной системы наземных позвоночных строятся на том, что поверхность газообмена

располагается внутри тела и не контактирует непосредственно с атмосферным воздухом, а соединяется с ним системой относительно узких подводящих путей.

При этом как в дыхательном эпителии, так и в выстилке воздухоносных путей расположено большое количество секреторных клеток, выделяющих слизь, что способствует увлажнению вдыхаемого воздуха. Этот принцип имеет всеобщее значение и реализован не только позвоночными, но и многими группами беспозвоночных (моллюски, членистоногие) при освоении наземной среды обитания (Гиляров, 1970, 1975).

У позвоночных наиболее соответствующим новым условиям газообмена оказалось воздушное дыхание с помощью легких. Как уже отмечено, предки земноводных — кистеперые рыбы — обладали именно такими органами дыхания.

Переход к легочному способу дыхания связан и с изменением типа дыхательных движений: они представлены чередующимися фазами вдоха и выдоха. Такой тип дыхания, по-видимому, также обусловлен задачей сохранения высокой влажности в дыхательной системе: однонаправленный поток воздуха неизбежно создавал бы опасность высыхания дыхательного эпителия.

Возможность «холостых» дыхательных движений (выдох) в этом случае допустима благодаря большому (около 21%) содержанию кислорода в дыхательной среде.

Интенсивность легочного газообмена определяется, с одной стороны, величиной дыхательной поверхности, а с другой — энергичностью вентиляции легких, что связано с механизмом дыхательных движений. Именно эти факторы обусловили направление эволюции дыхательной системы в пределах четырех классов наземных позвоночных.

У земноводных в связи с формированием легочного дыхания редуцируются жаберные щели и жаберные дуги; они сохраняются лишь на личиночных стадиях развития. В связи с этим редуцируется и глотка; ей соответствует появляющаяся у наземных позвоночных гортань. Составляющие ее хрящи гомологичны жаберным дугам.

Легочное дыхание у амфибий относительно просто. Легкие этих животных (Рис. 5) представляют собой полые мешки, внутренняя поверхность которых гладкая или имеет слегка ячеистое строение.



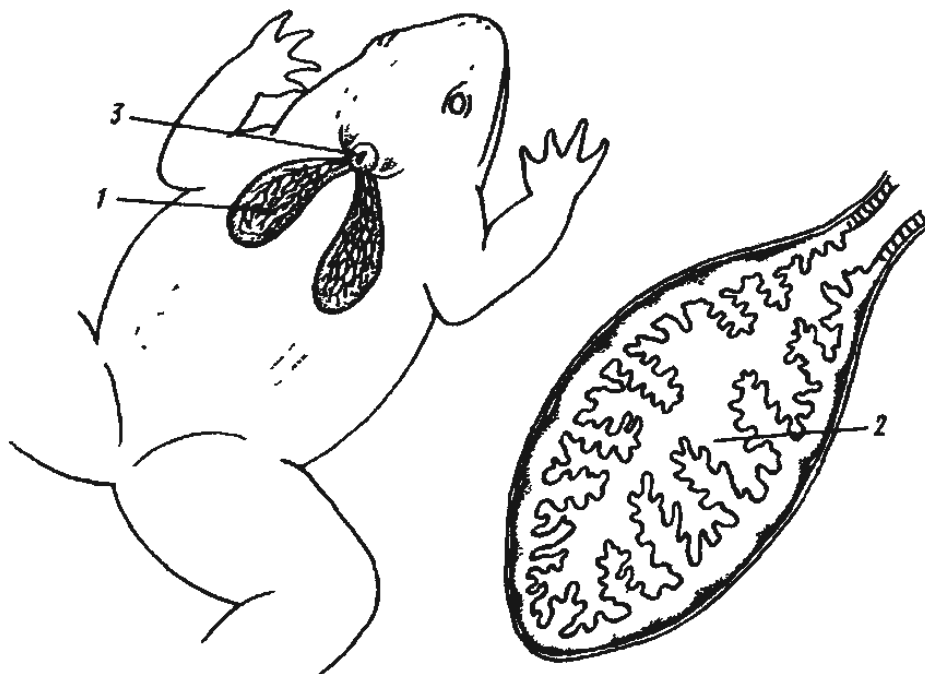


Рис. 5. Легкие амфибий:

1 – легкие, 2 – их внутренняя структура, 3 - гортань

*Сердце* у амфибий трехкамерное: имеются два отдельных между собой предсердия и один общий желудочек (Рис. 6).

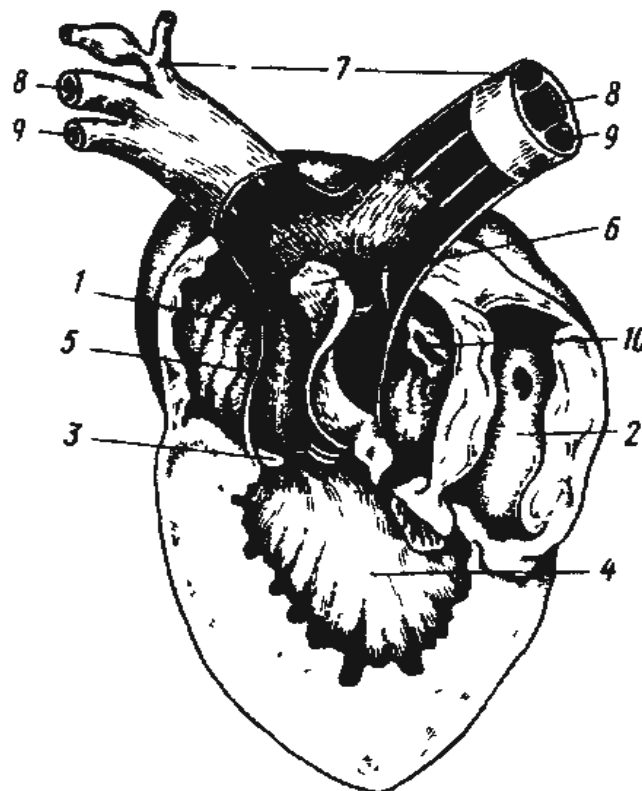


Рис. 6. Строение сердца лягушки

Между предсердиями и желудочком расположены клапаны, препятствующие обратному току крови при систоле желудочка. На внутренней

стороне стенки желудочка находятся карманообразные складки, в известной степени препятствующие полному смешиванию артериальной и венозной крови.

Однако в основной полости желудочка такое смешивание происходит. Циркуляция по телу смешанной крови означает недоиспользование потенциальных возможностей ее транспортной функции, что сказывается на уровне энергетического обмена организма.

Уже у амфибии появляются первые приспособления к некоторому разделению потоков крови по основным артериальным стволам.

Существенную роль в этом процессе играет *артериальный конус*, от которого берут начало все три пары главных артериальных сосудов. Артериальный конус открывается в правой части желудочка, его входное отверстие снабжено полулунными клапанами.

Внутри вдоль полости артериального конуса располагается *спиральный клапан*, разделяющий эту полость на две половины и по длине конуса поворачивающийся на  $360^\circ$ .

При сокращении мускулатуры артериального конуса его полость полностью разделяется на «артериальную» и «венозную» (см. ниже). От полости артериального конуса самостоятельно отходят *кожно-легочные артерии*, сонные артерии и дуги аорты.

Вначале, все эти сосуды правой и левой сторон покрыты общей оболочкой и разделяются лишь на некотором удалении от сердца.

При сокращении желудочка наиболее венозная кровь, сосредоточенная в его правой части, попадает в брюшную часть полости артериального конуса и с помощью спирального клапана направляется в отверстия кожно-легочных артерий, открывающиеся на брюшной стороне конуса.

Более артериальная кровь идет по спинной части полости конуса, откуда поступает в отверстия дуг аорты и сонных артерий. Возможно, что первые порции ее попадают в дуги аорты, отверстия которых имеют больший диаметр, а самые последние (из нижней левой части желудочка), несущие наиболее артериальную кровь, — в сонные артерии.

Этому способствует формирование в начале сонных артерий суженных сосудов, образующих клубочек («сонные железки») и повышающих таким образом сопротивление току крови.

Разделение крови, выходящей из желудочка, схематично можно представить следующим образом: наиболее венозная кровь попадает в кожно-легочные артерии и направляется к органам газообмена, смешанная кровь поступает к большинству органов тела по дугам аорты, а наиболее артериальная — в сонные артерии, снабжающие головной мозг и некоторые другие органы передней части туловища.

Это подтверждается и экспериментально. Рентгенография сосудов лягушек, в кровь которых вводили контрастное вещество, показала, что артериальная кровь из легочных вен попадает преимущественно в артерии

головы и в аорту, а венозная кровь из брюшной вены обнаруживается почти исключительно в сосудах легких. Этот процесс подвержен некоторой регуляции благодаря самостоятельной пульсации артериального конуса.

Показано, что ритм сокращения стенок конуса может находиться в разных соотношениях с систолой желудочка. При более раннем сокращении артериального конуса в кожно-легочные артерии попадает относительно меньшее количество крови, а при более позднем — большее.

Учащение сердцебиений и понижение рН крови (что бывает при увеличении в ней  $\text{CO}_2$ ) вызывает запаздывание пульсации артериального конуса по отношению к желудочку и соответственно увеличение кровотока в кожно-легочных венах.

Некоторое увеличение содержания кислорода в смешанной крови достигается еще и тем, что венозная кровь направляется по сосудам малого круга не только в легкие, но и в кожу. Возвращается же артериальная кровь в сердце разными путями: из легких по легочной вене она поступает в левое предсердие, а из кожи по кожным венам вливается в передние полые вены.

Таким образом, в правое предсердие попадает не чисто венозная кровь, а смешанная, содержащая определенное количество кислорода. Ее последующее перемешивание в желудочке с чисто артериальной кровью несколько повышает насыщенность кислородом крови, циркулирующей по большому кругу кровообращения.

Однако все эти приспособления относительны. Исследования, проведенные с гигантской жабой, показали, что по кожным венам течет кровь, насыщенная кислородом в среднем на 65% (до 80%) и  $\text{CO}_2$  — на 26%. В венозном синусе насыщение крови  $\text{O}_2$  и  $\text{CO}_2$  составляет соответственно 14 и 31%, в правой части желудочка — 8,9 и 27,5%. Насыщение крови, идущей из легких по легочным венам, составляет около 14% для  $\text{O}_2$  и 24% для  $\text{CO}_2$ ; примерно таков же состав крови в левой части желудочка. Насыщение крови  $\text{O}_2$  и  $\text{CO}_2$  в сонных артериях составляет соответственно 14 и 22,4%, а в кожно-легочных венах — 11,3 и 26,9%.

Таким образом, даже при некоторой дифференциации состава крови в разных сосудах она везде содержит достаточно много  $\text{CO}_2$ , что не обеспечивает полной реализации дыхательного потенциала крови. В силу этого уровень метаболизма у земноводных довольно низок: примерно на порядок ниже, чем у рептилий.

В венозной системе наиболее специфической чертой амфибий и других наземных позвоночных является смена кардинальных вен, свойственных водным группам, полыми венами. Из передней части тела кровь в сердце доставляется по паре *передних полых* вен. Эти сосуды фактически соответствуют кювьеровым протокам водных позвоночных; каждый из них слагается из наружной и внутренней *яремных* вен (несут кровь от головы) и *подключичной* вены (кровь из передних конечностей).

Подключичная вена принимает в себя *большую кожную* вену, несущую

артериальную кровь из системы кожных капилляров. Непарная *задняя полая* вена формируется за счет задних кардинальных вен (у хвостатых сохраняются и кардинальные вены). Она формируется из многочисленных вен, выносящих кровь из почек; к воротной системе почек кровь подводится из задних конечностей (слияние *бедренных* и *седалищных* вен).

В печени задняя полая вена не распадается на капилляры; воротная система печени образуется *брюшной* веной, несущей кровь из задних конечностей, и *воротной веной печени* по которой кровь поступает от кишечника.

Прошедшая воротную систему печени кровь по коротким *печеночным* венам впадает в заднюю полую вену (Рис. 7).

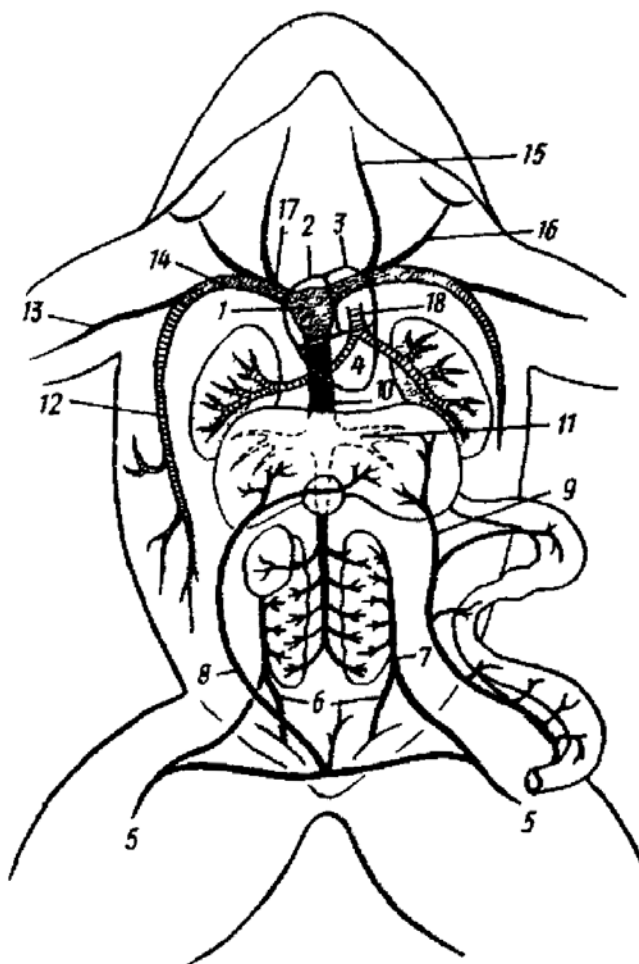


Рис. 7. Схема венозной системы лягушки.

Артериальная кровь - показана редкой штриховкой, венозная – черным цветом, смешанная – точками: 1 – венозный синус, 2 – правое предсердие, 3 – левое предсердие, 4 – желудочек, 5 – бедренная вен, 6 – седалищная вена, 7 – воротная вена почек, 8 – брюшная вена, 9 – воротная вена печени, 10 – задняя полая вена, 11 – печеночная вена, 12 – большая кожная вена, 13 – плечная вена, 14 – подключичная вена, 15 – наружная вена, 16 – внутренние яремные вены, 17 – передняя полая вена, 18 – легочная вена.

Появление у земноводных свойственных всем наземным позвоночным трубчатых костей связано не только с их локомоторной функцией, но и с системой кроветворения.

Главным местом образования форменных элементов крови у этих животных становится красный костный мозг, расположенный внутри трубчатых костей, в их эпифизарной части.

## ***Водно-солевой обмен***

Если в опорно-двигательной и дыхательной системах на уровне земноводных произошли принципиальные перестройки, открывшие путь к освоению новой, наземной среды, то по условиям водно-солевого обмена эти животные сохранили практически все особенности своих водных предков.

Амфибии во взрослом состоянии обладают типичной туловищной (мезонефрической) почкой, строение которой весьма близко к исходной для водных позвоночных схеме.

Отличие заключается лишь во внешней морфологии почек: они не лентовидные, как у рыб, а имеют компактную овальную форму и расположены в брюшной полости в области крестцового отдела позвоночника. В канальцевой системе осуществляется функция реабсорбции солей, сахаров и других необходимых организму веществ.

Моча по вольфовым каналам (которые у самцов одновременно служат семяпроводами) стекает в клоаку, вырост стенки которой образует мочевой пузырь. Мюллеровы каналы имеются только у самок и функционируют как яйцеводы.

Почки работают по пресноводному типу: хорошо развитая система клубочков способствует интенсивной фильтрации воды из плазмы крови. Часть жидкости фильтруется и непосредственно из брюшной полости через нефростомы; таким путем, например у тритонов, выводится до 22% всего объема мочи.

## ***Размножение и развитие***

Земноводные сходны с первичноводными животными не только по строению почки, но и по организации половой системы.

В частности, соотношение выводных протоков выделительной и половой систем у них соответствует типичной схеме животных с мезонефрической почкой: у самцов передние нефроны связаны с семявыносящими канальцами семенника и выступают как его придаток.

Таким образом, вольфовы каналы выполняют функции мочеточника и семяпровода (Рис. 8).

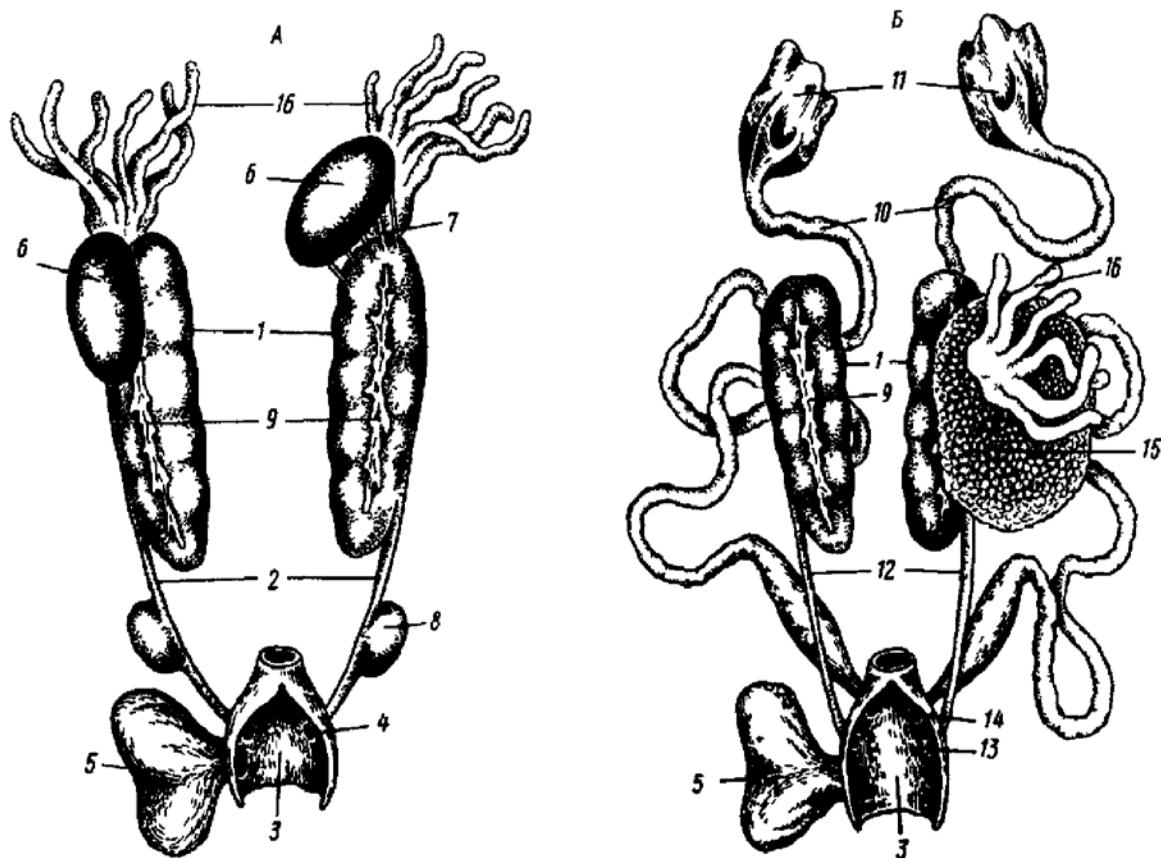


Рис. 8. Строение мочеполовой системы лягушки.

А – самец; Б – самка: 1 – почка, 2 – вольфов канал (мочеточник и семяпровод), 3 – клоака, 4 – мочеполовое отверстие, 5 – мочевой пузырь, 6 – семенник, 7 – семявыносящие канальца, 8 – семенной пузырек, 9 – надпочечник, 10 – мюллеров канал (яйцевод), 11 – воронка яйцевода, 12 – мочеточник, 13 – мочевое отверстие, 14 – половое отверстие, 15 – яичник, 16 – жировое тело

У самок вольфов канал функционирует только как мочеточник, а мюллеров канал, открывающийся воронкой в полость тела, — как яйцевод. Соответственно в клоаке имеются отдельные мочевое и половое отверстия.

У бесхвостых амфибий оплодотворение осуществляется в воде и у большинства форм сопровождается специфическими формами брачного поведения, стимулирующего синхронное выделение половых продуктов. У многих хвостатых и безногих амфибий развито внутреннее оплодотворение, но специальных совокупительных органов нет.

Развитие у подавляющего большинства видов происходит в воде; лишь у некоторых форм яйца откладываются в сырых местах. Но личинки и в этом случае развиваются в водоемах; исключения (в том числе яйцеживорождение) крайне редки. Развитие характеризуется наличием личиночной фазы.

Личинка представляет собой типично водное животное, по многим чертам строения и функций организма сходное с рыбами.

## **Рекомендуемая литература по теме:**

1. Константинов В.М., Наумов С.П., Шаталова С.П. Зоология позвоночных: Учебник для вузов. / Сер.: Высшее профессиональное образование. -М.: Академия, 2007. - 464с. Изд. 5-е, стереотип.
2. Константинов В.М., Шаталова С.П., Бабенко В. Лабораторный практикум по зоологии позвоночных: для студентов вузов. / Сер.: Высшее профессиональное образование. -М.: Академия, 2004. -272с. Изд. 2-е, испр.
4. Карташев Н.Н., Соколов В.Е., Шилов И.А. Практикум по зоологии позвоночных: Учебное пособие для вузов. -М.: Аспект-Пресс, 2004. - 383с. Изд. 3-е, испр., доп.
6. Дерим-Оглу Е.Н., Леонов Е.А. Учебно-полевая практика по зоологии позвоночных: Учебное пособие для вузов. –М.: Просвещение, 1979. - 192с.

## **Вопросы для самоконтроля:**

1. *Охарактеризуйте основных представителей современных земноводных на примере трех основных отрядов?*
2. *В чем заключаются особенности Хвостатых?*
3. *В чем заключаются особенности Безногих?*
4. *В чем заключаются особенности Безхвостых?*
5. *Дайте сравнительную характеристику Безхвостых и Хвостатых?*
6. *Расскажите о водно-солевом обмене и размножении земноводных?*

# ЛАБОРАТОРНЫЕ (ПРАКТИЧЕСКИЕ) ЗАНЯТИЯ

Порядок выполнения лабораторных работ следующий:

- I. Изучите систематическое положение объекта.
- II. Прочитайте внимательно методические указания по данной теме, материал учебника и приступайте к изучению объекта.
- III. Рассмотрите все системы органов,
- IV. Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисуночным подписям.
- V. При изучении кровеносной системы укажите стрелками направление движения крови. Артериальную кровь *закрасьте красным цветом*.
- VI. Раскрашивайте определенные системы органов всегда одним цветом:
  1. органы дыхания - *фиолетовым*;
  2. пищеварительную систему - *коричневым*;
  3. выделительную систему - *зеленым*;
  4. органы размножения - *желтым*;
  5. нервную систему - *оранжевым*;
  6. мускулатуру - *розовым*.

## ТЕМА I. СТРОЕНИЕ АКУЛ

Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисуночным подписям:



Рис. 9 Внешний вид акулы:

- рыло;
- глаз;
- брызгальце;
- рот;
- ноздря;
- отверстия органов боковой линии;



- жаберные щели;
- клоака;
- грудной плавник;
- спинной плавник
- хвостовой плавник;
- брюшной плавник.

Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисовочным подписям:

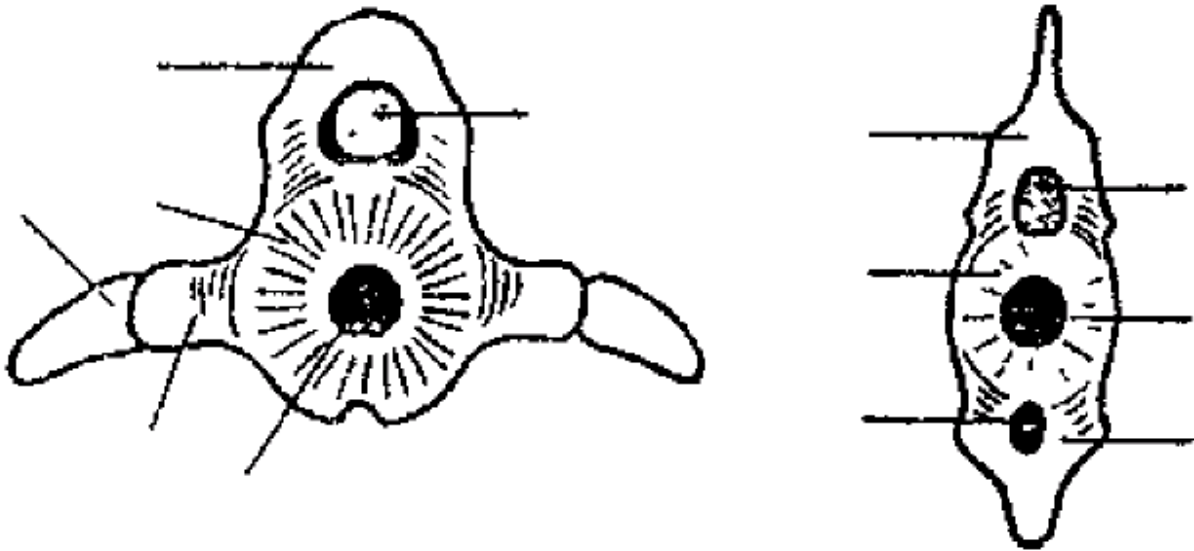


Рис. 10 Позвонки акулы:

- I- хвостовой;
- II- туловищный;
- хорда;
- тело позвонка;
- верхняя дуга;
- спинномозговой канал;
- поперечный отросток;
- ребро;
- нижняя дуга;
- гемальный канал.

Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисуночным подписям:

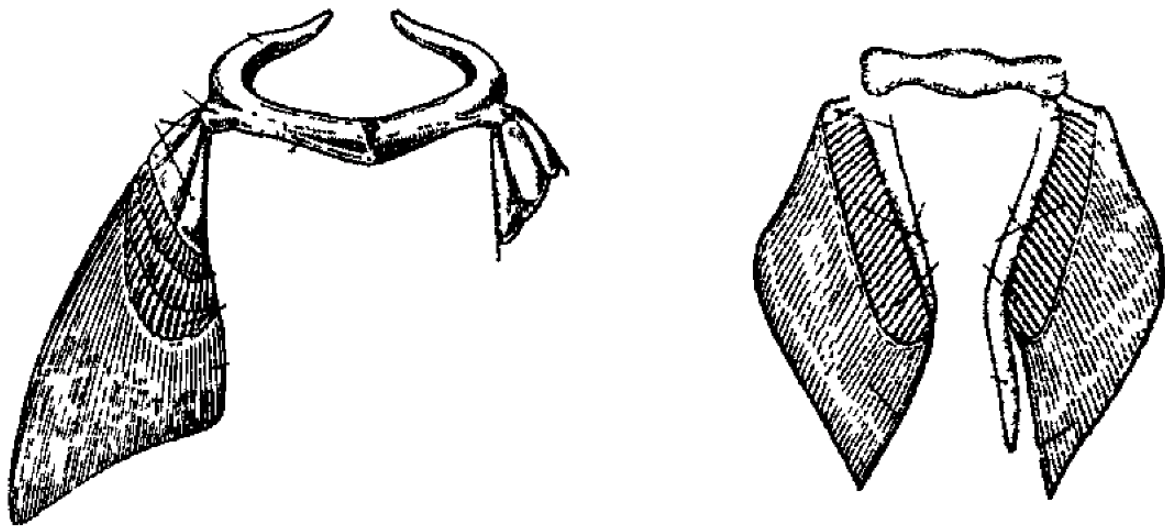


Рис. 11 Скелет поясов и парных конечностей акулы:

- I - плечевой пояс и грудной плавник;
- II - тазовый пояс и брюшные плавники;
- лопаточный отдел;
- коракоидный отдел;
- тазовый пояс;
- базалии;
- радиалии;
- плавниковые лучи.

Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисуночным подписям:

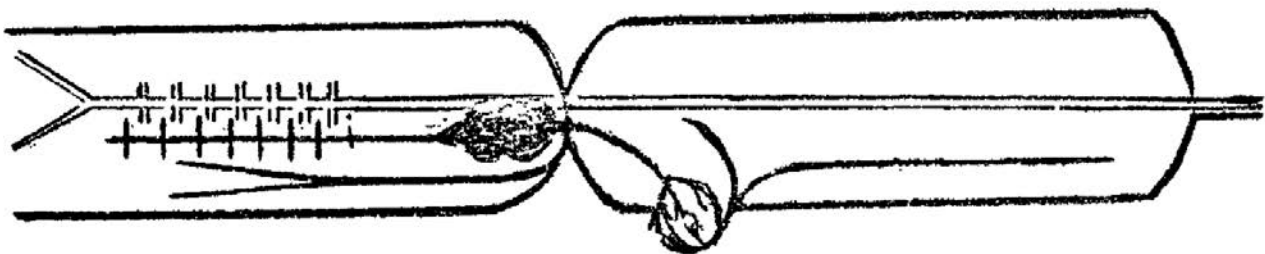


Рис. 12 Схема кровеносной системы миноги:

- I - артериальная система (вид с брюшной стороны);
- предсердие;
- желудочек;
- венозный синус;

- брюшная аорта;
- жаберная артерия;
- наджаберный сосуд;
- сонная артерия;
- спинная аорта;

II - венозная система (общая схема)

- передняя кардинальная вена;
- задняя кардинальная вена;
- подкишечная вена;
- воротная вена печени;
- печеночная вена;
- нижняя яремная вена;

Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисуночным подписям:

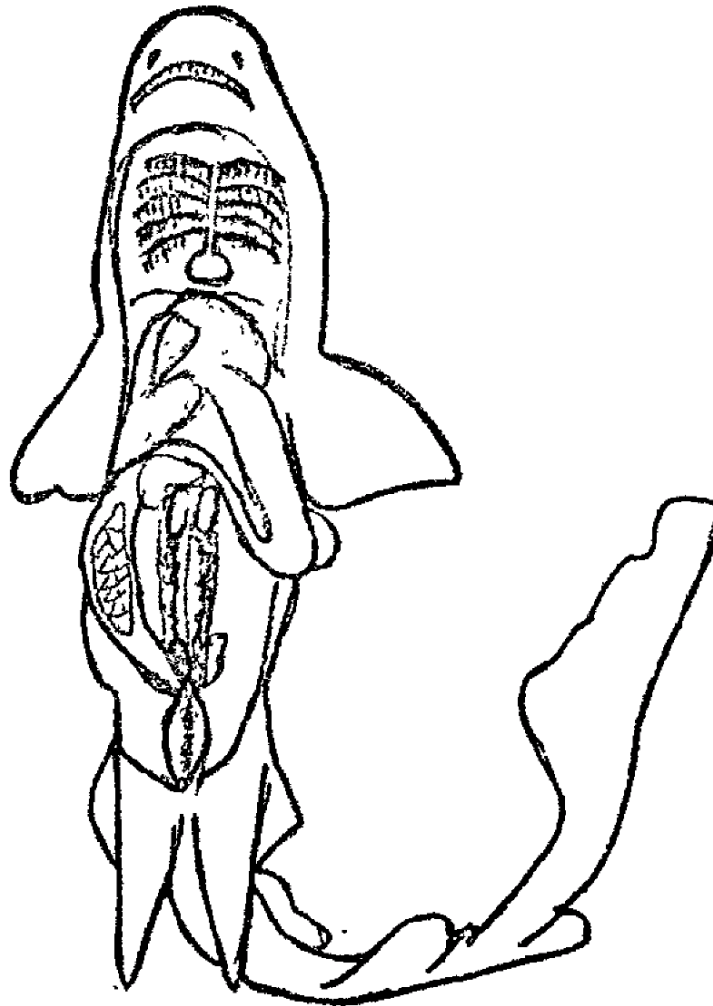


Рис. 13 Общее расположение внутренних органов акулы:

- сердце;
- желудок;
- тонкая кишка;
- толстая кишка;
- спиральный клапан;
- прямая кишка;
- клоака;
- ректальная железа;
- печень;
- желчный пузырь;
- поджелудочная железа;
- селезенка;
- почка;
- половая железа.

Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисуночным подписям:

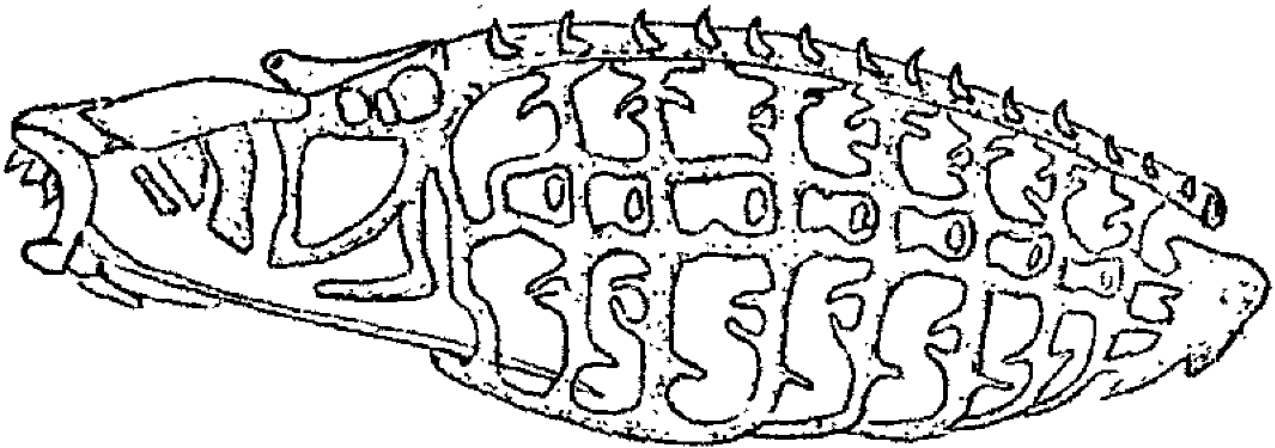


Рис. 14 Скелет передней части миноги:

- хрящи черепной коробки;
- хорда;
- жаберные дужки;
- зачатки верхних дуг позвонков.

Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисуночным подписям:

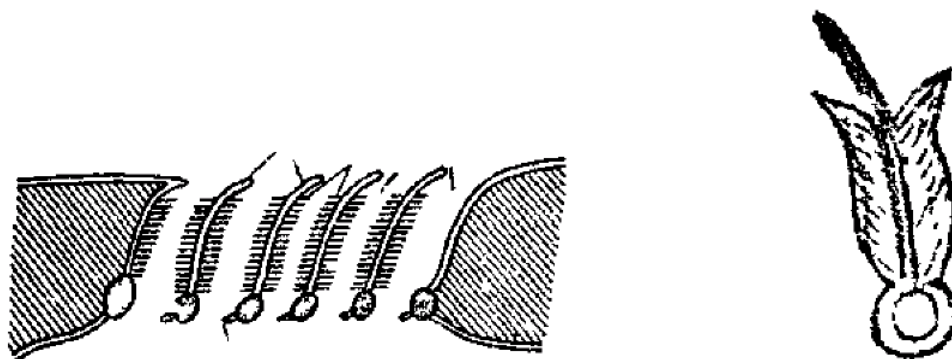


Рис. 15 Схема жаберного аппарата акулы

- жаберные лепестки;
- межжаберная перегородка;
- жаберная щель;
- жаберные дуги;
- подъязычная дуга.

Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисуночным подписям:

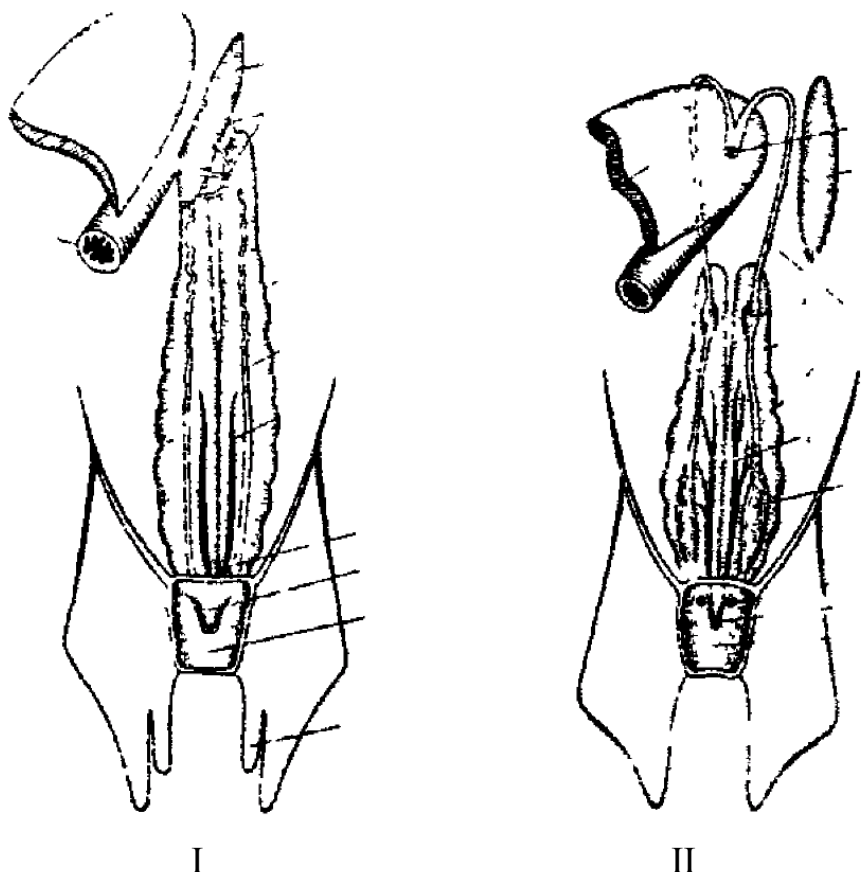


Рис. 16 Мочеполовая система самца (I) и самки (II) акулы

- семенник
- семявыносящие канальцы;
- вольфов канал;
- яичник левый (правый не изображен)
- яйцевод;
- общая воронка обоих яйцеводов;
- скорлуповая железа;
- матка;
- почка;
- мочеточник;
- мочеполовой сосочек;
- клоака;
- печень;
- пищевод.

Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисуночным подписям:

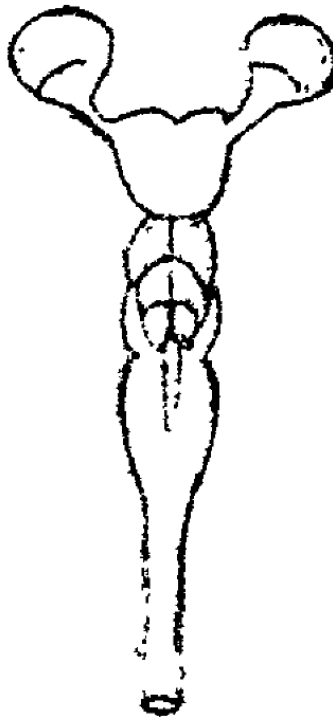


Рис. 17 Головной мозг акулы:

- передний мозг;
- промежуточный мозг;

- средний мозг;
- мозжечок;
- продолговатый мозг;
- обонятельные доли.

Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисуночным подписям:

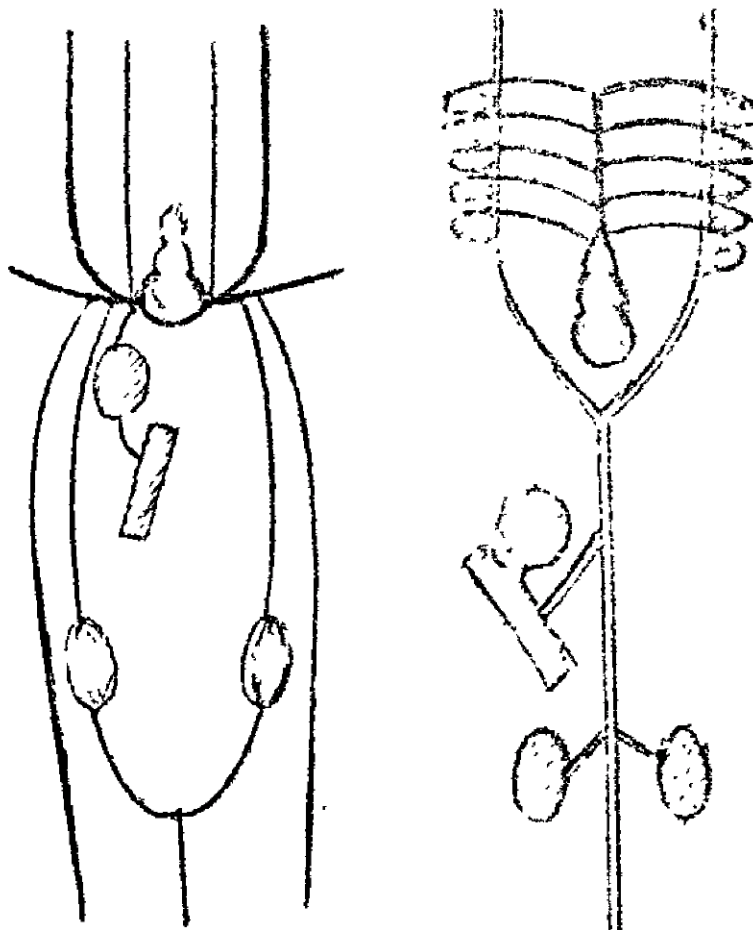


Рис. 18 Схема кровеносной системы акулы:

#### I - артериальная система

- сердце;
- печень;
- брюшная аорта;
- жаберная артерия;
- наджаберный сосуд;
- сонная артерия;
- спинная аорта;
- передняя кардинальная (верхняя яремная) вена;
- хвостовая вена;
- воротная вена почек;

II - венозная система;

- желудок;
- кишечник;
- почка;
- задняя кардинальная вена;
- подкишечная вена;
- воротная вена печени;
- печеночная вена;
- боковая вена;
- подключичная вена;
- яремная вена;
- кювьеров проток .

Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисуночным подписям:

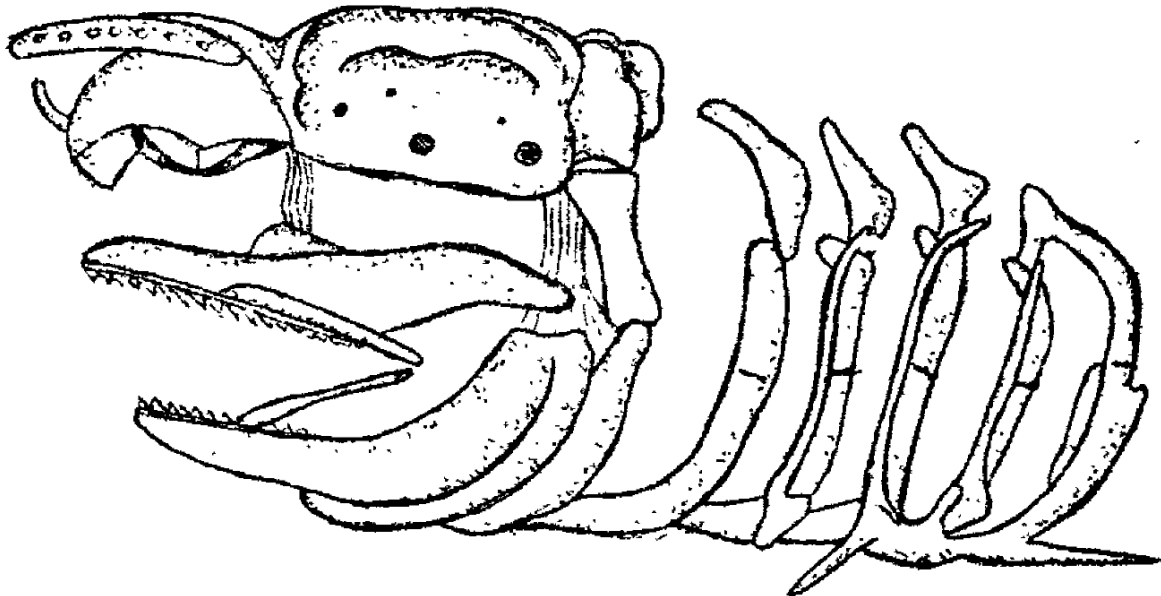


Рис. 19 Череп акулы:

I - нейральный (мозговой) череп:

- рострум;
- носовая капсула;
- орбита;
- затылочная капсула;

II - висцеральный скелет:

A - челюстная дуга:



- верхняя челюсть (небноквадратный хрящ) -
- нижняя челюсть (меккелев хрящ) -

Б - подъязычная дуга:

- подвесок (гиомандибуляре) -
- гиоиды.

В - жаберная дуга:

- глоточно-жаберный хрящ -
- верхнежаберный хрящ -
- роговидножаберный хрящ -
- нижнежаберный хрящ -
- основной жаберный хрящ -

Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисовочным подписям:



Рис. 20 Типы черепов позвоночных:

А - аутостилический; Б - гиостилический; В - амфистилический;

- небноквадратный хрящ;
- меккелев хрящ;
- нижняя челюсть;
- гиомандибуляре;
- гиоид.

Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисовочным подписям:

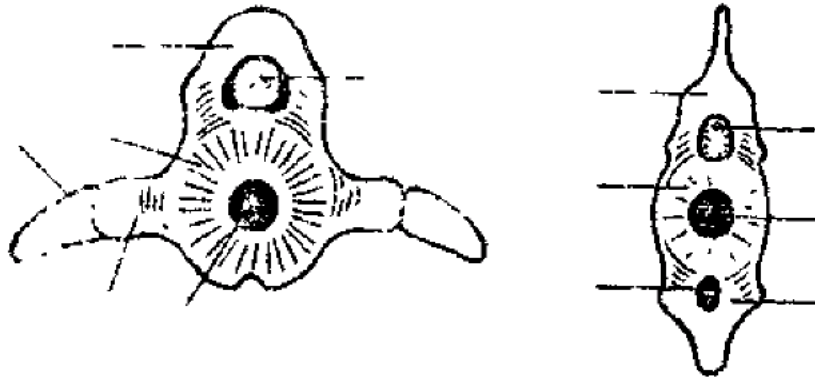


Рис. 21 Позвонки акулы:

I- хвостовой;

II - туловищный;

- хорда;

- тело позвонка;

- верхняя дуга;

- спинномозговой канал;

- поперечный отросток;

- ребро;

- нижняя дуга;

- гемальный канал.

Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисуночным подписям:

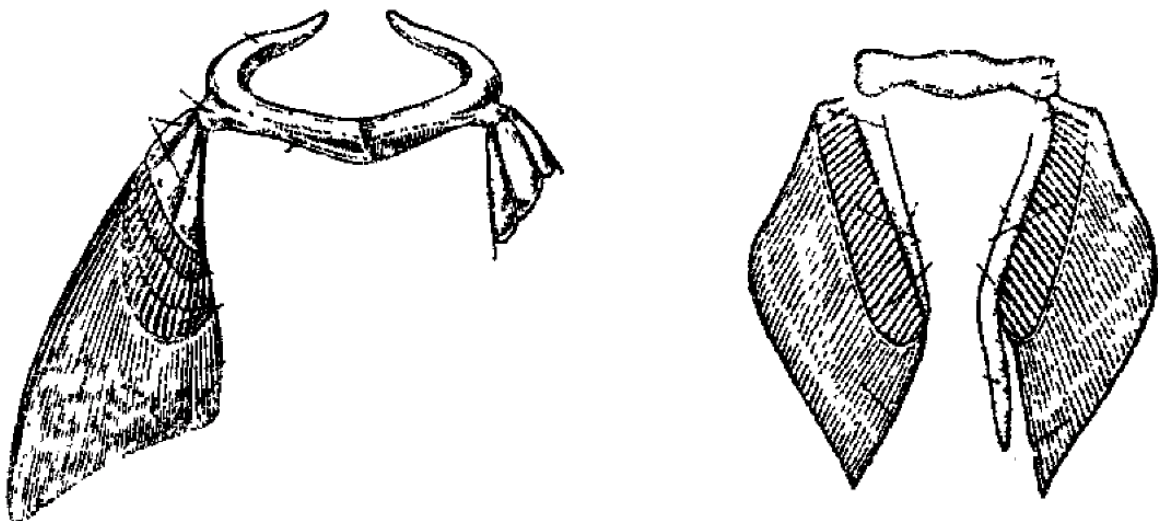


Рис. 22 Скелет поясов и парных конечностей акулы:

I - плечевой пояс и грудной плавник;

II - тазовый пояс и брюшные плавники;

- лопаточный отдел;

- коракоидный отдел;
- тазовый пояс;
- базалии;
- радиалии;
- плавниковые лучи.

## ТЕМА II. СТРОЕНИЕ ЛЯГУШКИ

Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисуночным подписям:



Рис. 23 Общее расположение внутренних органов и ротовая полость лягушки:

- сердце;
- легкое;
- желудок;
- поджелудочная железа;
- тонкая кишка;
- прямая кишка;

- клоака;
- печень;
- желчный пузырь;
- селезенка;
- почка;
- мочеточник;
- мочевой пузырь;
- яичник;
- яйцевод;
- жировое тело;
- язык;
- сошник с зубами;
- хоаны;
- отверстие евстахиевой трубы;
- гортанная щель.

Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисуночным подписям:

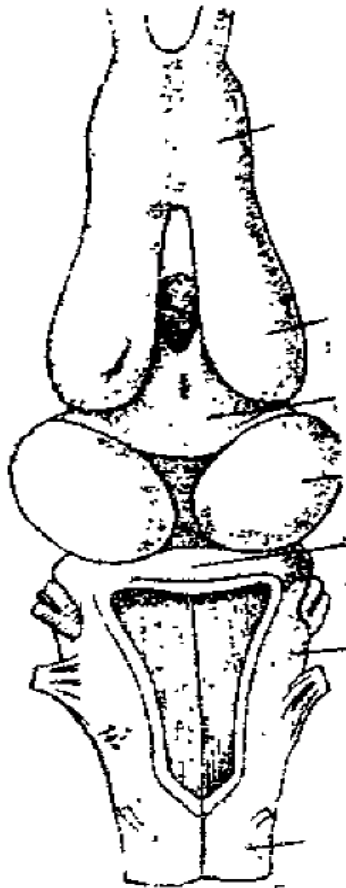


Рис. 24 Головной мозг лягушек:

- обонятельная доля;
- мозжечок;
- полушария переднего мозга;
- продолговатый мозг;
- промежуточный мозг;
- средний мозг;
- спинной мозг;

Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисуночным подписям:

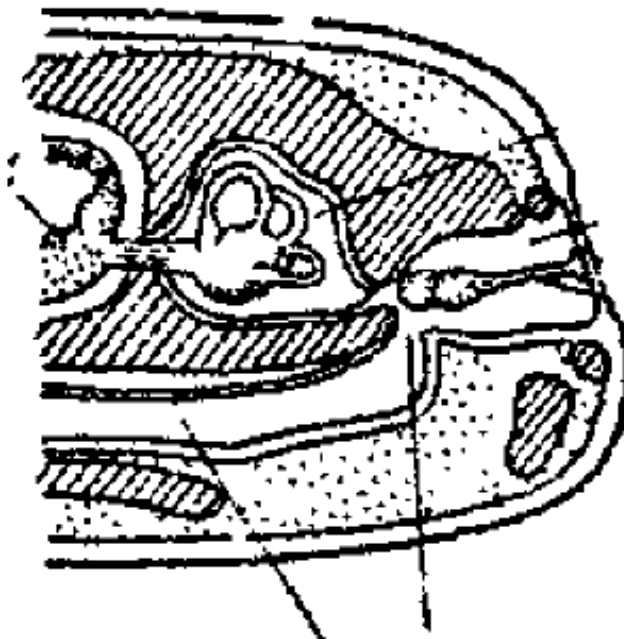


Рис. 25 Орган слуха лягушки:

- полукружные каналы;
- глотка;
- слуховой нерв;
- стремя;
- полость среднего уха;
- барабанная перепонка
- евстахиева труба;

Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисуночным подписям:

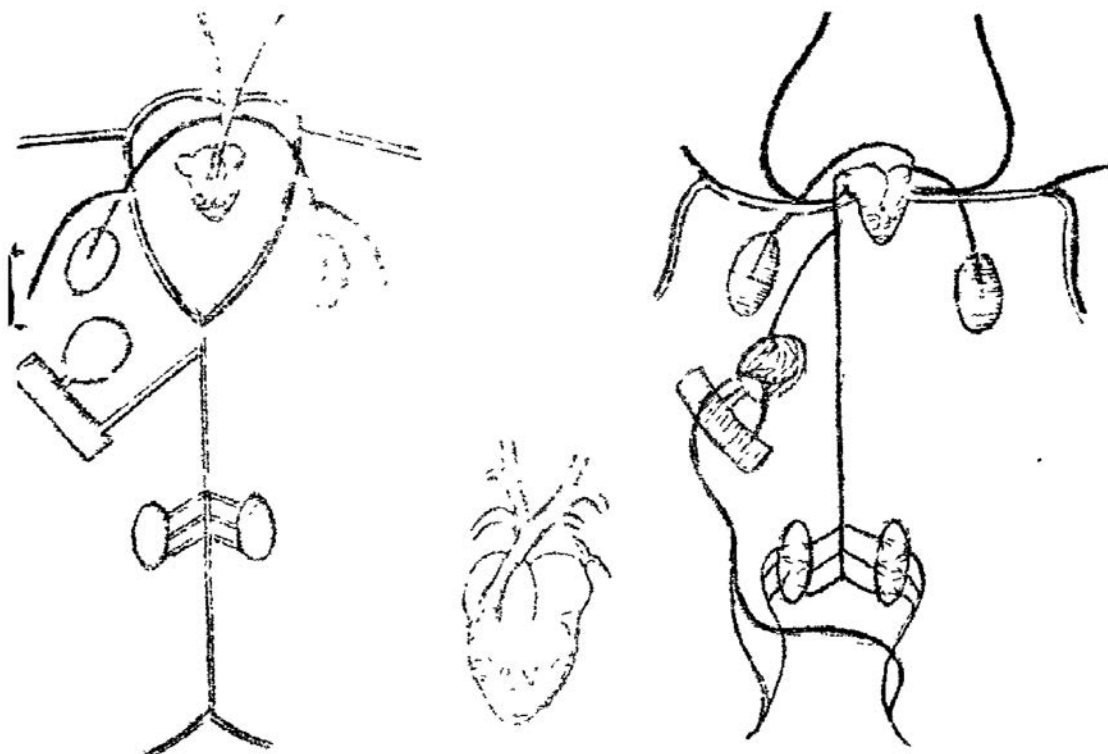


Рис. 26 Схема кровеносной системы и сердце лягушки:

I - артериальная система;

II - венозная система;

- печень;
- почка;
- легкое;
- кишечник;
- семенник;
- желудочек;
- левое предсердие;
- правое предсердие;
- артериальный синус;
- венозный синус;
- сонная артерия;
- правый корень аорты;
- легочная артерия;
- кожная артерия;
- подключичная артерия;
- кишечно-брыжеечная артерия;
- бедренная артерия;
- яремная вена;

- подключичная вена;
- кожная вена;
- передняя полая вена;
- седалищная вена;
- бедренная вена;
- воротная вена почек;
- брюшная вена;
- задняя полая вена;
- печеночная вена;
- воротная вена печени.

Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисовочным подписям:

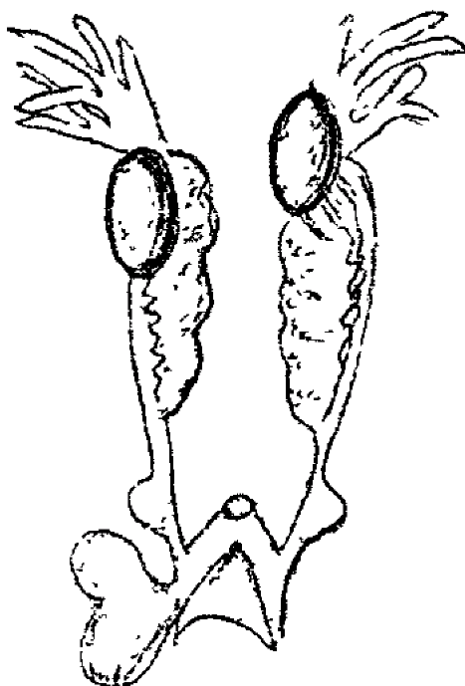


Рис. 27 Мочеполовая система лягушки:

I - самец;

II - самка;

- почка;
- полость клоаки;
- мочевой пузырь;
- семенник;
- семявыносящие канальца;
- семенной пузырек;

- мочеточник;
- мочеполовое отверстие;
- жировое тело;
- левый яичник (правый не изображен);
- яйцевод;
- воронка яйцевода.

Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисуночным подписям:

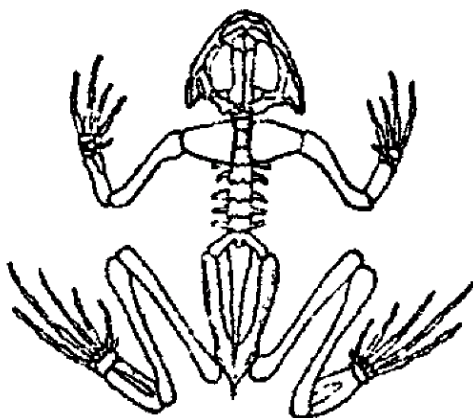
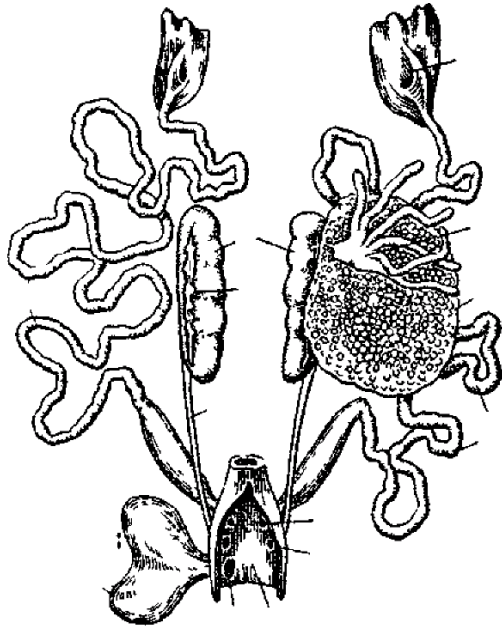


Рис. 28 Общий скелет лягушки:

I - позвоночник:

- шейный отдел (.... позв.);
- туловищный отдел (... позв.);



II - передняя конечность:

- плечо (плечевая кость);
- предплечье (лучевая и локтевая кости сливаются);
- кисть:
- запястье,
- пясть,
- фаланги пальцев.
- крестцовый отдел (.... позв.);
- хвостовой отдел (.... позв.);

III - задняя конечность:

- бедро (бедренная кость);
- голень (большая малая берцовая кости сливаются);
- стопа:
- предплюсна,
- плюсна,
- фаланги пальцев.

Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисуночным подписям:

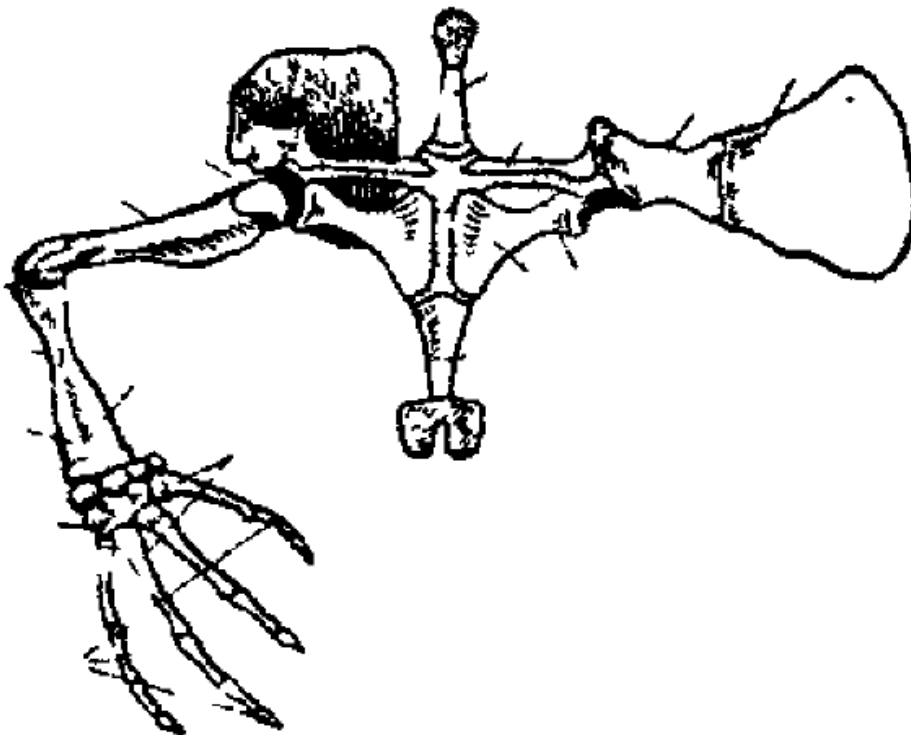


Рис. 29 Плечевой пояс лягушки:

- лопатка;
- коракоид;
- предгрудина;
- ключица;
- грудина;

### ТЕМА III: СТРОЕНИЕ ЯЩЕРИЦЫ

Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисуночным подписям:

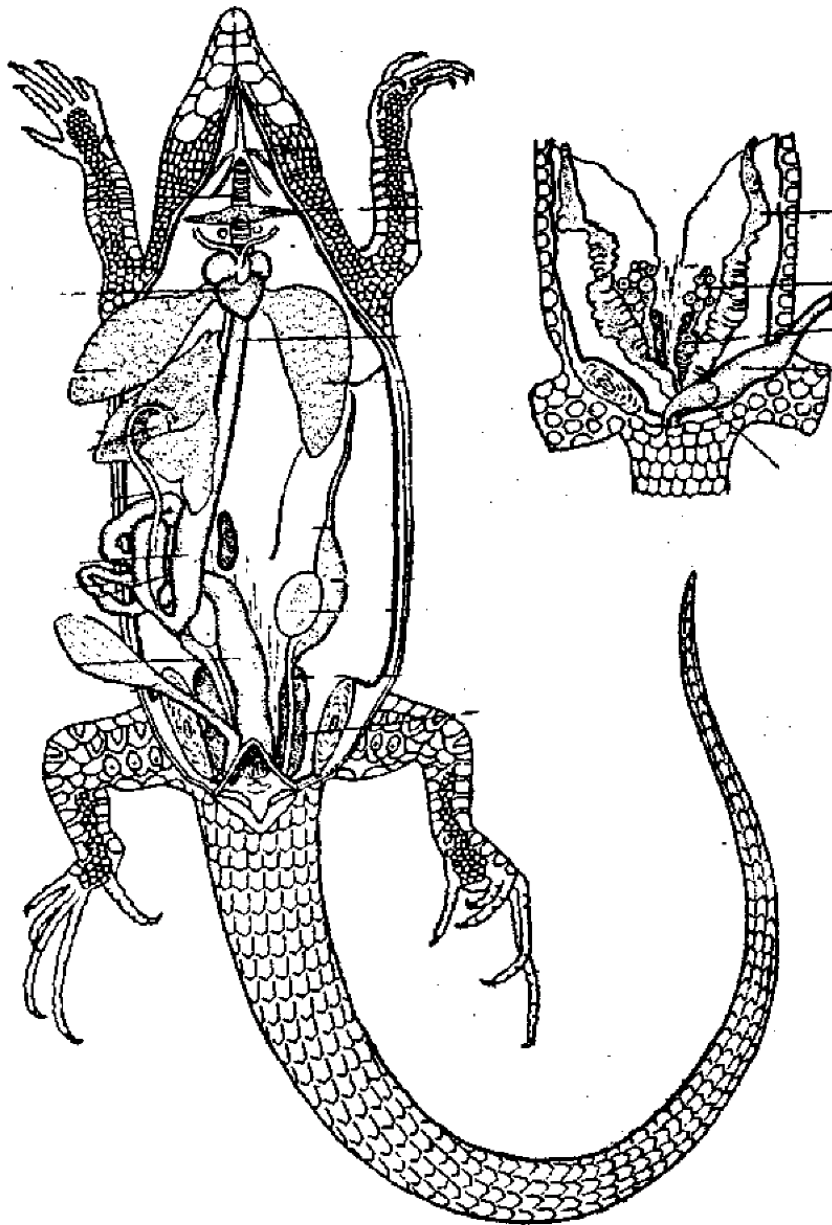


Рис. 30 Общее расположение внутренних органов ящерицы:

- сердце;
- легкое;
- желудок;
- поджелудочная железа;
- двенадцатиперстная кишка;
- толстая кишка;
- прямая кишка;
- печень;
- желчный пузырь;
- почка;
- мочеточник;
- мочевого пузырь;
- яичник;
- воронка яйцевода;
- семенник;
- семяпровод;
- придаток семенника.

Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисовочным подписям:

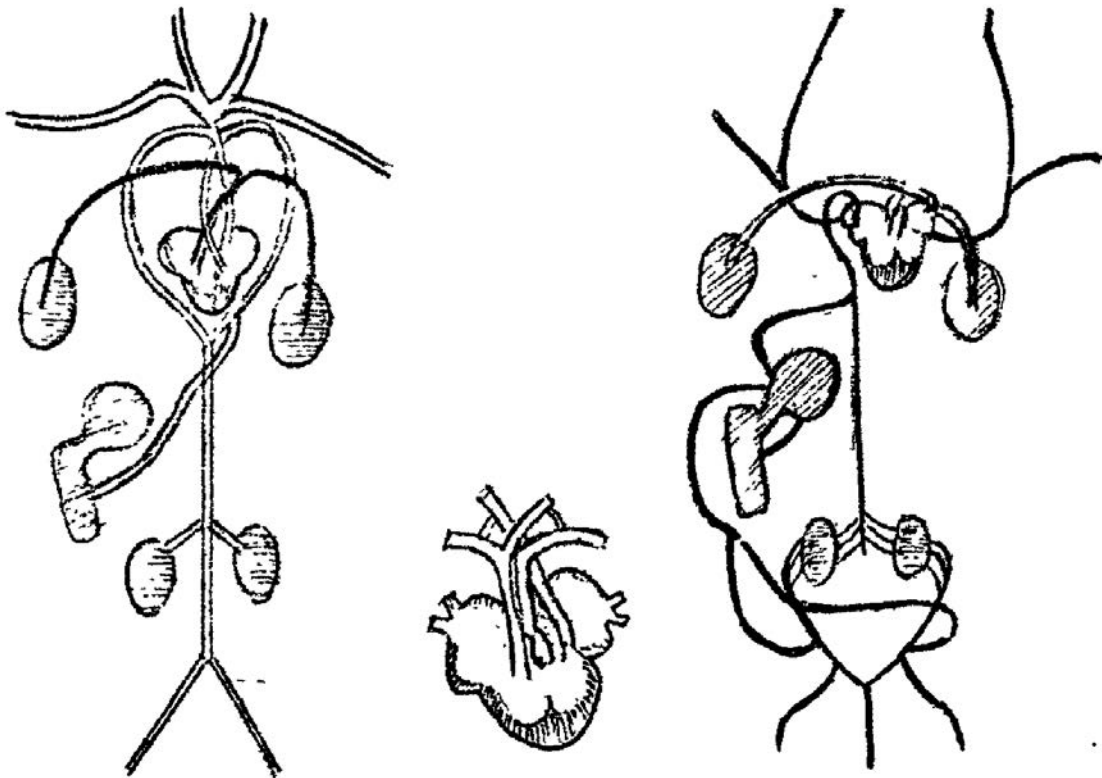


Рис. 31 Схема кровеносной системы ящерицы:

I- артериальная система;

II - венозная система;

- печень;
- почка;
- легкое;
- кишечник;
- желудок;
- левое предсердие;
- правое предсердие;
- желудочек;
- легочная артерия;
- левая дуга аорты;
- правая дуга аорты;
- сонная артерия;
- подключичная артерия;
- спинная аорта;
- кишечная артерия;
- яремная вена;
- подключичная вена;
- передняя полая вена;
- легочная вена;
- хвостовая вена;
- бедренная вена;
- тазовая вена;
- почечная вена;
- брюшная вена;
- воротная вена печени;
- задняя полая вена;
- печеночная вена.

Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисуночным подписям:

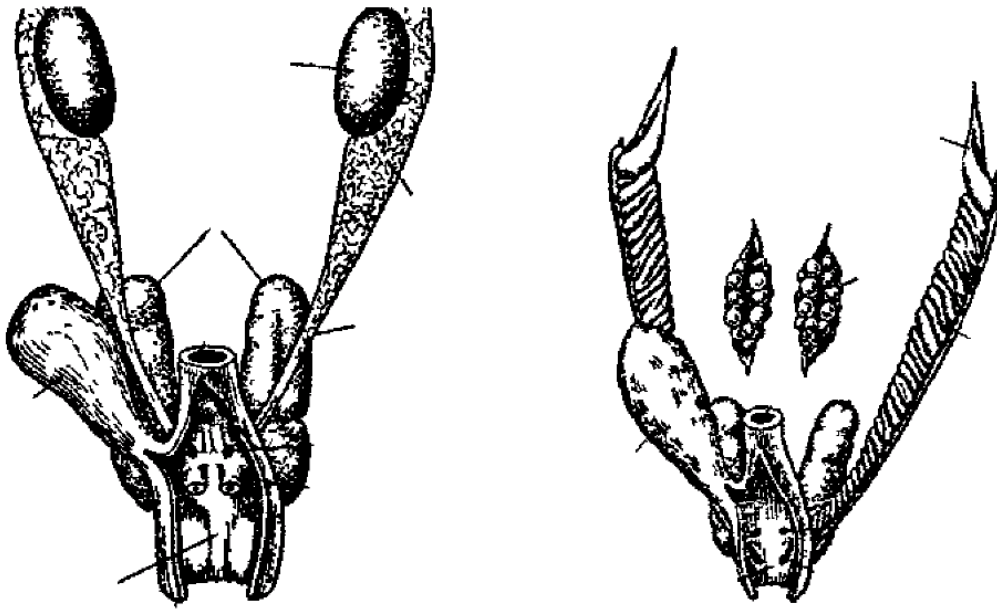


Рис. 32 Мочеполовая система ящерицы:

- I - самец; II - самка;
- почка;
  - мочеточник;
  - мочевого пузыря;
  - семенник;
  - придаток семенника;
  - семяпровод;
  - мочеполовое отверстие;
  - полость клоаки;
  - прямая кишка;
  - мочевого отверстие;
  - яичник;
  - яйцевод;
  - половое отверстие.

Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисуночным подписям:

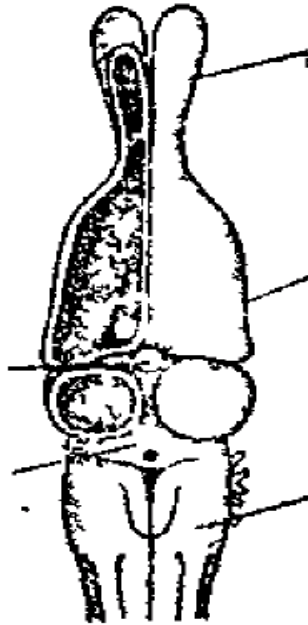


Рис. 33 Головной мозг ящерицы:

- обонятельная доля;
- средний мозг;
- передний мозг;
- мозжечок;
- промежуточный мозг;
- продолговатый мозг;
- эпифиз;

Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисуночным подписям:



Рис. 34 Осевой скелет ящерицы;

- шейный отдел (.... позв.);
- крестцовый отдел (.... позв.);
- пояснично-грудной отдел (.... позв.);
- хвостовой отдел (... позв.);

Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисуночным подписям:

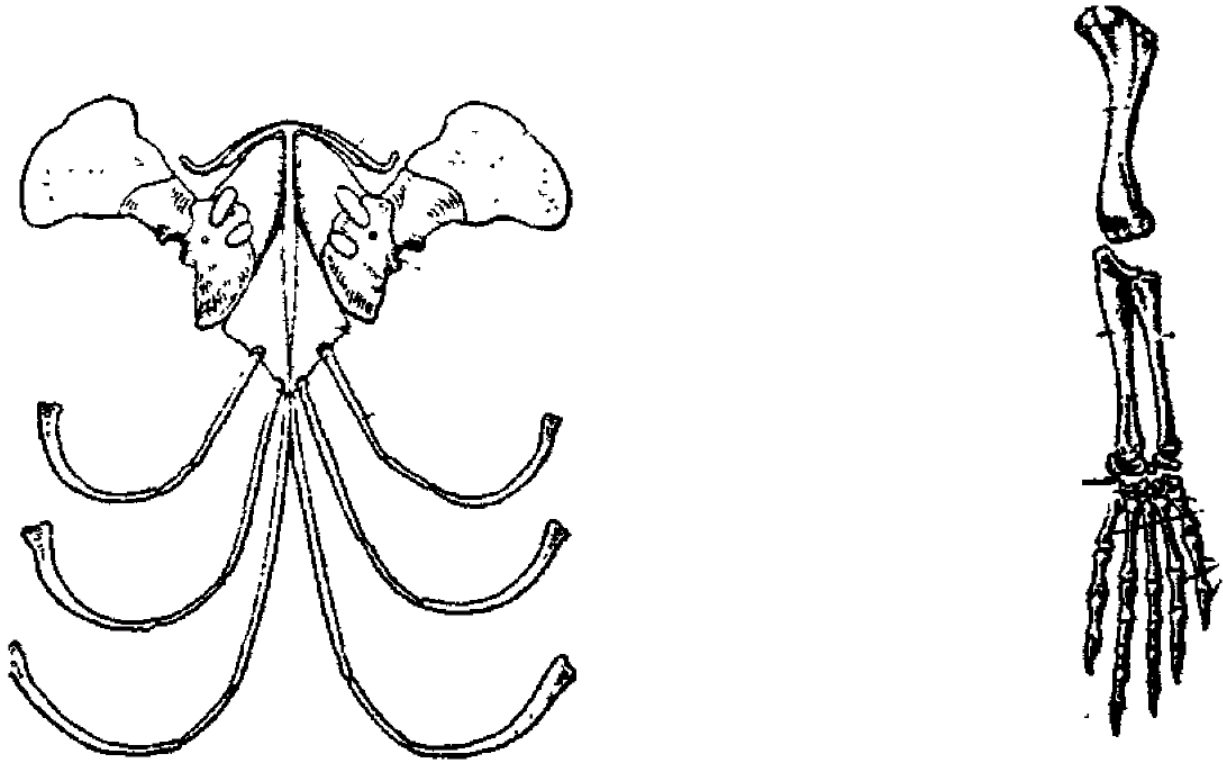


Рис. 35 Плечевой пояс с передними конечностями и тазовый пояс ящерицы:

- надгрудинник;
- грудина;
- ребра;
- коракоид;
- лопатка;
- надлопатка;
- ключица;
- плечо;
- предплечье;
- кисть;
- седалищная кость;
- подвздошная область;
- лобковая область.

## ТЕМА IV. СТРОЕНИЕ ПТИЦЫ

Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисовочным подписям:

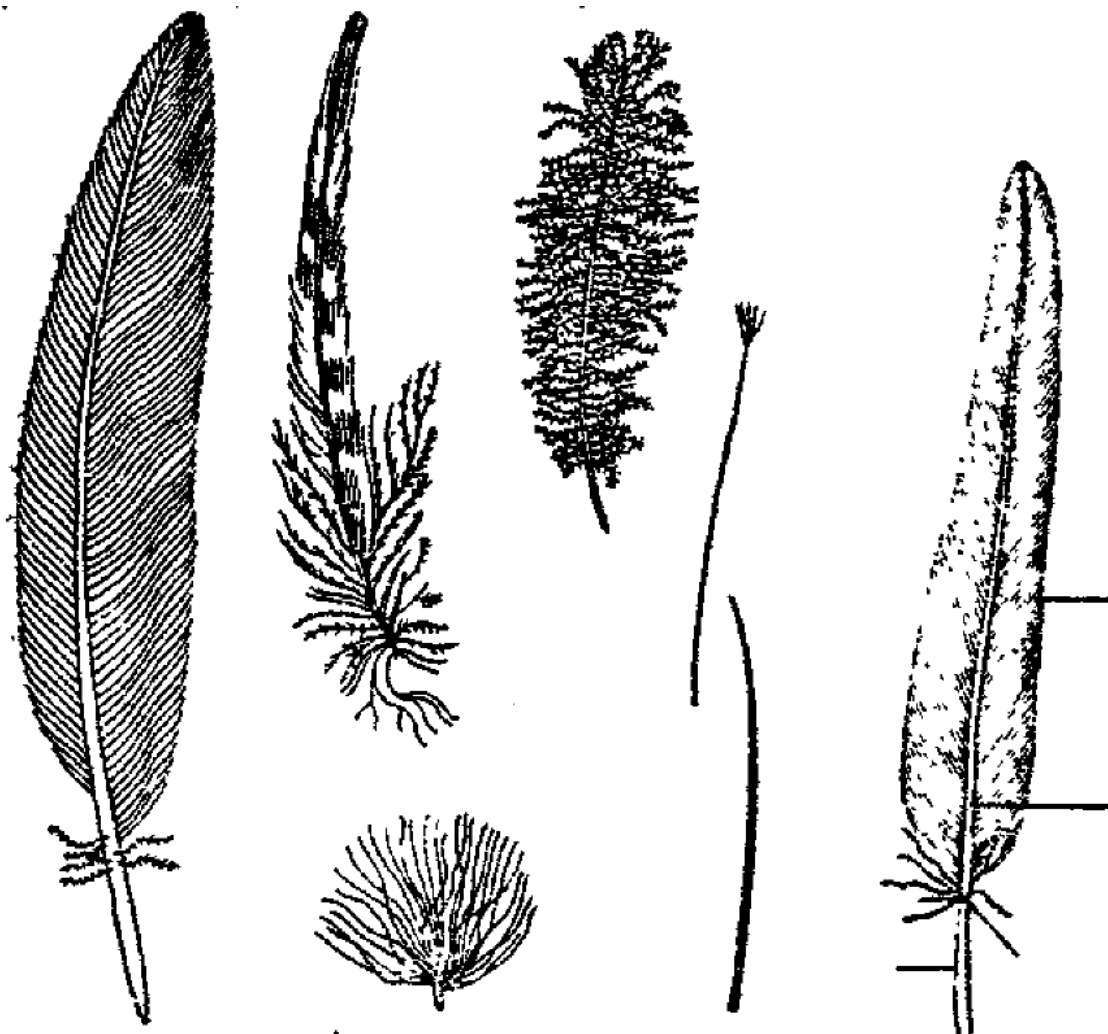


Рис. 36 Типы перьев и строение контурного пера:

- контурное перо;
- очин;
- стержень;
- опахало;
- часть опахала контурного пера;
- бородка;
- бородочка;
- крючочки;
- пуховое перо;
- пух;
- нитевидное перо.



Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисовочным подписям:

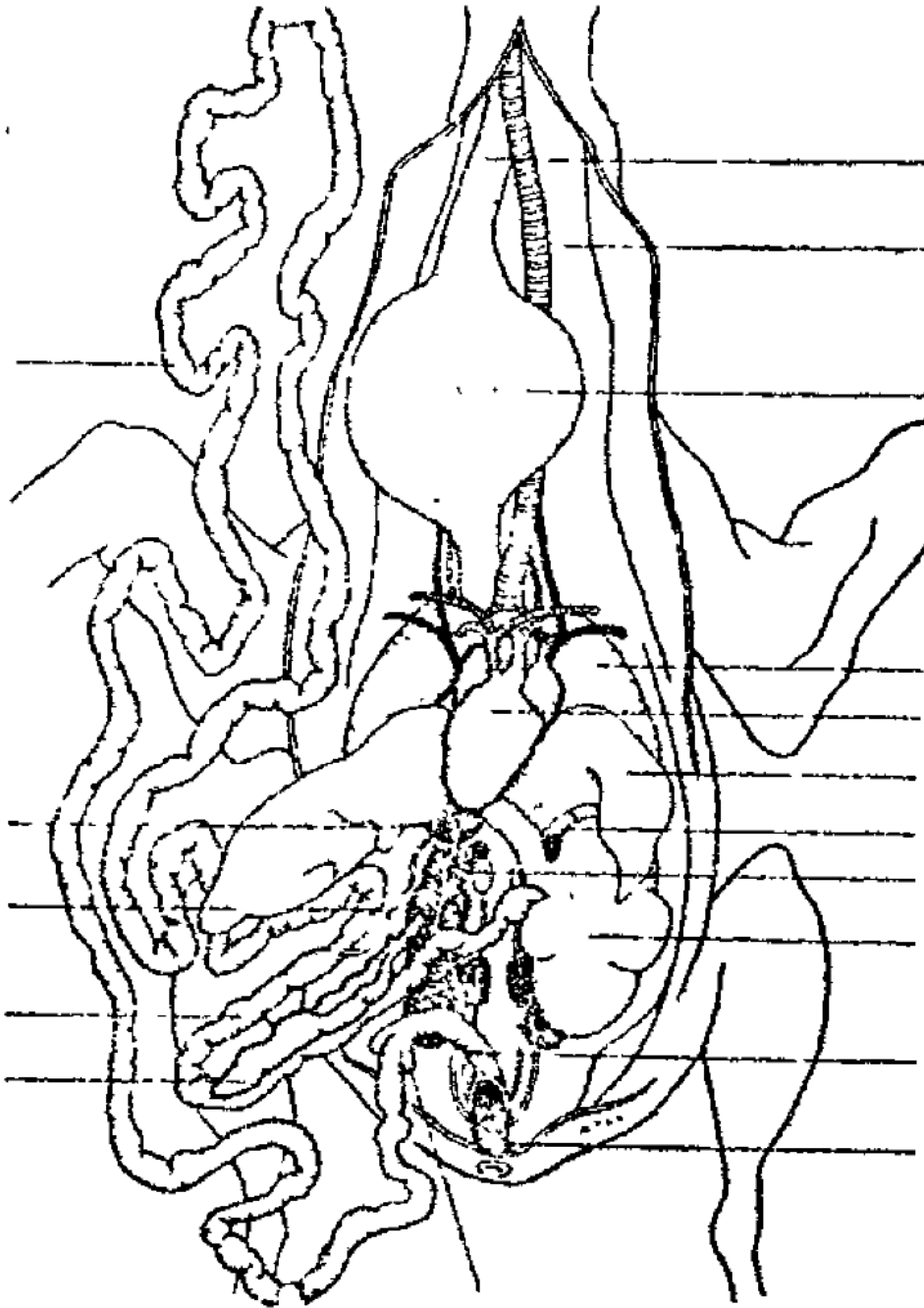


Рис. 37 Общее расположение внутренних органов голубки:

- трахея;
- бронх;
- легкое;
- яйцевод;
- зоб;
- сердце;
- железистый желудок;

- мускульный желудок;
- печень;
- поджелудочная железа;
- кишечник;
- почка;
- клоака.

Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисуночным подписям:

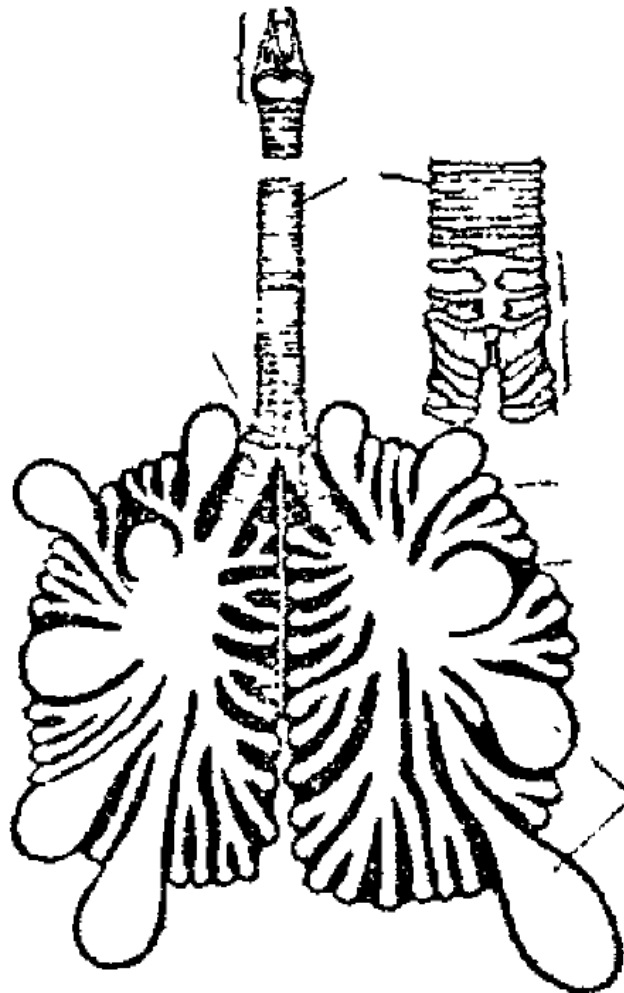


Рис. 38 Органы дыхания голубя:

- трахея;
- легкие;
- воздушные мешки;
- плечевая кость;

Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисуночным подписям:

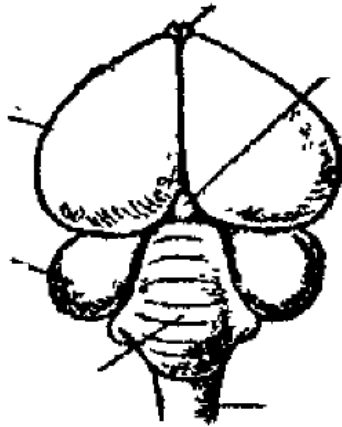


Рис. 39 Головной мозг голубя:

- обонятельная доля;
- полушария головного мозга;
- промежуточный мозг;
- эпифиз;
- зрительные бугры среднего мозга;
- мозжечок;
- продолговатый мозг.

Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисуночным подписям:

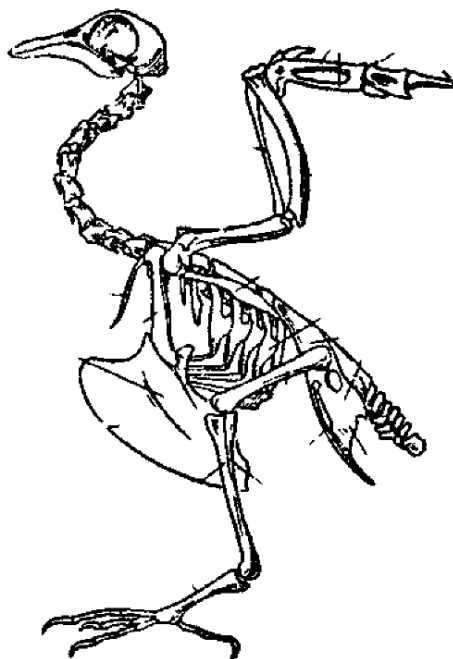


Рис. 40 Осевой скелет и тазовый пояс птицы:

- шейный отдел;

- грудной отдел;
- сложный крестец;
- хвостовой отдел;
- подвздошная кость;
- седалищная;
- лобковая;
- позвонки.

Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисуночным подписям:

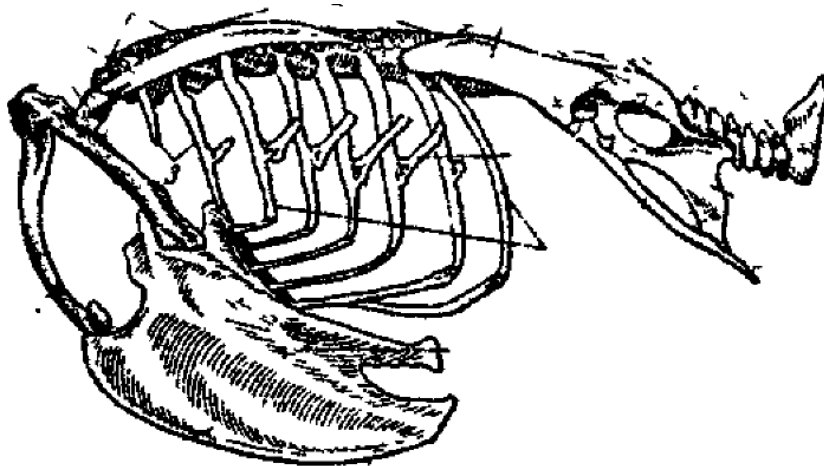


Рис. 41 Передняя конечность птицы:

- плечо (плечевая кость);
- предплечье;
- лучевая;
- локтевая;
- кисть:
- пряжка (пястнозапястная кость);
- фаланги пальцев.

Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисуночным подписям:



Рис. 42 Задняя конечность птицы:

- бедро (бедренная кость);
- голень (большая берцовая кость);
- стопа;
- цевка (слившиеся кости предплюсны и плюсны);
- фаланги пальцев.

Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисуночным подписям:

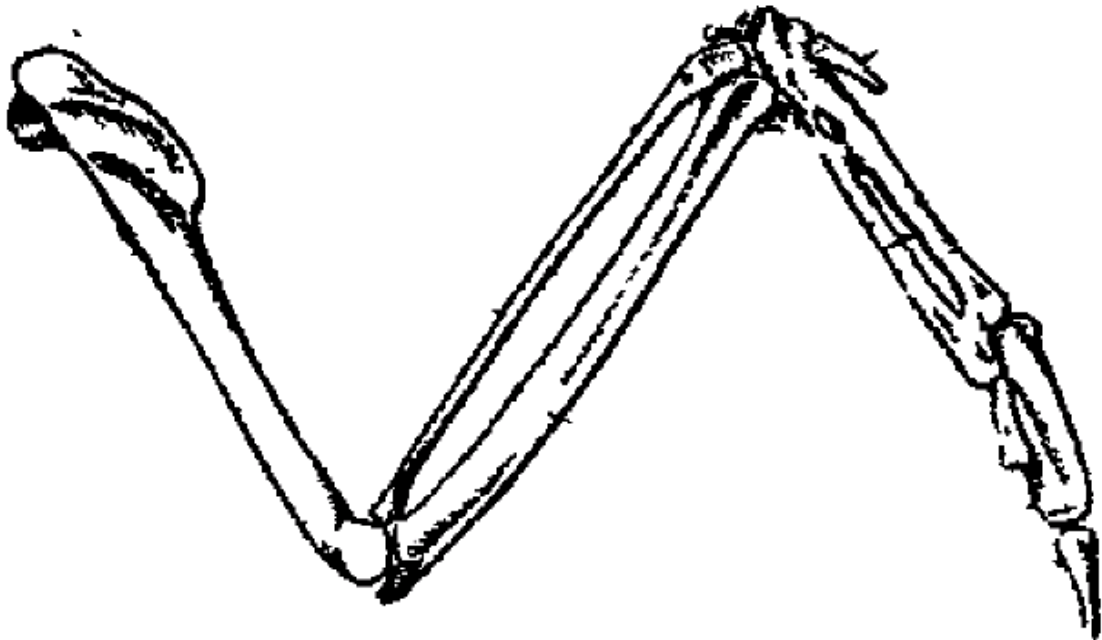


Рис. 43 Плечевой пояс и грудная клетка птицы:

- лопатка;
- кораконд;
- ключица;
- грудина;
- ребра.

Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисуночным подписям:

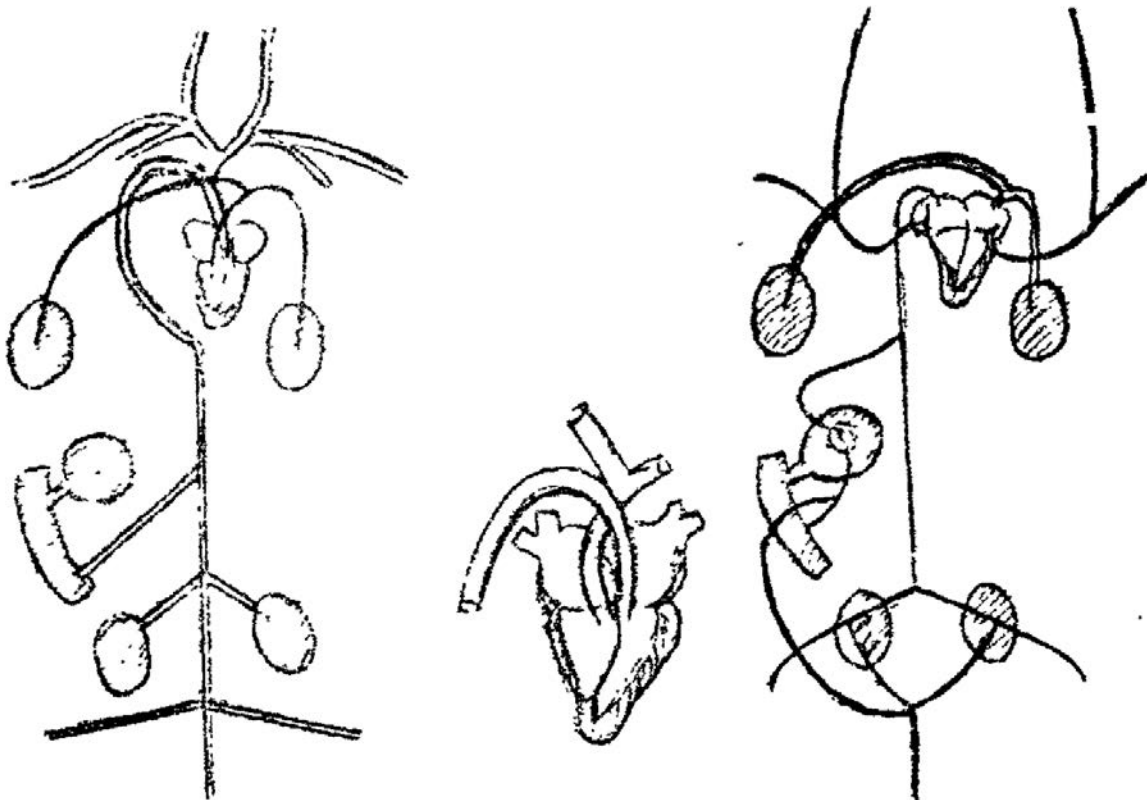


Рис. 44 Схема кровеносной системы голубя:

I - артериальная система;

II - венозная система;

- легкое;
- печень;
- почка;
- кишечник;
- легочная артерия;
- правая дуга аорты;
- безымянная артерия;
- сонная артерия;
- подключичная артерия;
- плечевая артерия;
- грудная артерия;
- спинная аорта;
- бедренная артерия;
- хвостовая артерия;
- задняя полая вена;

- легочная вена;
- яремная вена;
- плечевая вена;
- грудная вена;
- передняя полая вена;
- хвостовая вена;
- подвздошная вена;
- бедренная вена;
- кобчико-брыжечная вена;
- воротная вена печени;
- подкишечная вена;
- печеночная вена.

Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисуночным подписям:

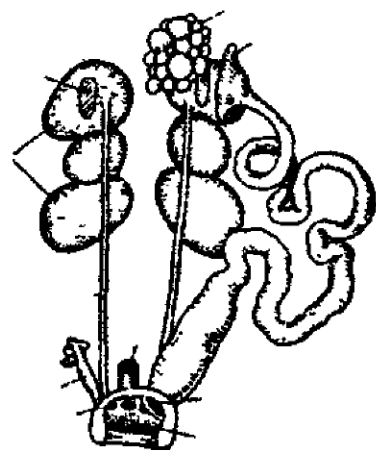
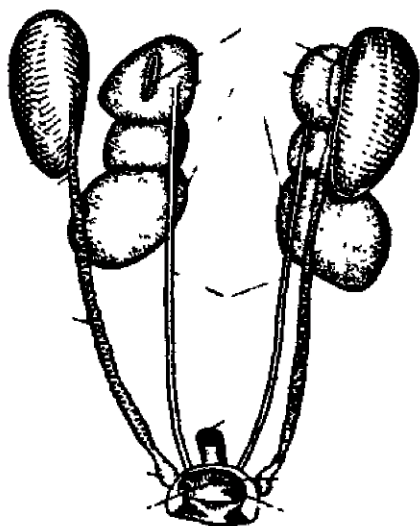


Рис. 45 Мочеполовая система самца и самки голубе:

- семенник;
- почка;
- надпочечник;
- семяпровод;
- яичник (левый);
- яйцевод; - клоака;
- недоразвитый яйцевод (правый);
- кишечник;

## ТЕМА V. СТРОЕНИЕ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисуночным подписям:

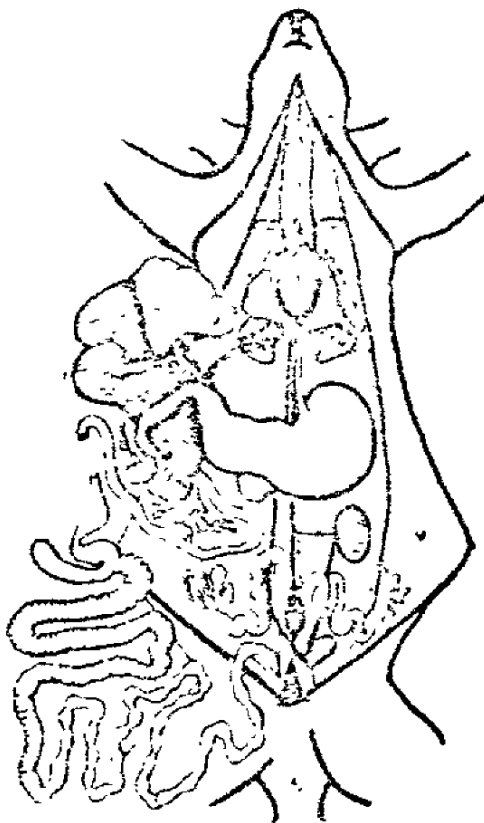


Рис. 46 Общее расположение внутренних органов крысы:

- сердце;
- трахея;
- легкие;
- мочевого пузырь;
- яичник;
- яйцевод;
- пищевод;
- селезенка;
- желудок;
- тонкая кишка;
- толстая кишка;
- слепая юшка;
- печень;
- желчный пузырь;
- поджелудочная железа.



Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисуночным подписям:

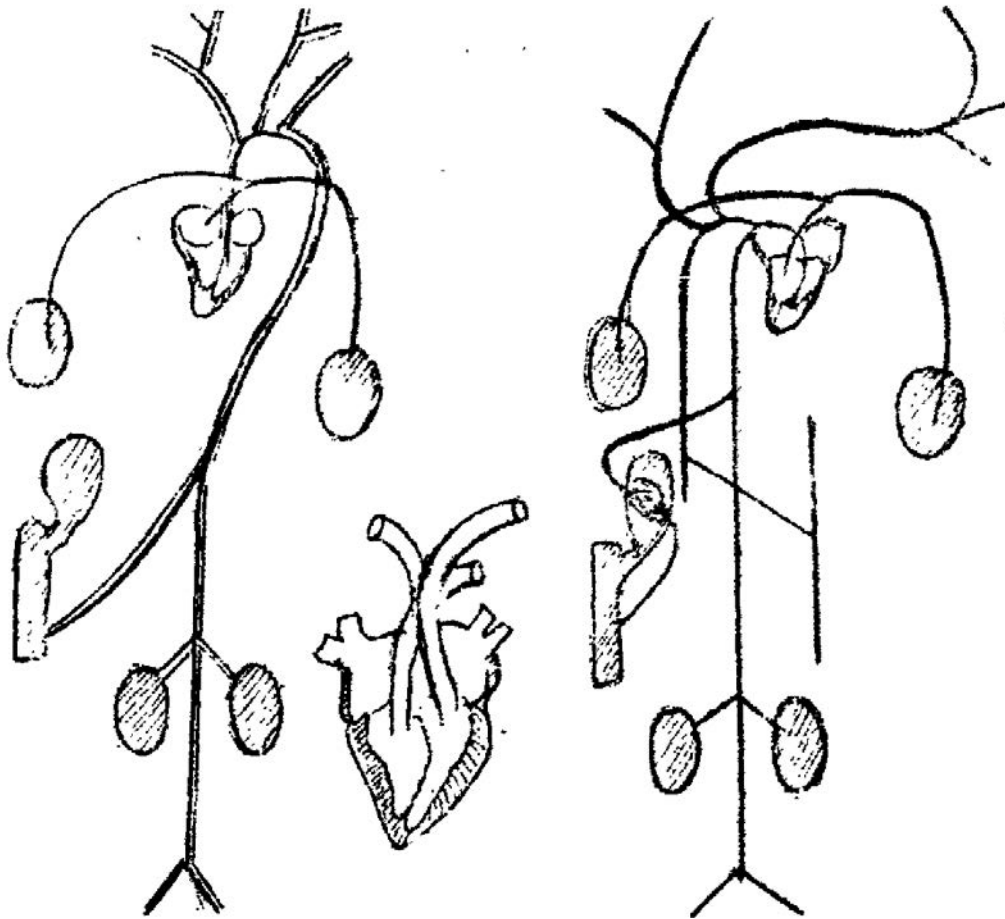


Рис. 47 Схема кровеносной системы крысы.

I - артериальная система;

II - венозная система;

- легкие;
- печень;
- кишечник;
- почки;
- левый желудочек;
- правый желудочек;
- безымянная артерия;
- левая дуга аорты;
- подключичная артерия;
- сонная артерия;
- легочная артерия;
- спинная аорта;
- кишечная артерия;

- бедренная артерия;
- хвостовая артерия;
- бедренная вена;
- хвостовая) вена;
- почечная вена;
- задняя полая вена;
- правая непарная вена;
- поперечная вена;
- подкишечная вена;
- воротная вена печени;
- печеночная вена;
- легочная вена;
- яремная вена;
- подключичная вена;
- передняя полая вена.

Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисуночным подписям:

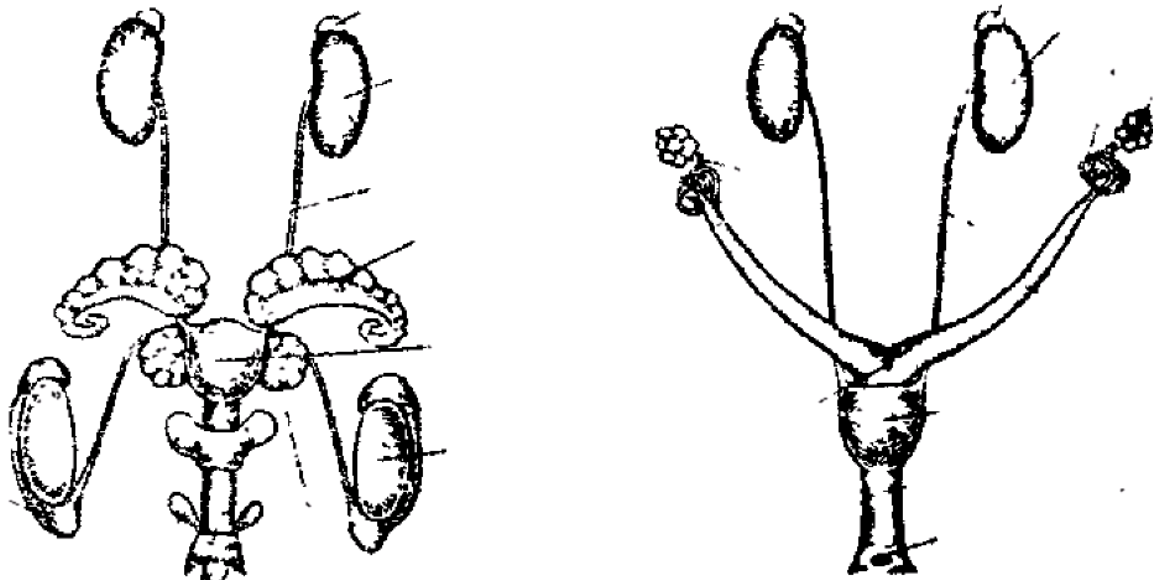


Рис. 48 Мочеполовая система самца и самки крысы:

- почка;
- мочеточник;
- мочевого пузырь;
- надпочечник;
- семенник;
- придаток семенника;

- семяпровод;
- семенной пузырек;
- предстательная железа;
- яичник;
- яйцевод;
- воронка яйцевода;
- рог матки;
- матка;
- влагалище;
- мочеполовое отверстие.

Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисуночным подписям:

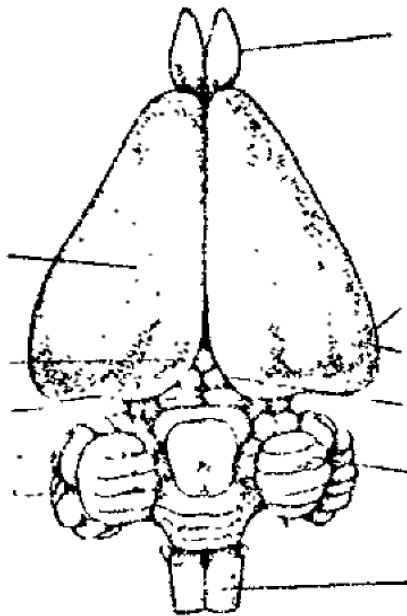


Рис. 49 Головной мозг кролика:

- обонятельные доли;
- полушария переднего мозга;
- эпифиз;
- средний мозг;
- мозжечок;
- продолговатый мозг.

Найдите на рисунках все детали и пронумеруйте их соответственно подрисовочным подписям:

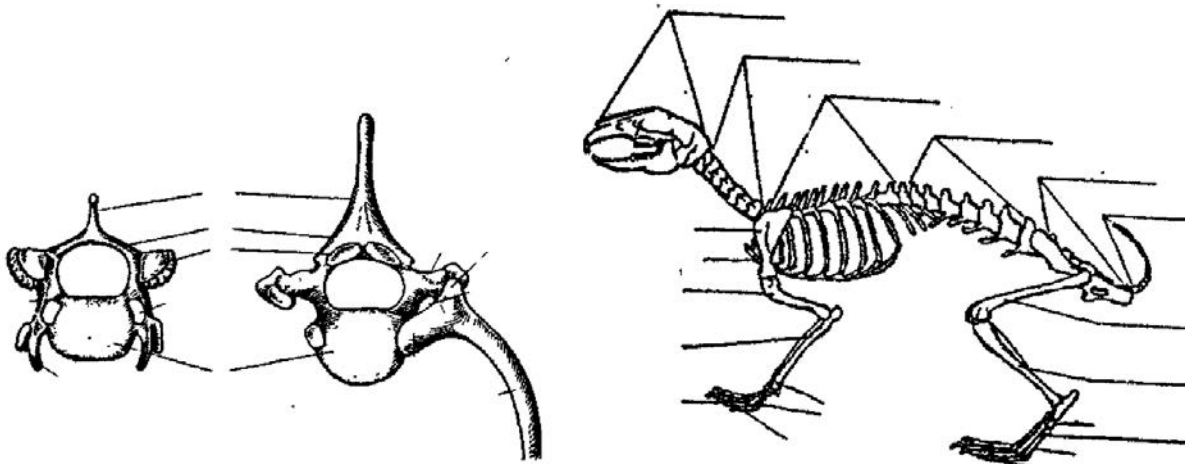


Рис. 50 Общий скелет крысы и позвонки:

- I - череп;
- II - шейный отдел (... позв.);
- III - грудной отдел (... позв.);
- IV - поясничный отдел (... позв.);
- V - крестцовый отдел (.... позв.);
- VI - хвостовой отдел;

плечевой пояс:

- лопатка;
- ключица;

тазовый пояс:

- подвздошная область;
- седалищная область;
- лобковая область;

Передняя конечность;

- плечо (плечевая кость);
- предплечье:
  - локтевая кость;
  - лучевая кость;
- кисть:
  - запястье;
  - пясть;
  - фаланги пальцев;

Задняя конечность:

- бедро (бедренная кость);
- голень;
- большая берцовая кость;
- малая берцовая кость;
- стопа:
- предплюсна;
- плюсна;
- фаланги пальцев;

Позвонки:

- шейный позвонок;
- грудной позвонок;
- тело позвонка;
- верхняя дуга;
- остистый отросток;
- сочленовые поверхности;
- спинномозговой канал;
- поперечные отростки;
- ребро;
- отверстия для кровеносных сосудов.

## Текущий контроль теоретических знаний по модулю

Выберите в качестве ответа на поставленный вопрос один из предлагаемых вариантов.

1) Какой тип черепа у современных акул?	
a) аутостилический	
b) гиостилический	
c) амфистилический	
d) анапсидный	
e) диапсидный	
2) Из каких элементов состоит висцеральный скелет акулы?	
a) челюстной дуги	
b) подъязычной, жаберной дуг	
c) челюстной, подъязычной, жаберной дуг	
d) подъязычной дуги	
3) Из каких хрящей состоит челюстная дуга акулы?	
a) гиомандибулярный хрящ	
b) меккелев хрящ	
c) гиодный хрящ	
d) небноквадратный хрящ	
e) небноквадратный хрящ, меккелев хрящ	
4) На какие отделы расчленен позвоночник акулы?	
a) не расчленен на отделы	
b) грудной, туловищный, хвостовой отделы	
c) туловищный, хвостовой	
d) туловищный, поясничный	
e) поясничный, хвостовой	
5) Какую функцию выполняют вольфовы каналы у акулы?	
a) семяпровод	
b) яйцевод	
c) мочеточник, яйцевод	
d) семяпровод, мочеточник	
e) мочеточник	
6) Укажите основные особенности кровеносной системы акулы:	
a) сердце двухкамерное, имеется артериальный конус, один круг кровообращения	
b) сердце двухкамерное, два круга кровообращения	
c) сердце трехкамерное, имеется артериальный конус, два круга кровообращения	
d) сердце четырехкамерное	

e) сердце двухкамерное	
7) Назовите крупные пищеварительные железы у акулы:	
a) ректальная железа	
b) печень, поджелудочная железа	
c) ректальная, щитовидная железы	
d) желчный пузырь, поджелудочная железа	
e) печень	
8) Какую функцию выполняют мюллеровы каналы у акул?	
a) яйцеводы	
b) мочеточники	
c) семяпроводы	
d) яйцеводы и мочеточники	
e) семяпроводы и мочеточники	
9) Из каких отделов состоит подъязычная дуга акулы?	
a) гномандибулярный хрящ, гиоиды	
b) гномандибуляре, гиоиды, копула	
c) небноквадратный хрящ, гиоиды	
d) меккелев хрящ, копула	
e) гиоиды, меккелев хрящ	
10) Из каких отделов состоит жаберная дуга акулы?	
a) глоточножаберный хрящ	
b) верхнежаберный, роговидножаберный хрящи	
c) роговидножаберный, глоточножаберный, нижнежаберный хрящи	
d) глоточножаберный, верхнежаберный, роговидножаберный, основной жаберный хрящи	
e) глоточножаберный, верхнежаберный, роговидножаберный, нижнежаберный, основной жаберный хрящи	
11) Какой тип черепа земноводных (по характеру прикрепления челюсти)?	
a) платибазальный	
b) гиостилический	
c) аутостилический	
d) амфистилический	
e) тропибазальный	
12) Назовите тип позвонков амфибий:	
a) амфицельные, гетероцельные	
b) амфицельные, опистоцельные, процельные	
c) процельные, гетероцельные, платицельные	
d) опистоцельные, платицельные, гетероцельные	
e) процельные, платицельные	
13) Передняя конечность земноводных состоит:	

a) бедро, голень, стопа	
b) предплечье, плечо	
c) бедро, предплечье, кисть	
d) плечо, предплечье, кисть	
e) пясть, запястье, фаланги пальцев	
14) Тазовый пояс земноводных состоит:	
a) подвздошные кости, коракоид	
b) подвздошные, седалищные, лобковые	
c) лобковые, ключица	
d) коракоид, ключица, лобковые	
e) седалищные, плюсна, фаланги пальцев	
15) Органы дыхания взрослых земноводных:	
a) жаберные мешки	
b) жабры	
c) легкие	
d) жаберные лепестки	
e) наружные жабры	
16) Назовите основные особенности кровеносной системы земноводных:	
a) сердце трехкамерное, два предсердия, один желудочек, артериальный конус, два круга кровообращения	
b) сердце двухкамерное, один желудочек, одно предсердие, артериальный конус	
c) сердце двухкамерное, луковица аорты	
d) сердце четырех камерное, два желудочка, два предсердия	
e) кровеносная система замкнутая, сердца нет	
17) Тип почек взрослых земноводных:	
a) головная	
b) туловищная	
c) тазовая	
d) нефридии	
e) надпочечники	
18) Какую функцию выполняют вольфовы каналы у самок земноводных?	
a) яйцевод	
b) мочеточник	
c) яйцевод и мочеточник	
d) яичник	
e) желчные протоки	
19) К какому классу и отряду относятся ящерицы?	
a) амфибии, червяги	
b) рептилии, клювоголовые	
c) пресмыкающиеся, чешуйчатые	



d) рептилии, бесхвостые	
e) пресмыкающиеся, безногие	
20) На какие отделы подразделяется позвоночник пресмыкающихся?	
a) шейный, грудной, поясничный, крестцовый, хвостовой	
b) шейный, туловищный, крестцовый, хвостовой	
c) туловищный, хвостовой	
d) шейный, поясничный, хвостовой	
e) шейный, грудной, хвостовой	
21) Назовите типы позвонков пресмыкающихся:	
a) платицельные	
b) процельные, опистоцельные, амфицельные	
c) гетероцельные	
d) гетероцельные, плантицельные	
e) гетероцельные. процельные	
22) Задняя конечность пресмыкающихся состоит:	
a) плечо, предплечье	
b) бедро, голень, стопа	
c) бедро, предплечье, стопа	
d) пясть, запястье, фаланги пальцев	
e) кисть, фаланги пальцев	
23) Какой тип черепа пресмыкающихся по характеру прикрепления челюстей:	
a) тропибазальный	
b) амфистилический	
c) аутостилический	
d) гиостилический	
e) платибазальный	
24) Органы дыхания пресмыкающихся представлены:	
a) наружными жабрами	
b) жаберными мешками	
c) жаберными лепестками	
d) легкими	
e) жабрами	
25) Назовите шейные позвонки ящерицы:	
a) атлант, эпистрофей	
b) платицельный	
c) процельный	
d) гетероцельный	
e) амфицельный	
26) Назовите кости тазового пояса ящерицы:	
a) коракоид, прокоракоид, лобковые кости	
b) прокоракоид, лобковые, седалищные кости	

c) подвздошные, лобковые, седалищные кости	
d) лобковые, седалищные, прокоракоид	
e) прокоракоид, подвздошные кости	
27) Назовите кости передней конечности:	
a) лучевая, лобковая	
b) кисть, локтевая, лучевая	
c) берцовая, локтевая	
d) плечо, предплечье, кисть	
e) кисть, берцовая	
28) Органы дыхания ящерицы:	
a) легкие	
b) жаберные мешки	
c) жабры	
d) наружные жабры	
e) жаберные лепестки	
29) Назовите основные особенности кровеносной системы пресмыкающихся:	
a) сердце двухкамерное, один желудочек, одно предсердие, один круг кровообращения	
b) сердце трехкамерное, два круга кровообращения, правая и левая дуги аорты	
c) сердце двухкамерное, луковица аорты	
d) сердце четырехкамерное, два желудочка, два предсердия	
e) сердце трехкамерное, артериальный конус	
30) Выделительная система ящерицы состоит из:	
a) почек, мочеточников, мочевого пузыря, клоаки	
b) головной почки, мочеточников, клоаки	
c) туловищной почки, мочеточников	
d) надпочечников, мочеточников	
e) мочевого пузыря, клоаки	
31) Какую функцию у пресмыкающихся выполняет вольфов канал?	
a) яйцевода	
b) семенного пузырька	
c) мочеточника	
d) придатка семенника	
e) семяпровод	
32) Назовите сосуды, отходящие от желудочка сердца пресмыкающегося:	
a) легочная артерия, левая дуга аорты, правая дуга аорты	
b) кожно-легочные артерии, легочные вены	
c) сонные артерии, брызжеечные артерии	
d) левая подключичная артерия, правая подключичная артерия	
e) яремные вены, подключичные вены	

33) Назовите II пару черепномозговых нервов:	
a) слуховой	
b) зрительный	
c) глазодвигательный	
d) подъязычный	
e) блоковый	
34) На какие отделы подразделяется позвоночник птиц:	
a) шейный, грудной, поясничный, крестцовый, хвостовой	
b) шейный, туловищный, хвостовой	
c) туловищный, хвостовой	
d) шейный, поясничный, хвостовой	
e) шейный, грудной, хвостовой	
35) Назовите основные надотряды класса птиц:	
a) бескрылые, дневные хищники, пингвины	
b) бескилевые, веслоногие, длиннокрылые	
c) бескилевые, килевые, пингвины	
d) бескрылые, бескилевые, длиннокрылые	
e) пингвины, веслоногие, дневные хищники	
36) Назовите типы позвонков птиц:	
a) амфицельный	
b) гетероцельный	
c) процельный	
d) опистоцельный	
e) пластицельный	
37) Назовите кости скелета задней конечности:	
a) бедро, голень, цевка, фаланги пальцев	
b) большая берцовая, малая берцовая, фаланги пальцев	
c) пясть, запястье, фаланги пальцев	
d) плечо, предплечье	
e) стопа, фаланги пальцев	
38) Органы дыхания птиц представлены:	
a) легкими	
b) легкими, воздушными мешками	
c) жаберными мешками	
d) жабрами	
e) жаберными лепестками	
39) Какой тип черепа птиц?	
a) тропибазальный	
b) амфистилический	
c) аутиостилический	
d) гиостилический	

e) платибазальный	
40) Назовите основные особенности кровеносной системы птиц:	
a) сердце двухкамерное, один круг кровообращения	
b) сердце двухкамерное, луковица аорты	
c) сердце четырехкамерное, два предсердия, два желудочка, правая дуга аорты, два круга кровообращения	
d) сердце трехкамерное, два круга кровообращения	
41) Назовите V пару черепномозговых нервов:	
a) лицевой	
b) слуховой	
c) глазодвигательный	
d) тройничный	
e) отводящий	
42) Назовите сосуды, отходящие от левого желудочка сердца птиц:	
a) легочная артерия, левая дуга аорты	
b) левая дуга аорты	
c) правая дуга аорты, от дуги отходят две безымянные артерии	
d) кожно-легочные артерии, легочные вены	
e) яремные вены, подключичные вены	
43) Какая кровь в левом предсердии и левом желудочке сердца птиц?	
a) венозная	
b) смешанная	
c) артериальная	
44) Назовите класс позвоночных относящихся к амниотам:	
a) круглоротые, рыбы, птицы	
b) рыбы, амфибии, круглоротые	
c) птицы, млекопитающие, рептилии	
d) рептилии, амфибии	
e) круглоротые, амфибии	
45) Какое количество позвонков в шейном отделе млекопитающих?	
a) десять	
b) семь	
c) четыре	
d) пять	
e) восемь	
46) Назовите центр высшей нервной деятельности млекопитающих:	
a) средний мозг	
b) продолговатый мозг	
c) кора полушарий переднего мозга	
d) мозжечок	
e) промежуточный мозг	

47) Назовите основные особенности строения кровеносной системы млекопитающих:	
a) сердце четырехкамерное, два предсердия, два желудочка, левая дуга аорты, два круга кровообращения	
b) сердце трехкамерное, два круга кровообращения	
c) сердце двухкамерное, луковица аорты	
d) сердце четырехкамерное, один круг кровообращения	
e) сердце четырехкамерное, два круга кровообращения, правая дуга аорты	
48) Сколько черепномозговых нервов у млекопитающих?	
a) двенадцать	
b) четыре	
c) десять	
d) пять	
e) семь	
49) Какие сосуды отходят от левого желудочка сердца млекопитающих?	
a) легочные вены	
b) легочные артерии	
c) левая дуга аорты	
d) правая дуга аорты	
e) задняя полая вена	
50) Назовите класс и отряд к которому относятся лягушки:	
a) рептилии, чешуйчатые	
b) амфибии, бесхвостые	
c) амфибии, хвостистые	
d) земноводные, червяги	
e) пресмыкающиеся, клювоголовые	
51) Назовите отделы осевого скелета лягушки:	
a) шейный, туловищный, крестцовый, хвостовой	
b) туловищный, крестцовый, поясничный, хвостовой	
c) шейный, туловищный, хвостовой	
d) туловищный, хвостовой	
e) туловищный, поясничный, крестцовый	
52) Какая кровь находится в желудочке сердца лягушки?	
a) смешенная	
b) венозная	
c) артериальная	
53) Назовите сосуды, образующие малый круг кровообращения лягушки:	
a) левое предсердие, легочные вены, брюшная аорта	

b) кожно-легочная артерии, отходящие от артериального конуса, легкие, легочные вены, левое предсердие	
c) легкие, легочные артерии, легочные вены, правое предсердие	
d) сонные артерии, легкие, легочные вены, желудочек	
e) легкие, легочные артерии, легочные вены, желудочек	
54) Какие сосуды образуют воротную систему печени у лягушки?	
a) брюшная вена, подключичная вена, сеть капилляров печени, печеночная вена, нижняя полая вена	
b) подключичная вена, печеночная вена	
c) нижняя полая вена, сеть капилляров печени	
d) брюшная вена, сеть капилляров печени	
e) печеночная вена, нижняя полая вена	
55) Из каких отделов состоит головной мозг лягушек?	
a) передний, средний, продолговатый	
b) передний, обонятельные доли, эпифиз, мозжечок	
c) передний, промежуточный, средний, мозжечок, продолговатый	
d) передний, средний, мозжечок	







*Николаева И.Ф.*  
**Зоология позвоночных**  
Учебно-практическое пособие  
*Модуль 3*

Подписано к печати:

Тираж:

Заказ №:

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа должна содержать развернутые ответы на 5 вопросов. Вопросы своего варианта студент выбирает из прилагаемых таблиц по своему учебному шифру. Учебный шифр содержится в студенческом билете и в зачетной книжке каждого студента. Две последние цифры учебного шифра составляют номер варианта.

Например, при шифре **523-72-РИ** студент выполняет 23 вариант, который находит в таблице следующим образом: по вертикали в таблице находит *последнюю* цифру - в данном случае 3, а по горизонтали *предпоследнюю* цифру - 2; на пересечении этих двух колонок стоят вопросы, на которые должен ответить студент.

В случае, если последняя цифра шифра однозначна, например 6-72-РИ, то вариант будет "06". По вертикали - 6, а по горизонтали - 0.

На титульном листе необходимо указать ФИО студента, специальность и форму обучения, курс, номер варианта и номера контрольных вопросов.

В конце работы приводится перечень использованной литературы, ставится дата и подпись.

В контрольных работах ответы должны сопровождаться схемами и рисунками, а в тексте обязательно должны быть ссылки на их обозначения. Тогда рисунки и схемы будут логичным дополнением ответа.

Ответ на вопросы, требующие сравнения систем и органов представителей разных классов, должны приводиться рисунки (схемы), а в тексте необходимо подчеркивать отличия в строении.

В тетради в клетку студент должен писать работу только через строку. Дополнительные листы в тетради нужно приклеить. Страницы контрольной работы должны быть с полями и пронумерованы, вопросы четко выделены. В конце работы обязательно приводится список использованной литературы с указанием издательства и года издания, ставится дата и подпись.

Таблица вариантов контрольной работы:

Последняя цифра шифра	Предпоследняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1,6,27, 44,60	2,11,30 50,81	3,16,25 79,90	4,14,24 60,70	5,20,29, 41,89	7,15,22, 69,46	6,16,36, 66,76	8,88,61, 63,70	9,19,49, 69,89	10,13, 20,24,31
1	11,14,72, 81,70	12,39,59 42,60	13,23,64, 87,83	14,11,30, 59,24	15,46,1, 53,81	16,41,49, 81,84	17,12,41, 38,77	18,28,40 51,57	19,22,26, 40,70	9,20,45, 55,65
2	4,12,17, 31,41	2,89,10 17,13,41	12,31,44, 74,64	5,20,40, 50,60	17,11,26, 35,73	8,15,39, 71,30	1, 14, 6, 4, 85	2,11,17, 21,24	17,30,1, 34,40	3, 36, 4, 66 14
3	6,14,16, 24,30	5,25,12, 50,70	20,27,15, 34,43	12,17,46, 30,40	7,10,31, 44,70	19,32,37, 80,85	40,42,46, 80,84	1,6,9, 2,18	27,42,64, 12, 55	13,22,40, 41,84
4	12,16,40, 49,58	19,41,60, 65,81	52,80,90, 4,16	7,72,82, 90,11	13,16,19, 74,29	22,30,43, 37,84	14,31,36, 51,59	26,74,9 88,89	42,16,49, 61,63	23, 31, 41,53,68
5	7,70,1, 4,10	5,16,45, 39,49	8,18,38, 84,80	6,17,31, 42,87	12,22,62, 72,88	6,13,20, 23,60	55,60,65, 70,75	7,12,33, 33,54	16,29,30, 32,56	4, 9, 16, 79,89,
6	4,10,30, 40,60	3,20,39, 41, 62	60,70,19 83,6	20,25,30 35,65	10,44,4, 59,86	13,26,3 52,65	7,74,79, 80,5	11,94,3 26,29	41,31,1 19,84	30,33,4 49,16

7	26,40,47, 50,57	8,16,24, 32,19	3,6,12, 2, 29	19,39,8 43,63	2,12,62, 72,82	16,32,40 45,81	6,30,39, 59,83	17,47,54 61,67	9,13,28 35,47	4,42,11, 18,23
8	3,9,30, 44,52	26,46,8 38,54	5,16,25, 39,49	64,69,3, 3,9	20,40,6, 1,3	19,38,48 53,67	15,27,4, 48,78	15,23,36 44,76	15,29,39 44,59	15,23,3 38,49
9	9,13,14, 19,46	17,25,34, 49,52	46,19,11, 22,33	3,33,39, 4,70	3,24,54, 74, 82	7,23,29, 35,40	44,49,63, 73,83	9,19,49, 81,85	14,18,2 26,30	33,38,4 49,84

**Вопросы к контрольной работе:**

1. Характерные признаки типа хордовых, отличающие их от других типов, схема их строения.
2. Систематика типа хордовых (подтип, классы) и наиболее характерные черты подтипов.
3. Подтип бесчерепные. Общая характеристика. Внешнее и внутреннее строение. Представители.
4. Размножение и развитие ланцетника.
5. Подтип оболочники. Характеристика, систематика. Строение асцидии.
6. Развитие асцидий и почему они относятся к типу хордовых.
7. Подтип позвоночные или черепные. Общая характеристика, отличие от бесчерепных.
8. Кожные покровы позвоночных, их происхождение, функция, производные кожи.
9. Внутренний скелет позвоночных.
10. Органы пищеварения позвоночных. Роль печени и поджелудочной железы.
11. Железы внутренней секреции позвоночных.
12. Органы дыхания и кровообращения позвоночных.
13. Нервная система позвоночных. Головные нервы.
14. Органы чувств позвоночных.
15. Органы выделения позвоночных.
16. Органы размножения позвоночных.
17. Классификация современных позвоночных. Деление на анамний и амниот.
18. Надкласс бесчелюстных. Общая характеристика, систематика. Особенности строения миног и миксин.
19. Систематика круглоротых. Экология миног и миксин.
20. Надкласс рыб. Общая характеристика. Отличие от круглоротых.
21. Краткая характеристика класса рыб. Систематика. Представители.
22. Класс хрящевых рыб. Общая характеристика. Систематика. Морфологические различия между акулами и скатами.
23. Подкласс пластиножаберных. Внешнее и внутреннее строение акулы.
24. Подкласс пластиножаберных. Отряды акул и скатов. Особенности строения, представители, распространение.
25. Подкласс цельноголовых или, химеровых. Особенности строения, распространение
26. Систематика надкласса рыб. Основные представители и их краткая характеристика
27. Костные рыбы. Общая характеристика. Систематика, представители.
28. Двоякодышащие рыбы. Характеристика, представители, места обитания.
29. Кистеперые рыбы. Характеристика, представители, места обитания.
30. Отряд осетрообразных или хрящевых ганоидов. Характеристика, представители промысловое значение.
31. Костные ганоиды и многоперы. Характеристика и представители. Костистые рыбы. Общая характеристика. Основные отряды, представители.

32. Костистые рыбы. Общая характеристика. Основные отряды, представители.
33. Внешний вид, покровы, нервная и половая системы окуня и акулы. Сравнение дайте в виде таблицы с приведением схематических рисунков.
34. Особенности строения скелета костистой рыбы. Сопоставьте со скелетом акулы. Дайте схему черепа и укажите название костей.
35. Строение кровеносной, пищеварительной, дыхательной и выделительной систем окуня и акулы. Сопоставления дайте в виде таблицы с приведением схематических рисунков.
36. Значение для рыб температуры воды, солености, растворенного в воде кислорода.
37. Экологические группы рыб и их приспособления к определенным условиям обитания.
38. Питание рыб. Примеры.
39. Жизненный цикл рыб. Миграции
40. Половая зрелость, плодовитость и время нереста рыб.
41. Половой диморфизм и забота о потомстве у рыб. Живорождение.
42. Хозяйственное значение рыб. Промысловые рыбы и рыбоводство России.
43. Происхождение и эволюция рыб (филогенез низших черепных).
44. Класс земноводных. Общая характеристика. Что сближает их с рыбами и наземными позвоночными?
45. Класс земноводных. Систематика. Характеристика отрядов. Представители.
46. Строение скелета земноводных. Сопоставьте в виде таблицы со скелетом костистой рыбы.
47. Внутреннее строение лягушки по системам органов, кроме скелета. Приведите рисунки.
48. Особенности размножения земноводных (бесхвостых, хвостатых, безногих).
49. Экологические группы земноводных.
50. Развитие амфибий. Неотения.
51. Происхождение земноводных и их эволюция.
52. Амниоты. Почему они так называются, кто к ним относится, чем отличаются?
53. Зародышевые оболочки амниот. Образование и функции.
54. Класс пресмыкающихся. Общая характеристика, систематика. Представители. Хозяйственное значение.
55. Особенности строения скелета пресмыкающихся. Сравните с лягушкой. Сопоставьте и дайте в виде таблицы по отделам.
56. Особенности строения кожного покрова и внутренних органов (без скелета) пресмыкающихся. Сопоставьте с лягушкой.
57. Систематика класса пресмыкающихся. Отряд клювоголовые. Краткая характеристика, представители, распространение.
58. Отряд чешуйчатые. Краткая характеристика, систематика, представители.
59. Подотряд змеи. Систематическое положение. Краткая характеристика, представители.
60. Систематика класса пресмыкающихся. Отряд крокодилы. Особенности строения, представители, распространение.
61. Систематика класса пресмыкающихся. Отряд черепахи. Особенности строения. Представители.
62. Происхождение и эволюция пресмыкающихся.
63. Условия существования и общее распространение пресмыкающихся.
64. Питание и размножение пресмыкающихся.

65. Класс птицы. Прогрессивные черты организации по сравнению с пресмыкающимися. Главнейшие приспособления птиц, связанные с полетом.
66. Кожный покров птиц и их производные. Типы перьев и их строение.
67. Особенности внутреннего строения птиц (без скелета).
68. Особенности строения скелета птиц. Сопоставьте с ящерицей.
69. Органы размножения птиц. Строение яйца.
70. Систематика птиц. Надотряд пингвины. Краткая характеристика, представители, распространение.
71. Систематика птиц. Надотряд бескилевые птицы. Краткая характеристика, представители, распространение.
72. Систематика птиц. Надотряд килегрудые птицы. Основные отряды. Представители.
73. Происхождение птиц.
74. Условия существования и общее распространение птиц. Экологические группы птиц.
75. Размножение птиц. Примеры.
76. Годовой цикл жизни и перелеты птиц.
77. Класс млекопитающие. Общая характеристика. Систематика.
78. Кожный покров млекопитающих и их производные.
79. Особенности строения скелета млекопитающих. Сопоставьте с ящерицей.
80. Анатомия млекопитающих. Опишите пищеварительную систему и органы дыхания.
81. Органы кровообращения млекопитающих. Сопоставьте с птицей.
82. Анатомия млекопитающих. Опишите нервную систему и органы чувств.
83. Выделительная система и органы размножения млекопитающих.
84. Систематика млекопитающих. Подкласс яйцекладущих или первозвери.
85. Систематика млекопитающих. Подкласс низшие звери. Общая характеристика, распространение.
86. Систематика млекопитающих. Подкласс плацентарные или высшие звери. Общая характеристика. Основные отряды.
87. Систематика млекопитающих. Отряд ластоногих и китообразных.
88. Экологические группы млекопитающих.
89. Размножение млекопитающих.
90. Экономическое значение млекопитающих. Промысловые звери.

### **РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

- 1) Наумов Н.П., Карташов Н.Н. «Зоология позвоночных», ч. 1 и 2. - Москва: Высшая школа, 1979 - 589с.
- 2) Левушкин С. И., Шилов И.А. «Общая зоология» - Москва: Высшая школа 1994 - 432с.
- 3) Адольф Г.А., Бутьев В.Г. и др. «Руководство к лабораторным занятиям по зоологии позвоночных» - М: Просвещение, 1977 - 189с.
- 4) Гуртовой Н. Н., Матвеев Б.С., Дзержинский Ф.Н. Практическая зоология позвоночных (низшие хордовые, бесчелюстные, рыбы) - М: Высшая школа, 1976 - 348с.

## Обобщающий (итоговый) контроль

Примерные вопросы ИТОГОВОГО (обобщающего контроля) по факту освоения дисциплины:

1. Биология и практическое значение двустворчатых моллюсков.
2. Важнейшие отряды инфузорий.
3. Важнейшие представители брюхоногих моллюсков.
4. Важнейшие представители двустворчатых моллюсков.
5. Важнейшие представители цестод.
6. Важнейшие типы клеток у губок.
7. Внешнее и внутреннее строение дигенетических сосальщиков.
8. Внешнее строение двустворчатых моллюсков.
9. Внешнее строение олигохет.
10. Внешний вид, покровы, нервная и половая системы окуня и акулы. Сравнение дайте в виде таблицы с приведением схематических рисунков.
11. Внутреннее строение лягушки по системам органов, кроме скелета. Приведите рисунки.
12. Внутренний скелет позвоночных.
13. Воротничковые и патогенные жгутиковые.
14. Выделительная система кольчатых червей.
15. Дафния: строение и размножение.
16. Двоякодышащие рыбы. Характеристика, представители, места обитания.
17. Дифференцировка эктодермы у гидры.
18. Дифференцировка эктоплазмы у инфузорий.
19. Дифференцировка эндоплазмы у инфузорий.
20. Дыхательная система насекомых.
21. Жаброногие и листоногие раки.
22. Железы внутренней секреции позвоночных.
23. Жизненный цикл малярийного плазмодия.
24. Жизненный цикл рыб. Миграции
25. Жизненный цикл свиного и бычьего солитера.
26. Жизненный цикл трематод.
27. Значение для рыб температуры воды, солености, растворенного в воде кислорода.
28. Кистеперые рыбы. Характеристика, представители, места обитания.
29. Класс земноводных. Общая характеристика. Что сближает их с рыбами и наземными позвоночными?
30. Класс земноводных. Систематика. Характеристика отрядов. Представители.

31. Класс хрящевых рыб. Общая характеристика. Систематика. Морфологические различия между акулами и скатами.
32. Классификация современных позвоночных. Деление на анамний и амниот.
33. Кожно-мускулистый мешок и питание ленточных червей.
34. Кожно-мускулистый мешок и полость тела круглых червей.
35. Кожно-мускулистый мешок ресничных червей.
36. Кожные покровы позвоночных, их происхождение, функция, производные кожи.
37. Костистые рыбы. Общая характеристика. Основные отряды, представители.
38. Костные ганоиды и многоперы - характеристика и их основные представители.
39. Костистые рыбы - основные отряды и представители, общая характеристика.
40. Костные рыбы. Общая характеристика. Систематика, представители.
41. Краткая характеристика класса рыб. Систематика. Представители.
42. Кровеносная и выделительная система речного рака.
43. Кровеносная и дыхательная система брюхоногих моллюсков.
44. Кровеносная система насекомых.
45. Надкласс бесчелюстных. Общая характеристика, систематика. Особенности строения миног и миксин.
46. Надкласс рыб. Общая характеристика. Отличие от круглоротых.
47. Назовите важнейших представителей класса круглых червей. Их жизненный цикл.
48. Нервная система брюхоногих и двустворчатых моллюсков.
49. Нервная система кольчатых червей.
50. Нервная система позвоночных. Головные нервы.
51. Образование метанефридиев из протонефридиев.
52. Органы выделения позвоночных.
53. Органы выделения ракообразных.
54. Органы дыхания и кровообращения позвоночных.
55. Органы зрения медуз и ресничных червей.
56. Органы зрения ракообразных.
57. Органы пищеварения позвоночных. Роль печени и поджелудочной железы.
58. Органы размножения позвоночных.
59. Органы чувств позвоночных.
60. Органы чувств ресничных червей.
61. Особенности размножения земноводных (бесхвостых, хвостатых, безногих).
62. Особенности строения скелета костистой рыбы. Сопоставьте со скелетом акулы. Дайте схему черепа и укажите название костей.
63. Отряд десятиногие раки.



64. Отряд осетрообразных или хрящевых ганоидов - их характеристика и промысловое значение.
65. Отряд равноногие раки.
66. Отряд разноногие (Бокоплавцы).
67. Отряд усконогие раки.
68. Паразитические амёбы.
69. Первичная и вторичная полость тела у червей.
70. Питание жгутиковых.
71. Питание рыб. Примеры.
72. Пищеварительная и выделительная система нематод.
73. Пищеварительная система речного рака.
74. Подкласс пластиножаберных. Внешнее и внутреннее строение акулы.
75. Подкласс пластиножаберных. Отряды акул и скатов. Особенности строения, представители, распространение.
76. Подкласс цельноголовых или химеровых. Особенности строения, распространение
77. Подтип бесчерепные. Общая характеристика. Внешнее и внутреннее строение. Представители.
78. Подтип оболочники. Характеристика, систематика. Строение асцидии.
79. Подтип позвоночные или черепные. Общая характеристика, отличие от бесчерепных.
80. Половая зрелость, плодовитость и время нереста рыб.
81. Половая система виноградной улитки.
82. Половая система ленточных червей.
83. Половая система насекомых.
84. Половое и бесполое размножение у губок.
85. Половой диморфизм и забота о потомстве у рыб. Живорождение.
86. Половой процесс и реорганизация ядерного аппарата у инфузорий.
87. Примеры симбиоза у простейших.
88. Происхождение асимметрии брюхоногих моллюсков.
89. Происхождение земноводных и их эволюция.
90. Происхождение и эволюция рыб (филогенез низших черепных).
91. Развитие амфибий. Неотения.
92. Развитие асимметрии у различных систематических групп брюхоногих моллюсков
93. Развитие асцидий и почему они относятся к типу хордовых.
94. Размножение и развитие кольчатых червей.
95. Размножение и развитие ланцетника.
96. Размножение и развитие ракообразных.
97. Расчленение тела полихет.
98. Расчленение тела у ракообразных.
99. Ротовые органы насекомых.
100. Систематика круглоротых. Экология миног и миксин.
101. Систематика надкласса рыб. Основные представители и их краткая характеристика

102. Систематика типа хордовых (подтип, классы) и наиболее характерные черты подтипов.
103. Скелет и систематика губок.
104. Сосущие инфузории.
105. Способы дыхания водных насекомых.
106. Сравнение пищеварительной системы полихет и олигохет.
107. Строение гидроидных медуз.
108. Строение гидроидных полипов.
109. Строение грудного отдела насекомых.
110. Строение грызущего ротового аппарата у насекомых.
111. Строение и жизненный цикл фораминифер.
112. Строение и функции конечностей речного рака.
113. Строение кровеносной, пищеварительной, дыхательной и выделительной систем окуня и акулы. Сопоставления дайте в виде таблицы с приведением схематических рисунков.
114. Строение раковины брюхоногих моллюсков.
115. Строение скелета земноводных. Сопоставьте в виде таблицы со скелетом костистой рыбы.
116. Строение сцифоидных медуз.
117. Строение тела амёб, питание и передвижение.
118. Строение трохиферы полихет и превращение ее во взрослого червя.
119. Сходство и различие жгутиков и ресничек у простейших.
120. Три типа строения губок.
121. Функции целома полихет.
122. Характеристика отряда веслоногих раков.
123. Характеристика отряда кокцидий.
124. Характеристика подцарства одноклеточных.
125. Характеристика типа губок.
126. Характеристика типа кишечнополостных.
127. Характеристика типа кольчатых червей.
128. Характеристика типа моллюсков.
129. Характеристика типа плоских червей.
130. Характерные признаки типа хордовых, отличающие их от других типов, схема их строения.
131. Хозяйственное значение рыб. Промысловые рыбы и рыбоводство России.
132. Чередование поколений у гидроидных полипов.
133. Что такое метагенез и гетерогония? Примеры.
134. Эволюция дыхательной системы двустворчатых моллюсков.
135. Экологические группы земноводных.
136. Экологические группы рыб и их приспособления к определенным условиям обитания.

-----  
**Федеральное агентство по образованию**  
**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

по дисциплине Зоология позвоночных  
для студентов 2,3 курса, специальность 020803, 110901 факультета ТМ

- 1 Плацентарные млекопитающие. Характеристика отрядов. Представители.
- 2 Характеристика класса круглоротых.

-----  
Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

-----  
**Федеральное агентство по образованию**  
**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2**

по дисциплине Зоология позвоночных  
для студентов 2,3 курса, специальность 020803, 110901 факультета ТМ

- 1 Орган выделения у анамний и амниот.
- 2 Крокодилы. Характеристика. Представители и распространение.

-----  
Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

-----  
**Федеральное агентство по образованию**  
**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3**

по дисциплине Зоология позвоночных  
для студентов 2,3 курса, специальность 020803, 110901 факультета ТМ

- 1 Особенности кровеносной системы костных рыб, земноводных и млекопитающих.
- 2 Половой диморфизм и забота о потомстве. Живорождение у рыб.

-----  
Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

-----  
**Федеральное агентство по образованию**  
**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4**

по дисциплине Зоология позвоночных  
для студентов 2,3 курса, специальность 020803, 110901 факультета ТМ

- 1 На какие классы разделяется подтип позвоночных и в чем существенное отличие классов.
- 2 Органы дыхания птиц.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

-----  
**Федеральное агентство по образованию**  
**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5**

по дисциплине Зоология позвоночных  
для студентов 2,3 курса, специальность 020803, 110901 факультета ТМ

- 1 Связь между выделительной и половой системами у позвоночных.
- 2 Характеристика класса рыб. Отличия от круглоротых.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

-----  
**Федеральное агентство по образованию**  
**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6**

по дисциплине Зоология позвоночных  
для студентов 2,3 курса, специальность 020803, 110901 факультета ТМ

- 1 Экономическое значение млекопитающих и в частности их роль в рыбном хозяйстве.
- 2 Типы позвонков, строение типичного позвонка.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

-----  
**Федеральное агентство по образованию**  
**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7**

по дисциплине Зоология позвоночных  
для студентов 2,3 курса, специальность 020803, 110901 факультета ТМ

- 1 Характерные признаки типа хордовых, отличие их от других типов. Схема плана их строения.
- 2 Питание рыб, примеры.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

-----  
**Федеральное агентство по образованию**  
**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8**

по дисциплине Зоология позвоночных  
для студентов 2,3 курса, специальность 020803, 110901 факультета ТМ

- 1 Типы строения почек у различных животных, типы почек.
- 2 Нервная система, ее классификация. Эволюция центральной нервной системы. Головной мозг. Основные отделы и функции.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

-----  
**Федеральное агентство по образованию**  
**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9**

по дисциплине Зоология позвоночных  
для студентов 2,3 курса, специальность 020803, 110901 факультета ТМ

- 1 Характеристика класса круглоротых. Строение миноги.
- 2 Строение жаберного аппарата у круглоротых, хрящевых и костных рыб.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

-----  
**Федеральное агентство по образованию**  
**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10**

по дисциплине Зоология позвоночных  
для студентов 2,3 курса, специальность 020803, 110901 факультета ТМ

- 1 Систематика класса млекопитающих, краткая характеристика подклассов.
- 2 Головной мозг. Изменения в отделах у всех позвоночных. Черепномозговые нервы.

-----  
Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

-----  
**Федеральное агентство по образованию**  
**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11**

по дисциплине Зоология позвоночных  
для студентов 2,3 курса, специальность 020803, 110901 факультета ТМ

- 1 Типы черепов позвоночных.
- 2 Хрящевые рыбы. Систематическое положение, общая характеристика. Внешнее и внутреннее строение.

-----  
Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

-----  
**Федеральное агентство по образованию**  
**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 12**

по дисциплине Зоология позвоночных  
для студентов 2,3 курса, специальность 020803, 110901 факультета ТМ

- 1 Типы позвонков, строение типичного позвонка.
- 2 Особенности строения нейрального черепа круглоротых, хрящевых и костистых рыб.

-----  
Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

-----  
**Федеральное агентство по образованию**  
**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 13**

по дисциплине Зоология позвоночных  
для студентов 2,3 курса, специальность 020803, 110901 факультета ТМ

- 1 Характеристика подтипа позвоночных. Отличие от бесчерепных. Представители.
- 2 Экологические группы рыб.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

-----  
**Федеральное агентство по образованию**  
**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 14**

по дисциплине Зоология позвоночных  
для студентов 2,3 курса, специальность 020803, 110901 факультета ТМ

- 1 Изменения в строении висцерального скелета круглоротых, хрящевых и костистых рыб и млекопитающих.
- 2 Хрящевые рыбы. Характеристика, систематическое положение, представители.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

-----  
**Федеральное агентство по образованию**  
**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15**

по дисциплине Зоология позвоночных  
для студентов 2,3 курса, специальность 020803, 110901 факультета ТМ

- 1 Изменения в строении органов дыхания от земноводных до млекопитающих. С чем связано усложнение дыхательного аппарата.
- 2 Типы черепов.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

-----  
**Федеральное агентство по образованию**  
**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 16**

по дисциплине Зоология позвоночных  
для студентов 2,3 курса, специальность 020803, 110901 факультета ТМ

- 1 Личиночнохордовые. Систематическое положение, характеристика. Особенности строения. Представители.
- 2 Хрящевые рыбы. Систематика, примеры. Общая характеристика.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

-----  
**Федеральное агентство по образованию**  
**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 17**

по дисциплине Зоология позвоночных  
для студентов 2,3 курса, специальность 020803, 110901 факультета ТМ

- 1 Эмбриональное развитие ланцетника.
- 2 Класс земноводных. Систематика. Характеристика отрядов. Представители.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

-----  
**Федеральное агентство по образованию**  
**МОСКОВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 18**

по дисциплине Зоология позвоночных  
для студентов 2,3 курса, специальность 020803, 110901 факультета ТМ

- 1 Особенности строения парных конечностей хрящевых рыб, костистых рыб, кистеперых и млекопитающих.
- 2 Типы черепов.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



-----  
**Федеральное агентство по образованию**  
**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 19**

по дисциплине Зоология позвоночных  
для студентов 2,3 курса, специальность 020803, 110901 факультета ТМ

- 1 Класс земноводных. Систематика. Характеристика отрядов. Представители.
- 2 Экологические группы рыб и приспособления их к определенным условиям.

-----  
Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

-----  
**Федеральное агентство по образованию**  
**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 20**

по дисциплине Зоология позвоночных  
для студентов 2,3 курса, специальность 020803, 110901 факультета ТМ

- 1 Пищеварительная система. Особенности ее строения у всех классов позвоночных. Пищеварительные железы.
- 2 Характеристика подтипа бесчерепных. Внутреннее строение ланцетника.

-----  
Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

-----  
**Федеральное агентство по образованию**  
**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 21**

по дисциплине Зоология позвоночных  
для студентов 2,3 курса, специальность 020803, 110901 факультета ТМ

- 1 Промысловые рыбы.
- 2 Пищеварительная система млекопитающих.

-----  
Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

-----  
**Федеральное агентство по образованию**  
**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 22**

по дисциплине Зоология позвоночных  
для студентов 2,3 курса, специальность 020803, 110901 факультета ТМ

- 1 Систематика типа хордовых (подтипы и классы), наиболее характерные черты подтипов.
- 2 Экологические группы земноводных.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

-----  
**Федеральное агентство по образованию**  
**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 23**

по дисциплине Зоология позвоночных  
для студентов 2,3 курса, специальность 020803, 110901 факультета ТМ

- 1 Строение ланцетника.
- 2 Характеристика класса пресмыкающихся и их систематика, представители.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

-----  
**Федеральное агентство по образованию**  
**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 24**

по дисциплине Зоология позвоночных  
для студентов 2,3 курса, специальность 020803, 110901 факультета ТМ

- 1 Особенности размножения земноводных.
- 2 Выделительная система хрящевых рыб.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

-----  
**Федеральное агентство по образованию**  
**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 25**

по дисциплине Зоология позвоночных  
для студентов 2,3 курса, специальность 020803, 110901 факультета ТМ

- 1 Зародышевые оболочки амниот. Образование и функции. Отличительные черты анамний и амниот. Почему они так называются и кто к ним относится.
- 2 Особенности размножения земноводных.

-----  
Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

-----  
**Федеральное агентство по образованию**  
**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 26**

по дисциплине Зоология позвоночных  
для студентов 2,3 курса, специальность 020803, 110901 факультета ТМ

- 1 Осевой скелет и его строение у всех классов позвоночных животных.
- 2 Общая характеристика класса млекопитающих.

-----  
Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

-----  
**Федеральное агентство по образованию**  
**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 27**

по дисциплине Зоология позвоночных  
для студентов 2,3 курса, специальность 020803, 110901 факультета ТМ

- 1 Черепномозговые нервы.
- 2 Изменения в строении жаберного аппарата у рыб.

-----  
Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

-----  
**Федеральное агентство по образованию**  
**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 28**

по дисциплине Зоология позвоночных  
для студентов 2,3 курса, специальность 020803, 110901 факультета ТМ

- 1 Надкласс рыб. Систематика, Характеристика. Представители.
- 2 Экологические группы пресмыкающихся. Приспособления к различным условиям обитания.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

-----  
**Федеральное агентство по образованию**  
**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 29**

по дисциплине Зоология позвоночных  
для студентов 2,3 курса, специальность 020803, 110901 факультета ТМ

- 1 Особенности кровеносной системы птиц и млекопитающих.
- 2 Чешуйчатые. Общая характеристика, систематика, представители.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

-----  
**Федеральное агентство по образованию**  
**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 30**

по дисциплине Зоология позвоночных  
для студентов 2,3 курса, специальность 020803, 110901 факультета ТМ

- 1 Характеристика класса птиц.
- 2 Особенности кровеносной системы ланцетника, миноги и лягушки.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

## Тестовые вопросы по курсу «Зоология позвоночных»

1) Ланцетник относится к классу:	
a) сальпы	
b) апендикулярии	
c) головохордовые	
d) круглоротые	
e) асцидии	
2) Из перечисленных классов к бесчелюстным относятся:	
a) асцидии	
b) круглоротые	
c) головохордовые	
d) апендикулярии	
e) сальпы	
3) К бесчерепным относятся:	
a) минога	
b) миксина	
c) ланцетник	
d) сальпы	
e) амфибии	
4) Двухкамерное сердце имеют:	
a) земноводные	
b) рептилии	
c) головохордовые	
d) сальпы	
e) рыбы	
5) У каких из перечисленных животных дыхательная система представлена жаберными мешками?	
a) рыбы	
b) головохордовые	
c) круглоротые	
d) амфибии	
e) рептилии	
6) Нервная система ланцетника представлена:	
a) спинным и головным мозгом	
b) нервной трубкой	
c) хордой	
d) нервными узлами	
e) нервными узлами и головным мозгом	
7) Органы дыхания ланцетника представлены:	
a) жаберными мешками	
b) жабрами	
c) жаберными тычинками	
d) жаберными щелями, пронизывающими глотку	
e) жаберными лепестками	
8) Какое строение имеет сосудистая система ланцетника?	
a) двухкамерное сердце	
b) трехкамерное сердце	
c) четырехкамерное сердце	

d) кровеносная система незамкнутая	
e) сердца нет, кровь движется только по сосудам	
9) Какое строение имеет выделительная система ланцетника?	
a) мезанефрические почки	
b) мезонефрические почки	
c) пронефрические почки	
d) клоака	
e) сто нефридиев	
10) Какие отделы имеет пищеварительная система ланцетника?	
a) глотка, кишечная трубка, печеночный вырост	
b) пищевод, желудок, кишка	
c) тонкая, толстая, прямая кишки	
d) пищевод, желудок, кишечник, печень	
e) кишечник, печень, поджелудочная железа	
11) Сколько кругов кровообращения у круглоротых и рыб?	
a) два	
b) один	
c) малый и большой	
d) легочный	
e) легочный и большой	
12) Строение кровеносной системы миноги:	
a) сердце трехкамерное	
b) сердце четырехкамерное	
c) кровеносная система незамкнутая	
d) сердце двухкамерное, один круг кровообращения, в сердце только венозная кровь	
e) сердца нет, кровь движется только по сосудам	
13) Назовите тип почек у миноги:	
a) головная	
b) туловищная	
c) тазовая	
d) нефридии	
e) нефридии, клоака	
14) Какие железы образуют половую систему круглоротых?	
a) семенники	
b) яичники	
c) семенники и яичники	
d) предстательная железа	
e) семенные канальцы	
15) Назовите отделы осевого скелета круглоротых:	
a) хорда, мозговой череп	
b) позвоночник, мозговой череп	
c) туловищный, хвостовой	
d) отделы позвоночника, череп	
e) позвоночник	
16) К какому подклассу относятся акулы?	
a) пластиножаберные	
b) батоидные	
c) цельноголовые	
d) лопастеперые	

е) лучеперые	
17) Из каких элементов состоит жаберный аппарат хрящевых рыб?	
а) межжаберные перегородки, жаберные мешки	
б) жаберные щели, межжаберные перегородки, жаберные лепестки, жаберные дуги	
с) жаберные дуги, жаберные лепестки	
д) жаберные щели, жаберные мешки	
е) жаберные дуги	
18) Назовите тип почек у хрящевых рыб:	
а) метанефрос	
б) мезонефрос	
с) пронефрос	
д) нефридии	
е) нефридии, клоака	
19) Назовите отделы мозгового черепа пластиножаберных рыб:	
а) крыша, дно, затылочный отдел	
б) рострум, обонятельный отдел, зрительный, слуховой, затылочный отделы	
с) крыша черепа из соединительнотканых перепонки, затылочная область не развита	
д) рострум, зрительный, затылочный отделы	
е) рострум, обонятельный, слуховой отделы	
20) К какому подклассу относятся костистые рыбы?	
а) цельноголовые	
б) батоидные	
с) лучеперые	
д) лопастеперые	
е) пластиножаберные	
21) Сколько черепномозговых нервов у амфибий?	
а) шесть	
б) восемь	
с) двенадцать	
д) десять	
е) четыре	
22) Назовите I пару черепномозговых нервов лягушки:	
а) зрительный	
б) подъязычный	
с) обонятельный	
д) слуховой	
е) глазодвигательный	
23) К какому классу и отряду относятся ящерицы?	
а) амфибии, червяги	
б) рептилии, клювоголовые	
с) пресмыкающиеся, чешуйчатые	
д) рептилии, бесхвостые	
е) пресмыкающиеся, безногие	
24) Ланцетник относится к классу:	
а) сальпы	
б) апендикулярии	
с) головохордовые	
д) круглоротые	

e) асцидии	
25) Из перечисленных классов к бесчелюстным относятся:	
a) асцидии	
b) круглоротые	
c) головохордовые	
d) апедикулярии	
e) сальпы	
26) К бесчерепным относятся:	
a) минога	
b) миксина	
c) ланцетник	
d) сальпы	
e) амфибии	
27) Двухкамерное сердце имеют:	
a) земноводные	
b) рептилии	
c) головохордовые	
d) сальпы	
e) рыбы	
28) У каких из перечисленных животных дыхательная система представлена жаберными мешками?	
a) рыбы	
b) головохордовые	
c) круглоротые	
d) амфибии	
e) рептилии	
29) Нервная система ланцетника представлена:	
a) спинным и головным мозгом	
b) нервной трубкой	
c) хордой	
d) нервными узлами	
e) нервными узлами и головным мозгом	
30) Органы дыхания ланцетника представлены:	
a) жаберными мешками	
b) жабрами	
c) жаберными тычинками	
d) жаберными щелями, пронизывающими глотку	
e) жаберными лепестками	
31) Какое строение имеет сосудистая система ланцетника?	
a) двухкамерное сердце	
b) трехкамерное сердце	
c) четырехкамерное сердце	
d) кровеносная система незамкнутая	
e) сердца нет, кровь движется только по сосудам	
32) Какое строение имеет выделительная система ланцетника?	
a) меманефрические почки	
b) мезонефрические почки	
c) пронефрические почки	
d) клоака	
e) сто нефридиев	



33) Какие отделы имеет пищеварительная система ланцетника?	
a) глотка, кишечная трубка, печеночный вырост	
b) пищевод, желудок, кишка	
c) тонкая, толстая, прямая кишки	
d) пищевод, желудок, кишечник, печень	
e) кишечник, печень, поджелудочная железа	
34) Сколько кругов кровообращения у круглоротых и рыб?	
a) два	
b) один	
c) малый и большой	
d) легочный	
e) легочный и большой	
35) Строение кровеносной системы миноги:	
a) сердце трехкамерное	
b) сердце четырехкамерное	
c) кровеносная система незамкнутая	
d) сердце двухкамерное, один круг кровообращения, в сердце только венозная кровь	
e) сердца нет, кровь движется только по сосудам	
36) Назовите тип почек у миноги:	
a) головная	
b) туловищная	
c) тазовая	
d) нефридии	
e) нефридии, клоака	
37) Какие железы образуют половую систему круглоротых?	
a) семенники	
b) яичники	
c) семенники и яичники	
d) предстательная железа	
e) семенные каналы	
38) Назовите отделы осевого скелета круглоротых:	
a) хорда, мозговой череп	
b) позвоночник, мозговой череп	
c) туловищный, хвостовой	
d) отделы позвоночника, череп	
e) позвоночник	
39) К какому подклассу относятся акулы?	
a) пластиножаберные	
b) батоидные	
c) цельноголовые	
d) лопастеперые	
e) лучеперые	
40) Из каких элементов состоит жаберный аппарат хрящевых рыб?	
a) межжаберные перегородки, жаберные мешки	
b) жаберные щели, межжаберные перегородки, жаберные лепестки, жаберные дуги	
c) жаберные дуги, жаберные лепестки	
d) жаберные щели, жаберные мешки	
e) жаберные дуги	

41) Назовите тип почек у хрящевых рыб:	
a) метанефрос	
b) мезонефрос	
c) пронефрос	
d) нефридии	
e) нефридии, клоака	
42) Назовите отделы мозгового черепа пластиножаберных рыб:	
a) крыша, дно, затылочный отдел	
b) рострум, обонятельный отдел, зрительный, слуховой, затылочный отделы	
c) крыша черепа из соединительнотканых перепонки, затылочная область не развита	
d) рострум, зрительный, затылочный отделы	
e) рострум, обонятельный, слуховой отделы	
43) К какому подклассу относятся костистые рыбы?	
a) цельноголовые	
b) батоидные	
c) лучеперые	
d) лопастеперые	
e) пластиножаберные	
44) Назовите класс и отряд к которому относятся лягушки:	
a) рептилии, чешуйчатые	
b) амфибии, бесхвостые	
c) амфибии, хвостистые	
d) земноводные, червяги	
e) пресмыкающиеся, клювоголовые	
45) Назовите отделы осевого скелета лягушки:	
a) шейный, туловищный, крестцовый, хвостовой	
b) туловищный, крестцовый, поясничный, хвостовой	
c) шейный, туловищный, хвостовой	
d) туловищный, хвостовой	
e) туловищный, поясничный, крестцовый	
46) Какая кровь находится в желудочке сердца лягушки?	
a) смешанная	
b) венозная	
c) артериальная	
47) Назовите сосуды, образующие малый круг кровообращения лягушки:	
a) левое предсердие, легочные вены, брюшная аорта	
b) кожно-легочная артерии, отходящие от артериального конуса, легкие, легочные вены, левое предсердие	
c) легкие, легочные артерии, легочные вены, правое предсердие	
d) сонные артерии, легкие, легочные вены, желудочек	
e) легкие, легочные артерии, легочные вены, желудочек	
48) Какие сосуды образуют воротную систему печени у лягушки?	
a) брюшная вена, подключичная вена, сеть капилляров печени, печеночная вена, нижняя полая вена	
b) подключичная вена, печеночная вена	
c) нижняя полая вена, сеть капилляров печени	
d) брюшная вена, сеть капилляров печени	
e) печеночная вена, нижняя полая вена	
49) Из каких отделов состоит головной мозг лягушек?	

a) передний, средний, продолговатый	
b) передний, обонятельные доли, эпифиз, мозжечок	
c) передний, промежуточный, средний, мозжечок, продолговатый	
d) передний, средний, мозжечок	
50) Сколько черепномозговых нервов у амфибий?	
a) шесть	
b) восемь	
c) двенадцать	
d) десять	
e) четыре	
51) Назовите I пару черепномозговых нервов лягушки:	
a) зрительный	
b) подъязычный	
c) обонятельный	
d) слуховой	
e) глазодвигательный	
52) К какому классу и отряду относятся ящерицы?	
a) амфибии, червяги	
b) рептилии, клювоголовые	
c) пресмыкающиеся, чешуйчатые	
d) рептилии, бесхвостые	
e) пресмыкающиеся, безногие	
53) К какому подклассу относятся костистые рыбы?	
a) цельноголовые	
b) батоидные	
c) лучеперые	
d) лопастеперые	
e) пластиножаберные	
54) Из каких элементов состоит жаберный аппарат костистых рыб?	
a) межжаберные перегородки, жаберные мешки	
b) жаберные щели, межжаберные перегородки, жаберные лепестки	
c) жаберные дуги, жаберные лепестки, жаберные тычинки, жаберная крышка	
d) жаберные дуги	
e) жаберные щели, жаберные мешки	
55) Назовите дополнительные органы дыхания у рыб:	
a) печень, поджелудочная железа	
b) селезенка, тимус, кожа	
c) кожа, плавательный пузырь, тимус	
d) наджаберные органы, кожа, плавательный пузырь, внутренняя часть кишечника	
e) желчный пузырь, селезенка, кожа	
56) Какой тип черепа у высших костистых рыб?	
a) платибазальный	
b) тропибазальный	
c) амфистилический	
d) аутостилический	
e) платибазальный, амфистилический	
57) Назовите тип почек костистых рыб:	
a) мезонефрос	

b) метанефрос	
c) нефридии	
d) нефридии, клоака	
58) Из каких элементов состоит висцеральный скелет костистых рыб?	
a) подъязычной дуги	
b) челюстной, подъязычной, жаберной дуг	
c) жаберной, подъязычной дуг	
d) челюстной, жаберной дуг	
e) жаберной дуги	
59) Из каких костей состоит нижняя челюсть костистых рыб?	
a) межчелюстная, квадратная	
b) крыловидные, сочленованная, зубная, межчелюстная	
c) зубная, сочленованная, угловая	
d) угловая, крыловидная, зубная	
e) крыловидные: наружная, внутренняя, задняя	
60) На какие отделы расчленен позвоночник костистой рыбы?	
a) не расчленен на отделы	
b) грудной, туловищный, хвостовой	
c) туловищный, хвостовой	
d) туловищный, поясничный	
e) поясничный, хвостовой	
61) Тип позвонков у костистых рыб:	
a) процельные	
b) гетероцельные	
c) амфицельные	
d) платицельные	
e) процельные и амфицельные	
62) Из каких костей состоит пояс грудных плавников костистых рыб?	
a) лопатка, коракоид	
b) лопатка, коракоид, клейтрум	
c) лопатка, коракоид, задневисочная	
d) лопатка, коракоид, клейтрум, задневисочная	
e) лопатка, коракоид, клейтрум, базалии	
63) Укажите основные особенности кровеносной системы костистых рыб:	
a) сердце двухкамерное, два круга кровообращения	
b) сердце двухкамерное, луковица аорты, один круг кровообращения	
c) сердце двухкамерное, артериальный конус, один круг кровообращения	
d) сердце трехкамерное, артериальный конус, два круга кровообращения	
e) сердце четырехкамерное	
64) Укажите особенности выделительной системы костистых рыб:	
a) полное разделение половой и выделительной системы, нет клоаки мочеточники (вольфовые каналы), мочевой пузырь	
b) вольфовые каналы, мочевой пузырь, клоака	
c) мочеточники, клоака, мочевой пузырь	
d) мюллеровы каналы, мочеточник, клоака	
65) Половые протоки костистых рыб представлены:	
a) мюллеровыми каналами	
b) вольфовыми каналами	
c) мюллеровыми и вольфовыми каналами	
d) каналами, являющимися задней удлиненной частью гонад	

е) нефридиями	
66) Назовите отделы головного мозга рыб:	
а) передний, задний	
б) передний, средний, задний	
в) передний, промежуточный, средний, мозжечок	
г) передний, промежуточный, средний, мозжечок, продолговатый	
д) передний, промежуточный, мозжечок, продолговатый	
67) Назовите количество черпномозговых нервов у рыб:	
а) восемь	
б) десять	
в) двенадцать	
г) одиннадцать	
д) семь	
68) Какой тип черепа у современных акул?	
а) аутостилический	
б) гиостилический	
в) амфистилический	
г) анапсидный	
д) диапсидный	
69) Из каких элементов состоит висцеральный скелет акулы?	
а) челюстной дуги	
б) подъязычной, жаберной дуг	
в) челюстной, подъязычной, жаберной дуг	
г) подъязычной дуги	
70) Из каких хрящей состоит челюстная дуга акулы?	
а) гиомандибулярный хрящ	
б) меккелев хрящ	
в) гиодный хрящ	
г) небноквадратный хрящ	
д) небноквадратный хрящ, меккелев хрящ	
71) На какие отделы расчленен позвоночник акулы?	
а) не расчленен на отделы	
б) грудной, туловищный, хвостовой отделы	
в) туловищный, хвостовой	
г) туловищный, поясничный	
д) поясничный, хвостовой	
72) Какую функцию выполняют вольфовы каналы у акулы?	
а) семяпровод	
б) яйцевод	
в) мочеточник, яйцевод	
г) семяпровод, мочеточник	
д) мочеточник	
73) Укажите основные особенности кровеносной системы акулы:	
а) сердце двухкамерное, имеется артериальный конус, один круг кровообращения	
б) сердце двухкамерное, два круга кровообращения	
в) сердце трехкамерное, имеется артериальный конус, два круга кровообращения	
г) сердце четырехкамерное	
д) сердце двухкамерное	

74) Назовите крупные пищеварительные железы у акулы:	
a) ректальная железа	
b) печень, поджелудочная железа	
c) ректальная, щитовидная железы	
d) желчный пузырь, поджелудочная железа	
e) печень	
75) Какую функцию выполняют мюллеровы каналы у акул?	
a) яйцеводы	
b) мочеточники	
c) семяпроводы	
d) яйцеводы и мочеточники	
e) семяпроводы и мочеточники	
76) Из каких отделов состоит подъязычная дуга акулы?	
a) гномандибулярный хрящ, гиоиды	
b) гномандибуляре, гиоиды, копула	
c) небноквадратный хрящ, гиоиды	
d) меккелев хрящ, копула	
e) гиоиды, меккелев хрящ	
77) Из каких отделов состоит жаберная дуга акулы?	
a) глоточножаберный хрящ	
b) верхнежаберный, роговидножаберный хрящи	
c) роговидножаберный, глоточножаберный, нижнежаберный хрящи	
d) глоточножаберный, верхнежаберный, роговидножаберный, основной жаберный хрящи	
e) глоточножаберный, верхнежаберный, роговидножаберный, нижнежаберный, основной жаберный хрящи	
78) Какой тип черепа земноводных (по характеру прикрепления челюсти)?	
a) платибазальный	
b) гиостилический	
c) ауостилический	
d) амфистилический	
e) тропибазальный	
79) Назовите тип позвонков амфибий:	
a) амфицельные, гетероцельные	
b) амфицельные, опистоцельные, процельные	
c) процельные, гетероцельные, платицельные	
d) опистоцельные, платицельные, гетероцельные	
e) процельные, платицельные	
80) Передняя конечность земноводных состоит:	
a) бедро, голень, стопа	
b) предплечье, плечо	
c) бедро, предплечье, кисть	
d) плечо, предплечье, кисть	
e) пясть, запястье, фаланги пальцев	
81) Тазовый пояс земноводных состоит:	
a) подвздошные кости, коракоид	
b) подвздошные, седалищные, лобковые	
c) лобковые, ключица	
d) коракоид, ключица, лобковые	
e) седалищные, плюсна, фаланги пальцев	

82) Органы дыхания взрослых земноводных:	
a) жаберные мешки	
b) жабры	
c) легкие	
d) жаберные лепестки	
e) наружные жабры	
83) Назовите основные особенности кровеносной системы земноводных:	
a) сердце трехкамерное, два предсердия, один желудочек, артериальный конус, два круга кровообращения	
b) сердце двухкамерное, один желудочек, одно предсердие, артериальный конус	
c) сердце двухкамерное, луковица аорты	
d) сердце четырех камерное, два желудочка, два предсердия	
e) кровеносная система замкнутая, сердца нет	
84) Тип почек взрослых земноводных:	
a) головная	
b) туловищная	
c) тазовая	
d) нефридии	
e) надпочечники	
85) Какую функцию выполняют вольфовы каналы у самок земноводных?	
a) яйцевод	
b) мочеточник	
c) яйцевод и мочеточник	
d) яичник	
e) желчные протоки	
86) К какому классу и отряду относятся ящерицы?	
a) амфибии, червяги	
b) рептилии, клювоголовые	
c) пресмыкающиеся, чешуйчатые	
d) рептилии, бесхвостые	
e) пресмыкающиеся, безногие	
87) На какие отделы подразделяется позвоночник пресмыкающихся?	
a) шейный, грудной, поясничный, крестцовый, хвостовой	
b) шейный, туловищный, крестцовый, хвостовой	
c) туловищный, хвостовой	
d) шейный, поясничный, хвостовой	
e) шейный, грудной, хвостовой	
88) Назовите типы позвонков пресмыкающихся:	
a) платицельные	
b) процельные, опистоцельные, амфицельные	
c) гетероцельные	
d) гетероцельные, плантицельные	
e) гетероцельные, процельные	
89) Задняя конечность пресмыкающихся состоит:	
a) плечо, предплечье	
b) бедро, голень, стопа	
c) бедро, предплечье, стопа	
d) пясть, запястье, фаланги пальцев	
e) кисть, фаланги пальцев	

90) Какой тип черепа пресмыкающихся по характеру прикрепления челюстей:	
a) тропибазальный	
b) амфистилический	
c) ауостилический	
d) гиостилический	
e) платибазальный	
91) Органы дыхания пресмыкающихся представлены:	
a) наружными жабрами	
b) жаберными мешками	
c) жаберными лепестками	
d) легкими	
e) жабрами	
92) Назовите шейные позвонки ящерицы:	
a) атлант, эпистрофей	
b) платицельный	
c) процельный	
d) гетероцельный	
e) амфицельный	
93) Назовите кости тазового пояса ящерицы:	
a) коракоид, прокоракоид, лобковые кости	
b) прокоракоид, лобковые, седалищные кости	
c) подвздошные, лобковые, седалищные кости	
d) лобковые, седалищные, прокоракоид	
e) прокоракоид, подвздошные кости	
94) Назовите кости передней конечности:	
a) лучевая, лобковая	
b) кисть, локтевая, лучевая	
c) берцовая, локтевая	
d) плечо, предплечье, кисть	
e) кисть, берцовая	
95) Органы дыхания ящерицы:	
a) легкие	
b) жаберные мешки	
c) жабры	
d) наружные жабры	
e) жаберные лепестки	
96) Назовите основные особенности кровеносной системы пресмыкающихся:	
a) сердце двухкамерное, один желудочек, одно предсердие, один круг кровообращения	
b) сердце трехкамерное, два круга кровообращения, правая и левая дуги аорты	
c) сердце двухкамерное, луковица аорты	
d) сердце четырехкамерное, два желудочка, два предсердия	
e) сердце трехкамерное, артериальный конус	
97) Выделительная система ящерицы состоит из:	
a) почек, мочеточников, мочевого пузыря, клоаки	
b) головной почки, мочеточников, клоаки	
c) туловищной почки, мочеточников	
d) надпочечников, мочеточников	
e) мочевого пузыря, клоаки	



98) Какую функцию у пресмыкающихся выполняет вольфов канал?	
a) яйцевода	
b) семенного пузырька	
c) мочеточника	
d) придатка семенника	
e) семяпровод	
99) Назовите сосуды, отходящие от желудочка сердца пресмыкающегося:	
a) легочная артерия, левая дуга аорты, правая дуга аорты	
b) кожно-легочные артерии, легочные вены	
c) сонные артерии, брызжейичные артерии	
d) левая подключичная артерия, правая подключичная артерия	
e) яремные вены, подключичные вены	
100) Назовите II пару черепномозговых нервов:	
a) слуховой	
b) зрительный	
c) глазодвигательный	
d) подъязычный	
e) блоковый	
101) На какие отделы подразделяется позвоночник птиц:	
a) шейный, грудной, поясничный, крестцовый, хвостовой	
b) шейный, туловищный, хвостовой	
c) туловищный, хвостовой	
d) шейный, поясничный, хвостовой	
e) шейный, грудной, хвостовой	
102) Назовите основные надотряды класса птиц:	
a) бескрылые, дневные хищники, пингвины	
b) бескилевые, веслоногие, длиннокрылые	
c) бескилевые, килевые, пингвины	
d) бескрылые, бескилевые, длиннокрылые	
e) пингвины, веслоногие, дневные хищники	
103) Назовите типы позвонков птиц:	
a) амфицельный	
b) гетероцельный	
c) процельный	
d) опистоцельный	
e) пластицельный	
104) Назовите кости скелета задней конечности:	
a) бедро, голень, цевка, фаланги пальцев	
b) большая берцовая, малая берцовая, фаланги пальцев	
c) пясть, запястье, фаланги пальцев	
d) плечо, предплечье	
e) стопа, фаланги пальцев	
105) Органы дыхания птиц представлены:	
a) легкими	
b) легкими, воздушными мешками	
c) жаберными мешками	
d) жабрами	
e) жаберными лепестками	
106) Какой тип черепа птиц?	
a) тропибазальный	

b) амфистилический	
c) аутиостилический	
d) гиостилический	
e) платибазальный	
107) Назовите основные особенности кровеносной системы птиц:	
a) сердце двухкамерное, один круг кровообращения	
b) сердце двухкамерное, луковица аорты	
c) сердце четырехкамерное, два предсердия, два желудочка, правая дуга аорты, два круга кровообращения	
d) сердце трехкамерное, два круга кровообращения	
108) Назовите V пару черепномозговых нервов:	
a) лицевой	
b) слуховой	
c) глазодвигательный	
d) тройничный	
e) отводящий	
109) Назовите сосуды, отходящие от левого желудочка сердца птиц:	
a) легочная артерия, левая дуга аорты	
b) левая дуга аорты	
c) правая дуга аорты, от дуги отходят две безымянные артерии	
d) кожно-легочные артерии, легочные вены	
e) яремные вены, подключичные вены	
110) Какая кровь в левом предсердии и левом желудочке сердца птиц?	
a) венозная	
b) смешанная	
c) артериальная	
111) Назовите класс позвоночных относящихся к амниотам:	
a) круглоротые, рыбы, птицы	
b) рыбы, амфибии, круглоротые	
c) птицы, млекопитающие, рептилии	
d) рептилии, амфибии	
e) круглоротые, амфибии	
112) Какое количество позвонков в шейном отделе млекопитающих?	
a) десять	
b) семь	
c) четыре	
d) пять	
e) восемь	
113) Назовите центр высшей нервной деятельности млекопитающих:	
a) средний мозг	
b) продолговатый мозг	
c) кора полушарий переднего мозга	
d) мозжечок	
e) промежуточный мозг	
114) Назовите основные особенности строения кровеносной системы млекопитающих:	
a) сердце четырехкамерное, два предсердия, два желудочка, левая дуга аорты, два круга кровообращения	
b) сердце трехкамерное, два круга кровообращения	
c) сердце двухкамерное, луковица аорты	
d) сердце четырехкамерное, один круг кровообращения	

e) сердце четырехкамерное, два круга кровообращения, правая дуга аорты	
115) Сколько черепномозговых нервов у млекопитающих?	
a) двенадцать	
b) четыре	
c) десять	
d) пять	
e) семь	
116) Какие сосуды отходят от левого желудочка сердца млекопитающих?	
a) легочные вены	
b) легочные артерии	
c) левая дуга аорты	
d) правая дуга аорты	
e) задняя полая вена	
117) Назовите класс и отряд к которому относятся лягушки:	
a) рептилии, чешуйчатые	
b) амфибии, бесхвостые	
c) амфибии, хвостистые	
d) земноводные, червяги	
e) пресмыкающиеся, клювоголовые	
118) Назовите отделы осевого скелета лягушки:	
a) шейный, туловищный, крестцовый, хвостовой	
b) туловищный, крестцовый, поясничный, хвостовой	
c) шейный, туловищный, хвостовой	
d) туловищный, хвостовой	
e) туловищный, поясничный, крестцовый	
119) Какая кровь находится в желудочке сердца лягушки?	
a) смешенная	
b) венозная	
c) артериальная	
120) Назовите сосуды, образующие малый круг кровообращения лягушки:	
a) левое предсердие, легочные вены, брюшная аорта	
b) кожно-легочная артерии, отходящие от артериального конуса, легкие, легочные вены, левое предсердие	
c) легкие, легочные артерии, легочные вены, правое предсердие	
d) сонные артерии, легкие, легочные вены, желудочек	
e) легкие, легочные артерии, легочные вены, желудочек	
121) Какие сосуды образуют воротную систему печени у лягушки?	
a) брюшная вена, подключичная вена, сеть капилляров печени, печеночная вена, нижняя полая вена	
b) подключичная вена, печеночная вена	
c) нижняя полая вена, сеть капилляров печени	
d) брюшная вена, сеть капилляров печени	
e) печеночная вена, нижняя полая вена	
122) Из каких отделов состоит головной мозг лягушек?	
a) передний, средний, продолговатый	
b) передний, обонятельные доли, эпифиз, мозжечок	
c) передний, промежуточный, средний, мозжечок, продолговатый	
d) передний, средний, мозжечок	

## ПАСПОРТ НА УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНУЮ БАЗУ

<b>№</b>	<b>Наименование</b>	<b>Тип, марка</b>	<b>Кол-во</b>	<b>Наименование лаб.работы</b>
1	Диaproекторы, слайды цветные и чернoбелые.		10	на всех лабораторных занятиях
2	Влажные препараты, муляжи, скелеты позвоночных животных.		100	на всех лабораторных занятиях
3	Цветные таблицы.		100	на всех лабораторных занятиях
4	Микроскопы	МС 1	20	на всех лабораторных занятиях