

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ребкова Ольга Александровна

Должность: и.о. ректора

Дата подписания: 06.03.2021 10:03

Уникальный программный ключ:

e789ec8739030382afc5ebff703928adf1af5cfb

ОПОП

СМК-РПД-В1.П2-2021

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Основы ихтиологии» для направления подготовки 06.03.01 «Биология», профиль подготовки «Биоэкология»

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга»

Рассмотрено и утверждено на заседании  
кафедры биологии и химии  
Зав. кафедрой биологии и химии  
Е.А. Девятова

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ Б1.В.ДВ.01.02 «Основы ихтиологии»

**Направление подготовки (специальность):** 06.03.01 Биология

**Профиль подготовки:** Биоэкология

**Квалификация выпускника:** бакалавр

**Форма обучения:** очная

**Курс 3          Семестр 5**

Зачет: 5 семестр

Петропавловск-Камчатский 2021 г.

ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Основы ихтиологии» для направления подготовки 06.03.01 «Биология», профиль подготовки «Биоэкология»	

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология, утвержденного Приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 №920.

Разработчик:

Старший преподаватель кафедры биологии и химии  
Железняк Мария Юрьевна

ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Основы ихтиологии» для направления подготовки 06.03.01 «Биология», профиль подготовки «Биоэкология»	

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и задачи освоения дисциплины .....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП ВО .....	4
3. Планируемые результаты обучения по дисциплине .....	4
4. Содержание дисциплины .....	5
5. Тематическое планирование .....	6
6. Самостоятельная работа .....	8
6.1. Планы семинарских (практических) занятий .....	8
6.2. Внеаудиторная самостоятельная работа .....	48
7. Перечень вопросов на зачет .....	49
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
9. Формы и критерии оценивания учебной деятельности студента .....	53
10. Материально-техническая база .....	55

ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Основы ихтиологии» для направления подготовки 06.03.01 «Биология», профиль подготовки «Биоэкология»	

### 1. Цель и задачи освоения дисциплины

*Цель освоения дисциплины является* формирование у студентов представлений о происхождении и эволюции рыб как части животного мира.

*Задачи освоения дисциплины:*

- получение знаний о характерных особенностях строения и биологии основных отрядов и семейств рыбообразных и рыб Мировой фауны;
- получение навыков по работе с определителями и определению рыб;
- изучение основных особенностей внешнего и внутреннего строения рыб;
- формирование представления о роли рыб в гидробиоценозах и значении рыб для человечества.

### 2. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Б.1. Дисциплины (модули), часть, формируемая участниками образовательных отношений, дисциплины по выбору. Для изучения дисциплины необходимы знания, полученные при изучении зоологии, наук о Земле. Курс имеет тесные межпредметные связи дисциплиной «Экология животных» и изучается до нее, что способствует формированию целостного представления о влиянии окружающей среды на различные аспекты жизнедеятельности гидробионтов.

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 06.03.01 Биология:

Шифр компетенции, формируемой в результате освоения дисциплины	Наименование компетенции	Результаты освоения компетенции
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК 1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. УК 1.2. Находит и критически анализирует необходимую информацию. УК 1.3. Критически рассматривает возможные варианты решения задачи. УК 1.4. Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки. УК 1.5. Определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи.
ПК-3	Способен реализовать рыбохозяйственный и экологический мониторинг водных объектов по гидробиологическим	ПК-3.1. Проведение мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов по гидробиологическим, гидрохимическим показателям ПК-3.2. Проведение мониторинга качества и безопасности водных биологических

ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Основы ихтиологии» для направления подготовки 06.03.01 «Биология», профиль подготовки «Биоэкология»	

	данным	ресурсов, среды их обитаний и продуктов их них по микробиологическим показателям ПК-3.3. Проведение мониторинга водных биологических ресурсов по результатам ихтиологических исследований ПК-3.4. Полевой сбор гидробиологических материалов и предварительная камеральная обработка гидробиологических проб
--	--------	--

#### 4. Содержание дисциплины

##### **Тема 1. Введение. Внешнее строение, движение рыб. Скелет и мускулатура.**

##### **Пищеварительная система рыб. Органы дыхания.**

Предмет ихтиологии. Внешнее строение рыб. Морфология тела рыбы. Особенности туловищного отдела в процессе движения рыбы. Плавники и их особенности строения у рыб разных форм и групп. Строение кожи рыб. Структура чешуи хрящевых и костных рыб. Формирование годовых колец на чешуе, отолитах, плавниках, жаберных крышках рыб. Осевой скелет у хрящевых, осетровых и костистых рыб. Строение головного и туловищного скелета рыб. Мускулатура туловища, плавников и головы рыб. Строение пищеварительной системы у хрящевых, осетровых и костистых рыб. Особенности строения жаберного аппарата у хрящевых, осетровых и костистых рыб. Механизм дыхания.

##### **Тема 2. Плавательный пузырь и гидродинамические особенности рыб. Сердечно-сосудистая система и водно-солевой обмен. Половая и выделительная системы рыб.**

Назначение, строение и функционирование плавательного пузыря у открыто- и закрыто-пузырных рыб. Плавучесть рыбы. Строение и функционирование сердца, строение артериальной и венозной систем у хрящевых, осетровых и костистых рыб. Воспроизводительная система рыб. Оплодотворение и развитие икры. Выделительная система и механизм водно-солевого обмена.

##### **Тема 3. Нервная система, органы чувств рыб. Железы внутренней секреции.**

Нервная система и органы чувств у хрящевых, осетровых и костистых рыб. Железы внутренней секреции у рыб. Сейсмочувствительная система у рыб. Органы обоняния у рыб. Строение органа зрения у рыб. Строение и функционирование органа слуха-равновесия у рыб.

##### **Тема 4. Влияние факторов среды. Экологические группы рыб. Рост, питание и размножение рыб.**

Взаимоотношения рыб с абиотической и биотической средой. Приспособления рыб к абиотическим факторам среды. Плотность и давление воды. Соленость воды. Экологические группы рыб. Температура воды. Солевой состав воды. Растворенные в

ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Основы ихтиологии» для направления подготовки 06.03.01 «Биология», профиль подготовки «Биоэкология»	

воде газы. Свет, звук и другие колебания. Грунт и взвешенные частицы в воде. Движения воды и способы передвижения у рыб.

Биотические взаимоотношения у рыб. Внутривидовые связи у рыб. Межвидовые связи у рыб. Рыбы и другие растительные и животные организмы.

Размножение и развитие рыб. Размеры, рост и возраст рыб. Миграции рыб. Зимовка и спячка рыб. Питание и пищевые взаимоотношения рыб. Акклиматизация.

### **Тема 5. Жизненный цикл и миграции рыб. Динамика популяций. Особенности распределения. Акклиматизация. Биологические инвазии.**

Жизненный цикл рыб от момента оплодотворения до естественной смерти. Типы миграций и динамики популяций. Основные факторы географического распространения рыб. Распределение рыб согласно зональности водоемов. Амфибореальное, биролярное распределение. Распределение согласно зоогеографическим областям (Берг, Дарлингтон). Категории процесса акклиматизации. Критерии акклиматизации. Формы целенаправленной акклиматизации. Типы акклиматизации. Фазы процессов акклиматизации переселенца. Методы акклиматизации. Оценка результатов акклиматизации. Биологические инвазии.

## **5. Тематическое планирование**

### **Модули дисциплины**

№	Наименование модуля	Лекции	Практики/ семинары	Лаб.работы	Сам. работа	Всего, часов
1	Основы ихтиологии	20	10	10	68	108
<b>Всего</b>		20	10	10	68	108

### **Тематический план Модуль 1**

№ темы	Тема	Кол-во часов	Компетенции по теме
	<b>Лекции</b>		
1	Введение. Внешнее строение, движение рыб. Скелет и мускулатура.	2	УК-1, ПК-3
2	Пищеварительная система рыб.	2	УК-1, ПК-3
3	Органы дыхания рыб.	2	УК-1, ПК-3
4	Плавательный пузырь и гидродинамические особенности рыб.	2	УК-1, ПК-3
5	Сердечно-сосудистая система и водно-солевой обмен рыб.	2	УК-1, ПК-3
6	Нервная система, органы чувств рыб. Железы внутренней секреции.	2	УК-1, ПК-3

ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Основы ихтиологии» для направления подготовки 06.03.01 «Биология», профиль подготовки «Биоэкология»	

7	Половая и выделительная системы рыб.	2	УК-1, ПК-3
8	Влияние факторов среды. Экологические группы рыб. Рост, питание и размножение рыб.	2	УК-1, ПК-3
9	Жизненный цикл и миграции рыб. Динамика популяций рыб.	2	УК-1, ПК-3
10	Особенности распределения рыб. Акклиматизация. Биологические инвазии.	2	УК-1, ПК-3
<b>Практические занятия (семинары)</b>			
1	Основные части и формы тела рыб	2	УК-1, ПК-3
2	Работа с определителем рыб	4	УК-1, ПК-3
3	Особенности строения хрящевых рыб	2	УК-1, ПК-3
4	Защита лабораторных работ	2	УК-1, ПК-3
<b>Лабораторные работы</b>			
1	Внешнее строение головного отдела рыб	2	УК-1, ПК-3
2	Плавники рыб	2	УК-1, ПК-3
3	Боковая линия и типы чешуи рыб	2	УК-1, ПК-3
4	Анатомические особенности костистых рыб	2	УК-1, ПК-3
5	Скелет костистой рыбы	2	УК-1, ПК-3
<b>Самостоятельная работа</b>			
1	Подготовка к практической №1	6	УК-1, ПК-3
2	Подготовка к практической №2	6	УК-1, ПК-3
3	Подготовка к практической №3	6	УК-1, ПК-3
4	Подготовка к лабораторной работе №1	7	УК-1, ПК-3
5	Подготовка к лабораторной работе №2	7	УК-1, ПК-3
6	Подготовка к лабораторной работе №3	7	УК-1, ПК-3
7	Подготовка к лабораторной работе №4	7	УК-1, ПК-3
8	Подготовка к лабораторной работе №5	7	УК-1, ПК-3
9	Подготовка к защите лабораторных работ	8	УК-1, ПК-3

ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Основы ихтиологии» для направления подготовки 06.03.01 «Биология», профиль подготовки «Биоэкология»	

10	Подготовка к зачету	7	УК-1, ПК-3
----	---------------------	---	------------

## 6. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа включает две составные части: аудиторная самостоятельная работа и внеаудиторная.

Самостоятельная аудиторная работа включает выступление по вопросам семинарских занятий, выполнение практических заданий (*при наличии*).

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов заключается в следующих формах:

- изучение литературы; осмысление изучаемой литературы;
- работа в информационно-справочных системах;
- аналитическая обработка текста (конспектирование, реферирование);
- составление плана и тезисов ответа в процессе подготовки к занятию;
- подготовка сообщений по вопросам семинарских занятий.

### 6.1. Планы семинарских (практических) занятий

#### Практическая работа №1 Основные части и формы тела рыб

**Материал и оборудование.** Наборы фиксированных рыб (20-30 видов). Таблица “Форма тела рыб”. Инструменты: пинцет, препаровальные иглы, ванночка (по одному набору на 2-3 студентов).

**Задание.** 1. Сделать схематический рисунок рыбы и обозначить на нем все участки тела. 2. На 2-3 видах рыб по указанию преподавателя определить границы частей тела всех отделов. 3. Познакомиться с различными формами тела рыбы, для чего внимательно рассмотреть всех имеющихся в наборе рыб, отнести их к тому или иному типу по форме тела (название рыбы спрашивать у преподавателя). 4. Зарисовать контуры рыб, имеющих формы тела торпедовидную, стреловидную, веретеновидную, симметрично и несимметрично сжатую с боков, уплощенную в дорзовентральном направлении, угревидную, лентовидную, астеролепидную, макруревидную, шаровидную, игловидную.

**Основные части тела рыбы.** Тело рыбы состоит из трех отделов: головы, туловища и хвоста.

Головной отдел определяется как расстояние от начала рта до заднего края жаберной крышки (без жаберной перепонки).

Туловищный отдел определяется как расстояние от конца головы до анального отверстия или до начала анального плавника.

Хвостовой отдел определяется как расстояние от анального отверстия (начала анального плавника) до конца хвостового плавника.

В головном отделе выделяют: *рыло* – расстояние от начала головы до передней вертикали (края) глаза; *заглазничное пространство* – от задней вертикали (края) глаза до дистального конца жаберной крышки; *щеку* – участок от задней вертикали глаза до заднего края предкрышки; *лоб*, или *межглазничное пространство*, – расстояние между глазами.

Прежде чем рассмотреть участки нижней части головы, следует обратить внимание на *жаберные перепонки* – кожные складки, окаймляющие жаберную крышку (рис. 1). У некоторых рыб (карповые Cyprinidae) жаберные перепонки приращены к *межжаберному промежутку* (isthmus) – участку между жаберными щелями. В нижней части головы выделяют, *подбородок* – участок головы от начала нижней челюсти до места соединения или прикрепления жаберных перепонки; *горло* – расстояние от места прикрепления или



срастания между собой жаберных перепонки до основания грудных плавников. Кроме того, в нижней части головы различают место соединения костей нижней челюсти, называемое *симфизисом* (см. рис. 1).

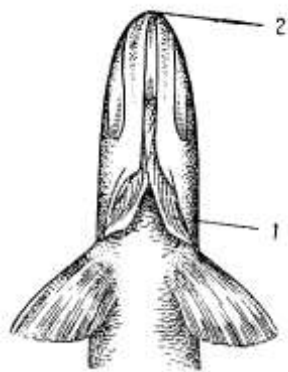


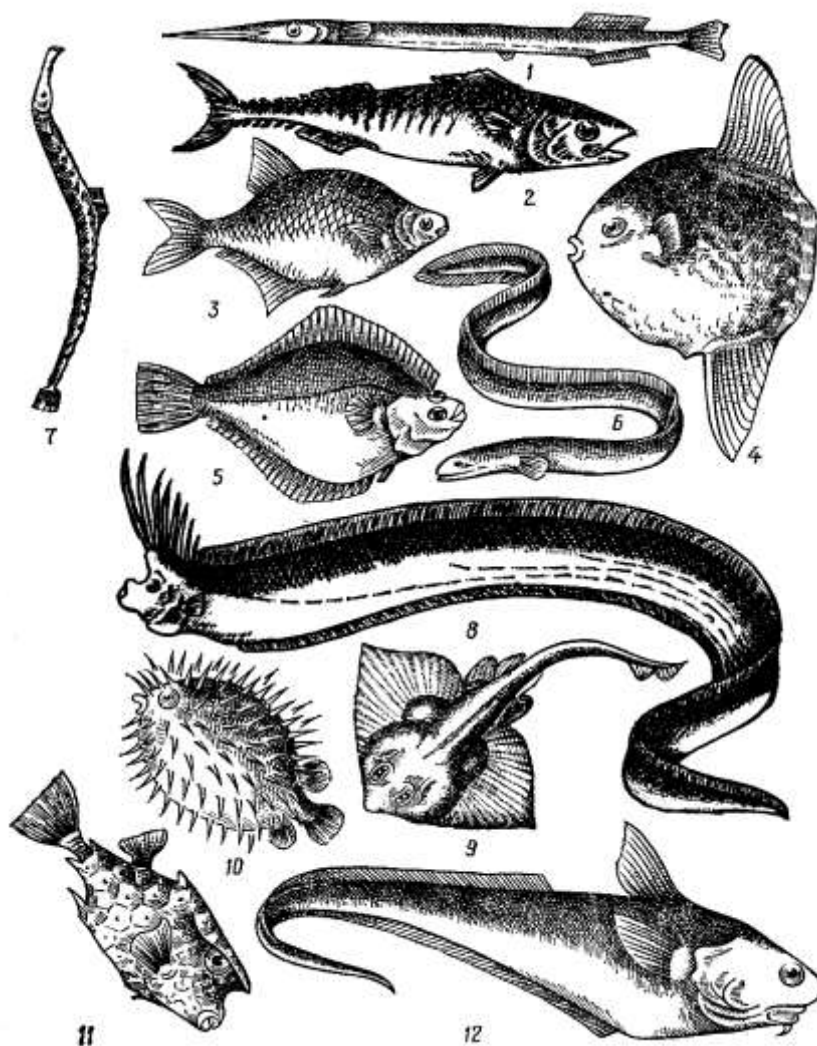
Рисунок 1 – Нижняя сторона головы рыбы:

1 – жаберные перепонки; 2 – симфизис.

В хвостовом отделе выделяют *хвостовой стебель* – участок от конца анального плавника до начала хвостового плавника (у чешуйчатых рыб до конца чешуйчатого покрова). Хвостовой стебель – это самая низкая часть тела рыбы, а самая высокая находится перед спинным плавником, где и измеряют наибольшую высоту тела.

**Формы тела рыб.** Наиболее распространенной формой тела является *веретеновидная*. Рыбы такой формы имеют сжатое с боков тело и слегка заостренную голову. Веретеновидная форма характерна для большинства рыб, например плотвы, окуня, сельди. Рыбы с веретеновидной формой тела обитают в поверхностных слоях, в толще воды и у дна, в прибрежных и открытых районах водоемов.

Выделяют следующие формы тела у рыб (рис. 2). *Торпедовидная* (ее часто называют веретеновидной)



— характеризуется заостренной головой, закругленным, имеющим в поперечном разрезе форму овала телом, утонченным хвостовым стеблем, нередко с дополнительными плавничками. Она свойственна хорошим пловцам, способным к продолжительным перемещениям — тунцам, скумбриям, акулам и др. *Стреловидная* — кости рыла вытянуты и заострены, тело рыбы по всей длине имеет одинаковую высоту, спинной плавник отнесен к хвостовому и располагается над анальным, чем создается имитация оперения стрелы. Эта форма типична для рыб, не перемещающихся на большие расстояния, держащихся в засаде и развивающих высокие

скорости Движения на короткий промежуток времени за счет толчка плавников при броске на добычу или уходе от хищника. Это щуки (*Esox*), панцирные щуки (*Lepisosteus*), сарганы (*Belone*) и др. *Симметрично сжатое с боков* тело — сильно сжато с боков, высокое при относительно небольшой длине и высокое. Это рыбы коралловых рифов — щетинкозубы (*Chaetodon*), зарослей донной растительности — скалярии (*Pterophyllum*). Такая форма тела помогает им легко маневрировать среди препятствий. Симметрично сжатую с боков форму тела имеют и некоторые пелагические рыбы, которым необходимо быстро менять положение в пространстве для дезориентации хищников, — вомеры (*Vamer*) или для маскировки в толще воды при подкарауливании добычи — солнечники (*Zeus*). Такую же форму тела имеют рыба-луна (*Mola mola* L.) и лещ (*Abramis brama* L.). *Несимметрично сжатое с боков* тело — глаза смещены на одну сторону, что создает асимметрию тела. Она свойственна придонным малоподвижным рыбам отряда Камбалообразные (*Pleuronectiformes*), помогая им хорошо маскироваться на дне.

Рисунок 2 — Форма тела рыб:

1 — сарган; 2 — скумбрия; 3 — лещ; 4 — рыба-луна; 5 — камбала; 6 — угорь; 7 — рыба-игла; 8 — сельдяной король; 9 — скат; 10 — рыба-еж; 11 — кузовок; 12 — макрурус.

В движении этих рыб большую роль играют волнообразные изгибания длинных спинного и анального плавников. Все эти рыбы, кроме черного палтуса (*Reinhardtius*

*hippoglossoides* Walb), плавают на одной стороне тела. *Уп্লощенное в дорзовентральном направлении* тело – сильно сжато в спинно-брюшном направлении, как правило, хорошо развиты грудные плавники. Такую форму тела имеют малоподвижные донные рыбы – большинство скатов (*Batomorpha*), морской черт (*Lophius piscatorius* L.). Уп্লощенное тело маскирует рыб в условиях дна, а расположенные сверху глаза помогают видеть добычу. Для крупных скатов – морских дьяволов семейства *Mobulidae*, обитающих в пелагиали, защитой от хищников служит не форма тела, а большие размеры. *Угревидная форма* – тело рыб удлиненное, закругленное, имеющее вид овала на поперечном разрезе. Спинной и анальный плавники длинные, брюшных плавников нет, а хвостовой плавник небольшой. Она характерна для таких донных и придонных рыб, как угреобразные (*Anguilliformes*), передвигающихся, латерально изгибая тело. *Лентовидная* – тело рыб удлиненное, но в отличие от угревидной формы сильно сжато с боков, что обеспечивает большую удельную поверхность и позволяет рыбам обитать в толще воды. Характер движения у них такой же, как и у рыб угревидной формы. Такая форма тела характерна для рыбы-сабли (*Trichiuridae*), сельдяного короля (*Regalecus*). *Макруровидная* – тело рыбы высокое в передней части, суженное с задней, особенно в хвостовом отделе. Голова крупная, массивная, глаза большие. Свойственна глубоководным малоподвижным рыбам – макрурообразным (*Macrurus*), химерообразным (*Chimaeriformes*). *Астеролепидная* (или *кузовковидная*) – тело заключено в костный панцирь, что обеспечивает защиту от хищников. Эта форма тела характерна для придонных обитателей, многие из которых встречаются в коралловых рифах, например для кузовков (*Ostracion*). *Шаровидная* форма свойственна некоторым видам из отряда Иглобрюхообразные (*Tetraodontiformes*) – рыба-шару (*Sphaeroides*), рыба-ежу (*Diodon*) и др. Эти рыбы плохие пловцы и передвигаются с помощью ундулирующих движений плавников на небольшие расстояния. При опасности рыбы раздувают воздушные мешки кишечника, наполняя их водой или воздухом; при этом расправляются имеющиеся на теле шипы и колючки, защищающие их от хищников. *Игловидная* форма тела характерна для морских игл (*Syngnathus*). Их удлиненное, скрытое в костном панцире тело имитирует листья zostеры, в зарослях которой они обитают. Рыбы лишены боковой подвижности и перемещаются с помощью ундулирующего действия спинного плавника.

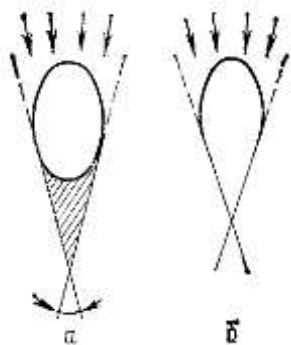


Рисунок 3 – Схема образования демаскирующей тени на брюхе рыбы (а), при наличии брюшного кия он занимает собой область тени (б). Стрелками показано направление светового потока.

Нередко встречаются рыбы, форма тела которых напоминает одновременно различные типы форм. Так, у зубаток (*Anarhichas*) и вьюна (*Misgurnus fossilis* L.) форма тела угревидно-лентовидная, т. е. передняя часть закруглена, а хвостовая сжата с боков. Для ликвидации демаскирующей тени на брюхе рыбы возникающей при освещении сверху, мелкие пелагические рыбы, например сельдевые (*Clupeidae*), чехонь (*Pelecus cultratus* L.), имеют заостренное, сжатое с боков брюшко с острым килем (рис. 3). У крупных подвижных пелагических хищников – скумбрий



(*Scomber*), рыбы-меча (*Xiphias gladius* L.), тунцов (*Thunnus*) – киль обычно не развивается.

Рисунок 4 – Характерные формы поперечного сечения тела придонных рыб

Их способ защиты состоит в быстроте движения, а не в маскировке. У придонных рыб форма поперечного сечения приближается к равнобедренной трапеции, обращенной большим основанием

вниз, что исключает появление тени на боках при освещении сверху. Поэтому большинство придонных рыб имеют широкое уплощенное тело (рис. 4).

#### Вопросы для самопроверки:

1. Перечислить формы тела рыб, обитающих в пелагиали.
2. Назвать формы тела придонных рыб.
3. Какую форму тела имеют сельдь, треска, окунь?
4. Какой тип плавания свойствен миноге, миксине, угрю?
5. Какие рыбы имеют макруровидную форму тела?
6. Укажите границы отделов тела рыбы.
7. Что называется щекой, рылом, горлом, подбородком?
8. Что такое хвостовой стебель?
9. Что такое жаберные перепонки и где они расположены?

### Практическая работа №2

#### Работа с определителем

**Материал и оборудование.** Набор для определения: фиксированные представители различных групп круглоротых и рыб; эмалированная ванночка; препаровальные иглы – 2 шт.; пинцет; лупа (4-6X) (по одному набору на двух студентов).

Определители: Е. А. Веселов “Определитель пресноводных рыб фауны СССР”, М., 1977; П. Г. Борисов, Н. С. Овсянников “Определитель промысловых рыб СССР”, М., 1964; Г. У. Линдберг “Определитель и характеристика семейств рыб мировой фауны”, Л., 1971.

**Задание.** При выполнении работы нужно определить последовательно семейство и род, к которым принадлежит данная рыба.

По указанию преподавателя определить до вида некоторых представителей.

Кратко записать основные признаки каждого семейства, представителей которого определили.

Определительные таблицы составлены по принципу положений (теза) и противоположений (антитеза). Впереди каждой тезы и антитезы стоят цифры, например 1 (3), из которых первая – теза дана без скобок, а вторая – антитеза заключена в скобки. Определение сводится к сравнению характеристик признаков, приводимых в тезе и антитезе, и к последующему принятию решения, какая же из них отвечает особенностям определяемой рыбы. Если подойдет теза или антитеза, но у них не будет указано название таксономической категории, то нужно читать следующий за ней порядковый номер тезы и сравнивать ее содержание с содержанием ее антитезы. Так, следуя шаг за шагом, необходимо дойти до названия определяемой таксономической категории. Пользуясь прилагаемой таблицей, можно определить, к какому классу принадлежит рассматриваемый представитель.

1 (2) Рот в виде присасывательной воронки либо круглый, окруженный усиками, челюстей нет. Одно носовое отверстие. Парные плавники и их пояса отсутствуют. Тело голое угреобразное... Класс Круглоротые Cyclostomata.

2 (1) Челюсти имеются. Носовое отверстие парное. Есть парные плавники и их пояса.

3 (4) Нет костной жаберной крышки. Тело покрыто плакоидной чешуей либо голое. У самцов в брюшных плавниках имеются птеригоподии... Класс Хрящевые рыбы Chondrichthyes.

4 (3) Костная жаберная крышка. На теле костная либо ганоидная чешуя, реже тело голое... Класс Костные рыбы Osteichthyes.

Определив представителя до класса по этой таблице, следует перейти к работе с определителями.

По окончании определения в тетради записываются русские и латинские названия каждой таксономической категории, к которым принадлежит данный представитель и

ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Основы ихтиологии» для направления подготовки 06.03.01 «Биология», профиль подготовки «Биоэкология»	

основные признаки семейства.

**Заполните таблицу (пример):**

Отряд, семейство, род, вид	Длина рыбы, см	Экологическая характеристика	Размножение			Питание	Распространение	Примечание
			Время нереста	Икра, субстрат	Плодовитость, шт			
Отряд Окунеобразные, семейство Окуневые, род Судаки, обыкновенный судак	130	Пресноводная полупроходная	Весна	Донная, охраняется	200 тыс. – 2,7 млн.	Хищник	Водоемы Европы, Средней Азии, бассейны Балтийского, Черного, Азовского, Каспийского и Аральского морей	
Морской судак	60	Солоноватоводная	Весна	Донная, литофил	13-126 тыс.	Хищник	Северо-западная часть Черного моря и Каспийское море	

### Практическая работа №3 Особенности строения хрящевых рыб

**Вопросы для обсуждения:**

1. Какие внешние признаки характерны для осетровых рыб?
2. Что такое жучки осетровых?
3. Какое положение рта характерно для осетровых?
4. Что такое фулькры и где они находятся?
5. Назовите отделы сердца осетровых.
6. Назовите все органы пищеварительной системы.
7. Какие железы относятся к пищеварительным?
8. Назовите органы кроветворения осетровых.
9. Каковы особенности строения мочеполовой системы осетровых?
10. Охарактеризуйте строение органов дыхания.
11. Назовите органы чувств осетровых.
12. Опишите скелет черепа.
13. Опишите скелет туловища.
14. Охарактеризуйте скелет парных и непарных плавников.
15. Какие черты строения сближают хрящевых ганоидов с хрящевыми рыбами?

### Лабораторная работа №1 ВНЕШНЕЕ СТРОЕНИЕ ГОЛОВНОГО ОТДЕЛА РЫБ

**Материал и оборудование.** Наборы фиксированных рыб (20-30 видов). Таблицы: Положение и типы рта; Органы чувств; Внешний вид глубоководных рыб. Инструменты: препаровальные иглы, пинцет, ванночка (по одному набору на 2-3 студентов).

**Задание.** При выполнении работы нужно рассмотреть рот (его положение, характер, размеры), глаза (наличие или отсутствие, положение на голове, величину), носовые отверстия (непарные, парные), жаберные отверстия (положение, количество), брызгальца (наличие или отсутствие, положение, размеры) и зарисовать головы рыб с различным положением рта (верхний, нижний, конечный), отметив величину рта (голову миноги, акулы и осетра), указав положение носовых и жаберных отверстий (у акул и осетра нужно отметить брызгальца), и составить, пользуясь набором рыб, перечень видов с различным положением и типом рта, выдвигаемым и невыдвигаемым ртом.

На голове рыбы располагается рот, глаза, носовые и жаберные отверстия, брызгальца и органы осязания.

Положение и строение рта рыбы зависит от характера ее питания. Выделяют три основных типа положения рта: верхний, конечный, нижний (рис. 5).

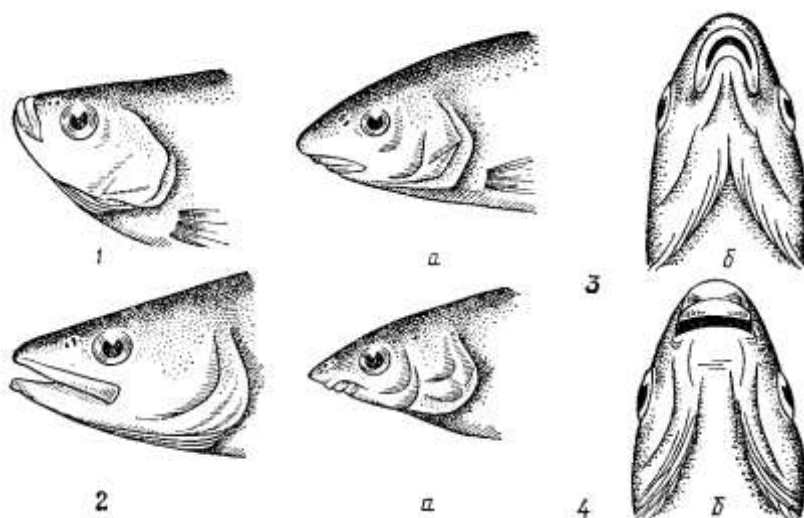


Рисунок 5 – Различные формы рта:

1 – верхний; 2 – конечный; 3 – нижний косой; а – вид сбоку; б – вид снизу; 4 – нижний поперечный; а – вид сбоку; б – вид снизу.

Верхний рот – нижняя челюсть больше верхней, и ротовое отверстие направлено вверх. Такое положение свойственно рыбам, берущим пищу с верхних горизонтов, главным образом планктофагам –

шпротам (*Sprattus*), чехони (*Pelecus*), а также донным хищникам-засадчикам – морскому черту (*Lophius*), сомам (*Silurus*) и звездочетам (*Uranoscopus*).

Конечный рот – обе челюсти одинаковой длины. Такой рот свойствен рыбам, берущим пищу из толщи воды. В основном это рыбы со смешанным характером питания – окунь (*Perca fluviatilis*, L.), омуль (*Coregonus autumnalis*, Pallas) – или хищники, преследующие добычу, – тунцы (*Thunnus*), пеламиды (*Sarda*), судаки (*Lucioperca*, или *Stizostedion*).

Нижний рот – верхняя челюсть больше нижней, ротовое отверстие направлено вниз. Это рыбы-бентофаги, питающиеся донными организмами, – усачи (*Barbus*), барабули (*Mullus*), пескари (*Gobio*). Нижнее положение рта акул не связано с характером питания, а определяется наличием роостра, выступающего над нижней челюстью вперед и выполняющего гидродинамические функции. Такого же, возможно, происхождения нижнее положение рта у анчоусовых (*Engraulidae*), которые питаются планктоном. Нижний рот может быть косым, как у рыбцов (*Vimba*), и поперечным, как у подуста (*Chondrostoma*) и храмули (*Varicorhinus*).

Положение рта рыб не всегда можно определить точно. Рот может быть полуверхним, как у уклей (*Alburnus alburnus* L.), или полунижним, как у леща (*Abramis brama* L.) и сазана (*Cyprinus carpio* L.).

Величина рта у рыб определяется длиной нижней челюсти. Рот считается большим, если конец нижней челюсти заходит за вертикаль заднего края глаза, или небольшим, если конец нижней челюсти не доходит до вертикали заднего края глаза (рис. 6).

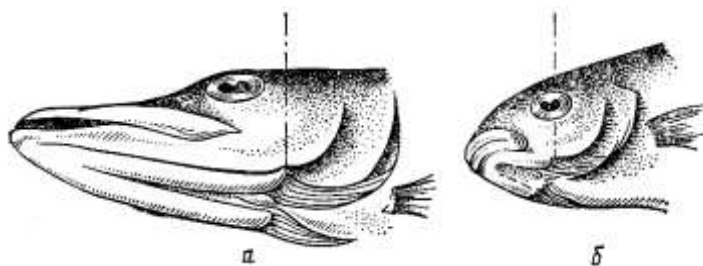


Рисунок 6 – Определение

ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Основы ихтиологии» для направления подготовки 06.03.01 «Биология», профиль подготовки «Биоэкология»	

величины рта рыбы (пунктирная линия проведена как перпендикуляр от конца нижней челюсти):

*a* – большой; *b* – небольшой

Размеры рта зависят от величины пищевых объектов, их твердости и плотности распределения, а также от способа лова пищи.

Небольшой рот имеют растительноядные и планктоноядные рыбы, а также бентофаги, питающиеся мелким бентосом, – кефали (*Mugil*), тюльки (*Clupeonella*), малоротые камбалы (*Limanda*, *Pleuronectes*) и др. Большой рот имеют такие хищники, как щуки (*Esox*), сомы (*Silurus*), и рыбы, питающиеся крупным бентосом, – зубатки (*Anarhichas*). Причем у хищников догоняющего типа – тунцы (*Thunnus*) – рот меньших размеров, так как поимка пищи обеспечивается большой скоростью и маневренностью, у хищников засадного типа – щука (*Esox lucius* L.), морской черт (*Lophius piscatorius* L.) – рот больших размеров, так как они добывают пищу рывком, и вероятность поимки зависит в большей степени от размеров рта. Большие рты, выполняющие функцию ловушек, имеют также некоторые планктофаги – анчоусы (*Engraulis*), веслоносы (*Polyodon*) и др.

Размеры рта находятся в прямой зависимости от концентрации пищевых объектов: чем она ниже, тем больших размеров рот. Примером могут служить глубоководные рыбы, обитающие в зоне пониженной плотности распределения пищевых объектов. Величина рта зависит также от твердости пищевых объектов: чем тверже пища, тем обычно рот меньше. Чем больше усилий требуется для закрывания рта, тем, как правило, меньше его размеры. Так, представители семейства Спинороговые (*Balistidae*) и Скалозубовые (*Tetraodontidae*), питаясь кораллами, имеют очень маленький рот.

По своему характеру рот бывает выдвигной и невыдвигной.

Выдвигной рот характеризуется подвижным соединением верхней челюсти с черепом, благодаря чему при раскрытии рта верхняя челюсть может выбрасываться вперед. Рот такого типа свойствен рыбам, потребляющим планктон (сельдевые), или мелкий бентос (сазан, лещ), или детрит (кефали).

Невыдвигной рот характеризуется неподвижным или почти неподвижным соединением верхней челюсти с черепом. Он свойствен большинству рыб, питающихся сравнительно крупными объектами и в процессе захватывания пищи вынужденным затрачивать значительные усилия на закрывание рта. Это хищники, а также бентофаги, разгрызающие раковины моллюсков, твердые панцири ракообразных и иглокожих.

Строение рта рыб отличается большим разнообразием. Г. В. Никольский выделяет шесть типов строения рта: хватательный (судак, сом, щука); всасывательный (лещ, рыба-игла); дробящий (кузовки, зубатки); в виде присоски (минога); рот планктоноедца (сельди, ряпушка); рот перифитоноедца (подуст, храмуля). Ю. Г. Алеев полагает, что правильнее различать два принципиально различных типа рта: хватательный и всасывающий. Первый характеризуется тем, что челюсти выполняют хватательную функцию (подавляющее большинство рыб), второй – почти полной утратой этой функции челюстей.

У самцов глубоководных удильщиков (*Ceratiidae*) в связи с их паразитическим образом жизни наблюдается редукция ротового аппарата.

Расположение *глаз* рыбы тесно связано с местом ее обитания и не зависит от характера питания. У придонных и донных рыб глаза расположены либо в верхней части головы – звездочет (*Uranoscopus*), морской черт (*Lophius*), скаты (*Batomorpha*), камбаловые (*Pleuronectidae*), либо выше средней линии тела – барабули (*Mullus*), морские дракончики (*Trachinus*), морские петухи (*Trigla*). Рыбы, ведущие пелагический и придонно-пелагический образ жизни, имеют глаза, расположенные по бокам головы примерно на уровне продольной оси тела (рис. 7).

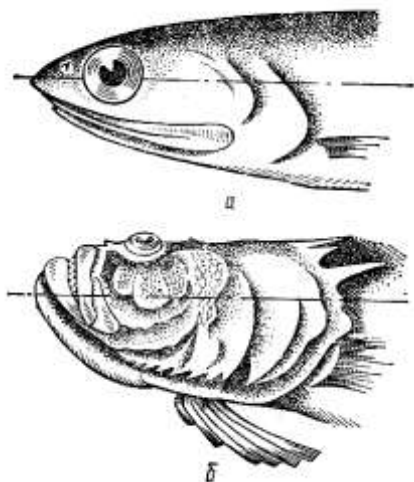


Рисунок 7 – Расположение глаз у хамсы (а) и звездочета (б) (пунктиром обозначена продольная ось рыбы).

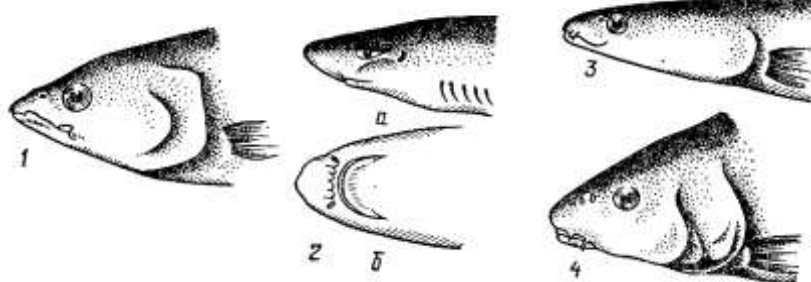
Величина глаз у рыб разных видов варьирует в широких пределах. Одним из определяющих факторов является освещенность. При хорошей освещенности глаза развиты, как правило, нормально. У глубоководных и пещерных рыб, обитающих в афотной зоне, наблюдается редукция глаз. С увеличением глубины и уменьшением освещенности размеры глаз увеличиваются, особенно у полуглубоководных (морские окуни) и мезопелагических (светящиеся анчоусы) рыб, живущих в тех слоях воды, где организмы получают возможность улавливать очень слабый свет. В этом случае появляются телескопические глаза (опистопрот).

Размер глаз зависит и от роли зрения в общей системе рецепторов органов чувств. У придонных рыб, обитающих в условиях мутных заиленных вод, где большую роль играет осязание, глаза маленькие (сом, усач). У пелагических рыб, кроме батипелагических, и у прибрежных придонно-пелагических видов глаза развиты хорошо.

На передней части головы рыб находятся парные *носовые отверстия*, расположенные впереди глаз по обе стороны головы. Они не сообщаются с глоткой и у большинства рыб поделены перегородкой на переднюю и заднюю ноздрю. Перегородка отсутствует у нототениевых (Nototheniidae), терпуговых (Hexagrammidae). Расположение, форма и величина носовых отверстий меняется в зависимости от экологии рыб. У большинства рыб с хорошо развитым зрением носовые отверстия расположены на верхней стороне головы между глазами и концом рыла (рис. 8, 1). У пластинчатожаберных рыб ноздри находятся на нижней стороне рыла вблизи ротового отверстия (рис. 8, 2). У таких придонных рыб, как угри (*Anguilla*), мурены (*Muraena*), глубоководная слепая рыба из рода *Typhleotris*, роль зрения незначительна, а значение обоняния велико, передние носовые отверстия имеют форму трубочек и приближены ко рту (рис. 8, 3).

Рисунок 8 – схема расположения ноздрей у рыб:

1 – тунец; 2 – акула; а – вид сбоку; б – вид снизу; 3 – угорь; 4 – сазан.



Величина носовых отверстий тесно связана со скоростью движения рыб. У рыб, плавающих медленно, носовые отверстия больше, и перегородка, разделяющая переднюю и заднюю ноздри, функционирует как клапан, направляющий воду в обонятельную капсулу (карповые, ведущие придонный образ жизни). У рыб, плавающих быстро, носовые отверстия небольшие, а клапан отсутствует, так как при больших скоростях встречный поток воды интенсивно проникает и в маленькие носовые отверстия (тунцы, скумбрии).

У круглоротых носовое отверстие непарное. У миксин оно расположено на переднем конце рыла и связано с глоткой, у миног – находится в межглазничном пространстве.



У пластинчатожаберных рыб и некоторых хрящевых ганоидов (осетр, белуга и др.) позади глаз располагаются парные отверстия – *брызгальца* (spiraculum) – остаток нефункционирующих жаберных щелей. У скатов брызгальца участвуют в дыхании. У цельноголовых и костных рыб брызгальце редуцировано в связи с развитием жаберной крышки.

Голова рыбы заканчивается *жаберными отверстиями*, или *щелями* и, число которых может быть различно: у миксин от 1 до 15 пар; у миног 7 пар; у акул от 5 до 7 пар, у химер 1 пара жаберных отверстий, покрытых складкой кожи. У костных рыб имеется 1 пара жаберных щелей, закрытых жаберной крышкой. Рыбы, у которых жаберные перепонки не прирастают к межжаберному промежутку (белуги, сельдевые), имеют жаберные щели значительного размера, а рыбы, у которых жаберные перепонки прирастают к межжаберному промежутку (карповые), – довольно малые жаберные щели. Очень маленькие жаберные щели у Иглобрюхообразных (Tetraodontiformes) и Угреобразных (Anguilliformes) рыб.

На передней части головы у некоторых рыб имеются *усики* – органы осязания, неодинаковые по числу и размерам. У сомовых (Siluridae) и вьюновых (Cobitidae) их несколько пар, у барабулевых (Mullidae) – одна пара, а у большинства тресковых (Gadidae) – один непарный усик. Усики могут быть короткими (линь, сазан) или длинными (сом); у некоторых глубоководных рыб они развиты очень сильно, например, у удильщика рода *Linophryne* (рис 9).

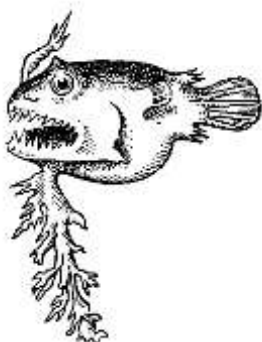


Рисунок 9 – Удильщик рода *Linophryne* с усвидным придатком на нижней челюсти.

Кроме того, у некоторых рыб на голове имеются: кожистые выросты, маскирующие рыбу на фоне среды обитания (скорпены, морские собачки); крышечные шипы и колючки, выполняющие защитную функцию (бычки подкаменщики, морские окуни); слизеотделительные поры (горбылевые, ерши); каналы боковой линии и генипоры (сельди, бычки) У ряда быстроплавающих пелагических рыб (лобан, сельди) на глазах развиваются жировые веки, защищающие глаза от действия встречных токов воды и придающие глазным впадинам обтекаемую форму.

#### Вопросы для самопроверки:

1. Какие типы положения рта выделяют у рыб?
2. Приведите примеры рыб с разными положениями рта и свяжите это с характером питания.
3. Какой рот считается большим и от каких факторов зависит величина рта?
4. Что такое выдвижной и невыдвижной рот? Приведите примеры.
5. От чего зависит расположение и величина глаз рыбы?
6. У каких рыб носовые отверстия непарные?
7. Что такое брызгальца? Приведите примеры рыб, имеющих брызгальца.
8. Сколько пар жаберных отверстий у миксин, миног, акул и скатов?
9. Где расположены жаберные отверстия у акул и скатов?

### Лабораторная работа №2

#### ПЛАВНИКИ РЫБ, ИХ ОБОЗНАЧЕНИЯ, СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ

**Материал и оборудование.** Набор фиксированных рыб – 30-40 видов. Таблицы: Положение брюшных плавников; Модификации плавников; Типы хвостового плавника; схема положения хвостового плавника различной формы относительно зоны вихрей. Инструменты: препаровальные иглы, пинцет, ванночка (по одному набору на 2-3 студентов).

**Задание.** При выполнении работы нужно рассмотреть на всех видах рыб набора: парные и непарные плавники, ветвистые и неветвистые, а также членистые и нечленистые лучи плавников, положение грудных плавников и три положения брюшных плавников. Найти рыб, не имеющих парных плавников; с видоизмененными парными плавниками; с одним, двумя и тремя спинными плавниками; с одним и двумя анальными плавниками, а также рыб, не имеющих анального плавника; с видоизмененными непарными плавниками. Определить все типы и формы хвостового плавника.

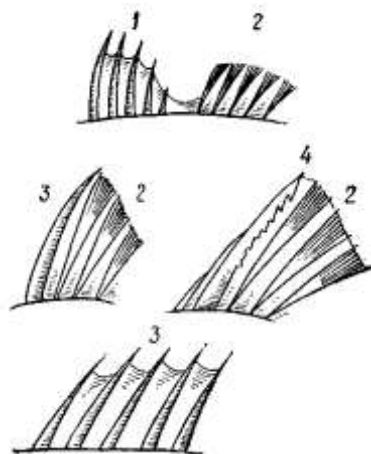
Составить формулы спинного и анального плавников для видов рыб, указанных преподавателем, и перечислить виды рыб, имеющиеся в наборе, с различными формами хвостового плавника.

Зарисовать ветвистые и неветвистые, членистые и нечленистые лучи плавников; рыб с тремя положениями брюшных плавников; хвостовые плавники рыб различной формы.

Плавники рыб бывают парные и непарные. К парным принадлежат грудные Р (pinna pectoralis) и брюшные V (pinna ventralis); к непарным – спинной D (pinna dorsalis), анальный А (pinna analis) и хвостовой С (pinna caudalis). Наружный скелет плавников костистых рыб состоит из лучей, которые могут быть *ветвистыми* и *неветвистыми*. Верхняя часть ветвистых лучей разделена на отдельные лучики и имеет вид кисточки (ветвистая). Они мягкие и расположены ближе к каудальному концу плавника. Неветвистые лучи лежат ближе к переднему краю плавника и могут быть разделены на две группы: членистые и нечленистые (колючие). *Членистые* лучи разделены по длине на отдельные членики, они мягкие и могут гнуться. *Нечленистые* – твердые, с острой вершиной, жесткие, могут быть гладкими и зазубренными (рис. 10).

Рисунок 10 – Лучи плавников:

1 – неветвистый членистый; 2 – ветвистый; 3 – колючий гладкий; 4 – колючий зазубренный.



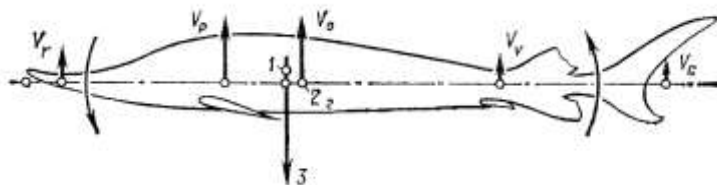
Число ветвистых и неветвистых лучей в плавниках, особенно в непарных, – важный систематический признак. Лучи просчитываются, и число их записывается. Нечленистые (колючие) обозначаются римскими цифрами, ветвистые – арабскими. На основании подсчета лучей составляется формула плавника. Так, судак имеет два спинных плавника. В первом из них 13-15 колючих лучей (у разных особей), во втором 1-3 колючки и 19-23 ветвистых луча. Формула спинного плавника судака имеет следующий вид: D XIII-XV, I-III 19-23. В анальном плавнике судака число колючих лучей I-III, ветвистых 11-14. Формула

анального плавника судака выглядит так: А II-III 11-14.

**Парные плавники.** Эти плавники есть у всех настоящих рыб. Отсутствие их, например, у муреновых (Muraenidae) – явление вторичное, результат поздней утраты. Круглоротые (Cyclostomata) не имеют парных плавников. Это явление первичное.

Грудные плавники находятся позади жаберных щелей рыб. У акул и осетровых грудные плавники располагаются в горизонтальной плоскости и малоподвижны. У этих рыб выпуклая поверхность спины и уплощенная брюшная сторона тела придают им сходство с профилем крыла самолета и при движении создают подъемную силу. Подобная асимметричность корпуса вызывает появление вращательного момента, стремящегося повернуть, голову рыбы вниз. Грудные плавники и роstrum акул и осетровых рыб в функциональном отношении составляют единую систему: направленные под небольшим (8-10°) углом к движению они создают добавочную подъемную силу и нейтрализуют действие вращательного момента (рис. 11). Если акуле удалить грудные плавники, она будет поднимать голову вверх, чтобы удерживать тело в горизонтальном положении. У осетровых рыб удаление грудных плавников ничем не компенсируется из-за плохой гибкости тела в вертикальном направлении, которой мешают жучки, поэтому при ампутации грудных плавников рыба опускается на дно и не может подняться. Так как

грудные плавники и рострум у акул и у осетровых рыб функционально связаны, сильное развитие рострума, как правило, сопровождается уменьшением размеров грудных плавников и удалением их от передней части тела. Это хорошо заметно у акулы-молота (*Sphyrna*) и пилоносной акулы (*Pristiophorus*), рострум которых развит сильно, а грудные плавники невелики, тогда как у морской лисицы (*Alopiias*) и синей акулы (*Prionace*) грудные плавники развиты хорошо, а рострум небольшой.



1 – центр тяжести; 2 – центр динамического давления; 3 – сила остаточной массы;  $V_o$  – подъемная сила, создаваемая корпусом;  $V_p$  – подъемная сила, создаваемая грудными плавниками;  $V_r$  – подъемная сила, создаваемая рострумом;  $V_v$  – подъемная сила, создаваемая брюшными плавниками;  $V_c$  – подъемная сила, создаваемая хвостовым плавником; Изогнутые стрелки показывают действие вращательного момента.

Грудные плавники костистых рыб в отличие от плавников акул и осетровых расположены вертикально и могут совершать гребные движения вперед и назад. Основная функция грудных плавников костистых рыб – движители малого хода, позволяющие точно маневрировать при поисках корма. Грудные плавники вместе с брюшными и хвостовым позволяют сохранять равновесие рыбе при неподвижности. Грудные плавники у скатов, равномерно окаймляющие их тело, выполняют функцию главных движителей при плавании.

Грудные плавники у рыб очень разнообразны как по форме, так и по размерам (рис. 12). У летучих рыб длина лучей может составлять до 81 % длины тела, что позволяет

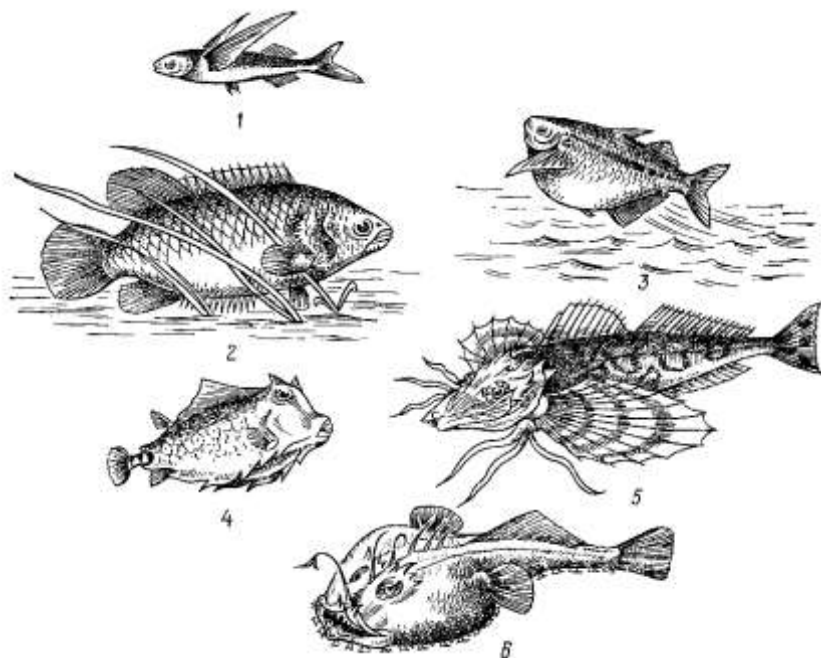


Рисунок 12 – Формы грудных плавников рыб:

1 – летучая рыба; 2 – окунь-ползун; 3 – килебрюшка; 4 – кузовок; 5 – морской петух; 6 – морской черт.

рыбам парить в воздухе. У пресноводных рыб килебрюшек из семейства Харациновые увеличенные грудные плавники позволяют рыбе совершать полет, напоминающий полет птиц. У морских петухов (*Trigla*) первые три луча грудных плавников превратились в пальцевидные выросты,

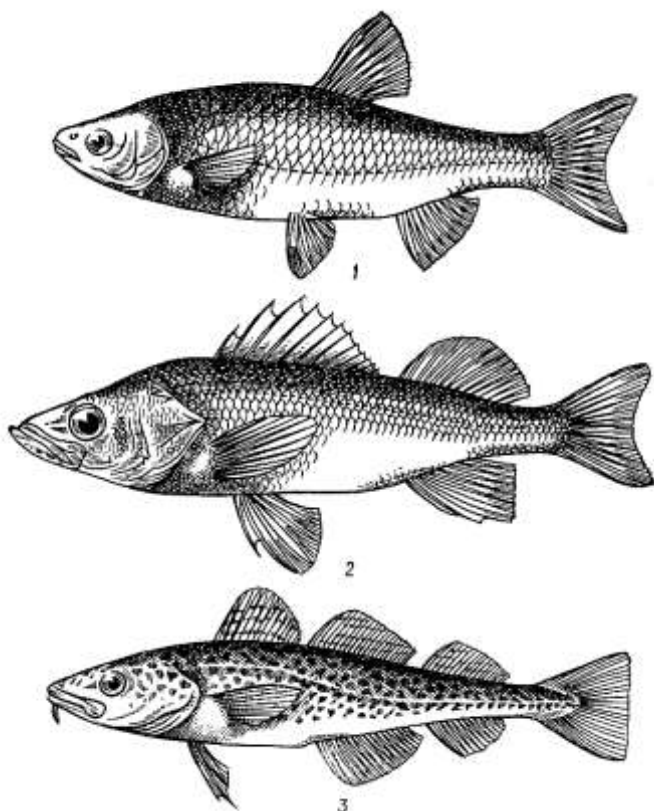
опираясь на которые рыба может передвигаться по дну. У представителей отряда Удильщикообразные (*Lophiiformes*) грудные плавники с мясистыми основаниями также приспособлены к передвижению по грунту и быстрому закапыванию в него. Передвижение по твердому субстрату с помощью грудных плавников сделало эти плавники очень подвижными. При передвижении по грунту удильщиковые могут опираться как на грудные, так и на брюшные плавники. У сомов рода *Clarias* и морских

собачек рода *Blennius* грудные плавники служат дополнительными опорами при змеевидных движениях тела во время перемещения по дну. Своеобразно устроены грудные плавники прыгуновых (*Periophthalmidae*). Их основания снабжены специальной мускулатурой, позволяющей совершать движения плавника вперед и назад, и имеют изгиб, напоминающий локтевой сустав; под углом к основанию находится сам плавник. Обитая на прибрежных отмелях, прыгуновые с помощью грудных плавников способны не только перемещаться по суше, но и подниматься вверх по стеблям растений, используя при этом хвостовой плавник, которым они обхватывают стебель. С помощью грудных плавников перемещаются по суше и рыбы-ползуны (*Anabas*). Отталкиваясь хвостом и цепляясь грудными плавниками и шипами жаберной крышки за стебли растений, эти рыбы способны путешествовать от водоема к водоему, проползая сотни метров. У таких придонных, рыб, как каменные окуни (*Serranidae*), колюшковые (*Gasterosteidae*), и губановые (*Labridae*), грудные плавники обычно широкие, закругленные, веерообразные. При их работе волны ундуляции движутся вертикально вниз, рыба оказывается как бы подвешенной в толще воды и может подниматься вверх подобно вертолету. Рыбы отряда Иглобрюхообразные (*Tetraodontiformes*), морские иглы (*Syngnathidae*) и коньки (*Hyrrocampus*), имеющие малые жаберные щели (жаберная крышка скрыта под кожей), могут совершать грудными плавниками круговые движения, создавая отток воды от жабр. При ампутации грудных плавников эти рыбы задыхаются.

Брюшные плавники выполняют главным образом функцию равновесия и поэтому, как правило, располагаются вблизи центра тяжести тела рыбы. Их положение меняется с изменением центра тяжести (рис. 13). У низкоорганизованных рыб (сельдеобразные, карпообразные) брюшные плавники расположены на брюхе за грудными плавниками, занимая *абдоминальное* положение. Центр тяжести этих рыб находится на брюхе, что связано с некомпактным положением внутренних органов, занимающих большую полость. У высокоорганизованных рыб брюшные плавники находятся в передней части тела. Такое положение брюшных плавников называется *торакальным* и характерно преимущественно для большинства окунеобразных рыб.

Брюшные плавники могут располагаться впереди грудных – на горле. Такое расположение называется *югулярным*, и характерно оно для большеголовых рыб с компактным расположением внутренних органов. Югулярное положение брюшных плавников свойственно всем рыбам отряда Трескообразные, а также большеголовым рыбам отряда Окунеобразные: звездочетовым (*Uranoscopidae*), нототениевым (*Nototheniidae*), собачковым (*Blenniidae*) и др. Брюшные плавники отсутствуют у рыб с угревидной и лентовидной формой тела. У ошибневидных (*Ophidioidei*) рыб, имеющих лентовидно-угревидную форму тела, брюшные плавники находятся на подбородке и выполняют функцию органов осязания.

Рисунок 13 – Положение брюшных



плавников:

1 – абдоминальное; 2 – торакальное; 3 – югулярное.

Брюшные плавники могут видоизменяться. С помощью их некоторые рыбы прикрепляются к грунту (рис. 14), образуя либо присасывательную воронку (бычковые), либо присасывательный диск (пинагоровые, слизняковые). Видоизмененные в колючки брюшные плавники колючковых несут защитную функцию, а у спинорогов брюшные плавники имеют вид колючего шипа и вместе с колючим лучом спинного плавника являются органом защиты. У самцов хрящевых рыб последние лучи брюшных плавников преобразованы в птеригоподии – совокупительные органы. У акул и осетровых брюшные плавники, как и грудные, выполняют функцию несущих плоскостей, однако их роль при этом меньше, чем грудных, так как они служат для увеличения подъемной силы.

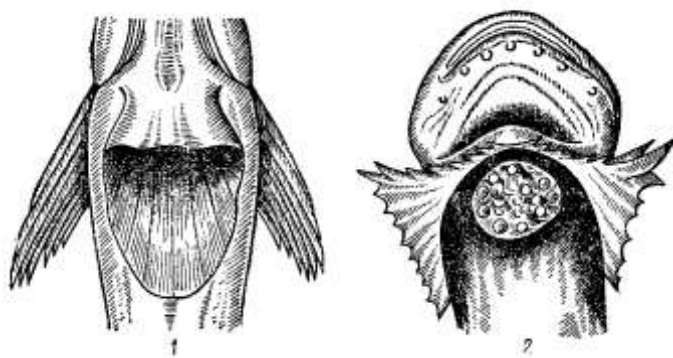


Рисунок 14 – Видоизменение брюшных плавников:

1 – присасывательная воронка у бычковых; 2 – присасывательный диск у слизняка.

**Непарные плавники.** Как уже отмечалось выше, к непарным плавникам относятся спинной, анальный и хвостовой.

Спинной и анальный плавники выполняют функцию стабилизаторов, оказывают сопротивление боковому смещению

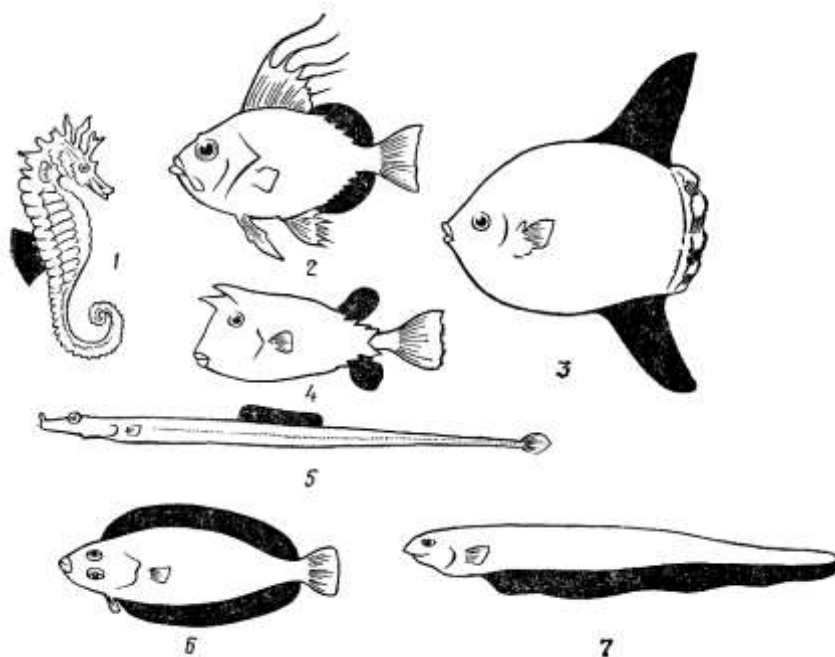
тела при работе хвоста.

Большой спинной плавник парусников при резких поворотах действует как руль, сильно повышая маневренность рыбы при преследовании добычи. Спинной и анальный плавники у некоторых рыб выступают в качестве движителей, сообщающих рыбам

поступательное движение (рис. 15).

Рисунок 15 – Форма ундулирующих плавников у различных рыб:

1 – морской конек; 2 – солнечник; 3 – рыба-луна; 4 – кузовок; 5 – морская игла; 6 – камбала; 7 – электрический угорь.



В основе локомоции при помощи ундулирующих движений плавников лежат волнообразные движения пластинки плавника, обусловленные последовательными поперечными

отклонениями лучей. Такой способ движения обычно свойствен рыбам с небольшой длиной тела, неспособным изгибать корпус, – кузовки, рыба-луна. Только за счет

ундуляции спинного плавника передвигаются морские коньки и морские иглы. Такие рыбы, как камбалообразные и солнечникообразные, наряду с ундулирующими движениями спинного и анального плавников плавают, латерально изгибая тело.

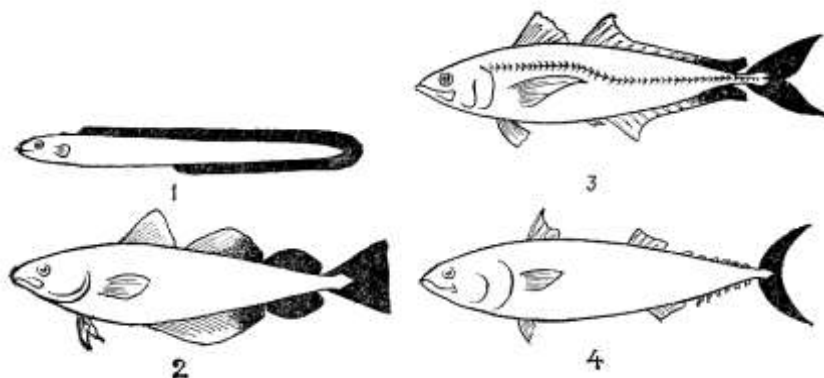


Рисунок 16 – Топография пассивной локомоторной функции непарных плавников у различных рыб:

1 – угорь; 2 – треска; 3 – ставрида; 4 – тунец.

У

медленноплавающих рыб с угревидной формой тела спинной и анальный плавники,

сливаясь с хвостовым, образуют в функциональном смысле единый окаймляющий тело плавник, несут пассивную локомоторную функцию, так как основная работа приходится на корпус тела. У быстро двигающихся рыб с увеличением скорости движения локомоторная функция концентрируется в заднем отделе корпуса и на задних частях спинного и анального плавников. Увеличение скорости ведет к потере локомоторной функции спинным и анальным плавниками, редукции задних их отделов, передние же отделы выполняют функции, не имеющие отношения к локомоции (рис. 16).

У быстроплавающих scombroидных рыб спинной плавник при движении укладывается в желобок, проходящий вдоль спины.

Сельдеобразные, сарганообразные и другие рыбы имеют один спинной плавник. У высокоорганизованных отрядов костистых рыб (окунеобразные, кефалеобразные), как правило, два спинных плавника. Первый состоит из колючих лучей, которые придают ему определенную поперечную устойчивость. Этим рыб называют колючеперами. У трескообразных три спинных плавника. У большинства рыб только один анальный плавник, а у трескоподобных рыб их два.

Спинной и анальный плавники у ряда рыб отсутствуют. Например, спинного плавника нет у электрического угря, локомоторным ундулирующим аппаратом которого служит сильно развитый анальный плавник; нет его и у скатов-хвостоколов. Анального плавника не имеют скаты и акулы отряда Squaliformes.

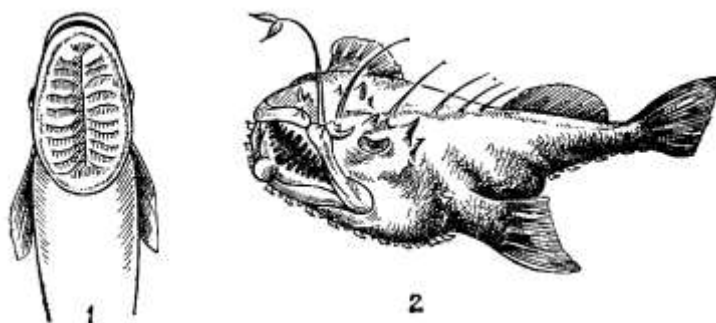


Рисунок 17 – Видоизмененный первый спинной плавник у рыбы-прилипалы (1) и удильщика (2).

Спинной плавник может видоизменяться (рис. 17). Так, у рыбы-прилипалы первый спинной плавник переместился на голову и превратился в присасывательный диск. Он как

бы поделен перегородками на ряд самостоятельно действующих более маленьких, а потому относительно более мощных присосок. Перегородки гомологичны лучам первого спинного плавника, они могут отгибаться назад, принимая почти горизонтальное положение, или выпрямляться. За счет их движения и создается эффект присасывания. У удильщикообразных первые разъединенные друг от друга лучи первого спинного

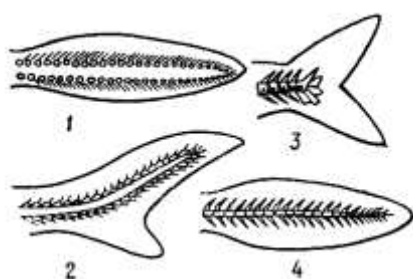
плавника превратились в удочку (*ilicium*). У колюшек спинной плавник имеет вид обособленных колючек, выполняющих защитную функцию. У рыб-курков рода *Balistes* первый луч спинного плавника имеет замковую систему. Он выпрямляется и фиксируется неподвижно. Вывести его из такого положения можно нажатием третьего колючего луча спинного плавника. С помощью этого луча и колючих лучей брюшных плавников рыба при опасности укрывается в расщелины, фиксируя тело в полу и потолке убежища.

У некоторых акул задние удлиненные лопасти спинных плавников создают определенную подъемную силу. Аналогичная, но более существенная, поддерживающая сила создается анальным плавником с длинным основанием, например, у сомовых рыб.

Хвостовой плавник выступает как главный движитель особенно при скомброидном типе движения, являясь силой, сообщающей рыбе поступательное движение вперед. Он обеспечивает высокую маневренность рыб при поворотах. Выделяют несколько форм хвостового плавника (рис. 18).

Рисунок 18 – Формы хвостового плавника:

1 – протоцеркальная; 2 – гетероцеркальная; 3 – гомоцеркальная; 4 – дифицеркальная.



Протоцеркальный, т. е. первично равнолопастный, имеет вид каймы, поддерживается тонкими хрящевыми лучами. Конец хорды входит в центральную часть и делит плавник на две равные половины. Это самый древний тип плавника, свойствен круглоротым и личиночным стадиям рыб.

Дифицеркальный – симметричный внешне и внутренне. Позвоночник расположен в середине равных лопастей. Он присущ некоторым двоякодышащим и кистеперым. Из костистых рыб такой плавник имеется у саргановых и тресковых.

Гетероцеркальный, или несимметричный, неравнолопастной. Верхняя лопасть разрастается, и конец позвоночника, изгибаясь, входит в нее. Этот тип плавника характерен для многих хрящевых рыб и хрящевых ганоидов.

Гомоцеркальный, или ложносимметричный. Этот плавник внешне можно отнести к равнолопастным, но осевой скелет распределен в лопастях неодинаково: последний позвонок (уростиль) заходит в верхнюю лопасть. Этот тип плавника широко распространен и характерен для большинства костистых рыб.

По соотношению размеров верхней и нижней лопастей хвостовые плавники могут быть *эпи-*, *гипо-* и *изобатными* (церкальными). При эпибатном (эпицеркальном) типе верхняя лопасть длиннее (акулы, осетровые); при гипобатном (гипоцеркальном) верхняя лопасть короче (летучие рыбы, чехонь), при изобатном (изоцеркальном) обе лопасти имеют одинаковую длину (сельди, тунцы) (рис. 19). Деление хвостового плавника на две лопасти связано с особенностями обтекания тела рыбы встречными токами воды. Известно, что вокруг движущейся рыбы образуется слой трения – слой воды, которому движущимся телом сообщается некоторая дополнительная скорость. При развитии рыбой скорости возможны отрыв пограничного слоя воды от поверхности тела рыбы и образование зоны вихрей. При симметричном (относительно его продольной оси) теле рыбы возникающая сзади зона вихрей более или менее симметрична относительно этой оси. При этом для выхода из зоны вихрей и слоя трения лопасти хвостового плавника удлиняются в равной мере – изобатность, изоцеркия (см. рис. 19, а). При асимметричном теле: выпуклая спина и уплощенная брюшная сторона (акулы, осетры), зона вихрей и слой трения сдвинуты вверх относительно продольной оси тела, поэтому в большей степени удлиняется верхняя лопасть – эпибатность, эпицеркия (см. рис. 19, б). При наличии у рыб

более выпуклой брюшной и прямой спинной поверхностей (чехонь) удлиняется: нижняя лопасть хвостового плавника, так как зона вихрей и слой трения более развиты с нижней стороны тела – гипобатность, гипоцеркция (см. рис. 19, в). Чем выше скорость движения, тем интенсивнее процесс вихреобразования и толще слой трения и тем сильнее развиты лопасти хвостового плавника, концы которого должны выходить за пределы зоны вихрей и слоя трения, что обеспечивает высокие скорости. У быстроплавающих рыб хвостовой плавник имеет либо полулунную форму – короткий с хорошо развитыми серповидно вытянутыми лопастями (скомброидные), либо вильчатую – выемка хвоста идет почти до основания тела рыбы (ставридовые, сельдевые). У малоподвижных рыб, при медленном движении которых процессы вихреобразования почти не имеют места, лопасти хвостового плавника обычно короткие – выемчатый хвостовой плавник (сазан, окунь) либо не дифференцирован совсем – закругленный (налим), усеченный (солнечники, рыбы-бабочки), заостренный (капитанские горбыли).

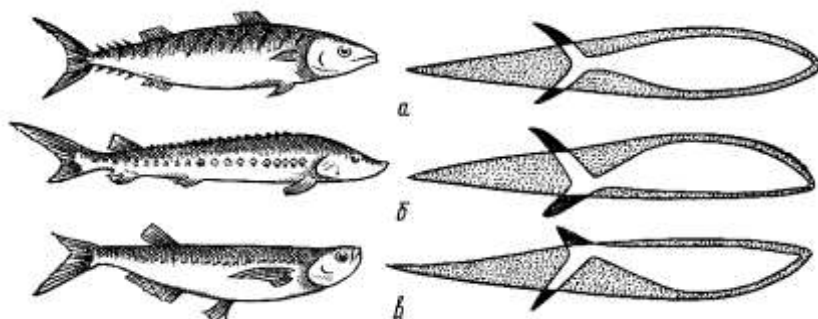


Рисунок 19 – Схема расположения лопастей хвостового плавника относительно зоны вихрей и слоя трения при разной форме тела:

*a* – при симметричном профиле (изоцеркия); *б* – при более выпуклом контуре профиля

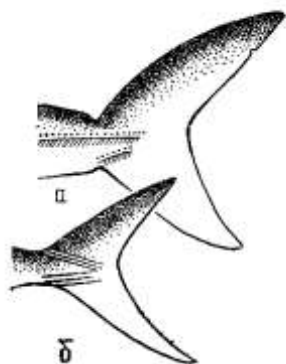
(эпицеркия); *в* – при более выпуклом нижнем контуре профиля (гипоцеркия). Зона вихрей и слой трения заштриховано.

Величина лопастей хвостового плавника, как правило, связана с высотой тела рыбы. Чем выше тело, тем длиннее лопасти хвостового плавника.

Кроме основных плавников на теле рыб могут быть дополнительные плавнички. К ним относится *жировой* плавник (*pinna adiposa*), расположенный позади спинного плавника над анальным и представляющий собой складку кожи без лучей. Он характерен для рыб семейств Лососевые, Корюшковые, Хариусовые, Харациновые и некоторых сомовидных. На хвостовом стебле у ряда быстроплавающих рыб за спинным и анальным плавниками нередко находятся маленькие плавнички, состоящие из нескольких лучей.

Рисунок 20 – Кили на хвостовом стебле у рыб:

*a* – у сельдовой акулы; *б* – у скумбрии.



Они выполняют функцию гасителей завихрений, образующихся при движении рыбы, что способствует увеличению скорости рыбы (скомброидные, макрелешуковые). На хвостовом плавнике сельдей и сардин располагаются удлиненные чешуи (*alae*), выполняющие функцию обтекателей. По бокам хвостового стебля у акул, ставридовых, скумбриевых, рыбы-меча располагаются боковые кили, которые способствуют уменьшению боковой сгибаемости хвостового стебля, что улучшает локомоторную функцию хвостового плавника. Кроме того, боковые кили служат горизонтальными стабилизаторами и

уменьшают вихреобразование при плавании рыбы (рис. 20).

#### Вопросы для самопроверки:

1. Какие плавники входят в группу парных, непарных? Дать их латинские обозначения.
2. У каких рыб есть жировой плавник?



3. Какие типы лучей плавников можно выделить и чем они отличаются?
4. Где расположены грудные плавники рыб?
5. Где расположены брюшные плавники рыб и от чего зависит их положение?
6. Привести примеры рыб с видоизмененными грудными, брюшными и спинными плавниками.
7. У каких рыб нет брюшных и грудных плавников?
8. Каковы функции парных плавников?
9. Какую роль играют спинной и анальный плавники рыб?
10. Какие типы строения хвостового плавника выделяют у рыб?
11. Что такое эпибатный, гиобатный, изобатами хвостовой плавники?

### Лабораторная работа №3 БОКОВАЯ ЛИНИЯ И ТИПЫ ЧЕШУИ РЫБ

**Материал и оборудование.** Набор фиксированных рыб – 20-30 видов. Препараты: чешуи различных видов рыб. Таблицы: Строение различных типов чешуи рыб; Строение боковой линии рыб; Фотографии чешуи различных видов рыб. Инструменты и оборудование: МБС-9; предметные стекла; ванночка; пинцет; препаровальные иглы (по одному набору на каждого студента).

**Задание.** При выполнении работы нужно рассмотреть, используя набор рыб: боковую линию: полную и неполную, расположенную на спине и проходящую по брюху; а также указать рыб с несколькими боковыми линиями; определить головы сельдей с сейсмочувствительными каналами и бычков с генипорами.

Составить и записать формулу боковой линии для вида рыбы, указанного преподавателем.

Рассмотреть под биноклем на учебных препаратах плакоидную и два типа костной чешуи, ганоидную чешую на верхней лопасти хвостового плавника осетровых, найти фулькры и записать названия рыб, тела которых полностью покрыты ганоидной чешуей

Зарисовать плакоидную чешую акулы, ганоидную чешую панцирной щуки, хвостовой плавник осетровой рыбы с фулькрами; циклоидную чешую представителя лососевых, карповых и тресковых рыб, ктеноидную окуневых рыб. Отметить центр чешуи, переднюю и заднюю части.

Найти рыб с мелкой и крупной чешуей, лишенных чешуи; обратить внимание на форму их тела; увязать размеры чешуи с характером движения рыбы. Найти рыб с костными щитками и пластинками.

**Боковая линия** (*Linea lateralis* L) – своеобразный орган чувств рыб, воспринимающий низкочастотные колебания воды, представляет собой подкожный канал, выстланный клетками чувствительного эпителия с подходящими к нему нервными окончаниями. С наружной средой канал сообщается отверстиями, пронизывающими чешую или покровы тела. Боковая линия имеет систематическое значение. Ее внешний вид весьма разнообразен. У большинства рыб боковая линия проходит в виде прямой линии по бокам тела от головы до хвостового плавника (лещ, сазан, окунь и др.). Такая боковая линия называется полной. У некоторых видов рыб боковая линия образует резкий изгиб над грудными плавниками (чехонь, белокорый палтус). У корюшковых и верховок боковая линия неполная, она занимает несколько чешуек. Боковая линия может располагаться на брюхе (саргановые) или на спине (песчанки). Терпуговые имеют 4-5 пар боковых линий, но-тотениевые – 1-3. У сельдевых, бычковых и некоторых других рыб боковой линии нет. Функцию ее выполняет сильно развитая система сенсорных каналов на голове или генипоры. Сенсорные каналы и генипоры есть и у рыб с боковой линией (треска, навага) (рис. 21). Характеристику боковой линии можно записать формулой. Для составления формулы боковой линии просчитывается число чешуи вдоль боковой линии,

над и под ней. Так, формула боковой линии язя:  $ll = 56 \frac{8-9}{4-5} 61$ , что означает: 56 –

наименьшее для вида число чешуи вдоль боковой линии; 61 – наибольшее для вида число чешуи вдоль боковой линии; 8-9 – число чешуи над боковой линией до спинного плавника; 4-5 – число чешуи под боковой линией до брюшных плавников. Не всегда просчет над и под боковой линией можно провести точно, поэтому иногда

ограничиваются подсчетом чешуи только вдоль боковой линии. В этом случае формула язя будет иметь следующий вид:  $ll=56-61$ .



Рисунок 21 – Генипоры и сенсорные каналы:  
1 – на голове трески; 2 – на голове наваги.

**Типы чешуи рыб.** Одной из характерных особенностей рыб является наличие у них кожных образований – чешуи. У рыб выделяют три основных типа чешуи, различающихся как по форме, так и по материалу, из которого они построены. Это плакоидная, ганоидная и костная

чешуи (рис. 22).

<http://www.livejournal.com/users/bapbar/>

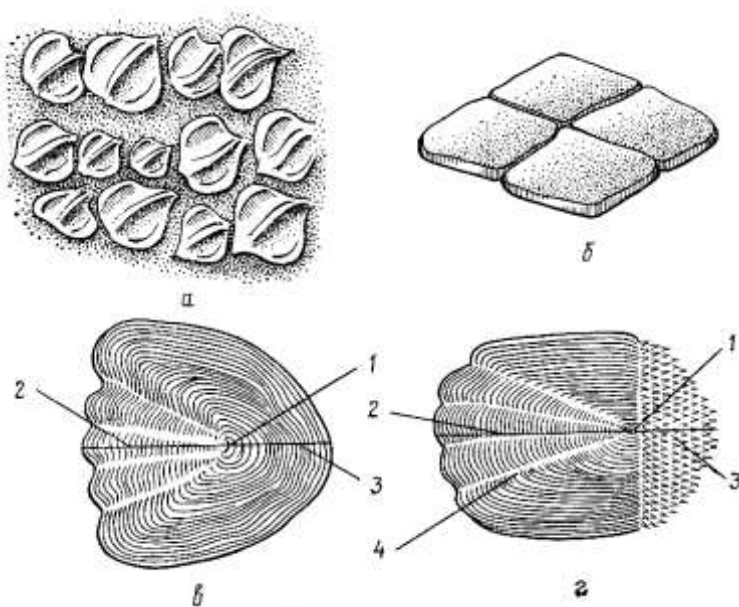


Рисунок 22 – Типы чешуи:

*а* – плакоидная; *б* – ганоидная; *в* – циклоидная; *г* – ктеноидная; 1 – центр чешуи; 2 – передний радиус; 3 – задний радиус; 4 – каналы питания.

**Плакоидная чешуя**, называемая кожными зубами, состоит из лежащей в коже пластинки и сидящего на ней шипа, покрытого слоем эмали; острие шипа выдвигается через эпидермис наружу. Основу плакоидной чешуи составляет дентин – твердое органическое вещество с солями кальция. Внутри

чешуи находится полость с кровеносными сосудами и нервными окончаниями. Плакоидная чешуя располагается на теле рыб диагональными рядами, причем каждая чешуя свободно лежит в коже и не соединяется с соседней, что не препятствует боковой подвижности рыбы.

Шипы у большинства акул своими остриями направлены к хвостовой части, что создает обтекаемость тела. Плакоидная чешуя свойственна хрящевым рыбам. Видоизменениями плакоидной чешуи являются зубы акул и скатов, колючки в спинных плавниках у рогатых и колючих акул и различного рода шиповатые пластинки на теле скатов. В течение жизни плакоидная чешуя подвергается неоднократной смене.

Многим ископаемым кистеперым, современной латимерии и ископаемым двоякодышащим рыбам свойственна костоидная чешуя. По своему происхождению костоидная чешуя – это слившиеся и сильно измененные плакоидные чешуи. У ныне живущей латимерии чешуя состоит из четырех слоев: поверхностного (эмалеподобного) с зубчиками и порами; губчато-костного; костно-губчатого; нижнего, состоящего из плотных костных пластинок.

Ганоидная чешуя возникла из костоидной. Она состоит из костной ромбической формы пластинки с боковым крючковидным выступом, благодаря которому чешуи плотно соединяются друг с другом, образуя на теле рыбы панцирь. Сверху чешуя покрыта дентиноподобным веществом – ганоином. Такая чешуя была свойственна ископаемым палеонискам и выполняла защитную функцию. Из ныне живущих рыб такую

чешую имеют многоперообразные (у них космоидно-ганоидная чешуя), панцирничкообразные (у них ганоидная чешуя). У осетровообразных остатки ганоидной чешуи сохранились на верхней лопасти хвоста. Видоизменениями ганоидной чешуи являются фулькры – седловидные образования, располагающиеся по внешней грани плавников панцирных щук и многоперов, а у осетровых – по внешней грани верхней лопасти хвостового плавника.

Костная чешуя свойственна большинству современных костных рыб. Филогенетически представляет видоизменение ганоидной чешуи. Она имеет вид тонких округлых пластинок, лежащих на теле рыбы в кожных кармашках; один конец ее закруглен, другой свободно налегает на соседнюю чешую. Появление костной чешуи способствовало развитию боковой подвижности рыб, уменьшению их массы, маневренности движения. Кроме того, черепицеобразное расположение исключает возможность образования вертикальных складок на коже при боковых движениях, способствуя этим сохранению гладкой, хорошо обтекаемой поверхности тела. Чешуя состоит из основной пластинки костного происхождения, состоящей из параллельных волокон и жесткого минерализованного верхнего гиалодентинового слоя. Гиалодентиновый слой имеет неровности в виде концентрически расположенных валиков – склеритов. Чешуя растет нижним подстилающим слоем: под первой пластинкой, закладывающейся у малька, появляется новая, большего диаметра. При дальнейшем росте на следующий год снизу закладывается еще одна пластинка большего диаметра. На выступающих из-под старой пластинки краях вновь образованных пластин располагается гиалодентиновый слой в виде склеритов. Самая маленькая пластинка сверху – центральная, самая старая, большая по диаметру; снизу – самая молодая. В результате роста центральная часть чешуи становится более плотной, чем ее края. В период замедленного роста (осенью и зимой) склериты на внешней поверхности чешуи закладываются близко друг к другу или совсем не закладываются. В период интенсивного роста (весной и летом) склериты закладываются на расстоянии друг от друга. Граница между сближенными склеритами осеннего роста и широко раздвинутыми склеритами весенне-летнего роста и есть годовое или годичное кольцо. Кроме годовых колец в период замедленного роста на чешуе могут образовываться дополнительные кольца. Часть чешуи, прикрытая налегающей соседней чешуей, называется передней, она заметно отличается от свободной неприкрытой – задней и отделяется ясно различимой границей. Передний край чешуи у большинства рыб неровный, волнообразный, что способствует закреплению чешуи в кожном кармашке. На пересечении линии, отделяющей границу передней и задней частей чешуи, и средней продольной диагонали лежит центр чешуи. От него отходят радиальные полоски – каналы питания чешуи (см. рис. 22). Центр чешуи обязательно занимает центральное положение на чешуе. Он может быть смещен к заднему краю чешуи.

Вследствие механических повреждений отдельные чешуи у рыб часто выпадают, и на их месте вырастает новая регенерированная чешуя. Центр ее лишен правильной склеритной структуры и состоит из трещин основной пластинки, идущих в разных направлениях. Правильная склеритная скульптура верхнего слоя чешуи начинается с того года, когда чешуя вновь образовалась. Такая чешуя непригодна для определения возраста.

Костная чешуя бывает двух типов: *циклоидная*, с гладким задним краем, и *ктеноидная*, по заднему, свободному от кармашка краю которой находятся шипики (ктении). Ктении видны лишь при увеличении, но явственно различимы на ощупь, поэтому у рыб с ктеноидной чешуей шероховатая поверхность тела. Циклоидная чешуя свойственна низкоорганизованным рыбам отрядов сельдеобразных, щукообразных и др. Ктеноидная чешуя свойственна высокоорганизованным рыбам (окунеобразные,

камбалообразные). Однако это положение не является абсолютным, и в этих отрядах встречаются рыбы с циклоидной чешуей. У некоторых видов (полярная камбала) самки имеют циклоидную чешую, самцы – ктеноидную. У окуней мероу на спине – ктеноидная чешуя, на брюхе – циклоидная. У обыкновенного окуня тело покрыто ктеноидной, а щеки – циклоидной чешуей.

Размеры чешуи тесно связаны со способами движения рыбы. У рыб с угревидной и лентовидной формами тела, плавающих благодаря сильному изгибанию тела, чешуя мелкая (угревые, зубатковые), а в некоторых случаях такой способ движения ведет к ее исчезновению (муреновые). Мелкую чешую имеют рыбы, передвигающиеся скомброидным типом за счет очень большой частоты поперечных локомоторных изгибаний корпуса, при которых присутствие чешуи затрудняло бы латеральное изгибание тела и с увеличением частоты изгибаний чешуя уменьшается в размерах. У скумбриевых в передней части тела, у грудных плавников и на спине, где латеральные изгибания практически отсутствуют, чешуя сохраняется и бывает крупнее, образуя так называемый корсет. У рыб с высоким телом, как правило, чешуя крупнее. Наиболее крупная чешуя у малоподвижных рыб, большинство из которых является обитателями стоячих вод или коралловых рифов (спаровые, щетинкозубые и многие карповые). На внутренней поверхности чешуи, прилегающей к телу рыбы, залегает слой, содержащий кристаллики гуанина и извести, что придает серебристый цвет рыбе. Слой гуанина особенно обилен на чешуе пелагических рыб (сельдевые, чехонь, уклея). Отсутствие гуанина обуславливает прозрачность чешуи (корюшковые). Наружная поверхность чешуи покрыта слоем эпидермиса, под которым находится тонкий слой соединительной ткани с пигментными клетками. На теле некоторых рыб (карповые, сиговые, корюшковые) в период нереста на туловище и голове появляется так называемая жемчужная сыпь – бугорки, образованные разрастанием эпидермиса, который конусовидно выдвигается наружу. Сверху бугорок покрывается роговым веществом. Развиваясь в период размножения под действием половых гормонов, жемчужная сыпь позже исчезает, не оставляя следов.

Тело некоторых рыб может быть покрыто костными щитками, пластинками, выполняющими защитную функцию. В некоторых случаях щитки или пластинки, плотно прилегая друг к другу, образуют на теле рыбы панцирь (колюшки, морские иглы, кузовки, морские лисички).

#### **Вопросы для самопроверки:**

1. Каковы функции боковой линии и сенсорных каналов рыб?
2. Какой может быть боковая линия? Приведите примеры.
3. Как составляется формула боковой линии рыб?
4. Какие типы чешуи выделяют у рыб?
5. Какие типы чешуи являются наиболее древними?
6. У каких рыб сохранилась ганоидная чешуя?
7. Назовите типы костной чешуи и чем они отличаются.
8. Как растет костная чешуя?
9. Какая связь прослеживается в размерах чешуи и характере движения рыбы?
10. Какие образования встречаются на теле рыб?

#### **Лабораторная работа №4**

### **НАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОСТИСТЫХ РЫБ (ТОПОГРАФИЯ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ)**

**Материал и оборудование.** Свежая рыба (щука, карп, налим, окунь) и готовые препараты (пищеварительная система, инъецированная кровеносная система, головной мозг костистой рыбы) – по

ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Основы ихтиологии» для направления подготовки 06.03.01 «Биология», профиль подготовки «Биоэкология»	

одному на 2-3 студентов.

Таблицы: Общее расположение внутренних органов; Пищеварительная система окуня и карпа; Кровеносная система костистой рыбы; Органы выделения; Органы размножения самца и самки; Головной мозг.

Препаровальный инструмент (скальпель, ножницы, пинцет, препаровальная игла) – по одному набору на 2-3 студентов.

Ванночка – по одной на 2-3 студентов.

**Вводные замечания.** Костистые рыбы (Teleostei) в отличие от хрящевых ганоидов приобретают в своем строении ряд прогрессивных черт. Скелет у них полностью костный; тело покрыто костной чешуей; спиральный клапан в кишечнике исчезает. У многих видов развиваются пилорические придатки, что увеличивает общую всасывательную поверхность кишечника. Артериальный конус сердца (за исключением некоторых примитивных форм) заменяется луковицей аорты. Анальное отверстие отодвинуто от основания брюшных плавников. Парные плавники (особенно грудные) расположены в вертикальной плоскости.

На лабораторных занятиях рекомендуется изучить особенности внешнего и внутреннего строения представителей четырех отрядов костистых рыб, находящихся на разных уровнях эволюционного развития окуня (*Perca fluviatilis* L.) из отряда Окунеобразные (Perciformes); налима (*Lota lota* L.) из отряда Трескообразные (Gadiformes), карпа (*Cyprinus carpio* L.) из отряда Карпообразные (Cypriniformes) и щуки (*Esox lucius* L.) из отряда Щукообразные (Esociformes). Основным объектом изучения служит окунь, остальные виды рассматриваются в сравнительном аспекте.

**Задание.** Основываясь на знании внешних признаков рыб, рекомендуется самостоятельно рассмотреть особенности внешнего строения вышеуказанных видов рыб и заполнить табл. 1.

Таблица 1

Признак	Вид рыбы			
	Щука	Карп	Налим	Окунь
Форма тела				
Положение рта (верхний, нижний и др.), характер рта (выдвижной, невыдвижной)				
Усики (наличие или отсутствие, их количество)				
Формула боковой линии (П)				
Тип чешуи (определить под лупой)				
Положение брюшных плавников, количество спинных плавников				
Формула спинного плавника				
Формула анального плавника				

Заполнив таблицу, можно приступать к вскрытию рыбы, для чего необходимо следующее

1. Ножницами сделать короткий поперечный разрез брюшной стенки впереди анального отверстия.
2. Осторожно ввести в разрез тупой конец ножниц и сделать разрез по брюшной стороне тела к голове до самого рта. При этом надо нажимать ножницами снизу вверх не запуская их концы вглубь, чтобы не повредить внутренние органы.
3. От начала продольного разреза (у анального отверстия) сделать еще разрез – вверх по направлению к боковой линии.
4. Приподнимая боковую стенку тела, вести разрез вперед вдоль позвоночника до жаберной крышки, отделяя боковую стенку тела.
5. Срезать жаберную крышку.
6. Осторожно, с помощью пинцета, скальпеля и иголок, освободить препарат от кусков мышц и пленок, мешающих рассмотрению.
7. Последовательно рассмотреть строение различных систем внутренних органов в следующем порядке:

органы дыхания: четыре пары жабр;

пищеварительная система: ротовая полость, глоточные зубы и жерновок (у карпа), глотка пищевод, желудок, кишечник, пилорические выросты (у налима и окуня), печень, желчный пузырь, поджелудочная железа, анальное отверстие;

кровеносная система: сердце (предсердие и желудочек), луковица аорты, венозный синус, брюшная и спинная аорты;

органы выделения: почки, мочеточники, мочевого пузыря;

органы размножения: семенники, яичники, половые протоки, половое отверстие;

плавательный пузырь;

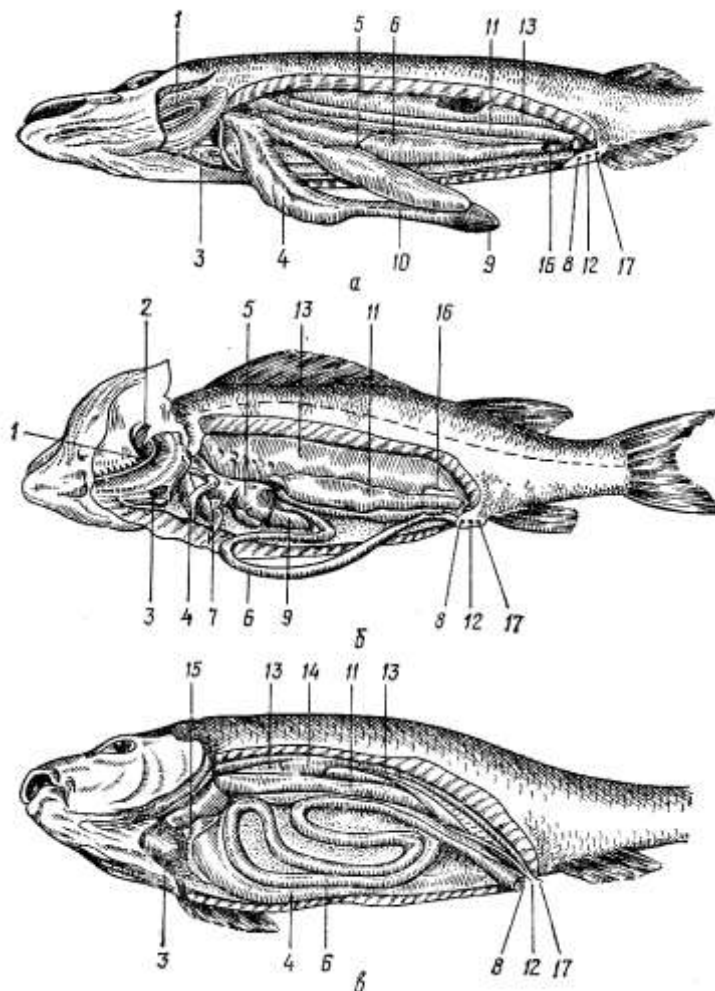
центральная нервная система: передний мозг, промежуточный мозг, средний мозг, мозжечок и продолговатый мозг.

Рассмотрев общее расположение и строение систем органов на вскрытых рыбах, следует заполнить табл. 2, после чего перейти к изучению систем органов по готовым препаратам и таблицам. Особенно это касается периферической кровеносной и центральной нервной систем.

**Общая топография внутренних органов.** Под жаберной крышкой лежат четыре пары жаберных дуг (*arcus branchialis*) (рис 33). За ними в околосердечной полости, стенки которой выстланы перикардием (*pericardium*), находится двухкамерное сердце (*cor*). Перикардий одевает отделы сердца снаружи и называется здесь эпикардием (*epicardium*).

Таблица 2

Анатомические особенности рыб	Вид рыбы			
	Окунь	Налим	Карп	Щука
Компактность расположения внутренних органов				
Зубы (наличие, расположение)				
Жаберные тычинки и их характер				
Глоточные зубы и жерновок				
Желудок (обособлен или не обособлен)				
Пилорические выросты и их количество				
Печень (количество лопастей)				
Плавательный пузырь (открыто- или закрытопузырность)				
Пол				



В брюшной части околосердечной полости лежит мускулистый *желудочек* (*ventriculus*), из-под него выступают с двух сторон темно-красные края *предсердия* (*atrium*). У карпа предсердие почти целиком закрывает желудочек.

Рисунок 33 – Общая топография внутренних органов костистых рыб:

*a* – щука; *b* – окунь; *в* – карп; 1 – жабра; 2 – ложная жабра; 3 – сердце; 4 – печень; 5 – желудок; 6 – кишечник; 7 – пилорические придатки; 8 – анальное отверстие; 9 – селезенка; 10 – поджелудочная железа; 11 – половая железа; 12 – половое отверстие; 13 – плавательный пузырь; 14 – почка; 15 – головная почка; 16 – мочевой пузырь; 17 – мочевое отверстие.

К задней части предсердия примыкает тонкостенный *венозный синус* (*sinus venosus*). Вперед от сердца

тянется *брюшная аорта* (aorta ventralis), у основания которой имеется расширение – *луковица аорты* (bulbusaortae).

За околосоердечной полостью следует брюшная полость, отделенная тонкой поперечной перегородкой. В ней лежат все внутренние органы туловища. У окуня и налима они занимают относительно небольшой объем, что связано с более высокой организацией этих рыб.

В передней части брюшной полости находится *печень* (hepar). У окуня она однолопастная и занимает левую переднюю часть полости.

Печень щуки также однолопастная, лежит в левой брюшной части переднего отдела полости. Крупная печень налима с большим запасом жира, как у всех тресковых рыб, занимает значительную часть брюшной полости. Печень карпа большая. Две ее лопасти видны на поверхности кишечника в передней части полости и одна, крупная – в средней части кишечника под гонадой. На внутренней стороне печени у всех рыб виден *желчный пузырь* (vesica fellea).

Печень прикрывает *желудок* (gaster), обособленный в виде слепого выроста у окуня и налима. У карпа и щуки он имеет вид эластичной трубки, внешне неотличимой от пищевода. От желудка начинается кишечник. Непосредственно около желудка у окуня и налима от кишки отходят слепые выросты – *пилорические придатки* (appendix pylorica). В одной из петель кишечника под желудком лежит темно-буря *селезенка* (lien). *Поджелудочная железа* (pancreas) в дисперсном состоянии рассеяна по брыжейке (у карпа еще и в печени); лишь у щуки она оформлена и лежит вдоль желчного протока. В задней части полости тела находятся половые органы – *семенники* (testis) или *яичники* (ovarium). Степень их развития зависит от времени года и возраста рыбы. Глубже всех органов под позвоночником расположен *плавательный пузырь* (vesica pneumatica), представляющий собой выпячивание верхней стенки переднего отдела пищеварительной трубки. У окуня и налима плавательный пузырь одинарный, приросший верхней стенкой к позвоночнику. Связи с пищеводом у взрослых рыб плавательный пузырь не имеет.

Вскрыв плавательный пузырь, можно обнаружить *газовые железы*, или красное тело (corpus ruber), в виде небольших лопастей на вентральной стенке передней части. Центральная часть газовых желез занята сплетением кровеносных сосудов, а края образованы веществом железы. Через газовую железу газы поступают в плавательный пузырь. Выделение газов у закрытопузырных рыб происходит с помощью овала, лежащего на дорзальной стороне задней части плавательного пузыря. Овал представляет собой отверстие во внутренней оболочке плавательного пузыря, снабженное по краям мускулатурой, благодаря чему изменяется величина отверстия. Плавательный пузырь щуки в виде длинного мешка расположен у позвоночника и плотно с ним связан.

Щука принадлежит к открытопузырным рыбам, и ее плавательный пузырь связан с пищеводом через небольшой *воздушный канал* (ductus pneumaticus), расположенный в передней части плавательного пузыря и служащий для удаления газов. Плавательный пузырь карпа лежит свободно в полости тела и состоит из двух отделов: переднего и заднего. Воздушный канал у карпа отходит от передней части заднего отдела. Поступление газов, как и у всех открытопузырных рыб, идет через газовую железу, находящуюся с брюшной стороны внутри передней части плавательного пузыря.

Выше плавательного пузыря вдоль позвоночника тянутся темно-красные почки (ren), передние концы которых образуют головную почку, особенно хорошо развитую у карпа. Ее передняя часть уходит под плечевой пояс и спускается почти до уровня верхнего края грудного плавника, располагаясь дорзальнее околосоердечной полости.

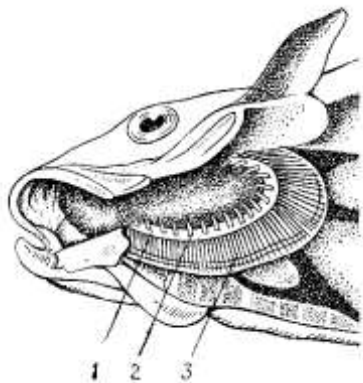
**Органы дыхания.** У костистых рыб органами дыхания служат жаберы эктодермального происхождения. Костистые имеют 4 жаберные дуги с 4 полными

жабрами и одной полужаброй на внутренней стороне жаберной крышки. В отличие от хрящевых ганоидов, сохраняющих межжаберную перегородку, костистые рыбы полностью ее утрачивают.

Каждая жабра (branchia) состоит из двух частей: верхней, более короткой, и нижней, длинной. В основании жабры лежит костная *жаберная дуга* (arcus branchialis) (рис. 34). На поперечном разрезе она имеет U-образную форму. На внутренней части каждой жаберной дуги имеются беловатые *жаберные тычинки*, направленные к соседней жаберной дуге. Ярко-красные *жаберные лепестки* (filum branchialis) сидят вдоль заднего края жаберной дуги. Именно в них происходит газообмен. Жаберные лепестки расположены на жаберной дуге в два ряда, и свободный их край свешивается в жаберную полость. *Ложная жабра* (pseudobranchia) у всех рассматриваемых рыб лежит на внутренней части жаберной крышки. У окуня в ней хорошо различимы жаберные лепестки; у щуки и карпа она имеет вид красноватого просвечивающегося пятна.

Рисунок 34 – Жаберный аппарат костистой рыбы:

1 – первая жаберная дужка; 2 – жаберные тычинки; 3 – жаберные лепестки.



**Пищеварительная система.** У костистых рыб пищеварительный тракт начинается *ротом* (*rima oris*). Рот окуня, налима и щуки вооружен *зубами* (dens), у карпа он беззубый.

Зубы окуня мелкие, сидя на обеих челюстях и передней части неба, где они связаны с сошником, предчелюстными и небными костями. У налима и щуки зубы крупные, причем у щуки наиболее крупные зубы сидят на нижней челюсти, а более мелкие на межчелюстных костях верхней челюсти; зубы на сошнике, предчелюстных небных костях и на языке имеют вид терки. Зубы хищных рыб выполняют функцию удержания пищи.

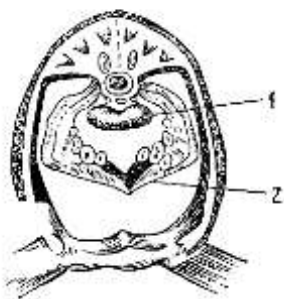
Ротовое отверстие ведет в *ротовую полость* (cavum orale), которая без четкой границы переходит в *глотку* (pharynx). В ротоглоточной полости на внутренней стороне жаберных дуг располагаются жаберные тычинки. Жаберные тычинки образуют *цедильный аппарат*, препятствующий выходу пищевых частиц из глотки через жаберную полость наружу. У рыб, питающихся планктоном, они длинные, густые, у хищников – короткие, редкие, жесткие. Характер и количество жаберных тычинок для многих видов является важным систематическим признаком. У рассматриваемых видов характер жаберных тычинок соответственно различен. У окуня, налима и щуки жаберные тычинки редкие, короткие, жесткие с зубчиками на поверхности; у карпа – эластичные с рассеченными краями.

В заднем отделе ротоглоточной полости находятся *глоточные зубы*. У окуня, налима и щуки имеются верхние и нижние глоточные зубы. У карповых верхние глоточные зубы отсутствуют, а нижнеглоточные развиты хорошо; функцию верхних глоточных зубов у них выполняет роговое образование – *жерновок*, расположенный на крыше ротоглоточной полости над глоточными зубами. Число и строение глоточных зубов – важный систематический признак семейства карповых (рис. 35). Глоточные зубы

карпа имеют вид трех рядов крупных белых бугорков с жевательной поверхностью.

Рисунок 35 – Глоточный аппарат у карповых рыб:

1 – жерновок; 2 – глоточные кости.



Глотка переходит в короткий *пищевод* (oesophagus), за ним без четкой внешней границы следует *желудок* (gaster). У



окуня и налима желудок обособлен в виде слепого выроста, у щуки внешне является непосредственным продолжением пищевода (рис. 36). Стенки желудка хищников толстые мускулистые и эластичные; желудок, наполненный пищей, способен сильно растягиваться. У карпа желудок отсутствует.

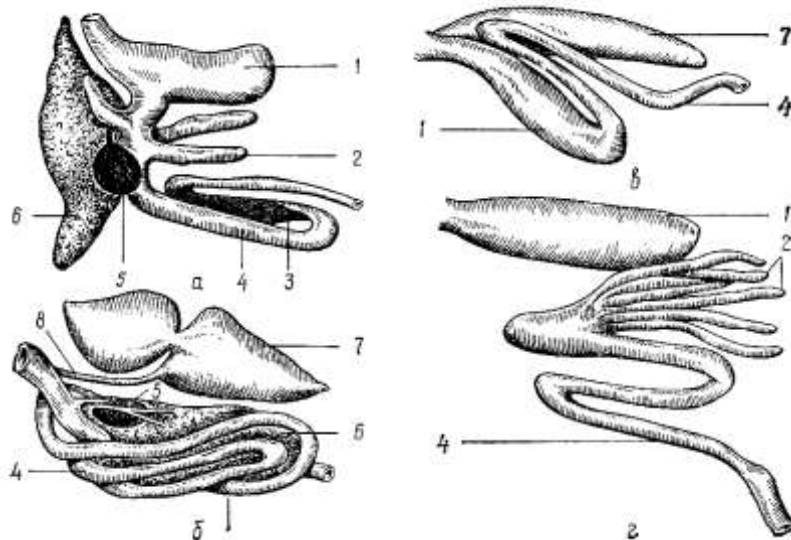


Рисунок 36 – Часть пищеварительного тракта и плавательный пузырь рыб: а – окуня; б – карпа; в – щуки; г – налима; 1 – желудок; 2 – пилорические придатки; 3 – селезенка; 4 – кишечник; 5 – желчный пузырь; 6 – печень; 7 – плавательный пузырь; 8 – воздушный канал.

#### Кишечник

(intestinum) окуня, налима и щуки слабо дифференцирован на двенадцатиперстную (duodenum), тонкую (intestinum) и прямую (rectum) кишки. Кишечник

карпа представляет собой гистологически однородную трубку, которую условно подразделяют на передний (слегка расширенный), средний и задний отделы. У окуня и налима в начале кишечника находятся слепые выросты – *пилорические придатки* (appendix pylorica). Прямая кишка хищников и задний отдел кишечника карпа заканчиваются *анальным отверстием* (anus), лежащим на брюшной стороне тела впереди от мочевого и полового отверстий.

Пищеварительные железы – печень и поджелудочная железа – своими протоками впадают в переднюю часть кишечника. *Печень* (hepar) расположена в передней части брюшной полости. У окуня и щуки она однолопастная и крупная. Особенно крупная и бледноокрашенная она у налима в связи с большим содержанием жира. Печень карпа состоит из двух долей с отростками. Левая доля лежит слева от начального отдела кишечника. Она имеет небольшой вырост, лежащий в петле кишечника. Правая доля располагается справа от переднего отдела кишечника и занимает всю правую сторону передней части полости тела. Она имеет длинный отросток, лежащий вдоль брюшной стороны плавательного пузыря почти до заднего конца полости тела. Этот же отросток на левой стороне в виде лопасти входит в петлю задней и средней кишок. У карпа печень включает ткань поджелудочной железы и называется гепатопанкреасом. На внутренней стороне печени (у карпа между двумя лопастями) находится *желчный пузырь* (vesica fellea). По желчному протоку желчь изливается в передний отдел кишечника.

*Поджелудочная железа* (pancreas) окуня, налима и карпа разбросана в виде мелких жироподобных включений в печени, вблизи желчного пузыря и его протоков, селезенки, а также по стенкам кишечника. Лишь у щуки она обособлена и лежит вдоль желчного протока.

**Кровеносная система.** *Сердце* (cor) располагается в нижней передней части полости тела. Оно состоит из трех отделов: *венозного синуса* (sinus venosus), в него собирается венозная кровь; *предсердия* (atrium) и *желудочка* (ventriculus) (рис. 37). Кровь в сердце

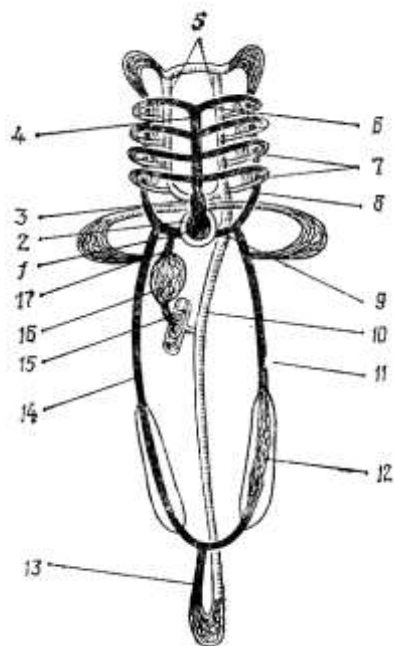


Рисунок 37 – Кровеносная система костистой рыбы:

1 – желудочек; 2 – предсердие; 3 – луковица аорты; 4 – брюшная аорта; 5 – корни аорты; 6 – приносящие жаберные артерии; 7 – выносящие жаберные артерии; 8 – передние кардинальные вены; 9 – кювьеров проток; 10 – спинная аорта; 11 – левая задняя кардинальная вена; 12 – воротная система почек; 13 – хвостовая вена; 14 – правая задняя кардинальная вена; 15 – подкишечная вена; 16 – воротная система печени; 17 – печеночная вена (в черный цвет окрашены сосуды с венозной кровью).

рыб только венозная. В отличие от хрящекостных костистые рыбы не имеют четвертого отдела – артериального конуса. Непосредственно от желудочка отходит крупный сосуд – *брюшная аорта* (aorta ventralis), образующая в самом начале расширение – *луковицу аорты* (bulbus aortae). Луковица аорты не является отделом сердца, не несет поперечно-полосатой мускулатуры. От брюшной аорты отходят четыре пары приносящих жаберных артерий (arteria branchialis efferentia), которые в жаберных лепестках распадаются на капилляры. Здесь происходит газообмен, и насыщенная кислородом артериальная кровь по системе капилляров

собирается в выносящие жаберные артерии (arteria branchialis afferentia). Последние на спинной стороне впадают в парные корни спинной аорты. Корни аорты (radix aortae) входят в отверстие в кости парасфеноида и там сливаются. Образуется головной круг кровообращения. В заднем отделе головы корни аорты также сливаются, образуя непарную спинную аорту (aorta dorsalis) – крупный сосуд, проходящий вдоль позвоночника и непосредственно к нему примыкающий. Он хорошо виден на вскрытой рыбе после удаления внутренностей.

Венозная кровь из хвостового отдела идет по непарной хвостовой вене (vena caudalis), которая, раздваиваясь, входит в почки. Только в левой почке образуется воротная система, также хорошо различимая на свежей рыбе. Эта почка имеет более темную окраску. Из почек кровь по задним кардинальным венам (vena cardinalis posterior) направляется вперед. Задние кардинальные вены на уровне сердца сливаются с передними кардинальными венами (vena cardinalis anterior), несущими кровь от головы. Путем слияния передних и задних кардинальных вен образуются кювьеровы протоки (ductus cuvieri), впадающие в венозный синус. От кишечника кровь по воротной вене печени (vena porta hepatis) попадает в печень, распадается там на систему капилляров, образуя воротную систему, печени. Далее кровь по печеночной вене (vena hepatica) попадает в венозный синус. У костистых рыб один замкнутый круг кровообращения.

Органом кроветворения костистых рыб является *селезенка* (lien), лежащая в одной из петель кишечника и имеющая темно-бордовый цвет.

**Органы выделения.** В отличие от хрящевых ганоидов выделительная система (почки, мочеточник) костистых рыб не связана с органами размножения (рис. 38).

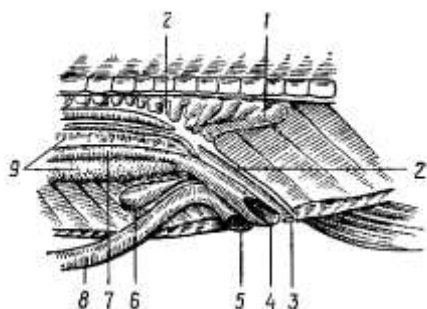


Рисунок 38 – Выводные каналы мочеполовой системы щуки:

1 – почки; 2 – мочеточник; 3 – наружное отверстие мочеточника; 4 – половое отверстие; 5 – анальное отверстие; 6 – мочевого пузыря; 7 – семяпровод; 8 – кишечник; 9 – семенник.

*Почки* (ren) костистых рыб мезонефрические (туловищные) лежат по бокам позвоночника над

плавательным пузырем. Передние, несколько расширенные концы образуют головную почку, хорошо выраженную у окуня и карпа. В задней части правая и левая почки сливаются. По внутреннему краю почек проходят *мочеточники* (ureter), которые в заднем отделе сливаются вместе и непарным протоком впадают в *мочевой пузырь* (vesica urinaria). От последнего отходит непарный проток, открывающийся наружу рядом с половым отверстием.

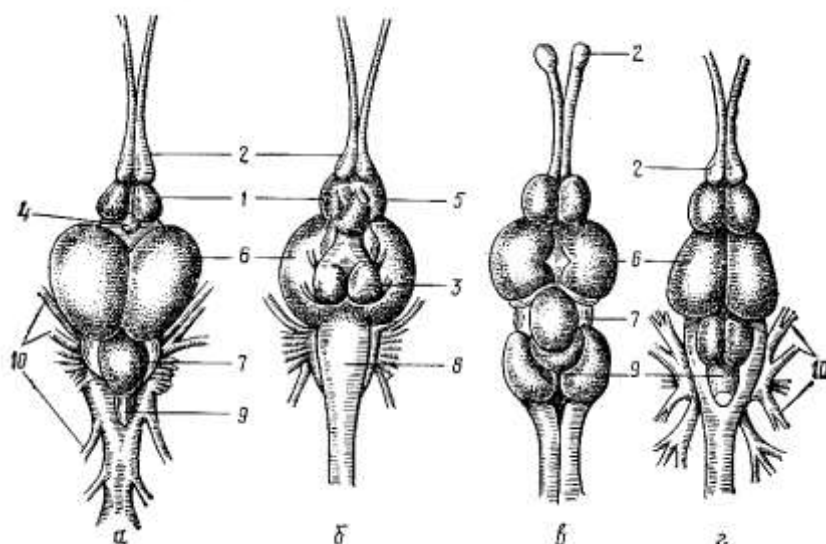
**Органы размножения.** У самцов они представлены семенниками, у самок яичниками и расположены по бокам плавательного пузыря (см. рис. 38). Степень их развития зависит, от времени года и возраста рыбы. *Семенники* (testis) – длинные плотные парные образования. По их верхнему краю проходят *семяпроводы* (ductus spermaticus), открывающиеся наружу небольшим общим половым отверстием. *Яичники* (ovarium) у налима, щуки и карпа парные. У окуня яичник непарный. Задние вытянутые отделы яичников переходят в *яйцеводы* (oviductus), открывающиеся непарным половым отверстием.

**Центральная нервная система и органы чувств.** Головной мозг костистых

представлен типичными для большинства позвоночных пятью отделами (рис. 39).

Рисунок 39 – Головной мозг костистых рыб:

*а* – щуки (вид сверху); *б* – щуки (вид снизу); *в* – карпа; *г* – окуня; *1* – полушария переднего мозга; *2* – обонятельные луковицы; *3* – нижние доли промежуточного мозга; *4* – эпифиз; *5* – перекрест; *6* – зрительные доли среднего мозга; *7* – мозжечок; *8* – продолговатый мозг; *9* – ромбовидная доля продолговатого мозга; *10* – головные нервы.



#### Передний

мозг (telencephalon) имеет небольшие размеры по сравнению с другими отделами. Крыша больших полушарий эпителиальная, не содержит нервных клеток. Массу переднего мозга составляют полосатые тела. К переднему краю мозга примыкают небольшие продолговато-овальные *обонятельные луковицы* (bulbus olfactorius), от них идут обонятельные нервы. У карпа в отличие от щуки и окуня обонятельные луковицы прилегают непосредственно к обонятельным капсулам.

**Промежуточный мозг** (diencephalon) прикрыт нависающим над ним сверху средним мозгом. В задней части промежуточного мозга имеется маленький булавовидный вырост – эпифиз (epiphysis).

**Средний мозг** (mesencephalon) хорошо развит. В его дорзальной части лежат две крупные овальные зрительные доли (lobus opticus). Это зрительные центры, в которых оканчиваются волокна зрительного нерва. У карпа зрительные доли достигают значительного развития.

Непосредственно за зрительными долями лежит *мозжечок* (cerebellum) округлой формы, большой по размеру. Он примыкает к продолговатому мозгу своим задним краем.

**Продолговатый мозг** (myelencephalon) передним отделом заходит под

мозжечок, а сзади постепенно переходит в спинной. От продолговатого мозга отходит большинство головных нервов. На дне его лежит дыхательный центр.

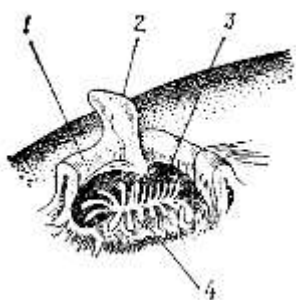
На нижней поверхности головного мозга расположены крупные зрительные нервы, идущие в основание черепа и образующие *перекрест*, или *хиазму*. С нижней стороны промежуточного мозга, примыкая к заднему краю перекреста, лежит небольшой округлый вырост – *гипофиз* (hypophysis).

Костистые рыбы различают запахи, вкус, слышат, видят и воспринимают колебания среды.

Органы обоняния представлены парными мешками, открывающимися наружу носовыми отверстиями (рис. 40). Дно мешков складчатое с обонятельными клетками. От обонятельных мешков к переднему мозгу отходит обонятельный нерв.

Рисунок 40 – Носовая полость рыбы:

1 – переднее носовое отверстие; 2 – складка кожи; 3 – заднее носовое отверстие; 4 – складки слизистой оболочки с обонятельным эпителием.



Орган слуха состоит из двух частей: *овального мешочка* (utricle) с отходящими от него во взаимно перпендикулярных плоскостях тремя *полукруглыми каналами* (canalis semicircularis) и расположенного под ним *круглого мешочка* (sacculus). Круглый мешочек обычно снабжен слепым мешкообразным выростом – *улиткой* (lagena). В круглом мешочке расположен самый крупный отолит (sagetta). С

медиальной стороны к круглому мешочку подходят веточки слухового нерва. Все части лабиринта заполнены эндолимфой, между стенкой лабиринта и стенкой полости, в которой он лежит, находится перилимфа.

Органы вкуса в виде микроскопических чувствительных почек рассеяны как в ротовой полости, так и по всему телу костистых рыб. Расположены они в чувствительных ямках, выложенных длинными опорными клетками, между которыми лежат чувствительные клетки. Особенно они развиты у донных рыб, помещаясь на внешней поверхности головы, усиках и брюхе.

Органы зрения представлены парными глазами шарообразной формы. Глаз состоит из нескольких слоев: наружного – *склеры* (sclera), переходящего в передней части в *роговицу* (cornea); *сосудистого* (chorioidea), переходящего на наружной стороне в *радужную оболочку* (iris), которая окружает крупный шаровидный *хрусталик* (lens). Внутренний слой глазной стенки выстлан *сетчаткой* (retina). Склера с внутренней стороны выстлана *серебристой оболочкой* (argentea) – клетками, содержащими кристаллы гуанина. В основании глаза, в месте вхождения зрительного нерва, расположена, характерная для глаз рыб *сосудистая железа* (glandula chorioidea).

Сейсмочувствительные органы представлены системой каналов, проходящих внутри стенок тела, с ответвлениями к поверхности, концы которых либо имеют отверстия, либо затянуты перепонкой. Дно каналов выстлано чувствительными клетками, воспринимающими колебания водной среды. Основным каналом является боковая линия рыб. Часть каналов сейсмочувствительной системы концентрируется на голове рыб. У всех костистых рыб расположение каналов на голове очень сходно. У одних они открываются наружу рядом отверстий (щука) или каналов (окунь) (рис. 41). У других рыб каналы проходят в толще покровных костей и внешне не видны.

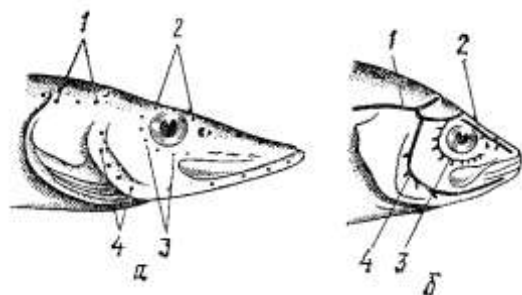


Рисунок 41 – Схема сейсмочувствительной системы на голове щуки (а) и окуня (б):

1 – заглазничный канал; 2 – надглазничный канал; 3 –

ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Основы ихтиологии» для направления подготовки 06.03.01 «Биология», профиль подготовки «Биоэкология»	

подглазничный канал; 4 – гиомандибулярный канал.

### Вопросы для самопроверки:

1. Какой тип чешуи у щуки, карпа, налима, окуня?
2. Опишите строение зубов щуки, налима и окуня.
3. Что такое глоточные зубы и жерновок?
4. Что такое жаберные тычинки, где они расположены, какова их функция?
5. Назовите отделы пищеварительного тракта окуня, налима, щуки и карпа. Какие железы связаны с пищеварительным трактом?
6. У каких видов из рассмотренных рыб имеется желудок, у каких отсутствует?
7. Какие рыбы из вышеназванных открытопузырные, какие закрытопузырные?
8. Опишите схему строения кровеносной системы костистой рыбы.
9. В какой части тела у рыб расположено сердце и из каких отделов оно состоит?
10. Строение выделительной системы костистой рыбы.
11. Органы размножения костистых рыб. У каких рыб яичник непарный?
12. Какие отделы выделяют в головном мозге костистых рыб?
13. Где расположен гипофиз?

## Лабораторная работа №5 СКЕЛЕТ КОСТИСТОЙ РЫБЫ

**Материал и оборудование.** Смонтированный на картонных планшетах скелет костистой рыбы. Позвонки туловищного и хвостового отделов; грудные и брюшные плавники с поясами; вареные головы костистых рыб (по одному набору на 2-3 студентов). Таблицы: Скелет костистой рыбы; Строение туловищного и хвостового позвонков; Мозговой и висцеральный скелет головы; Скелет конечностей и их поясов; Строение непарных плавников. Ванночка, марлевые салфетки, пинцет, препаровальные иглы, лист ватмана, клей (по одному набору на 2-3 студентов).

**Вводные замечания.** Скелет костистых рыб состоит из костей хондральных, или первичных (образовались путем окостенения хряща), и покровных, или вторичных (образовавшихся в коже). В отличие от хрящевых ганоидов скелет целиком костный, жаберная крышка состоит из четырех костей; рострум отсутствует.

Осевой скелет представлен не хрящевой полый трубкой с хордой внутри, а амфицельными позвонками с верхними и нижними дугами. В туловищном отделе к последним прикрепляются ребра, прикрывающие полость тела не только сверху, но и с боков.

**Задание.** При выполнении работы нужно рассмотреть мозговой череп: крышу и дно черепа; обонятельный отдел; глазничный отдел; слуховой отдел; затылочный отдел; висцеральный череп; челюстную дугу: верхнюю и нижнюю челюсти; подъязычную дугу; жаберные дуги; жаберную крышку.

В осевом скелете нужно рассмотреть туловищный и хвостовой отделы позвоночника; туловищный позвонок и его строение; хвостовой позвонок и его строение; пояса конечностей: плечевой пояс и тазовый пояс; парные плавники; непарные плавники.

Изучение строения скелета рекомендуется начинать с самой сложной структуры – черепа. По рисункам, таблицам и готовым препаратам рассматривается общее расположение костей черепа. Следующий этап работы – разбор висцерального и мозгового черепа. Каждая кость извлекается из черепа, освобождается от тканей, промывается, высушивается и раскладывается в определенном порядке на листе ватмана. Поскольку плечевой пояс топографически связан со скелетом головы, допустимо рассматривать его вместе со скелетом черепа и также на приотваренном препарате. Практические рекомендации по разбору черепа даны в приложениях к этой теме.

Расположенные по отделам кости висцерального и мозгового черепа, плечевого пояса (после проверки выполненной работы преподавателем) подключают на лист и подписывают.

Закончив работу со скелетом головы, следует перейти к изучению осевого скелета и скелета тазового пояса и плавников по макетам.

Строение скелета рассматривается на примере судака (окуня). Для сравнения приводятся некоторые особенности в строении скелета щуки, карпа, налима.

**Скелет черепа.** У костистых, так же как и у других рыб, череп делится на *мозговой череп* (neurocranium) и *висцеральный* (splanchnocranium).

Мозговой череп судака (окуня) тропибазального типа: с узким основанием и сближенными стенками глазниц (рис. 42). В нем можно выделить крышу черепа, дно, обонятельный, глазничный, слуховой и затылочный отделы. Крыша и дно черепной коробки образованы покровными костями. Крышу составляют 3 пары костей: *носовые* (nasale); *лобные* (frontale); *теменные* (parietale). Дно черепа образовано двумя непарными костями: лежащим впереди *сошником* (vomer), несущим зубы, и большим *парасфеноидом* (parasphenoideum).

В области обонятельного отдела имеется непарная *средняя обонятельная кость* (mesethmoideum) и парные *боковые обонятельные кости* (ectoethmoideum). В обонятельном отделе сохраняется много хряща, что делает хорошо заметными границы между обонятельными костями.

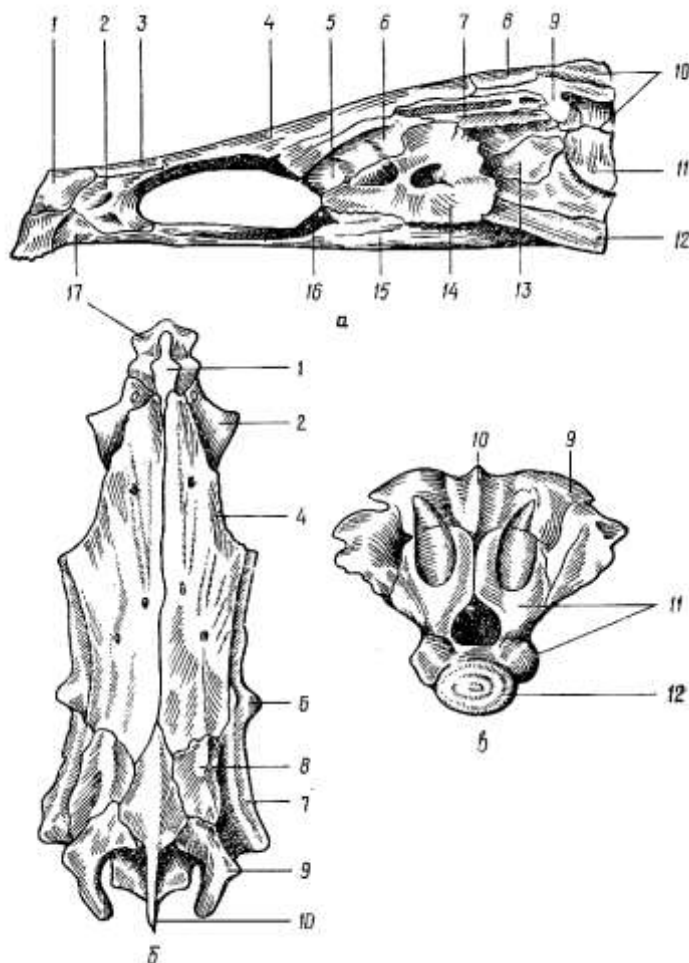


Рисунок 42 – Осевого череп судака:

*а* – вид сбоку; *б* – вид сверху; *в* – вид сзади; 1 – средняя обонятельная кость; 2 – боковая обонятельная кость; 3 – носовая кость; 4 – лобная кость; 5 – боковая клиновидная кость; 6 – клиновидноушная кость; 7 – крыловидноушная кость; 8 – теменная кость; 9 – верхнеушная кость; 10 – верхнезатылочная кость; 11 – боковая затылочная кость; 12 – основная затылочная кость; 13 – заднеушная кость; 14 – переднеушная кость; 15 – парасфеноид; 16 – основная клиновидная кость; 17 – сошник.

Глазничный отдел осевого черепа образован клиновидными костями, или сфеноидами. Среди них: парные *боковые клиновидные* (laterosphenoideum) и *основная клиновидная* (basisphenoideum). Глазница окружена кольцом тонких *окологлазничных косточек* (orbitale), передняя из которых наибольшая и называется *слезной* (lacrimale), лежащие снизу и сзади в количестве 4-5 –

*подглазничными* (suborbitale). Слуховой отдел представлен пятью ушными костями с каждой стороны. *Переднеушная кость* (prooticum) большая, занимает переднюю часть ушного отдела. В области этой кости находится лабиринт и отолиты (их можно обнаружить в месте соприкосновения переднеушной кости с основной затылочной костью). В ней же есть отверстие для выхода тройничного нерва. *Заднеушная кость* (opisthoticum) лежит позади переднеушной. Кроме этих костей в состав слухового отдела входят: *клиновидноушная* (sphenoticum), *крыловидноушная* (pteroticum) и *верхнеушная* (epioticum).

Затылочный отдел состоит из четырех костей, окаймляющих большое затылочное отверстие *основной* (basioecipitale), с которой сочленяется позвоночник; двух *боковых* (exoccipitaleoccipitale laterale) и *верхней* (supraoccipitale). Последняя несет гребень для прикрепления мышц.

Висцеральный скелет представлен 7 висцеральными дугами: *челюстной*, *подъязычной* и пятью парами *жаберных дуг*, из которых последняя сильно редуцирована. Система дуг представляет собой большое число отдельных окостенений, действующих комплексно по типу сложных рычагов. Весь этот комплекс соединенных друг с другом костей прикреплен к черепной коробке с помощью подвеска (гиомандибуляре). Таким образом, у костистых, так же как у хрящевых ганоидов, имеет место гиостилия.

Челюстная дуга состоит из верхней и нижней челюстей. Первичная *верхняя челюсть*, гомологичная небо-квадратному хрящу пластинчато-жаберных, образована парными несущими зубы *небными* (palatinum) костями, тремя крыловидными – *наружной* (ectopterygoideum), *внутренней* (entopterygoideum), *задней* (metapterygoideum) – и квадратной (quadratum) (рис. 43). Небная кость имеет смешанное происхождение; внутренняя и наружная крыловидные развиваются как покровные на небо-квадратном хряще, задняя крыловидная и квадратная – хондральные кости.

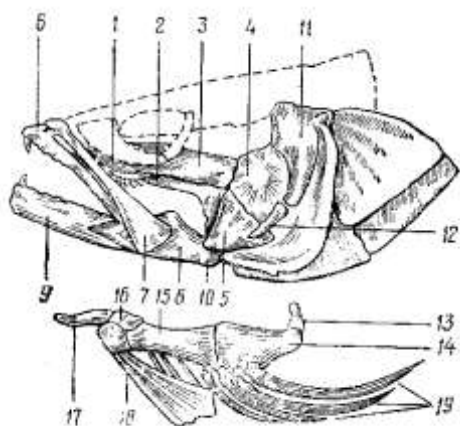


Рисунок 43 – Висцеральный отдел черепа судака:

1 – небная кость; 2 – наружная крыловидная кость; 3 – внутренняя крыловидная кость; 4 – задняя крыловидная кость; 5 – квадратная кость; 6 – предчелюстная кость; 7 – верхнечелюстная кость; 8 – сочленовая кость; 9 – зубная кость; 10 – угловая кость; 11 – гиомандибуляре; 12 – симплектикум; 13 – палочковидная кость; 14 – верхнеподъязычная кость; 15 – среднеподъязычная кость; 16 – нижнеподъязычная кость; 17 – язычная кость; 18 – заднеподъязычная кость; 19 – лучи жаберной перепонки.

Вторичная верхняя челюсть – хватательный аппарат, который состоит из покровных костей *парных предчелюстных*, или *межчелюстных* (praemaxillare), и *верхнечелюстных* (maxillare). Предчелюстная кость судака (окуня) несет зубы.

Верхнечелюстная кость лежит над предчелюстной; ее задний конец расширен в виде тонкой пластинки.

Нижняя челюсть образована тремя парными костями: хондральной *сочленовной* (articulare), соединяющейся с квадратной костью и гомологичной меккелеву хрящу пластиножаберных, и двумя покровными – *зубной* (dentale) и *угловой* (angulare), прикрепляющейся к заднему углу сочленовной. Зубная кость несет зубы.

Подъязычная дуга (arcus hyoideus) состоит из первичных костей. Верхний элемент ее – *подъязычно-челюстная кость* (hyomandibulare) широким верхним концом причленяется к слуховому отделу осевого черепа. *Маленькая* (добавочная) *косточка* (symplecticum) отходит от нижнего края гиомандибуляре и соединяет его с квадратной костью (гиостилия), а *палочковидная* (interhyale-stylohyale) связывает гиомандибуляре с гиоидами.

Нижний отдел подъязычной дуги представлен сложным *гиоидом* (hyoideum), состоящим из четырех частей: *верхнеподъязычной* (epihyale), *среднеподъязычной* (ceratohyale) и двух маленьких *нижнеподъязычных* (hyorhyale). Нижние элементы гиоидной дуги на вентральной стороне соединены непарной *подъязычной*, или *язычной* (basihyale, glossohyale), костью, выполняющей функцию языка. От вентральной стороны гиоида отходит непарная *заднеподъязычная*, или *горловая кость* (urohyale). От верхней и

среднеподъязычной частей гиоида отходят лучи *жаберной перепонки* (radii branchiostegi). Число их является систематическим признаком некоторых костистых рыб.

Жаберных дуг (arcus branchialis) у судака (окуня) пять пар, но последняя, пятая, сильно редуцирована. Первые 3 пары состоят из четырех косточек: *глоточно-жаберные* (pharyngobranchiale), *верхнежаберные* (epibranchiale), *среднежаберные* (ceratobranchiale) и *нижнежаберные* (hypobranchiale) (рис. 44). Все они подвижно сочленены между собой, а снизу примыкают к непарной *основной жаберной косточке* (basibranchiale), или *копуле* (copula). В четвертой паре жаберных дуг отсутствует нижнежаберная косточка, в 5-й сохраняются только среднежаберная косточка и непарная копула. На 5-й дуге у судака (окуня) находятся мелкие нижнеглоточные зубы. На верхних глоточно-жаберных косточках расположены мелкие верхнеглоточные зубы.

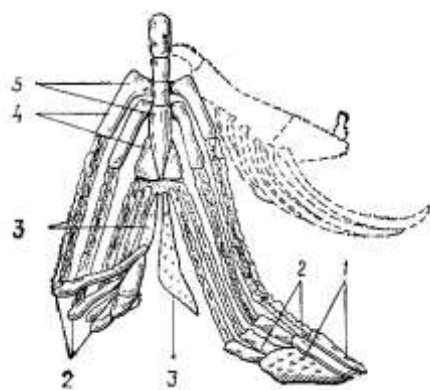


Рисунок 44 – Жаберный аппарат судака:

1 – глоточно-жаберные кости; 2 – верхнежаберные кости; 3 – среднежаберные кости; 4 – нижнежаберные кости; 5 – копула.

Жаберная крышка образована четырьмя покровными костями: *крышечной* (operculum), *подкрышечной* (suboperculum), *межкрышечной* (interoperculum) и *предкрышечной* (praeoperculum) с зазубренным краем.

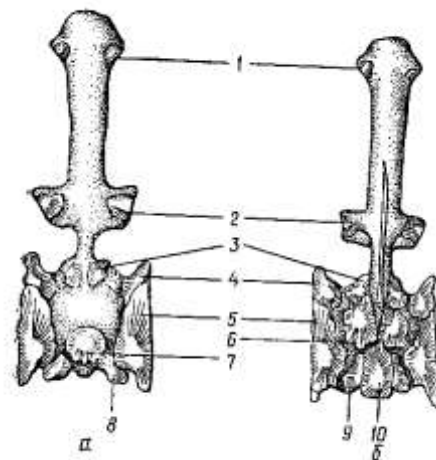
У щуки мозговой череп тропибазального типа, сохраняет большое количество хряща, особенно в обонятельном отделе (рис. 45).

Рисунок 45

– Осовой череп щуки:

*a* – вид сверху; *b* – вид снизу; 1 – предобонятельная кость; 2 – боковая обонятельная кость; 3 – боковая клиновидная кость; 4 – клиновидноушная кость; 5 – крыловидноушная кость; 6 – переднеушная кость; 7 – верхнезатылочная кость; 8 – верхнеушная кость; 9 – боковая затылочная кость; 10 – основная затылочная кость.

Носовые кости сильно вытянуты и на большом протяжении плотно соединяются с вытянутыми отростками лобных костей. В обонятельном отделе отсутствует непарная средняя обонятельная кость, но по бокам передней части рыла выступают из-под покровных носовых костей небольшие *предобонятельные кости* (praeethmoideum). Боковые обонятельные кости располагаются по бокам основания роstrума. Отсутствует основная клиновидная кость. В окологлазничном кольце имеются две пары надглазничных косточек. Одна – округлой формы, вторая – вытянутая, передним концом она соприкасается с носовой костью, а медиальным краем – с отростком лобной. Ее можно считать *предлобной костью* (praefrontale). В слуховом отделе нет заднеушной кости. Верхнезатылочная кость крупная, имеет округлую форму; ее края прикрыты теменными костями, так что кость выглядит как узкий отросток между ними.



В висцеральном скелете следует отметить форму небной кости: она вытянута в длину, уплощена, снабжена щеткой зубов на нижней поверхности. Предчелюстные кости короткие и не соприкасаются, а лежат по бокам от передней части роstrума и снизу усажены мелкими зубами. Верхнечелюстная кость длинная, является основной костью вторичной верхней челюсти; к ее переднему концу прикрепляется предчелюстная.



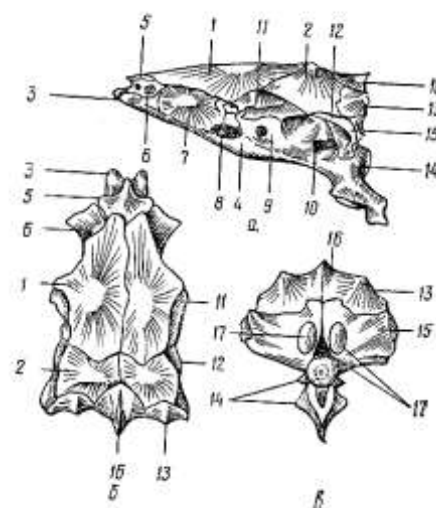
Хорошо развиты верхнеглоточные зубы, а 5-я редуцированная жаберная дуга несет мелкие нижнеглоточные зубы.

У карпа мозговой череп платибазального типа: с широким основанием, глазницы отделены одна от другой (рис. 46). Кости черепа плотно соединены между собой; количество хряща незначительное. Носовые кости короткие, округлые, расположены по бокам от

Рисунок 46 – Осевой череп карпа:

*a* – вид сбоку; *b* – вид сверху; *в* – вид сзади; 1 – лобная кость; 2 – теменная кость; 3 – сошник; 4 – парасфеноид; 5 – средняя обонятельная кость; 6 – боковая обонятельная кость; 7 – глазоклиновидная кость; 8 – боковая клиновидная кость; 9 – переднеушная кость; 10 – заднеушная кость; 11 – клиновидноушная кость; 12 – крыловидноушная кость; 13 – верхнеушная кость; 14 – основная затылочная кость; 15 – боковая затылочная кость; 16 – верхнезатылочная кость; 17 – фонтанели.

сошника и средней обонятельной кости с широкими крыловидными образованиями. Сошник короткий и не несет зубов. В глазничном отделе имеются *глазноклиновидные кости* (orbitosphenoideum). Вместе с боковыми клиновидными они образуют межглазничную перегородку, характерную для платибазального типа черепа. На середине верхнего края глазницы лежит одна пара надглазничных косточек. Базисфеноид отсутствует. Среди ушных костей своими размерами выделяется переднеушная, отделяющаяся от боковой затылочной кости отверстием. Заднеушная кость, напротив, очень мала, располагается между боковой затылочной и крыловидноушной. Последняя составляет верхний край большой впадины в слуховой области основная затылочная кость снизу несет мощный отросток, на нем лежит жерновок. Основание отростка имеет отверстие, через которое проходит спинная аорта. Боковые затылочные кости – с большими латеральными крыльями. К их средней стороне, через клейтрум, причленяется пояс передних конечностей. Эти кости имеют два крупных: отверстия – *фонтанели*. Таким образом, в затылочном отделе карпа три отверстия, а не одно, как у других рыб. Фонтанели служат для прохождения затылочных нервов, а также, видимо, сообщения полости черепа с внечерепными лимфатическими пространствами.



косточек. Базисфеноид отсутствует. Среди ушных костей своими размерами выделяется переднеушная, отделяющаяся от боковой затылочной кости отверстием. Заднеушная кость, напротив, очень мала, располагается между боковой затылочной и крыловидноушной. Последняя составляет верхний край большой впадины в слуховой области основная затылочная кость снизу несет мощный отросток, на нем лежит жерновок. Основание отростка имеет отверстие, через которое проходит спинная аорта. Боковые затылочные кости – с большими латеральными крыльями. К их средней стороне, через клейтрум, причленяется пояс передних конечностей. Эти кости имеют два крупных: отверстия – *фонтанели*. Таким образом, в затылочном отделе карпа три отверстия, а не одно, как у других рыб. Фонтанели служат для прохождения затылочных нервов, а также, видимо, сообщения полости черепа с внечерепными лимфатическими пространствами.

В висцеральном скелете карпа можно отметить, ряд особенностей. Небная кость короткая, состоит из трех отростков. Предчелюстные кости срастаются своими верхними концами. Верхнечелюстные – широкие, сложной формы. Все кости верхней и нижней челюстей не несут зубов. Среднежаберные кости увеличены, и на них расположены трехрядные нижние глоточные зубы. Верхнеглоточные зубы отсутствуют.

У налима, как у судака и щуки, мозговой череп тропибазального типа. Хряща относительно мало, он играет подчиненную роль. Череп сбоку низкий; основание его прямое, и лишь задний конец основной затылочной кости несколько изогнут вниз (рис 47).

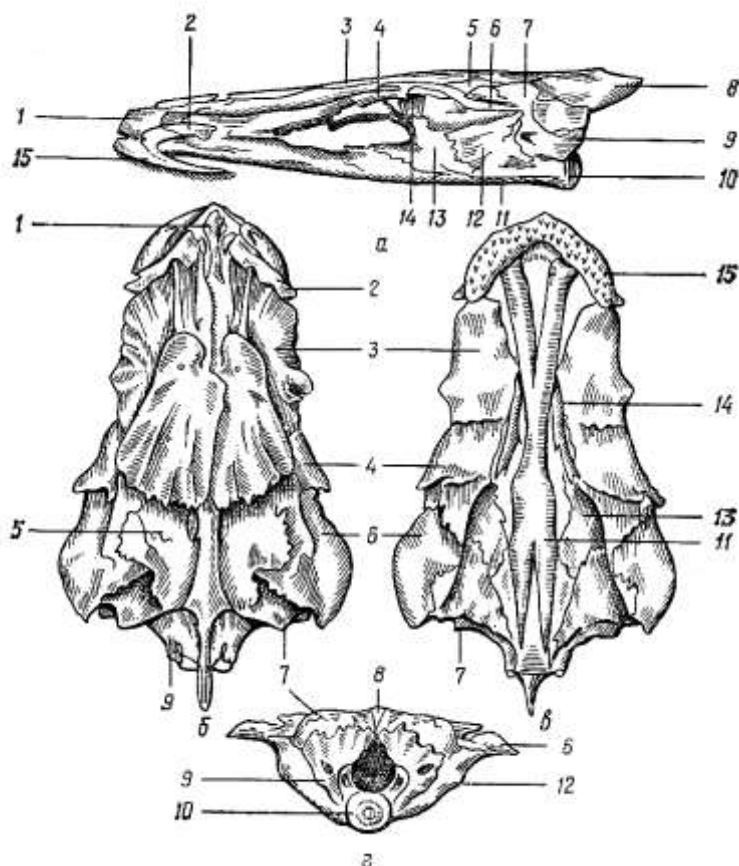


Рисунок 47 – Череп налима:

*а* – вид сбоку; *б* – вид сверху; *в* – вид снизу; *г* – вид сзади; 1 – средняя обонятельная кость; 2 – боковая обонятельная кость; 3 – лобная кость; 4 – клиновидноушная кость; 5 – теменная кость; 6 – крыловидноушная кость; 7 – верхнеушная кость; 8 – верхнезатылочная кость; 9 – боковая затылочная кость; 10 – основная затылочная кость; 11 – парасфеноид; 12 – заднеушная кость; 13 – переднеушная кость; 14 – боковая клиновидная кость; 15 – сошник.

Головка сошника сильно развита, снизу черепа она имеет вид подковы и вся покрыта мелкими щетиновидными зубами. Рукоятка сравнительно узкая. Парасфеноид широкий, нижний край его на всем протяжении закругленный. Череп сверху довольно широкий у заднего конца, сужающийся к переднему. Череп сзади с почти

невыводящимися над ним гребнями верхнезатылочной кости. Нет орбитосфеноида и базисфеноида. В центре заднеушной кости находится отверстие для прохождения нерва. Отолиты очень крупные.

Висцеральный скелет отличается следующим. Небные кости короткие и не несут зубов. На предчелюстных костях и костях нижней челюсти слабые щетинковидные зубы. Верхнечелюстная кость узкая. Хорошо развиты многочисленные верхнеглоточные и нижнеглоточные зубы. Крышечная кость узкая и удлиненная, нижний край ее с выемкой.

У лосося, щуки и других рыб некоторые из перечисленных костей могут заменяться покровными, и тогда они носят иные названия. В обонятельном отделе средняя обонятельная кость может развиваться как покровная. Тогда она называется верхнеобонятельной (*supraethmoideum*). Если боковые обонятельные кости являются покровными, то они называются предлобными (*praefrontale*). Из окостенений слуховой капсулы постоянно хрящевыми костями сохраняются переднеушная, верхнеушная и заднеушная. Клиновидноушная и крыловидноушная у некоторых рыб могут быть покровными. В таком случае клиновидноушная называется заднелобной (*postfrontale*), крыловидноушная – чешуйчатой (*squamosus*).

**Осевой скелет (позвочник).** У судака (окуня) он образован костными амфицельными (двояковогнутыми) позвонками, между ними сохраняются остатки хорды. Общее количество позвонков у судака 42-48, у окуня – 39-42. В осевом скелете выделяют два отдела: туловищный и хвостовой. Позвонки туловищного и хвостового отделов имеют различное строение, это можно увидеть на рисунке 48. Каждый позвонок имеет тело позвонка (*corpus vertebrae*), от верхней (спинной) части которого отходят *верхние нервные*

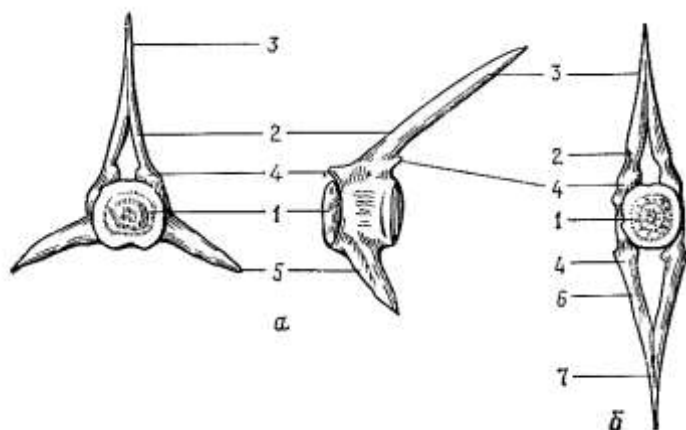


Рисунок 48 – Строение туловищного (а) и хвостового (б) позвонков костистой рыбы (вид спереди и сбоку):

1 – тело позвонка; 2 – невральная дуга; 3 – верхний остистый отросток; 4 – сочленовый отросток; 5 – парапофиз; 6 – гемальная дуга; 7 – нижний остистый отросток.

дуги (arcus neuralis), замыкающиеся *верхним остистым отростком* (processus spinosus). Основания верхних дуг образуют сочленовные отростки –

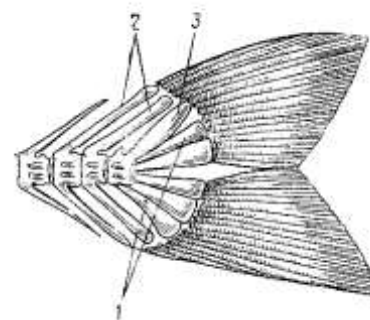
*зигапофизы* (zygapophysis). Снизу с боков от тела позвонка отходят поперечные отростки – *парапофизы* (parapophysis). В туловищных позвонках к ним причленяются *ребра* (costa). В позвонках хвостового отдела поперечные отростки срастаются, образуя нижнюю *гемальную дугу* (arcus haemalis), замыкающуюся *нижним остистым отростком* (processus spinosus inferior). В невральном канале располагается спинной мозг, в гемальном – хвостовая артерия и хвостовая вена. Начало гемального канала служит границей между туловищным и хвостовым отделами, а количество позвонков в них является важным систематическим признаком.

В задней части позвоночника позвонки видоизменяются: верхние и нижние дуги превращены в расширенные пластинки, поддерживающие наружные лучи хвостового плавника (рис. 49). Измененные нижние дуги называют *гипуралиями* (hypuralia), верхние –

Рисунок 49 – Скелет хвостового плавника костистой рыбы:

1 – гипуралии; 2 – уронеуралии; 3 – уростиль.

*уронеуралиями* (uroneuralia). Тела последних позвонков слиты в палочковидную косточку – *уростиль* (urostyl), направленную в верхнюю лопасть хвостового плавника. Гипуралии у некоторых рыб служат элементами, по которым определяют возраст.



В состав осевого скелета входят мускульные косточки (epipleuralia), примыкающие либо к невральным дугам, либо к телу позвонка, либо к ребрам.

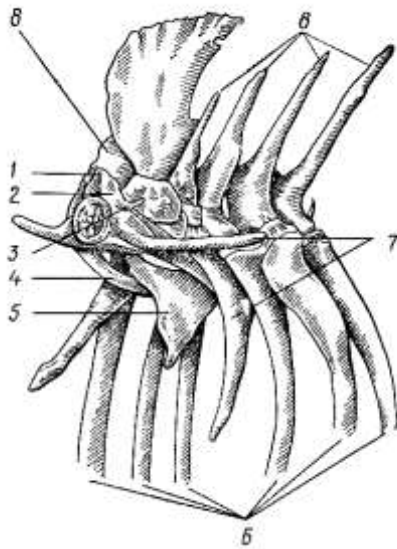
У щуки общее число позвонков 56-65. Верхние концы дуг в туловищных позвонках не срастаются и образуют парные остистые отростки, но в заднем отделе тела, позади спинного плавника, верхние дуги, срастаясь, образуют непарные остистые отростки. Парапофизы у щуки двойные. Есть верхние и нижние межмышечные косточки.

У карпа число позвонков 36-38. Из скелетных элементов первых четырех позвонков образовалась система косточек, входящая в состав веберова аппарата, являющегося одной из отличительных особенностей карпообразных. Веберов аппарат – это орган, передающий изменение давления внешней среды во внутреннюю полость. Он представляет собой орган, состоящий из скелетных элементов первых позвонков, эндолимфатической полости лабиринта, перилимфатического пространства слуховой капсулы и плавательного пузыря (рис. 50). Остистый отросток первого позвонка преобразован в одну из косточек веберова аппарата – *запор* (claustrum); верхняя дуга первого позвонка – в *чашевидную* (scaphium) косточку. Из верхней дуги второго позвонка

образована вставочная косточка (*incus*), из поперечного отростка третьего позвонка – *трехногая* (*tripus*). Последняя косточка веберова аппарата (*os suspensorium*) развивается за счет ребер четвертого позвонка. Все косточки связаны друг с другом, а трехногая с помощью связки соединена с наружной стенкой плавательного пузыря. При изменении наружного давления пассивно изменяется объем воздушной камеры, что влечет за собой движение косточек аппарата; в связи с этим изменяется давление через пери- и эндолимфу на лабиринт; передаваемое раздражение вызывает в качестве рефлекса соответствующее изменение мышечного тонуса. У карпа имеется большое число тонких косточек, располагающихся в толще мускулатуры и развивающихся за счет окостенения сухожилий.

Рисунок 50 – Веберов аппарат (вид сбоку):

1 – запор; 2 – чашевидная косточка; 3 – вставочная косточка; 4 – трехногая косточка; 5 – последняя косточка; 6 – ребра 5, 6 и 7-го позвонков; 7 – парапофизы 2-го и 4-го позвонков; 8 – верхние остистые отростки 2-7-го позвонков.



У налима общее число позвонков 58-66. Они несут ребра и парапофизы тонкие, длинные. Следует отметить, что у ряда тресковых рыб (навага, мерлуза) ребер нет, их функцию выполняют вздутия на парапофизах.

**Скелет непарных плавников.** Спинной и анальный плавники состоят из костных лучей: внутренних, скрытых в мускулатуре *птеригофор* (*pterygiophora*) и наружных плавниковых лучей – *лепидотрихий* (*lepidotrichia*) (рис. 51). У всех костистых рыб наблюдается соответствие числа

*птеригофор* числу плавниковых лучей. Число лучей в плавниках и их характер является систематическим признаком.

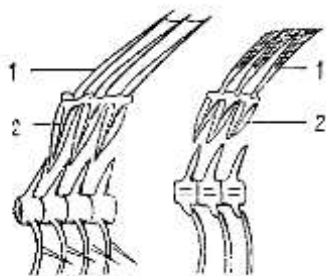


Рисунок 51 – Скелет непарного спинного плавника костистой рыбы с прилегающим отделом позвоночника:

1 – лучи плавника – лепидотрихии (слева твердые, справа мягкие); 2 – птеригофоры.

Хвостовой плавник состоит из лепидотрихий, опирающихся на видоизмененные элементы последних позвонков – уростиль и гипуралии (см. рис. 49). У судака (окуня) хвостовой плавник гомоцеркальный (уростиль является границей между гипоуралиями и уронеуралиями;

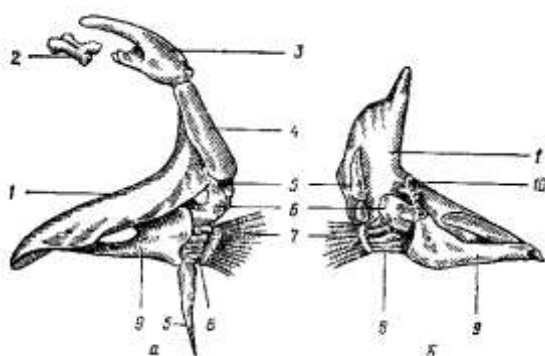
большая часть лучей верхней лопасти и все лучи нижней лопасти опираются на гипуралии.

**Скелет парных плавников и их поясов.** Парные плавники состоят из поясов плавников и скелета свободного плавника. Опорой грудных плавников служит плечевой пояс. У судака (окуня) он представлен двумя хондральными и несколькими покровными костями (рис. 52). Хондральными являются: *лопатка* (*scapula*) и *коракоид* (*coracoideum*).

Покровные кости: *клейтрум* (*cleithrum*), *надклейтрум* (*supracleithrum*), *заднеключичная*

Рисунок 52 – Плечевой пояс костистой рыбы с грудным плавником:

а – судака; б – карпа; 1 – ключица; 2 – надплечевая кость; 3 – задневисочная кость; 4 – надключичная



кость; 5 – подключичная кость; 6 – лопатка; 7 – лучи плавника (лепидотрихии); 8 – радиалии; 9 – коракоид; 10 – мезокоракоид.

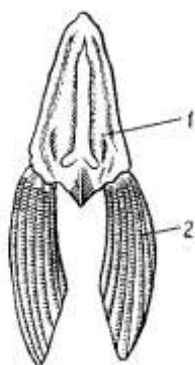
(postcleithrum), *задневисочная* (posttemporale) и *надтеменная* (supratemporale). Элементы первичного пояса неподвижно соединены с клейтрумом, а заднетеменные и надтеменные кости причленяются к осевому черепу, что обеспечивает прочную фиксацию плечевого пояса.

Скелет свободного плавника состоит из радиалий, отходящих от лопасти, а частично от коракоида, и лепидотрихий.

Тазовый пояс состоит из двух плоских треугольных костей (pubis), лежащих в толще брюшной мускулатуры (рис. 53). С осевым скелетом тазовый пояс не связан. У окунеобразных обычно тазовые кости прикреплены к ключицам. К боковым сторонам тазового пояса причленяются лучи брюшных плавников – лепидотрихий.

Рисунок 53 – Тазовый пояс костистой рыбы с брюшным плавником:

1 – тазовая кость; 2 – лучи плавника.



У щуки на месте задневисочной кости расположены две: верхняя называется *задневисочной*, а нижняя – *надвисочной костью* (supratemporale). Мезокоракоида нет. Колючих лучей в непарных и парных плавниках нет.

У карпа в плечевом поясе имеется дополнительная кость – *мезокоракоид* (mesocoracoideum). Впереди спинного плавника сохраняются многочисленные рудиментарные птеригофоры – остатки более длинного прежде спинного плавника. Лепидотрихии спинного и анального плавников в основном ветвистые. Первые 2-3 (4) луча неветвистые членистые, последние из них части бывают утолщены, теряют членистость, окостеневают и превращаются в шип, колючку, иногда сзади зазубренную.

У налима мезокоракоид в плечевом поясе отсутствует. Лопаточное отверстие расположено между лопаткой и коракоидом, тогда как у большинства рыб оно находится на самой лопаточной кости. В плавниках нет колючих лучей. Тазовый пояс соединен связкой с ключицами. Хвостовой плавник налима, как и других тресковых, дифицеркальный. Лучи верхней лопасти хвоста опираются на уронеуралии, нижней – на гипуралии.

**Рекомендации к разбору черепа судака (окуня).** Разбор черепа рекомендуется начинать с висцерального скелета, снимая кости только с одной стороны головы.

1. Прежде всего следует снять мелкие окологлазничные косточки – элемент глазничного отдела осевого черепа – и после просушки разложить их в такой же последовательности, как они располагались на голове рыбы.

2. Снять с черепной коробки жаберную крышку. Самая большая кость – крышка; под ней лежит подкрышка; перед крышкой – изогнутая под углом зубчатая предкрышка, под ней расположена межкрышка. В верхнем углу крышечной кости (operculum) имеется углубление, через которое крышка соединяется с задним верхним концом гиомандибуляре.

3. Отделить кости вторичной верхней челюсти – предчелюстную и верхнечелюстную.

4. Удалив глаз и мускулатуру щеки, внимательно рассмотреть расположение и соединение костей. Впереди видна небная кость с зубами; связанная с ней изогнутая наружная крыловидная и лежащая между ними сверху в виде пластинки внутренняя крыловидная. К наружной крыловидной кости сзади примыкает округлая задняя крыловидная кость. Внизу она сочленяется с квадратной костью, имеющей треугольную

форму. Квадратная кость присоединяется к нижней челюсти через сочленовную кость, сверху квадратная кость через симплектикум соединяется с гиомандибуляре.

5. Рассмотрев расположение костей челюстной дуги, следует перейти к вычленению отдельных элементов. Осторожно снять маленькую угловую кость; раздвинуть соединенные между собой зубную и сочленовные кости. Между ними обнаруживаются остатки меккелева хряща. Затем следует перейти к выделению костей небно-крыловидного отдела (не трогая подвесочную кость – гиомандибуляре) и после обработки разложить все кости, как показано на рис. 54.

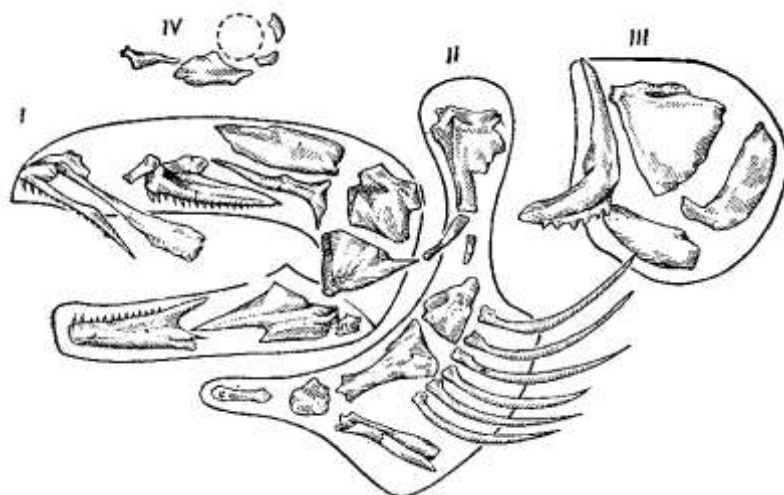


Рисунок 54 – Схема расположения костей висцерального скелета головы судака:

*I* – челюстная дуга; *II* – гиоидная дуга; *III* – жаберная крышка; *IV* – носовая и окологлазничные кости мозгового черепа.

6. Нужно внимательно рассмотреть подъязычную дугу. Гиомандибуляре палочковидной костью соединяется со сложным гиоидом через

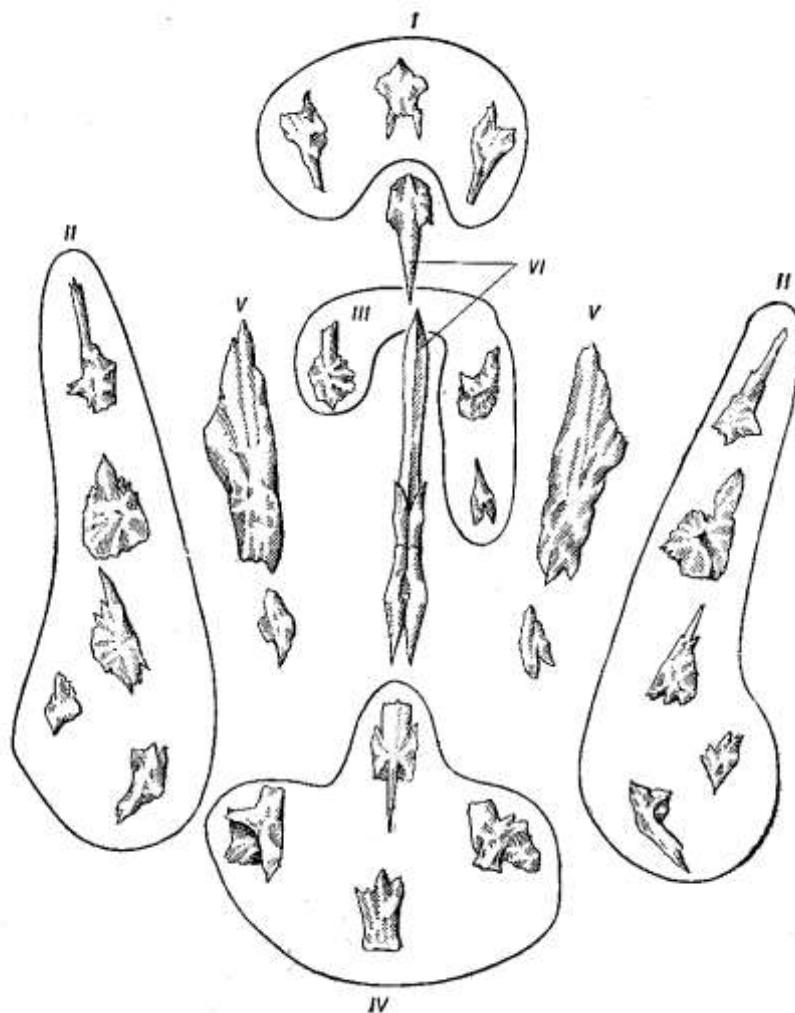
верхнеподъязычную кость. Удаляем гиомандибуляре и палочковидную кость. Отчленив гиоид, начинаем его разбор. Впереди располагается непарная удлиненная кость – основная подъязычная. За ней следуют две лежащие друг над другом нижнеподъязычные кости. К ним снизу примыкает лежащая в толще мускулатуры непарная заднеподъязычная, или горловая, кость, а сверху – среднеподъязычная и верхнеподъязычная кости. От последних снизу отходят тонкие изогнутые кости – лучи жаберной перепонки.

Все кости промываются, высушиваются, раскладываются в соответствии с рисунком и подклеиваются.

7. Из жаберных дуг вычлениаем лишь первую жаберную дугу. Сверху вниз выделяем глоточно-жаберную, верхнежаберную, среднежаберную, нижнежаберную и непарную основную жаберную косточку, или копулу. Остальные жаберные дуги рекомендуется рассматривать по готовым макетам и рисункам.

8. Прежде чем перейти к разбору черепной коробки, необходимо рассмотреть на ней общее расположение видимых костей, руководствуясь рис. 55.

Рисунок 55 – Схема расположения костей черепной коробки:



*I* – обонятельный отдел; *II* – слуховой отдел; *III* – кости орбиты глаза; *IV* – затылочный отдел; *V* – крыша черепа; *VI* – дно черепа.

9. Разбор черепной коробки рекомендуется начинать с обонятельного отдела. Захватив пальцами переднюю часть черепной коробки, вытягиваем ее на себя. В этом отделе сохраняется много хряща, и кости необходимо отделить от него. Снизу хорошо отчленяется кость дна черепа – непарный сошник. Сверху лежит непарная средняя обонятельная кость, по бокам – парные боковые обонятельные кости. Отмыв и просушив кости, их следует разложить и наклеить на ватман в соответствии с рис. 55. Таким же образом надо поступать с

костями остальных отделов после их разбора.

10. С нижней части черепной коробки надо удалить вторую кость дна черепа – длинный мечевидный парасфеноид.

11. После этого следует перейти к вычленению костей крыши черепа. Носовые кости снимаются при разборе висцерального скелета. Впереди лежат крупные, тесно соприкасающиеся друг с другом парные лобные кости; за ними – небольшие теменные, разделенные верхнезатылочной костью.

12. Разбирая глазничный отдел, надо отделить парные боковые клиновидные кости и непарную основную клиновидную, лежащую основанием на парасфеноиде и раздвоенными концами упирающуюся в основание переднеушной кости.

13. В слуховом отделе следует отчленить лежащую сверху клиновидноушные кости, затем крыловидно- и верхнеушные кости, предварительно найти отолиты, расположенные в области сочленения переднеушных костей с основной затылочной. В нижней передней части слухового отдела выделяем переднеушные кости. На крыловидно- и переднеушных костях в виде чешуйки лежит маленькая плоская заднеушная кость.

14. В затылочном отделе следует сначала отделить непарную верхнезатылочную кость, затем две боковые затылочные и основную затылочную кости.

ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Основы ихтиологии» для направления подготовки 06.03.01 «Биология», профиль подготовки «Биоэкология»	

### Вопросы для самопроверки

1. На какие отделы можно расчленить черепную коробку костистых рыб?
2. Какой тип соединения челюстного аппарата с черепной коробкой у костистых рыб?
3. У кого из рассматриваемых видов череп платибазального, а у кого тропибазального типа?
4. Перечислите кости крыши черепа судака.
5. Перечислите кости дна черепа и затылочного отдела судака.
6. Назовите все кости ушного отдела.
7. Назовите кости верхней челюсти судака, выделите первичные и вторичные.
8. Назовите кости нижней челюсти.
9. Назовите все элементы подъязычной и жаберной дуг.
10. Какие кости входят в состав жаберной крышки?
11. На какие отделы делится позвоночник?
12. Чем отличаются позвонки туловищного отдела от позвонков хвостового отдела?
13. Что такое парапофизы?
14. Каково строение плечевого и тазового поясов у судака и карпа. Чем они отличаются?
15. Каковы особенности строения хвостового плавника у судака и налима?
16. Опишите строение непарных и парных плавников костистой рыбы.
17. Опишите строение парных плавников судака.

### 6.2 Внеаудиторная самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Вид СР	Трудоемкость (час.)
1.	Основы ихтиологии	Подготовка к практической №1	Работа с лит-рой, конспект	6
		Подготовка к практической №2	Работа с лит-рой, конспект	6
		Подготовка к практической №3	Работа с лит-рой, конспект	6
		Подготовка к лабораторной работе №1	Работа с лит-рой, конспект, оформление журнала	7
		Подготовка к лабораторной работе №2	Работа с лит-рой, конспект, оформление журнала	7
		Подготовка к лабораторной работе №3	Работа с лит-рой, конспект, оформление журнала	7
		Подготовка к лабораторной работе №4	Работа с лит-рой, конспект, оформление журнала	7
		Подготовка к лабораторной работе №5	Работа с лит-рой, конспект, оформление журнала	7



ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Основы ихтиологии» для направления подготовки 06.03.01 «Биология», профиль подготовки «Биоэкология»	

	Подготовка к защите лабораторных работ	Работа с лит-рой	8
	Подготовка к зачету	Работа с лит-рой, конспект	7

### 7. Перечень вопросов на зачет

1. сновные типы движения рыб и их скорость. Роль плавников в движении рыб. О
2. ожа рыб и ее функции. Покровы рыб, типы чешуи. Строение чешуи, ее значение и функции. К
3. краска рыб и ее биологическое значение. О
4. келет и мышечная система. Отделы тела рыб. С
5. довитые и ядоносные рыбы; электрические органы. Я
6. рганы пищеварения, выделения и дыхания. О
7. лавательный пузырь и его значение в жизни рыб. П
8. истемы и органы чувств рыб С
9. собенности анатомического строения рыбообразных, хрящевых, хрящекостных и костных рыб. О
10. троение головы рыб. Череп рыб строение и функции. С
11. оложение, форма и размер ртов рыб и их связь со способами добывания пищи. П
12. оковая линия, и ее значение в жизни рыб. Б
13. лавники рыб — типы и строение. Типы плавников рыб и их функции. Формула плавников, значение для систематики. П
14. елудок, пилорические придатки и спиральный клапан — значение и функции. Ж
15. троение органов дыхания у рыбообразных и рыб. С
16. собенности строения воспроизводительной системы. О
17. лоточные зубы карповых рыб — их функция; жерновки — их расположение. Г
18. оль кишечника в питании рыбообразных и рыб. Р
19. рганы свечения, их строение и функциональное значение. О

ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Основы ихтиологии» для направления подготовки 06.03.01 «Биология», профиль подготовки «Биоэкология»	

- |     |   |   |
|-----|---|---|
| 20. | особенности строения кровеносной системы. Кровь и кроветворные органы рыб. Лимфатическая система рыб, ее функциональное значение. | О |
| 21. | особенности строения выделительной системы.   | О |
| 22. | отделы пищеварительного тракта и их роль.   | О |
| 23. | железы внутренней секреции рыб, их топография и функциональное значение.  | Ж |
| 24. | строение головного и спинного мозга.  | С |
| 25. | органы слуха и равновесия у рыбообразных, хрящевых и костистых рыб.   | О |
| 26. | скелет рыбы, структура и значение.  | С |
| 27. | экологические группы рыб по местам обитания.  | Э |
| 28. | основные абиотические и биотические факторы: характеристика и их роль в жизни рыб.  | О |
| 29. | температура воды и ее влияние на скорость биологических процессов у рыб.  | Т |
| 30. | экологические группы рыб по отношению к температуре воды.   | Э |
| 31. | плотность воды, ее роль в жизни рыб.  | С |
| 32. | осморегуляция, и ее роль в выживании рыб. Процессы осморегуляции у пресноводных, морских и проходных рыб.                         | О |
| 33. | потребление кислорода в зависимости от различных факторов среды и физиологического состояния рыбы.                                | П |
| 34. | аутистические комплексы видов рыб.  | Ф |
| 35. | интравидовые и межвидовые отношения рыб, их специфика.  | В |
| 36. | стадо и стая рыб.   | С |
| 37. | понятие о рыбопродуктивности водоема, кормовые ресурсы, кормовая база.  | П |
| 38. | пищевой спектр рыб — понятие, характеристика. Деление рыб по характеру и месту питания.   | П |
| 39. | возрастная, сезонная и суточная изменчивость питания рыб.   | В |
| 40. | интенсивность питания, ее показатели, динамика. Суточный, сезонный и годовой рационы. Понятие о кормовом коэффициенте.            | И |

ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Основы ихтиологии» для направления подготовки 06.03.01 «Биология», профиль подготовки «Биоэкология»	

41. ирность и упитанность рыб как показатели биологического состояния и условий питания рыб. Группы рыб по степени жирности. Ж
42. ежвидовые и внутривидовые пищевые отношения рыб. Пищевая конкуренция и обеспеченность рыб пищей. М
43. апряженность пищевых отношений — Индекс пищевого сходства. Кормовые ресурсы и кормовая база рыб. Н
44. ипы размножения рыб. Т
45. тадии зрелости половых продуктов и их продолжительность. С
46. пособы оплодотворения. Половой диморфизм и брачный наряд. С
47. диновременное и порционное икротетание. Визуальная шкала зрелости. Моно- и полицикличность. Е
48. орма, размер и типы строения икринок различных экологических групп рыб. Ф
49. лодовитость рыб: индивидуальная, абсолютная, относительная, популяционная и видовая. П
50. играция как звено годового жизненного цикла рыб. Значение изучения миграций рыб для промысла. Способы изучения миграций. М
51. арактистика класса Хрящевые рыбы ( происхождение и филогения). Х
52. ад/отр Акулы — основные отряды: характеристика распространение. Н
53. ад/отр Скаты основные отряды: характеристика и распространение. Н
54. одкласс Цельноголовые происхождение, характеристика, распространение и биология. П
55. бщая характеристика класса Костных рыб. О
56. ад/отр Двоякодышащие — происхождение, характеристика, распространение, специфические черты биологии. Н
57. ад/отр Ганоидные - происхождение, характеристика, биология. распространение. Н
58. тряд Осетрообразные — происхождение характеристика, биология. О
59. арактистика и филогения группы Настоящих костистых рыб современные взгляды на их систему. Х
60. тряд Сельдеобразные - характеристика, система, распространение. О

ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Основы ихтиологии» для направления подготовки 06.03.01 «Биология», профиль подготовки «Биоэкология»	

61. О  
 триб Лососеобразные - характеристика, система, распространение.
62. П  
 одотряд Карповидные — система. Семейство Карповые — распространение, основные подсемейства и роды, важнейшие представители, распространение, биология. Карп, карась, сазан — хозяйственное значение.
63. О  
 триб Трескообразные - характеристика, распространение, основные представители, биология.
64. П  
 одсемейства тресковых и налимовых — характеристика, особенности распространения, биология, промысловое значение.
65. О  
 триб Бериксообразные - характеристика, распространение. представители, биология, основные семейства.
66. С  
 Семейство Терпуговые - характеристика. биология, распространение, промысловое значение.
67. О  
 куневые — основные представители пресноводной и морской фаун.
68. П  
 одотряд Нототениевидные — характеристика, распространение, приспособление к обитанию, промысловое значение.
69. П  
 од/отр. Бычковидные , Семейство Головешковые — особенности экологии, роль в водоемах.
70. П  
 од/отр. Скумбриевидные — характеристика, система, основные промысловые виды.
71. О  
 триб Камбалообразные — характеристика, особенности биологии, распространение, промысловое значение.
72. К  
 амбаловые морей дальнего Востока — характеристика, биология, распространение, промысловое значение.
73. П  
 алтусы стрелозубые, черные и обыкновенные — распространение, биология, промысловое значение.
74. Ш  
 широкое распространение рыб в морях и океанах и основные факторы, его определяющие. Характеристика ихтиофаун различных климатических областей Мирового океана.
75. П  
 промысловые рыбы океанической эпипелагиали.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение

### 8.1. Основная учебная литература:

1. М  
 Максимова, Т. А. Экология гидросферы: учебное пособие для вузов / Т. А. Максимова, И. В. Мишаков. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. —

ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Основы ихтиологии» для направления подготовки 06.03.01 «Биология», профиль подготовки «Биоэкология»	

136 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13017-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/497290>.

2. С  
 Солдатов, В. К. Промысловая ихтиология : учебник для вузов / В. К. Солдатов. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 595 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10650-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/517716>.

3. М  
 Машинская, Н. Д. Зоология позвоночных : учебное пособие для вузов / Н. Д. Машинская, Л. А. Конева, Р. В. Опарин. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 213 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12936-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/519215>.

#### 8.2. Дополнительная учебная литература:

1. Волкова, И. В. Оценка качества воды водоемов рыбохозяйственного назначения : учебное пособие для вузов / И. В. Волкова, Т. С. Ершова, С. В. Шипулин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 294 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08549-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492112>.

2. Чендев, Ю. Г. Геология и гидрогеология: геохимия окружающей среды : учебное пособие для среднего профессионального образования / Ю. Г. Чендев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 146 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-13477-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/495994>.

3. Житков, Б. М. Акклиматизация животных и ее хозяйственное значение / Б. М. Житков. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 124 с. — (Антология мысли). — ISBN 978-5-534-10622-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/515232>.

#### 8.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

1. <http://bibl.kamgru.ru> - Сайт библиотеки КамГУ.
2. <http://www.consultant.ru/> - Информационная база «КонсультантПлюс».
3. [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) - eLibrary – Научная электронная библиотека.

**8.4. Информационные технологии:** участие в административном тестировании, работа в системе Moodle.

### 9. Формы и критерии оценивания учебной деятельности студента

**Форма промежуточной аттестации** – зачет.

#### Критерии оценивания устных ответов и письменных работ

Форма работы	Критерии оценивания
1. Систематическая проработка конспектов занятий, учебной и специальной литературы.	качество уровня освоения учебного материала; умение использовать теоретические знания при выполнении практических задач или ответе на практико-ориентированные вопросы;

ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Основы ихтиологии» для направления подготовки 06.03.01 «Биология», профиль подготовки «Биоэкология»	

	обоснованность и четкость изложения ответа.
2. Подготовка к контрольным работам, экзамену (и другим формам контроля).	качество уровня освоения учебного материала; умение использовать теоретические знания при выполнении практических задач или ответе на практико-ориентированные вопросы; обоснованность и четкость изложения ответа.
3 Самостоятельное изучение материала и конспектирование учебной и специальной литературы.	краткое изложение (при конспектировании) основных теоретических положений темы; логичность изложения ответа; уровень понимания изученного материала.
4 Написание и защита доклада (реферата), подготовка к сообщению или семинару по заданной преподавателем теме.	полнота и качественность информации по заданной теме; свободное владение материалом сообщения/доклада/реферата; логичность и четкость изложения материала; наличие и качество презентационного материала.
5. Выполнение практических расчетных заданий.	грамотная запись условия задачи и ее решения; грамотное использование формул; грамотное использование справочной литературы; точность и правильность расчетов; обоснование решения задачи.
6. Оформление отчетов по лабораторным работам и подготовка к их защите.	оформление лабораторных и практических работ в соответствии с требованиями, описанными в методических указаниях; качественное выполнение всех этапов работы; необходимый и достаточный уровень понимания цели и порядка выполнения работы; правильное оформление выводов работы; обоснованность и четкость изложения ответа на контрольные вопросы к работе.

### Критерии оценивания различных форм промежуточной аттестации

Уровень сформированности компетенции	Уровень освоения дисциплины (оценка)	Форма промежуточной аттестации			
		Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен	Защита курсовой работы
		Универсальные критерии оценивания			
Высокий	зачтено // отлично	Продемонстрированы глубокие знания программного материала, а		Продемонстрировано всестороннее и глубокое освещение избранной темы	

ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Основы ихтиологии» для направления подготовки 06.03.01 «Биология», профиль подготовки «Биоэкология»	

		также сформированность всех дескрипторов компетенции: знаний, умений, навыков. Ответы логически последовательны, содержательны. Стиль изложения научный. Применение умений и навыков уверенное.	(проблематики), а также умение работать с источниками, делать теоретические и практические выводы. Ответ логически последователен, содержателен. Стиль изложения научный с использованием терминологии.
Базовый	зачтено // хорошо	Продемонстрированы глубокие знания программного материала, а также успешная сформированность дескрипторов компетенции: знаний, умений, навыков. Ответы логически последовательны, содержательны. Стиль изложения научный. Вместе с тем, студентом допущены ошибки, имеет место пробелы в умениях и навыках.	Продемонстрировано глубокое освещение избранной темы (проблематики), а также умение работать с источниками, делать теоретические и практические выводы. Ответ логически последователен, содержателен. Стиль изложения научный с использованием терминологии. Вместе с тем, студентом допущены ошибки.
Пороговый	зачтено // удовлетворительно	Продемонстрированы не достаточные знания программного материала, имеются затруднения в понимании сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений. Сформированы дескрипторы компетенции: знания, умения, навыки порогового уровня.	Продемонстрировано в основном владение материалом, а также умение работать с источниками, делать выводы. Вместе с тем, недостаточно четко отражены результаты исследования, студентом допущены ошибки.
Компетенции не сформированы	не зачтено // неудовлетворительно	Ответ фрагментарен, нелогичен. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса с другими вопросами дисциплины. Терминология не используется. Дескрипторы компетенции: знания, умения, навыки не сформированы (теоретические знания разрознены, умения и навыки отсутствуют) // Либо ответ на вопрос полностью отсутствует или студент отказывается от ответа.	Ответ фрагментарен, нелогичен. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса (проблематики исследования) с другими вопросами дисциплины. Терминология не используется. Теоретические знания разрознены, умения и навыки отсутствуют // Либо ответ на вопрос полностью отсутствует или студент отказывается от ответа.

## 10. Материально-техническая база

Для реализации дисциплины оборудована учебная аудитория, укомплектованная учебной мебелью, мультимедийной техникой (проектор и ноутбук), экраном. Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий.

Перечень материально-технического обеспечения, необходимого для реализации ОП ВО по направлению подготовки 06.03.01 «Биология», включает в себя специализированные помещения, оснащенные лабораторным оборудованием, в зависимости от степени сложности. Для лабораторных занятий имеются наборы микропрепаратов, реактивы, лабораторная посуда, специализированная литература.

### Оснащение кабинета биологии (ауд. 512) и лаборантской (ауд. 512а)

1. Микроскопы «Микмед-5»
2. Микроскопы стерео МС-1 вар. 1В
3. Термостат LOIP LT
4. Люминоскоп «Филин»
5. Шкаф вытяжной ЛАБ 1200ШВ
6. Дистиллятор АЭ 5

ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Основы ихтиологии» для направления подготовки 06.03.01 «Биология», профиль подготовки «Биоэкология»	

7. Рефрактометр ИРФ
8. Шкаф сушильный СШ-80-01
9. Центрифуга мед. СМ-50

**Оснащение гербария (ауд. 511а):**

1. Микроскопы стерео МС-1 вар.1В
2. Видеоокуляр с программным обеспечением
3. Сетки гербарные

Для самостоятельной подготовки студентов оборудовано помещение с учебной мебелью, компьютерами и подключением к сети Интернет.