



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

Институт «Биотехнологий и рыбного хозяйства»

Кафедра «Биоэкологии и ихтиологии»



«УТВЕРЖДАЮ»:
директор института «Биотехнологии и
рыбного хозяйства» (БиРХ) МГУТУ

д.б.н., проф. Никишин А. Л.

Дата утверждения: 26 июня 2012г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Ихтиология»

Для специальности (направления подготовки):

110901.65 - Водные биоресурсы и аквакультура

-

110900.62 - Водные биоресурсы и аквакультура

-

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

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

Курс: 3к, 4к, , 3к,

Москва, 2012

© *Ридигер А.В., Бурыкина Е.А.* Ихтиология: Учебно-методический комплекс дисциплины, по специальности (направлению): 110901.65 - Водные биоресурсы и аквакультура, -, 110900.62 - Водные биоресурсы и аквакультура, -. -М.: МГУТУ, 2012. - 380с.

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

Данный УМКД предназначен для студентов очной, заочной полной и сокращенной форм обучения, специальности (направления): 3к, 4к 110901.65 - Водные биоресурсы и аквакультура; - ; 3к 110900.62 - Водные биоресурсы и аквакультура; - .

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

Составитель(и):

Ридигер А.В., к.б.н., доц. кафедр ы «Биоэкологии и ихтиологии» (БИ) МГУТУ

Бурыкина Е.А., к.б.н., доц. кафедры «Биоэкологии и ихтиологии» (БИ) МГУТУ

Рецензент: Амбросимова Н.А., д.б.н., проф. АзНИИРХ

УМКД обсужден и одобрен на заседании кафедры «Биоэкологии и ихтиологии» ин-та БиРХ МГУТУ (*Протокол №12 от 07.06.2012г.*).

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

© ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского», 2012г.
109004, Москва, Земляной вал, дом 73.

© Кафедра «Биоэкологии и ихтиологии» БиРХ МГУТУ
117452, Москва, ул. Болотниковская, дом 17

УДК 639.3

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры «Биоэкологии и ихтиологии» Московского государственного университета технологий и управления (протокол №8 от 26.05.2010г) и рекомендована к рассмотрению на заседание Ученого Совета институту.

Рабочая программа одобрена и утверждена на заседании Ученого Совета института «Биотехнологий и рыбного хозяйства» Московского государственного университета технологий и управления (протокол №10 от 26.06.2010г)

Разработчик РП: *Горбунов А.В.*

Автор (составитель): *д.б.н., проф. Гамыгин Е.А.*

Рабочая программа дисциплины составлена на основании
ГОС ВПО и предназначена для бакалавров очной формы
обучения, по направлению 110900.62 – «*Водные биоресурсы
и аквакультура*»

Рецензенты:

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

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

© Гамыгин Е.А. Ихтиология: *Рабочая программа для бакалавров очной формы обучения, по направлению «Водные биоресурсы и аквакультура» / Сер. Рабочая учебно-методическая документация МГУТУ. –М.: МГУТУ, 2010. – 27с. Ред.2. перераб.*

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

109004, Москва, Земляной вал, 73.

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины являются:

Знания о рыбе как о живом организме во всем многообразии его жизнедеятельности, имеющем большое хозяйственное значение.

Задачами дисциплины являются:

Характеристика рыбы как водного животного, специфика его строения и образа жизни, взаимосвязь со средой обитания, географическое распределение, особенности роста и возраст различных видов, и их зависимость от условий внешней среды, размножение и динамику численности популяции, питание и миграционные процессы.

2. Место дисциплины в структуре ООП:

Настоящая дисциплина относится к циклу ОПД Федеральной компоненты ООП. Её освоению предшествует изучение таких курсов как: экология, гидробиология, общая биология, гистология и эмбриология рыб. В дальнейшем, она применяется в качестве базовой дисциплины при освоении курсов: генетика и селекция рыб, физиология рыб, биологические основы рыбоводства, методы рыбохозяйственных исследований, искусственное воспроизводство рыб, сырьевая база рыбной промышленности, ихтиопатология, товарное рыбоводство, промысловая ихтиология, экология рыб, аквакультура, зоогеография рыб, биологические ресурсы гидросферы, корма и кормление рыб, фермерское рыбоводство, сравнительная анатомия рыб, основы этологии рыб.

3. В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- Знать:
 - Систему рыбообразных и рыб, их строение, состав ихтиофауны различных регионов России и Мирового океана, закономерности поведения, размножения, роста и численности;
 - Основные параметры по оценке рыб и рыбных популяций.
- Уметь:
 - Определять видовую принадлежность рыб, их возраст, размеры, стадию зрелости, упитанность и питание;

- Устанавливать миграционные пути, нерестовые места, разрабатывать научные основы рационального промысла.
- Владеть:
 - Основами поведенческих реакций рыб;
 - Методами рыбохозяйственных исследований.

Распределение трудоемкости дисциплины

В соответствии с учебным планом:

Наименование дисциплины	общий	Объем занятий в ак. часах							
		всего	лек-ций	лаб. зан.	прак зан.	сам. раб.	к.р.	экз.	зач.
Ихтиология	300	210	70	140	-	90	КР6	6	5

В том числе по семестрам:

3 курс						4 курс					
5 семестр			6 семестр			7 семестр			8 семестр		
лек	лаб	пр									
34	68		36	72							

Для качественного освоения учебного курса применяются:

По видам учебной работы:

лекции, консультации, семинары, практические занятия, лабораторные работы, контрольные работы, самостоятельные работы, научно-исследовательская работа, курсовое проектирование (курсовая работа).
Вуз может устанавливать и другие виды учебных занятий.

По формам контроля:

собеседование, коллоквиум, зачет, экзамен, тест, контрольная работа, эссе и иные творческие работы, реферат, отчет (по практикам, научно-исследовательской работе), курсовая работа (проект) т.е. письменные работы, выпускная квалификационная работа. Формы промежуточного контроля устанавливаются ответственным за обучение преподавателем. Формы итогового контроля устанавливаются вузом и учебным планом.

- *Лекции* предполагают получение основных, концептуальных, фундаментальных знаний, положений, явлений, законов по изучаемой дисциплине, понимание и использование их как в повседневной жизни, так и в профессиональной сфере. Наряду с базовыми знаниями, в ряде случаев, рассматриваются частные разделы, по прикладным аспектам изучаемой дисциплины.
- *Практические занятия* направлены на развитие теоретических знаний по изучаемой дисциплине, путем решения конкретных задач, участия в деловых играх, а также формирование навыков, как самостоятельной работы, так и совместной (коллективной) работы в малых коллективах, под руководством преподавателя.
- *Лабораторные работы* ориентированы на получение навыков практической исследовательской работы и закрепления как прикладных так и технико-технологических знаний по изучаемой дисциплине (ее разделу), с применением соответствующего учебно-лабораторного оборудования, современных методик и подходов, препаратов и биологического материала.
- *Семинар* форма учебно-практических занятий, при которой учащиеся обсуждают сообщения, доклады и рефераты, выполненные ими по результатам учебных или научных исследований под руководством преподавателя. Цели обсуждений направлены на формирование навыков профессиональной полемики и закрепление обсуждаемого материала.

Научный семинар - в научных коллективах это традиционная форма повышения квалификации, ознакомление с работами коллег, форма коллективного, публичного рабочего обсуждения научной информации коллегами для формирования компетенции участников коллектива в объёме новых знаний, методов, для оптимизации взаимодействия по проектам и программам.

- *Реферат* это письменный доклад или выступление по определённой теме, в котором собрана информация из одного или нескольких источников. Рефераты могут являться изложением содержания научной работы, специализированных книг, теоретических и практических исследований, изучаемых знаний и разделов, методик, подходов и т. п.

Существует два вида рефератов: продуктивные и репродуктивные. *Репродуктивный реферат* - воспроизводит содержание первичного текста. *Продуктивный реферат* - содержит творческое или критическое осмысление реферируемого источника.

Репродуктивные рефераты условно делятся еще на два вида: реферат-конспект и реферат-резюме. *Реферат-конспект* - содержит фактическую информацию в обобщённом виде, иллюстрированный материал, различные сведения о методах исследования, результатах исследования и возможностях их применения. *Реферат-резюме* - содержит только основные положения данной темы.

В продуктивных рефератах выделяются два типа: реферат-доклад и реферат-обзор. *Реферат-обзор* - составляется на основе нескольких источников и сопоставляет различные точки зрения по данному вопросу. *Реферат-доклад* - имеет развёрнутый характер и наряду с анализом информации первоисточника, дает объективную оценку реферируемой темы, проблемы, задачи.

- *Самостоятельная внеаудиторная работа* направлена на приобретение навыков самостоятельной работы с учебной литературой, выполнения индивидуальных заданий, решение ситуационных экологических задач, подготовки информационных проектов и презентаций и т.п.
- *Коллоквиум* представляет собой проводимый по инициативе преподавателя промежуточный мини-экзамен в середине учебного курса, имеющий целью уменьшить список тем, выносимых на основной экзамен и/или оценить текущий уровень знаний студентов. В ходе коллоквиума могут также проверяться проекты, рефераты и другие письменные работы учащихся.
- *Эссе* представляет собой свободное и обоснованное изложение материала, небольшим объёмом, по конкретному поводу, ситуации, задаче, исследованию или предмету. Эссе выражает индивидуальное мнение, соображения, предложения и выводы автора, но не претендует на исчерпывающую или законченную трактовку темы.
- *Текущий (промежуточный) контроль* учебно-познавательной деятельности студентов может осуществляться в виде коллоквиумов, эссе, рефератов, контрольных работ, собеседований, отчетов: в тестовой, письменной, устной форме.
- *Итоговый контроль (зачет или экзамен)* проводится по всему материалу изучаемого курса. Ему предшествует выполнение учащимся всех учебно-контрольных работ и заданий. Данная форма контроля может сочетаться с выполнением курсовой работы или проекта.

Примерный тематический план теоретических занятий

№	Наименование темы	Ак. часов
1.	Особенности строения рыбы как водного животного. Морфо-анатомические особенности рыб.	2
2.	Влияние на рыб абиотических факторов. Биотические взаимоотношения.	4
3.	Возраст и рост рыб. Питание рыб.	4
4.	Размножение рыб. Жизненный цикл рыб.	4
5.	Миграции рыб.	4
6.	Надкласс Бесчелюстные	4
7.	Надкласс Челюстноротые	4
8.	Класс Хрящевые рыбы	4
9.	Класс Костные рыбы	4
10.	Надотряд Ганоидные	4
11.	Надотряд Клюпеоидные	4
12.	Надотряды Араваноидные и Ангвиллоидные	4
13.	Надотряд Циприноидные	4
14.	Надотряд Атериноидные	4
15.	Надотряд Параперкоидные	4
16.	Надотряд Перкоидные	4
17.	Надотряд Батрахоидные	4
18.	Географическое распространение промысловых видов рыб. Методика работы с определителями.	4
	ВСЕГО:	70

Примерный перечень лабораторно-практических работ

№	Наименование темы	Ак. часов
1.	Основные части и формы тела рыб. Внешнее строение головного отдела рыб.	4
2.	Строение скелета костных рыб. Строение и функции плавников рыб, их обозначения.	4
3.	Типы чешуи рыб, боковая линия.	6

4.	Топография внутренних органов.	6
5.	Миноги и Миксины.	6
6.	Хрящевые рыбы (Акулы, Скаты, Цельноголовые).	6
7.	Кистеперые и Двоякодышщие.	6
8.	Отряд Осетровообразные.	6
9.	Отряд Сельдеобразные.	6
10.	Отряд Лососеобразные.	6
11.	Отряд Миктофообразные.	6
12.	Отряд Угреобразные.	6
13.	Отряд Карпообразные.	6
14.	Отряд Сомообразные.	6
15.	Отряд Сарганообразные.	6
16.	Отряд Трескообразные	6
17.	Отряд Окунеобразные.	6
18.	Отряд Скорпенообразные.	6
19.	Отряд Камбалообразные.	6
20.	Отряд Бериксообразные.	6
21.	Отряд Солнечникообразные.	6
22.	Отряд Колюшкообразные.	6
23.	Отряд Кефалеобразные.	6
24.	Отряд Иглобрюхообразные	6
	ВСЕГО:	140

Перечень реферативных работ

1. *Рыбы литофилы* - размножаются на каменистом грунте (в реках на течении или на дне олиготрофных озер или прибрежных участках морей) в местах, богатых кислородом. Это осетры, лососи, подусты и др.
2. *Рыбы фитофилы* - размножаются среди растительности, откладывая икру в стоячей или слаботекущей воде на отмершие или вегетирующие растения. При этом кислородные условия могут быть разными. К этой группе принадлежат щука, сазан, лещ, плотва, окунь и др.

3. *Рыбы псаммофилы* - откладывают икру на песок, иногда прикрепляя ее к корешкам растений. Часто оболочки икринок инкрустируются песком. Развиваются обычно в местах, богатых кислородом. К этой группе принадлежат пескари, некоторые гольцы и др.
4. *Рыбы пелагофилы* - выметывают икру в толщу воды. Икра и свободные эмбрионы развиваются, свободно плавая в толще воды, обычно в благоприятных для дыхания условиях. В эту группу входят почти все виды сельдей, тресковых, камбал, некоторые карповые (чехонь, толстолобик, амур и др.).
5. *Рыбы остракофилы* - откладывают икру внутрь мантийной полости моллюсков и иногда под панцири крабов и других животных. Икра может развиваться и без достаточного количества кислорода. Это некоторые пескари, горчаки и др.
6. *Пресноводные рыбы* - обитают в пресных водах (карась, щука и др.).
7. *Солоновато-водные рыбы* - живут в солоноватой воде опресненных участков морей, предустьевых пространств (бычки, речная камбала и др.).
8. *Проходные рыбы* - в определенные периоды жизни меняют морскую среду на пресноводную или наоборот; при этом морские заходят для нереста в реки, до их верховьев (осетр, белуга, лососевые рода *Oncorhynchus*), а пресноводные выходят из рек нереститься в море (угорь и др., всего около 130 видов).
9. *Полупроходные рыбы* - это обитатели опресненных пространств морей, поднимающиеся на нерест невысоко в реки (сазан, лещ, воля, сом, судак).
10. *Пелагические, бентические и литоральные рыбы* (исходя из приуроченности рыб к характерным экологическим зонам водоема - пелагиали (толща воды), бентали (придонная зона), литорали (прибрежная зона))

Свою тему студент выбирает из прилагаемого выше списка, по последней цифре своего учебного шифра. Учебный шифр имеется в студенческом билете или в зачетной книжке каждого студента.

Реферативная работа должна содержать развернутые ответы на выбранную тему, примерный объем реферата – 20-25 стандартных страниц А4.

На титульном листе необходимо указать ФИО студента, специальность и форму обучения, курс, тему реферата.

Реферативные работы должны сопровождаться рисунками, графиками, схемами и т.п. В тетради в клетку писать следует через строчку, оставляя место

под поля, разделы реферата должны быть четко выделены.

В начало работы помещается оглавление (содержание); в конце работы приводится перечень использованной литературы, ставится дата и подпись.

Курсовая работа

Курсовая работа является самостоятельной работой студента, требующей от него освоения элементов научно-исследовательской работы. Тема курсовой работы определяется по установленным правилам. Студент также может предложить свою тему курсовой работы по данной дисциплине, исходя из собственных предпочтений, согласовав ее с ответственным за данную дисциплину преподавателем кафедры.

Темы курсовых работ предлагаются и утверждаются кафедрами. Основные руководящие данные и методические указания для выполнения курсовой работы по конкретной дисциплине готовятся кафедрой.

Написание курсовой работы регулируется самостоятельной методической документацией, включающей в название индекс «КРб»: *КРб_Ихтиология.pdf*

Курсовая работа подготавливает студента к выполнению более сложной задачи - дипломной работы. Рекомендуется ответственно и тщательно выполнить данную работу, так как в ней формируются основные навыки и требования к дальнейшей научно-исследовательской работе.

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Введение. Краткая история развития ихтиологии. Современное состояние мирового рыбного промысла и промысла России.

При разработке этой темы следует четко представить содержание курса и задачи ихтиологии. Составляя сжатый обзор истории развития ихтиологии, необходимо выделить сведения о трудах важнейших русских ихтиологов, подчеркнув их роль в развитии этой науки. Особенно обстоятельно следует изучить роль и значение ихтиологии как основы для разработки методов организации и развития рационального рыбного хозяйства. Студенты должны ознакомиться с этапами развития ихтиологии, с трудами наиболее выдающихся ученых-ихтиологов и изучить значение развития ихтиологической науки.

Необходимо знать основные проблемы, разрабатываемые современной ихтиологией. Задачи по развитию рыбной отрасли народного хозяйства, поставленные в “Основных направлениях экономического и социального развития России на 1990-2010 годы и на период до 2020 года”, утвержденных Правительством РФ.

Особенности строения рыбы как водного животного (внешнее и внутреннее строение). Сравнительный обзор анатомического строения рыбообразных, хрящевых и костных рыб.

При изучении формы тела, строения скелета, плавников, покровов и внутренних органов необходимо составить представление об их эволюционных изменениях, последовательно сопоставляя строение отдельных систем и выявляя постепенное усложнение строения рыб. Необходимо четко представлять функции всех систем органов.

Введение в частную ихтиологию. Основные промысловые рыбы. Система рыбообразных и рыб. Систематические категории. Правила научной номенклатуры.

В частной ихтиологии в систематическом порядке, то есть в порядке родства, изучаются рыбообразные и рыбы.

При изучении отдельных видов рекомендуется обращать внимание на их признаки и систематическое положение. Необходимо знать 1-2-3 ведущих (основных) признаков, характерных для данного вида: к какому роду, семейству, отряду и т.п. он принадлежит, а также основные признаки этого рода, семейства, отряда. Следует иметь представление о распространении данного вида.

Необходимо знать экологическую характеристику, под которой подразумевается биологическая классификация, биологическая характеристика, место обитания. В ней указывается, какая это рыба – морская, проходная, пресноводная, донная или пелагическая; стайная или нет; холодолюбивая или теплолюбивая и т.д.

Необходимо знать биологическую характеристику, включающую данные о размерах, возрасте, росте, размножении (плодовитость, возраст половозрелости, места, сроки и условия нереста, характеристика икры, развитие икры и личинок), миграция, питание.

Студенты должны ознакомиться с промышленной характеристикой, учитывающей значение и особенности отдельных рыбопромысловых водоемов и численность обитающих в них видов; влиянием промысла на численность и ее динамику; качество рыбы как пищевого продукта.

В разделы частной ихтиологии включено описание признаков крупных систематических категорий – от отрядов и выше, которые в общем плане известны из общей части, но их следует пополнить дополнительными характеристиками.

Некоторое затруднение при усвоении материалов учебных пособий могут вызвать цифры, характеризующие размеры рыб, размеры икринок, плодовитость, уловы и т. д.

Следует запомнить порядок этих цифр, достаточно хорошо характеризующий изучаемый признак. Так, например: длина рыбы 20-30 см, диаметр икринок около 1-2 мм; плодовитость – от 2 до 12 тыс. икринок.

Уловы следует называть в округленных цифрах в десятках, сотнях тысяч или в миллионах центнеров.

В результате проработке данной темы у студента должно сложиться отчетливое представление о различных систематических категориях, о понятии вида и о свойственной ему внутривидовой изменчивости. Должны быть усвоены правила систематической номенклатуры, латинское описание подвида, вида, получено представление о геологических периодах возникновения представителей различных подотрядов.

Следует уметь составить краткую характеристику крупных систематических категорий, включая главнейшие отряды костистых рыб и помнить их отличительные признаки.

Надкласс бесчелюстных. Класс круглоротых (рыбообразных). Миноги. Миксины. Основные черты биологии.

Составляя представление о круглоротых – миногах и миксинах, студент должен достаточно ясно осмыслить и перечислить их существеннейшие отличия от типичных рыб, заставляющие отнести их к отдельному классу.

Называя основные признаки представителей класса круглоротых, необходимо подробно характеризовать подкласс миног и подкласс миксин, распространение и биологию их представителей, упомянув о их промышленном значении и наносимом вреде другим рыбам.

Ряд рыб. Класс хрящевых рыб. Подклассы. Подкласс пластиножаберных. Акулы и скаты. Биология. Промысловое значение.

При изучении представителей пластиножаберных и цельноголовых особое внимание следует обратить на те признаки, которые с одной стороны отличают их от других групп рыб (ганоидов, двоякодышащих и тем более типичных костистых), а также свидетельствуют о их относительно примитивном уровне развития.

Необходимо хорошо знать биологию и промысловое значение акул, скатов и химер, называя наиболее характерных представителей. Следует отметить существенное различие в питании некоторых акул: наряду с типичными хищниками встречаются акулы-планктофаги.

Класс костных рыб. Общая характеристика. Подклассы двоякодышащих, кистеперых, лучерепных. Надотряды многоперов, хрящевых и костных ганоидов. Отряд осетрообразных. Распространение, биология, промысловое значение.

Помимо внимательного анализа особенностей строения рыб, относящихся к подклассу двоякодышащих, должна быть усвоена причинность своеобразного развития этой ветви рыб, зависящий от весьма своеобразных условий обитания, свойственным этим пресноводным рыбам.

Наряду с анализом систематической структуры подклассов лучеперых и кистеперых рыб, характеристикой различий между кистеперыми и лучеперыми с входящими в них надотрядами, важно на примере этих рыб усвоить исключительную морфо-биологическую стабильность, свойственную виду, сохранившую на примере латимерии сходные черты с ее предками, жившими сотни миллионов лет тому назад.

В результате разработки данной темы необходимо уметь дать систематическую характеристику многоперов, хрящевых и костных ганоидов, перечислить их основных представителей, уметь их различать по внешним признакам, составить подробное описание их биологии и промыслового значения, особенно выделяя роль южных морей России в воспроизводстве осетровых.

Надотряды костистых рыб. Характеристика. Отряд сельдеобразных,

подотряды сельдевидных и лососевидных. Биология отрядов большеротых и светящихся анчоусов, промысловое значение.

Приступая к изучению представителей костистых, следует помнить, что к ним относится подавляющее большинство современных рыб и прежде всего промысловых объектов.

Остановившись на характеристике отряда сельдеобразных, необходимо учитывать, что сельдеобразные являются исходной группой для всех остальных отрядов костистых рыб.

Особенно тщательно следует ознакомиться с семействами сельдевых и анчоусовых, имеющих важное промысловое значение.

Помимо усвоения основных признаков, свойственных подотряду лососевидных и семейств его составляющих, необходимо на примере лососей и особенно атлантических и тихоокеанских лососей, уяснить происхождение этой группы рыб, постепенное изменение их условий обитания, расширение ареала за счет освоения морских акваторий и образования крупномасштабных миграций, свойственных проходным рыбам.

Необходимо знать основных представителей главнейших родов, их биологию, распространение, промысловое значение и возможности их искусственного разведения.

Отряд карпообразных. Характеристика. Подотряды карповидных и сомовидных. Характеристика, биология, промысловое значение.

Рассматривая и изучая эту важную в промысловом и рыбоводном отношении, весьма многочисленную и исключительно разнообразную пресноводную группу рыб, следует четко усвоить ее подразделение на подотряды и семейства, хорошо знать важнейших представителей всех семейств и главнейших родов, особенно обстоятельно характеризуя в систематическом и в биологическом плане наиболее значимые промысловые виды.

Отряды угреобразных, щукообразных, сарганообразных, трескообразных, макрурообразных, колюшкообразных. Характеристика, биология, промысловое значение.

При проработке материала необходимо сосредоточить основное внимание на систематико-биологической характеристике отрядов, входящих в них семейств и наиболее важных с промысловой точки зрения представителей.

Отряд окунеобразных. Характеристика. Подотряды. Подотряды окуневидных, скумбриевидных, костнощечких, лабиринтовых, бычковидных, песчановидных, морских собачек. Семейства, представители, распространение, биология, промысловое значение.

Этот весьма разнообразный и богатый промысловыми видами отряд требует тщательного изучения. Особенности строения, образ жизни и распространение представителей отряда имеют большое значение при организации рационального промысла.

Отряд камбалообразные и кефалеобразные. Характеристика, важнейшие подотряды и семейства, представители, распространение, биология, промысловое значение.

Представители отряда камбалообразных отличаются от остальных несимметричным (во взрослом состоянии) телом, односторонним расположением глаз и рядом других признаков, образовавшихся в процессе исторического развития при переходе на донный образ жизни.

Эти особенности камбалообразных необходимо учитывать при изучении строения и филогении представителей данного отряда, включающего в себя сравнительно небольшое число семейств, некоторые представители которых обладают большой численностью и имеют важное промысловое значение.

При изучении кефалеобразных следует обратить внимание на характер питания их и значение в акклиматизационных работах.

Отряды солнечникообразных, колюшкообразных, пучкожаберных, прилипалообразных, удильщикообразных. Характеристика, представители, биология, распространение.

Включенные в данную тему отряды имеют относительно небольшое промысловое значение, но характерны рядом особенностей своего происхождения, строения и биологии. Поэтому при их изучении необходимо рассмотреть с точки зрения местоположения в общей системе рыб, а также как объекты, занимающие определенные экологические ниши.

Географическое распространение рыб.

Нужно знать типичных представителей ихтиофауны арктической, бореальной, субтропической, тропической и антарктической зон Мирового океана.

Особенности распространения по зоогеографическим областям пресноводных проходных рыб - двоякодышащих, костных ганоидов, лососевых, карповых.

Примеры циркумполярного, амфибореального и биполярного распространения рыб.

Особенности видового состава ихтиофауны бассейнов Аральского, Каспийского, Черного, Балтийского, Белого, Баренцева морей, рек Сибири, бассейна Амура и озера Байкал.

Возможности направленного формирования ихтиофауны водоемов. Примеры акклиматизации рыб.

Рекомендуема литература

Обязательная:

1. Привезенцев Ю.А., Власов В.А. Рыбоводство: Учебник для вузов. / Сер.: Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений. –М.: Мир, 2007. -456с.
2. Никольский Г.В. Частная ихтиология. - М.: Высшая школа, 1971. - 436с.
3. Никифоров-Никишин А.Л., Бородин А.Л., Козлов В.И. Аквакультура: Учебник для вузов. / Сер.: Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений. –М.: КолосС, 2006. -448с.
4. Моисеев П.А., Азизова Н.А., Куранова И.И. Ихтиология. -М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. -380с.

Дополнительная:

5. Головина Н.А., Стрелков Ю., Воронин В. Ихтиопатология: Учебник для вузов. / Сер.: Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений. –М.: Мир, 2003. -456с.
6. Сабодаш В.М. Эффективное прудовое рыбоводство. Настольная книга рыбака. / Сер.: Приусадебное хозяйство. –М.: АСТ, Сталкер, 2007. - 176с.

7. Пономарев С.В. Индустриальная аквакультура: Учебник для вузов. – Астрахань.: ГУП ИПК Волга, 2006. -312с.
8. Дорохов С.М., Пахомов С.Н. Прудовое рыбоводство: Учебник. -М.: Высшая школа, 1981. –285с.
9. Иванов А.А. Физиология рыб: Учебник для вузов. / Сер.: Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений. –М.: Мир, 2003. -280с.
- 10.Аполлова Т.А., Мухордова Л.Л., Скорняков В.И. Практикум по ихтиологии. Учебное пособие. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1986. -234с.
- 11.Моисеев П.А. Биологические ресурсы Мирового океана. -М: Легкая и пищевая промышленность, 1969. -339с.
- 12.Чебанов М.С., Галич Е.В., Чмырь Ю.Н. Руководство по разведению и выращиванию осетровых рыб. -М.: Росинформагротех РФ, 2004. -136с.
- 13.Никольский Г.В. Экология рыб. -М.: Высшая школа, 1974. -366с.
- 14.Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. -М.: Пищевая промышленность, 1966. -376 с.

МОДУЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ

1. Модульно-рейтинговая технология обучения студентов принята в университете в целях активизации и повышения эффективности аудиторной и самостоятельной работы студентов.

Модульно - рейтинговый подход включает два ключевых понятия: модуль и рейтинг:

- ❖ *Модуль* - это логически завершенная часть (тема, раздел) курса, который заканчивается контрольной акцией и оценивается в баллах.
- ❖ *Рейтинг* - это сумма баллов, набранная студентом в течение учебного промежутка времени по определенным правилам.

2. Сущностью модульно-рейтинговой технологии обучения является изучение учебного материала той или иной дисциплины отдельными блоками (модулями) с оценкой знаний обучающегося в виде суммы баллов за каждый вид учебной работы, предусмотренный модульной программой.

3. В основу модульной системы обучения и контроля положены следующие принципы:

- перенос центра тяжести учебного процесса на самостоятельную работу студентов;
- отказ от поточного метода обучения и переход к индивидуальной подготовке специалистов;
- возрастание роли текущего (промежуточного) контроля;
- отказ от традиционных форм оценки знаний и внедрение системы рейтинга.

При успешном освоении курса по данной системе обучения у студента отпадает необходимость или упрощается процедура сдачи экзаменов и зачетов.

4. Приступая к модульной системе обучения, студент должен освоить необходимые методические материалы, в которых представлены структура курса и модульная программа.

В комплект учебно-методических материалов входят:

Для очной формы обучения:

- учебный план;
- рабочая программа дисциплины;
- конспекты лекции;

- учебная специализированная литература

Для заочной формы обучения:

- учебно-методическое пособие по курсу;
- учебно-практические пособия по курсу (модули);

Дополнительно в материалы могут входить:

- электронные учебники;
- справочные материалы;
- деловые игры;
- прочие материал по усмотрению ответственных кафедр.

5. Система оценки знаний в модульно-рейтинговой технологии обучения предусматривает следующие виды контроля:

- входной контроль, определяющий степень усвоения студентами ранее изученного материала;
- текущий (промежуточный) контроль, определяющий степень усвоения студентом теоретической и практической части учебной программы каждого модуля;
- рубежный контроль, позволяющий оценить подготовку студента по одному или нескольким модулям;
- итоговый контроль, устанавливающий качество усвоения материала по всем модулям, составляющим изучаемый курс.

Входной контроль позволяет преподавателю оценить индивидуальную и общую подготовку студентов к изучению учебного материала. Результаты входного контроля не влияют на рейтинг студента.

Текущий (промежуточный) контроль осуществляется преподавателем по результатам выполнения студентом учебной работы или отдельной тематической части, предусмотренной программой данного модуля.

Объектом текущего контроля является посещение лекций, выполнение заданий в ходе практических занятий, выполнение лабораторных работ, курсовых проектов (работ), расчетно-графических и контрольных работ, написание рефератов, а также иные виды деятельности, определенные для каждого учебного модуля в рамках изучаемой дисциплины.

Рубежный контроль подводит итог изучения модуля или ряда модулей дисциплины.

Если в ходе изучения модуля студент должен приобрести практические

навыки, качество которых можно оценить по результатам текущего контроля (например, составить компьютерную программу), то в этом случае рубежный контроль не является обязательным.

Итоговый контроль проводится в письменной, в устной форме или в виде тестового задания. Форма проведения итогового контроля по дисциплине определяется кафедрой.

Итоговый рейтинг студента определяется как по результатам текущего и рубежного контроля, так и по результатам итогового контроля. При этом считается, что студент изучил весь курс, если по каждому модулю он набрал **минимальный рейтинг**.

6. Для расчета количества баллов весь курс разбивается на модули.

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

Если студент не набирает минимально возможного количества баллов по модулю, то такой модуль считается не изученным. В этом случае, студенту назначается дополнительный день, когда он сможет устно или письменно сдать ведущему преподавателю отдельные темы модуля или пройти повторно рубежный контроль. *Такая возможность предоставляется студенту только один раз.*

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

После окончания сессии, в установленное время, студенту может быть предоставлена возможность повторно ликвидировать задолженность.

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

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

Максимально возможная сумма баллов по дисциплине (без итогового контроля) составляет 100. В эту сумму входят рейтинговые баллы, набранные студентами в ходе текущего и рубежного контроля при изучении всех модулей курса.

7. Количество промежуточных этапов текущего контроля (контрольных точек) учебной работы студентов по каждому модулю, их форму и сроки

устанавливает кафедра, преподающая данную дисциплину.

Преподаватель кафедры, ведущий занятия со студенческой группой, обязан проинформировать группу об этом решении кафедры на первом занятии.

Оценка результатов текущего контроля зависит от сроков и качества выполнения студентами полученного задания. Сроки проведения текущего контроля устанавливаются преподавателем дисциплины в соответствии с расписанием занятий.

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

По усмотрению преподавателя ему может быть назначен новый срок (до двух недель) с выставлением рейтинга с понижающим коэффициентом:

Срок сдачи	Значение коэффициента
В срок	1
1-ая неделя после установленного срока	0,9
2-ая неделя после установленного срока	0,8
более 2-х недель после установленного срока	0,7

Кроме того, понижающий коэффициент используется для отражения качества выполнения задания:

Качество выполнения задания	Значение коэффициента
<i>Отлично</i>	1
<i>Хорошо</i>	0,8
<i>Удовлетворительно</i>	0,6

Студентам может быть предоставлена возможность по индивидуальному графику досрочно пройти систему текущего тестового контроля по всем модульным программам теоретической части курса или одного семестра.

8. Все преподаваемые в университете дисциплины по итоговой оценке знаний могут заканчиваться:

- экзаменом;
- зачетом с оценкой (дифференцированным зачетом, как правило, при выполнении курсовой работы или проекта));
- зачетом.

Ответ студента на экзамене или дифференцированном зачете оценивается суммой от **10** до **20** рейтинговых баллов.

Оценка в **9** и менее баллов считается неудовлетворительной, студенту за экзамен выставляется **0** баллов и общая оценка «неудовлетворительно».

Студенты, не сдавшие экзамен (итоговый контроль) по расписанию, имеют право пройти переэкзаменовку (вторичный итоговый контроль) после окончания сессии, но не более двух раз. Во второй раз передача экзамена осуществляется в присутствии комиссии, назначаемой заведующим кафедрой, в срок не позднее начала следующей сессии.

Студент, по неважной причине не ликвидировавший задолженность до начала следующей сессии, к занятиям не допускается и отчисляется из университета.

9. Студенты, показавшие высокие результаты в ходе изучения каждого модуля, могут получить определенные поощрения.

Так, студенты, набравшие по дисциплинам с экзаменом или дифференцированным зачетом в ходе текущего и рубежного контроля сумму от **70** до **100** баллов (по всем модулям курса), имеют право получить итоговую оценку *без итогового контроля*, в соответствии со следующей шкалой пересчета баллов:

- от **70** до **79** баллов - «удовлетворительно»;
- от **80** до **89** баллов - «хорошо»;
- от **90** до **100** баллов - «отлично».

Для студента, набравшего от **60** до **69** баллов, - итоговая аттестация обязательна.

10. Студент получает оценку «зачет» по дисциплине, если он набрал не менее **60** баллов по результатам текущего и рубежного контроля.

11. Студент может повысить свой рейтинг и получить более высокую итоговую оценку, сдав итоговый экзамен.

В этом случае, по результатам текущего, рубежного и итогового контроля студенту выставляется традиционная оценка (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно), в соответствии со следующей шкалой пересчета рейтинговых баллов:

- от **70 - 84** - «удовлетворительно»;
- от **85 - 99** - «хорошо»;
- более **100** - «отлично».

12. По итогам изучения дисциплины преподаватель проводит рейтинговую оценку студентов по установленной форме. Один экземпляр заполненной формы остается на кафедре, другой передается в деканат для оценки суммарного рейтинга студента не позднее 1 недели после окончания экзаменационной сессии.

13. Курсовой проект (работа), расчетно-графическая и контрольная работа, содержательно охватывающие несколько модулей курса, рассматриваются как самостоятельный модуль с присвоением определенного количества баллов в пределах общей суммы баллов, отведенных на изучение дисциплины **(100)**.

Количество рейтинговых баллов по названным выше видам работ определяется ведущим преподавателям и отражается в модульной карте дисциплины.

14. Суммарный рейтинг студента рассчитывается в деканате исходя из суммы баллов набранных им по всем дисциплинам курса.

Кроме того, деканат определяет средний балл успеваемости студентов по закрепленным за ним специальностям. Эти сведения представляются в Учебно-методический центр не позднее 15 июля каждого года для анализа успеваемости по всем специальностям университета.

ВОПРОСЫ К ИТОГОВОМУ КОНТРОЛЮ

Примерные вопросы ИТОГОВОГО (обобщающего контроля) по факту освоения дисциплины:

1. *Условия на Земле в период возникновения хордовых.*
2. *Карпозубообразные. Систематическое положение. Особенности строения, биологии, распространения.*
3. *Характеристика строения, систематическое положение, особенности возникновения, биологии и распространения Многоперов.*
4. *Характеристика Берикоидных рыб. Происхождение. Отряды.*
5. *Характеристика строения, систематическое положение, особенности возникновения и биологии Палеонисков.*
6. *Опахообразные, происхождение, систематическое положение, особенности строения и биологии.*
7. *Характеристика типа хордовых, подтипы.*
8. *Сарганообразные. Происхождение. Систематическое положение. Особенности строения, биологии, распространения, подотряды.*
9. *Характеристика строения, систематическое положение, особенности возникновения, биология и распространение Костных ганоидов.*
10. *Камбалообразные, подотряды. Происхождение, систематическое положение, особенности строения и биологии, представители.*
11. *Характеристика подтипа Черепных, надклассы.*
12. *Происхождение, эволюционное значение Солнечникообразных. Особенности строения и биологии.*
13. *Характеристика строения, систематическое положение, особенности возникновения, биологии и распространения Костных ганоидов.*
14. *Четырехзубообразные, подотряды, особенности строения и биологии.*
15. *Араваноидные рыбы, систематическое положение. Отряды. Особенности биологии и распространения.*
16. *Характеристика Скорпеноидных рыб, отряды. Скорпенообразные, подотряды. Происхождение, особенности строения и биологии.*
17. *Причины возникновения и условия развития бесчелюстных. Классы бесчелюстных.*
18. *Колюшкообразные, подотряды. Происхождение, особенности строения и биологии.*
19. *Араванообразные, систематическое положение, особенности строения, биологии, распространения, подотряды.*
20. *Характеристика Ганоидных рыб, отряды.*
21. *Миксины и миноги. Особенности их биологии.*

22. *Надотряд Ганоидных рыб, отряды. Долгохвостообразные.
Происхождение, особенности строения и биологии.*
23. *Надотряды инфракласса Костистых рыб.*
24. *Надотряд Ганоидных рыб, отряды. Трескообразные, семейства.
Происхождение, особенности строения, биологии, распространения.*
25. *Характеристика надкласса Челюстноротых. Классы Челюстноротых и особенности условий их обитания.*
26. *Характеристика Батрахоидных рыб, отряды. Удильщикообразные.*
27. *Клюпеоидные рыбы, отряды. Особенности их строения, биологии, распространения.*
28. *Бычкovidные. Систематическое положение, особенности строения и биологии.*
29. *Характеристика Тарпонообразных.*
30. *Собачковидные. Систематическое положение, особенности строения и биологии.*
31. *Происхождение Сельдеобразных, систематическое положение, подотряды, особенности биологии и распространения.*
32. *Скумбриевидные. Систематическое положение, особенности строения и биологии.*
33. *Происхождение Лососеобразных, систематическое положение, подотряды, особенности биологии и распространения.*
34. *Нототениевидные. Систематическое положение, особенности строения, биологии, распространения.*
35. *Причины и условия возникновения Хрящевых рыб, подклассы, надотряды.
Причины выхода Хрящевых рыб в морские воды и особенности их морского филогенетического развития.*
36. *Мечерыловидные. Систематическое положение, особенности строения и биологии.*
37. *Семейства Лососевидных. Особенности биологии дальневосточных и европейских лососей, представители.*
38. *Змееголовообразные. Сходство и различия с Лабиринтовидными.*
39. *Характеристика Хрящевых рыб, акулы и скаты, особенности их биологии.*
40. *Надотряд Циприноидных рыб, отряды. Карпообразные, подотряды.
Подотряд Карповидные, семейства. Семейство Карповых, представители. Особенности биологии.*
41. *Семейства Щуковидных, особенности биологии и распространения.*
42. *Кефалеобразные, подотряды. Происхождение, особенности строения и биологии.*

43. *Причины возникновения, систематическое положение, особенности строения и биологии Химер.*
44. *Надотряд Циприноидных рыб, отряды. Карпообразные, подотряды. Подотряд Карповидные, семейства. Особенности строения, биологии, распространения.*
45. *Ангвиллоидные рыбы. Отряды. Особенности строения и биологии. Цикл жизни речного угря.*
46. *Лабиринтовидные. Систематическое положение. Особенности строения, биологии, распространения.*
47. *Ангвиллоидные рыбы. Отряды. Особенности строения и биологии. Мешкоротообразные.*
48. *Песчанковидные и Шиндлериевидные. Систематическое положение, особенности строения и биологии.*
49. *Причины и условия возникновения Костных рыб, их систематическое положение, подклассы, инфраклассы*
50. *Окуневидные, основные семейства.*
51. *Особенности строения Циприноидных рыб, отряды.*
52. *Прилипаловидные. Происхождение, систематическое положение, особенности строения и биологии.*
53. *Надотряд Циприноидных рыб, отряды. Карпообразные, подотряды. Особенности строения, биологии, распространения.*
54. *Происхождение Окунеобразных, подотряды.*
55. *Особенности возникновения и анатомического строения двоякодышащих и кистеперых, их систематическое положение и особенности распространения.*
56. *Надотряд Циприноидных рыб, отряды. Карпообразные, подотряды. Особенности строения, биологии, распространения.*
57. *Характеристика Лучеперых, инфраклассы. Особенности возникновения Лучеперых и пути развития.*
58. *Надотряд Перкоидных рыб, отряды. Характеристика. Происхождение.*
59. *Надотряды инфракласса Ганоидных рыб, особенности строения биологии и распространения.*
60. *Надотряд Циприноидных рыб, отряды. Сомообразные, основные семейства. Особенности строения, биологии, распространения.*

Гамыгин Е.А.

Ихтиология

Рабочая программа для бакалавров очной формы обучения, по специальности 110900.62 – «Водные биоресурсы и аквакультура»

Подписано к печати:

Тираж:

Заказ №:

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

(образован в 1953г)

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



www.mgutm.ru

Утверждаю:

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

Никишин А.Л.

«___» _____ 2010г

ПОНОМАРЕВ А.К.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Ихтиология

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

Степень выпускника – *специалист*

Срок обучения – полный, сокращенный

Форма обучения – ОЧНАЯ, ЗАОЧНАЯ

Москва, 2010

УДК 639.3

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

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

Разработчик РП: *Горбунов А.В.*

Автор (составитель): *к.б.н., доц., Пономарев А.К.*

;

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

Рецензенты:

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

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

© Пономарев А.К. Ихтиология: *Рабочая программа для студентов всех форм и видов обучения, по специальности 110901.65 «Водные биоресурсы и аквакультура» / Сер. Рабочая учебно-методическая документация МГУТУ. – М.: МГУТУ, 2010. – 16с. Ред.2. перераб.*

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

109004, Москва, Земляной вал, 73.

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины являются:

Знания о рыбе как о живом организме во всем многообразии его жизнедеятельности, имеющем большое хозяйственное значение.

Задачами дисциплины являются:

Характеристика рыбы как водного животного, специфика его строения и образа жизни, взаимосвязь со средой обитания, географическое распределение, особенности роста и возраст различных видов, и их зависимость от условий внешней среды, размножение и динамику численности популяции, питание и миграционные процессы.

2. В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- Знать:
 - Систему рыбообразных и рыб, их строение, состав ихтиофауны различных регионов России и Мирового океана, закономерности поведения, размножения, роста и численности;
 - Основные параметры по оценке рыб и рыбных популяций.
- Уметь:
 - Определять видовую принадлежность рыб, их возраст, размеры, стадию зрелости, упитанность и питание;
 - Устанавливать миграционные пути, нерестовые места, разрабатывать научные основы рационального промысла.

Распределение трудоемкости дисциплины

В соответствии с учебным планом:

Наименование дисциплины	общий	Объем занятий в ак. часах							
		всего	лек-ций	лаб. зан.	прак зан.	сам. раб.	к.р.	экз.	зач.
Ихтиология	300	42	6	36	-	258	КР4	3	4

В том числе по курсам:

3 курс			4 курс			5 курс		
лек	лаб	пр	лек	лаб	пр	лек	лаб	пр
4	26		2	10				

Примерный тематический план теоретических занятий

№	Наименование темы	Ак. часов
1.	Особенности строения рыбы как водного животного. Морфо-анатомические особенности рыб.	2
2.	Влияние на рыб абиотических факторов. Биотические взаимоотношения.	2
3.	Географическое распространение промысловых видов рыб. Методика работы с определителями.	2
	ВСЕГО:	6

Примерный перечень лабораторно-практических работ

№	Наименование темы	Ак. часов
1.	Основные части и формы тела рыб. Внешнее строение головного отдела рыб.	2
2.	Миноги и Миксины.	4
3.	Хрящевые рыбы (Акулы, Скаты, Цельноголовые).	4
4.	Кистеперые и Двоякодышащие.	4
5.	Отряд Осетрообразные.	4
6.	Отряд Сельдеобразные.	4
7.	Отряд Лососеобразные.	4
8.	Топография внутренних органов.	2
9.	Типы чешуи рыб, боковая линия.	2
10.	Строение скелета костных рыб. Строение и функции плавников рыб, их обозначения.	2
11.	Отряд Миктофообразные.	2
12.	Отряд Угреобразные.	2
	ВСЕГО:	36

Перечень тем для самостоятельного освоения

1. Общая характеристика:
 - 1.1. Надкласс Бесчелюстные
 - 1.2. Надкласс Челюстноротые
 - 1.3. Класс Хрящевые рыбы
 - 1.4. Класс Костные рыбы
 - 1.5. Надотряд Ганоидные
 - 1.6. Надотряд Клюпеоидные
 - 1.7. Надотряды Араваноидные и Ангвиллоидные
 - 1.8. Надотряд Циприноидные
 - 1.9. Надотряд Атериноидные
 - 1.10. Надотряд Параперкоидные
 - 1.11. Надотряд Перкоидные
 - 1.12. Надотряд Батрахоидные
 - 1.13. Отряд Карпообразные.
 - 1.14. Отряд Сомообразные.
 - 1.15. Отряд Сарганообразные.
 - 1.16. Отряд Трескообразные
 - 1.17. Отряд Окунеобразные.
 - 1.18. Отряд Скорпенообразные.
 - 1.19. Отряд Камбалообразные.
 - 1.20. Отряд Бериксообразные.
 - 1.21. Отряд Солнечникообразные.
 - 1.22. Отряд Колюшкообразные.
 - 1.23. Отряд Кефалеобразные.
 - 1.24. Отряд Иглобрюхообразные
2. Возраст и рост рыб.
3. Питание рыб.
4. Размножение рыб.
5. Жизненный цикл рыб.
6. Миграции различных видов рыб и их типы.

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Введение. Краткая история развития ихтиологии. Современное состояние мирового рыбного промысла и промысла России.

При разработке этой темы следует четко представить содержание курса и задачи ихтиологии. Составляя сжатый обзор истории развития ихтиологии, необходимо выделить сведения о трудах важнейших русских ихтиологов, подчеркнув их роль в развитии этой науки. Особенно обстоятельно следует

изучить роль и значение ихтиологии как основы для разработки методов организации и развития рационального рыбного хозяйства. Студенты должны ознакомиться с этапами развития ихтиологии, с трудами наиболее выдающихся ученых-ихтиологов и изучить значение развития ихтиологической науки. Необходимо знать основные проблемы, разрабатываемые современной ихтиологией. Задачи по развитию рыбной отрасли народного хозяйства, поставленные в “Основных направлениях экономического и социального развития России на 1990-2010 годы и на период до 2020 года”, утвержденных Правительством РФ.

Особенности строения рыбы как водного животного (внешнее и внутреннее строение). Сравнительный обзор анатомического строения рыбообразных, хрящевых и костных рыб.

При изучении формы тела, строения скелета, плавников, покровов и внутренних органов необходимо составить представление об их эволюционных изменениях, последовательно сопоставляя строение отдельных систем и выявляя постепенное усложнение строения рыб. Необходимо четко представлять функции всех систем органов.

Введение в частную ихтиологию. Основные промысловые рыбы. Система рыбообразных и рыб. Систематические категории. Правила научной номенклатуры.

В частной ихтиологии в систематическом порядке, то есть в порядке родства, изучаются рыбообразные и рыбы.

При изучении отдельных видов рекомендуется обращать внимание на их признаки и систематическое положение. Необходимо знать 1-2-3 ведущих (основных) признаков, характерных для данного вида: к какому роду, семейству, отряду и т.п. он принадлежит, а также основные признаки этого рода, семейства, отряда. Следует иметь представление о распространении данного вида.

Необходимо знать экологическую характеристику, под которой подразумевается биологическая классификация, биологическая характеристика, место обитания. В ней указывается, какая это рыба – морская, проходная, пресноводная, донная или пелагическая; стайная или нет; холодолюбивая или теплолюбивая и т.д.

Необходимо знать биологическую характеристику, включающую данные

о размерах, возрасте, росте, размножении (плодовитость, возраст половозрелости, места, сроки и условия нереста, характеристика икры, развитие икры и личинок), миграция, питание.

Студенты должны ознакомиться с промысловой характеристикой, учитывающей значение и особенности отдельных рыбопромысловых водоемов и численность обитающих в них видов; влиянием промысла на численность и ее динамику; качество рыбы как пищевого продукта.

В разделы частной ихтиологии включено описание признаков крупных систематических категорий – от отрядов и выше, которые в общем плане известны из общей части, но их следует пополнить дополнительными характеристиками.

Некоторое затруднение при усвоении материалов учебных пособий могут вызвать цифры, характеризующие размеры рыб, размеры икринок, плодовитость, уловы и т. д.

Следует запомнить порядок этих цифр, достаточно хорошо характеризующий изучаемый признак. Так, например: длина рыбы 20-30 см, диаметр икринок около 1-2 мм; плодовитость – от 2 до 12 тыс. икринок.

Уловы следует называть в округленных цифрах в десятках, сотнях тысяч или в миллионах центнеров.

В результате проработке данной темы у студента должно сложиться отчетливое представление о различных систематических категориях, о понятии вида и о свойственной ему внутривидовой изменчивости. Должны быть усвоены правила систематической номенклатуры, латинское описание подвида, вида, получено представление о геологических периодах возникновения представителей различных подотрядов.

Следует уметь составить краткую характеристику крупных систематических категорий, включая главнейшие отряды костистых рыб и помнить их отличительные признаки.

Надкласс бесчелюстных. Класс круглоротых (рыбообразных). Миноги. Миксины. Основные черты биологии.

Составляя представление о круглоротых – миногах и миксинах, студент должен достаточно ясно осмыслить и перечислить их существеннейшие отличия от типичных рыб, заставляющие отнести их к отдельному классу.

Называя основные признаки представителей класса круглоротых, необходимо подробно характеризовать подкласс миног и подкласс миксин,

распространение и биологию их представителей, упомянув о их промысловом значении и наносимом вреде другим рыбам.

Ряд рыб. Класс хрящевых рыб. Подклассы. Подкласс пластиножаберных. Акулы и скаты. Биология. Промысловое значение.

При изучении представителей пластиножаберных и цельноголовых особое внимание следует обратить на те признаки, которые с одной стороны отличают их от других групп рыб (ганоидов, двоякодышащих и тем более типичных костистых), а также свидетельствуют о их относительно примитивном уровне развития.

Необходимо хорошо знать биологию и промысловое значение акул, скатов и химер, называя наиболее характерных представителей. Следует отметить существенное различие в питании некоторых акул: наряду с типичными хищниками встречаются акулы-планктофаги.

Класс костных рыб. Общая характеристика. Подклассы двоякодышащих, кистеперых, лучерепных. Надотряды многоперов, хрящевых и костных ганоидов. Отряд осетрообразных. Распространение, биология, промысловое значение.

Помимо внимательного анализа особенностей строения рыб, относящихся к подклассу двоякодышащих, должна быть усвоена причинность своеобразного развития этой ветви рыб, зависящий от весьма своеобразных условий обитания, свойственным этим пресноводным рыбам.

Наряду с анализом систематической структуры подклассов лучеперых и кистеперых рыб, характеристикой различий между кистеперыми и лучеперыми с входящими в них надотрядами, важно на примере этих рыб усвоить исключительную морфо-биологическую стабильность, свойственную виду, сохранившую на примере латимерии сходные черты с ее предками, жившими сотни миллионов лет тому назад.

В результате разработки данной темы необходимо уметь дать систематическую характеристику многоперов, хрящевых и костных ганоидов, перечислить их основных представителей, уметь их различать по внешним признакам, составить подробное описание их биологии и промыслового значения, особенно выделяя роль южных морей России в воспроизводстве осетровых.

Надотряды костистых рыб. Характеристика. Отряд сельдеобразных, подотряды сельдевидных и лососевидных. Биология отрядов большеротых и светящихся анчоусов, промысловое значение.

Приступая к изучению представителей костистых, следует помнить, что к ним относится подавляющее большинство современных рыб и прежде всего промысловых объектов.

Остановившись на характеристике отряда сельдеобразных, необходимо учитывать, что сельдеобразные являются исходной группой для всех остальных отрядов костистых рыб.

Особенно тщательно следует ознакомиться с семействами сельдевых и анчоусовых, имеющих важное промысловое значение.

Помимо усвоения основных признаков, свойственных подотряду лососевидных и семейств его составляющих, необходимо на примере лососей и особенно атлантических и тихоокеанских лососей, уяснить происхождение этой группы рыб, постепенное изменение их условий обитания, расширение ареала за счет освоения морских акваторий и образования крупномасштабных миграций, свойственных проходным рыбам.

Необходимо знать основных представителей главнейших родов, их биологию, распространение, промысловое значение и возможности их искусственного разведения.

Отряд карпообразных. Характеристика. Подотряды карповидных и сомовидных. Характеристика, биология, промысловое значение.

Рассматривая и изучая эту важную в промысловом и рыбоводном отношении, весьма многочисленную и исключительно разнообразную пресноводную группу рыб, следует четко усвоить ее подразделение на подотряды и семейства, хорошо знать важнейших представителей всех семейств и главнейших родов, особенно обстоятельно характеризуя в систематическом и в биологическом плане наиболее значимые промысловые виды.

Отряды угреобразных, щукообразных, сарганообразных, трескообразных, макрурообразных, колюшкообразных. Характеристика, биология, промысловое значение.

При проработке материала необходимо сосредоточить основное внимание на систематико-биологической характеристике отрядов, входящих в

них семейств и наиболее важных с промысловой точки зрения представителей.

Отряд окунеобразных. Характеристика. Подотряды. Подотряды окуневидных, скумбриевидных, костнощечных, лабиринтовых, бычководных, песчановидных, морских собачек. Семейства, представители, распространение, биология, промысловое значение.

Этот весьма разнообразный и богатый промысловыми видами отряд требует тщательного изучения. Особенности строения, образ жизни и распространение представителей отряда имеют большое значение при организации рационального промысла.

Отряд камбалообразные и кефалеобразные. Характеристика, важнейшие подотряды и семейства, представители, распространение, биология, промысловое значение.

Представители отряда камбалообразных отличаются от остальных несимметричным (во взрослом состоянии) телом, односторонним расположением глаз и рядом других признаков, образовавшихся в процессе исторического развития при переходе на донный образ жизни.

Эти особенности камбалообразных необходимо учитывать при изучении строения и филогении представителей данного отряда, включающего в себя сравнительно небольшое число семейств, некоторые представители которых обладают большой численностью и имеют важное промысловое значение.

При изучении кефалеобразных следует обратить внимание на характер питания их и значение в акклиматизационных работах.

Отряды солнечникообразных, колюшкообразных, пучкожаберных, прилипалообразных, удильщикообразных. Характеристика, представители, биология, распространение.

Включенные в данную тему отряды имеют относительно небольшое промысловое значение, но характерны рядом особенностей своего происхождения, строения и биологии. Поэтому при их изучении необходимо рассмотреть с точки зрения местоположения в общей системе рыб, а также как объекты, занимающие определенные экологические ниши.

Географическое распространение рыб.

Нужно знать типичных представителей ихтиофауны арктической, бореальной, субтропической, тропической и антарктической зон Мирового океана.

Особенности распространения по зоогеографическим областям пресноводных проходных рыб - двоякодышащих, костных ганоидов, лососевых, карповых.

Примеры циркумполярного, амфибореального и биполярного распространения рыб.

Особенности видового состава ихтиофауны бассейнов Аральского, Каспийского, Черного, Балтийского, Белого, Баренцева морей, рек Сибири, бассейна Амура и озера Байкал.

Возможности направленного формирования ихтиофауны водоемов. Примеры акклиматизации рыб.

Рекомендуема литература

Обязательная:

1. Привезенцев Ю.А., Власов В.А. Рыбоводство: Учебник для вузов. / Сер.: Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений. –М.: Мир, 2007. -456с.
2. Никольский Г.В. Частная ихтиология. - М.: Высшая школа, 1971. - 436с.
3. Никифоров-Никишин А.Л., Бородин А.Л., Козлов В.И. Аквакультура: Учебник для вузов. / Сер.: Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений. –М.: КолосС, 2006. -448с.
4. Моисеев П.А., Азизова Н.А., Куранова И.И. Ихтиология. -М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. -380с.

Дополнительная:

5. Головина Н.А., Стрелков Ю., Воронин В. Ихтиопатология: Учебник для вузов. / Сер.: Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений. –М.: Мир, 2003. -456с.
6. Сабодаш В.М. Эффективное прудовое рыбоводство. Настольная книга рыбоведа. / Сер.: Приусадебное хозяйство. –М.: АСТ, Сталкер, 2007. - 176с.
7. Пономарев С.В. Индустриальная аквакультура: Учебник для вузов. –

- Астрахань.: ГУП ИПК Волга, 2006. -312с.
8. Дорохов С.М., Пахомов С.Н. Прудовое рыбоводство: Учебник. -М.: Высшая школа, 1981. –285с.
 9. Иванов А.А. Физиология рыб: Учебник для вузов. / Сер.: Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений. –М.: Мир, 2003. -280с.
 - 10.Аполлова Т.А., Мухордова Л.Л., Скорняков В.И. Практикум по ихтиологии. Учебное пособие. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1986. -234с.
 - 11.Моисеев П.А. Биологические ресурсы Мирового океана. -М: Легкая и пищевая промышленность, 1969. -339с.
 - 12.Чебанов М.С., Галич Е.В., Чмырь Ю.Н. Руководство по разведению и выращиванию осетровых рыб. -М.: Росинформагротех РФ, 2004. -136с.
 - 13.Никольский Г.В. Экология рыб. -М.: Высшая школа, 1974. -366с.
 - 14.Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. -М.: Пищевая промышленность, 1966. -376 с.

ВОПРОСЫ К ИТОГОВОМУ КОНТРОЛЮ

1. *Условия на Земле в период возникновения хордовых.*
2. *Карпозубообразные. Систематическое положение. Особенности строения, биологии, распространения.*
3. *Характеристика строения, систематическое положение, особенности возникновения, биологии и распространения Многоперов.*
4. *Характеристика Берикоидных рыб. Происхождение. Отряды.*
5. *Характеристика строения, систематическое положение, особенности возникновения и биологии Палеонисков.*
6. *Опахообразные, происхождение, систематическое положение, особенности строения и биологии.*
7. *Характеристика типа хордовых, подтипы.*
8. *Сарганообразные. Происхождение. Систематическое положение. Особенности строения, биологии, распространения, подотряды.*
9. *Характеристика строения, систематическое положение, особенности возникновения, биология и распространение Костных ганоидов.*
10. *Камбалобразные, подотряды. Происхождение, систематическое положение, особенности строения и биологии, представители.*
11. *Характеристика подтипа Черепных, надклассы.*

12. Происхождение, эволюционное значение Солнечникообразных. Особенности строения и биологии.
13. Характеристика строения, систематическое положение, особенности возникновения, биологии и распространения Костных ганоидов.
14. Четырехзубообразные, подотряды, особенности строения и биологии.
15. Араваноидные рыбы, систематическое положение. Отряды. Особенности биологии и распространения.
16. Характеристика Скорпеноидных рыб, отряды. Скорпенообразные, подотряды. Происхождение, особенности строения и биологии.
17. Причины возникновения и условия развития бесчелюстных. Классы бесчелюстных.
18. Колюшкообразные, подотряды. Происхождение, особенности строения и биологии.
19. Араванообразные, систематическое положение, особенности строения, биологии, распространения, подотряды.
20. Характеристика Ганоидных рыб, отряды.
21. Миксины и миноги. Особенности их биологии.
22. Надотряд Ганоидных рыб, отряды. Долгохвостообразные. Происхождение, особенности строения и биологии.
23. Надотряды инфракласса Костистых рыб.
24. Надотряд Ганоидных рыб, отряды. Трескообразные, семейства. Происхождение, особенности строения, биологии, распространения.
25. Характеристика надкласса Челюстноротых. Классы Челюстноротых и особенности условий их обитания.
26. Характеристика Батрахонидных рыб, отряды. Удильщикообразные.
27. Клюпеонидные рыбы, отряды. Особенности их строения, биологии, распространения.
28. Бычковидные. Систематическое положение, особенности строения и биологии.
29. Характеристика Гарпонообразных.
30. Собачковидные. Систематическое положение, особенности строения и биологии.
31. Происхождение Сельдеобразных, систематическое положение, подотряды, особенности биологии и распространения.
32. Скумбриевидные. Систематическое положение, особенности строения и биологии.
33. Происхождение Лососеобразных, систематическое положение, подотряды, особенности биологии и распространения.
34. Нототениевидные. Систематическое положение, особенности строения, биологии, распространения.

35. *Причины и условия возникновения Хрящевых рыб, подклассы, надотряды. Причины выхода Хрящевых рыб в морские воды и особенности их морского филогенетического развития.*
36. *Мечерыловидные. Систематическое положение, особенности строения и биологии.*
37. *Семейства Лососевидных. Особенности биологии дальневосточных и европейских лососей, представители.*
38. *Змееголовообразные. Сходство и различия с Лабиринтовидными.*
39. *Характеристика Хрящевых рыб, акулы и скаты, особенности их биологии.*
40. *Надотряд Циприноидных рыб, отряды. Карпообразные, подотряды. Подотряд Карповидные, семейства. Семейство Карповых, представители. Особенности биологии.*
41. *Семейства Щуковидных, особенности биологии и распространения.*
42. *Кефалеобразные, подотряды. Происхождение, особенности строения и биологии.*
43. *Причины возникновения, систематическое положение, особенности строения и биологии Химер.*
44. *Надотряд Циприноидных рыб, отряды. Карпообразные, подотряды. Подотряд Карповидные, семейства. Особенности строения, биологии, распространения.*
45. *Ангвиллоидные рыбы. Отряды. Особенности строения и биологии. Цикл жизни речного угря.*
46. *Лабиринтовидные. Систематическое положение. Особенности строения, биологии, распространения.*
47. *Ангвиллоидные рыбы. Отряды. Особенности строения и биологии. Мешкоротообразные.*
48. *Песчанковидные и Шиндлериевидные. Систематическое положение, особенности строения и биологии.*
49. *Причины и условия возникновения Костных рыб, их систематическое положение, подклассы, инфраклассы*
50. *Окуневидные, основные семейства.*
51. *Особенности строения Циприноидных рыб, отряды.*
52. *Прилипаловидные. Происхождение, систематическое положение, особенности строения и биологии.*
53. *Надотряд Циприноидных рыб, отряды. Карпообразные, подотряды. Особенности строения, биологии, распространения.*
54. *Происхождение Окунеобразных, подотряды.*
55. *Особенности возникновения и анатомического строения двоякодышащих и кистеперых, их систематическое положение и особенности распространения.*

56. Надотряд Циприноидных рыб, отряды. Карпообразные, подотряды. Особенности строения, биологии, распространения.
57. Характеристика Лучеперых, инфраклассы. Особенности возникновения Лучеперых и пути развития.
58. Надотряд Перкоидных рыб, отряды. Характеристика. Происхождение.
59. Надотряды инфракласса Ганоидных рыб, особенности строения биологии и распространения.
60. Надотряд Циприноидных рыб, отряды. Сомообразные, основные семейства. Особенности строения, биологии, распространения.

Пономарев А.К.

Ихтиология

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

Подписано к печати:

Тираж:

Заказ №:

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

Кафедра биоэкологии и ихтиологии

Модульный обучающий комплекс МГУТУ

Система вузовской учебной документации

ПОНОМАРЕВ А.К.

ИХТИОЛОГИЯ

*Учебно-практическое пособие для студентов
всех форм и видов обучения, по специальности
110901 - Водные биоресурсы и аквакультура*

МОДУЛЬ 1



www.mgutm.ru

Москва, 2009

УДК 639.3

© Пономарев А.К. Ихтиология: Учебно-практическое пособие. Модуль 1. / Сер. Система вузовской учебной документации. –М.: МГУТУ, 2009. -68с. Изд. 2-е, дополнен.

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

Рассмотрено на заседании кафедры «Биоэкологии и ихтиологии» МГУТУ протокол №7 от 19.04.2009г и рекомендовано в качестве учебно-практического пособия.

Рекомендовано Институтом информатизации образования РАО.

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

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

Учебно-практическое пособие предназначено для студентов всех форм и видов обучения, по специальности 110901 - Водные биоресурсы и аквакультура

Автор (составитель): к.б.н., доцент Пономарев А.К.

Рецензенты:

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

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

Редактор: Коновалова Л.Ф.

© Московский государственный университет технологий и управления, 2009.
109004, Москва, Земляной вал, 73.

кафедра "Биоэкологии и Ихтиологии", 2009.

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

ПУТЕВОДИТЕЛЬ ПО МОДУЛЬНОЙ СТРУКТУРЕ ДИСЦИПЛИНЫ *ИХТИОЛОГИЯ*

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

<p>Методика модульно-рейтинговой оценки качества подготовки специалистов. Путеводитель по модульной структуре дисциплины. Рабочая программа по освоению дисциплины. Рубежный контроль: РК1: Методические указания по написанию контрольной работы. РК2: Методические указания по написанию курсовой работы. Лабораторно-практические работы. Рекомендуемая литература. Обобщающий (итоговый) контроль</p>	<p>Уч-МП</p>
<p>Анатомия и физиология рыб. Форма тела, внешние признаки и покровы. Внутренний скелет и мускулатура. Нервная система и органы чувств. Нервная система. Органы чувств. Внутренние органы. Органы пищеварения. Пищеварительные железы. Органы дыхания. Органы выделения. Половые органы. Рыбы и внешняя среда. Влияние на рыб биотических факторов. Влияние на рыб абиотических факторов.</p>	<p>Уч-ПП Модуль 1</p>
<p>Систематика рыб. Надкласс бесчелюстные. Подкласс миксины. Отряд миксинообразные. Подкласс миноги. Отряд миногообразные. Семейство миноговые. Надкласс челюстноротые, отряд рыбы. Класс хрящевые рыбы. Подкласс пластиножаберные. Надотряд акулы. Семейство колючие акулы. Надотряд скаты. Подкласс цельноголовые. Класс костные рыбы. Подклассы: кистеперые, двоякодышащие, лучеперые. Надотряды: многоперы, хрящевые ганоиды, хрящекостные. Семейство осетровые. Надотряды: костные ганоиды, костистые рыбы. Отряд сельдеобразные. Семейства: сельдевые, анчоусовые, лососевые, корюшковые. Отряд светящиеся анчоусы. Семейство светящиеся анчоусы. Отряд щукообразные. Семейство щуковые. Отряд угреобразные. Семейство речные угри. Отряд карпообразные. Семейства: карповые, сомовые. Отряд сарганообразные. Семейства: саргановые, макрелешуковые. Отряд трескообразные. Семейство тресковые. Отряд макрурообразные, или долгохвостообразные. Отряд окунеобразные. Семейства: серрановые, или каменные окуни; окуневые; султанковые, или барабулевые; ставридовые; помадазиевые, или рыбы-ворчуны; спаровые, или морские караси; горбылевые; губановые; нототениевые; белокровные рыбы; зубатковые; бельдюговые; скумбриевые; тунцовые; мечерылые; бычковые; скорпеновые; терпуговые; строматеевые. Отряд камбалообразные. Семейства: ромбовые, или калкановые; камбаловые. Отряд кефалеобразные. Семейство кефалевые.</p>	<p>Уч-ПП Модуль 2</p>
<p>Биология рыб. Питание: возрастные изменения в питании, качественная и количественная характеристика питания, сезонные изменения в питании, суточный рацион рыб, избирательная способность в питании, пищевые отношения между рыбами. Рост и возраст: рост рыб и методы его вычисления, возраст рыб и методы его определения. Миграции: кормовые миграции, нерестовые миграции, зимовальные миграции, вертикальные миграции, методы изучения миграций. Размножение: шкалы зрелости, икрометание, характеристика выметываемой икры, места нереста рыб, забота о потомстве, плодовитость рыб, развитие икры.</p>	<p>Уч-ПП Модуль 3</p>

Где: Уч-МП – учебно-методическое пособие;
Уч-ПП – учебно-практическое пособие.
Ваше текущее местоположение затенено серым цветом.

Выдержка из методики модульно-рейтинговой оценки знаний

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

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

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

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

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

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

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

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ И ТЕРМИНОВ	6
ТЕМА 1: АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ РЫБ	8
ФОРМА ТЕЛА, ВНЕШНИЕ ПРИЗНАКИ И ПОКРОВЫ	8
<i>Внутренний скелет и мускулатура</i>	<i>19</i>
НЕРВНАЯ СИСТЕМА И ОРГАНЫ ЧУВСТВ	25
<i>Нервная система</i>	<i>26</i>
<i>Органы чувств</i>	<i>28</i>
ВНУТРЕННИЕ ОРГАНЫ.....	32
<i>Органы пищеварения.....</i>	<i>32</i>
<i>Пищеварительные железы.....</i>	<i>34</i>
<i>Органы дыхания.....</i>	<i>37</i>
<i>Органы выделения</i>	<i>39</i>
<i>Половые органы.....</i>	<i>40</i>
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ:.....	42
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА ПО ТЕМЕ:	42
ТЕМА 2: РЫБЫ И ВНЕШНЯЯ СРЕДА	43
ВЛИЯНИЕ НА РЫБ БИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ.....	43
<i>Влияние на рыб абиотических факторов.....</i>	<i>46</i>
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ:.....	49
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА ПО ТЕМЕ:	49
ЛАБОРАТОРНЫЕ (ПРАКТИЧЕСКИЕ) ЗАНЯТИЯ	51
ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ ПО МОДУЛЮ ..	61

КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ И ТЕРМИНОВ

- Абиотические факторы** – это комплекс физических и химических свойств воды.
- Автостилический тип черепа** – верхняя челюсть совершенно сливается с черепной коробкой.
- Аксон** – это отросток нервной клетки, достигающий иногда длины 1 м.
- Амфицельные** – это позвонки двояковогнутой формы.
- Анус** – отдельное отверстие, которым открывается задняя кишка рыб.
- Безусловный рефлекс** – это рефлекс врожденный.
- Биотические факторы** – это мир животных и растительных организмов, окружающих рыбу.
- Брызгальца** – остаток нефункционирующей жаберной щели.
- Венозный синус (венозная пазуха)** – мешкообразное расширение, имеющее тонкие спадающиеся стенки, из которого кровь попадет в предсердие.
- Висцеральный** – от латинского — *Visceras* – внутренности, внутренностный, относящийся к внутренним органам животного.
- Гипофиз** – вырост промежуточного мозга, представляющий собой железу внутренней секреции.
- Гипурале** – последний позвонок в позвоночнике, образующий расширенное основание для прикрепления лучей хвостового плавника у рыб.
- Глотка** – участок пищеварительного тракта между ротовой полостью и пищеводом.
- Гоистилический тип черепа** – челюсти подвешены к черепу при помощи одного подвешного аппарата, хрящевого или костного, и особых связок.
- Гуанофоры (иридоциты)** – это отражающие свет кристаллы гуанина.
- Длина всей рыбы, или общая длина, L** – расстояние от вершины рыла до крайних лучей хвостового плавника.
- Длина по Смигу L_s** – расстояние от вершины рыла до конца средних лучей хвостового плавника.
- Длина туловища** – расстояние от жаберной щели до конца чешуйчатого покрова или до начала средних лучей хвостового плавника для бесчешуйных рыб.
- Длина хвостового стебля** – расстояние от вертикали заднего края основания анального плавника до основания хвостового плавника или до конца чешуйного покрова. Этот промер делают посередине тела.
- Жучки осетровых** – это несколько слившихся и измененных ганоидных чешуй.
- Капсула Шумлинского** – это образование, состоящие из тонких витых трубочек – канальцев, концы которых имеют вздутие в виде чашечки микроскопически малых размеров с двойными стенками, состоящими из одного слоя клеток.
- Клоака** – особое расширение, расположенное в конце задней кишки, у хрящевых и двоякодышащих рыб.
- Ксантофор** – это хроматофор, содержащий пигмент желтого цвета.

Кювьеровы протоки – мощные сосуды, образующиеся из слияния кардиальных вен на уровне сердца и впадающие в венозную пазуху.

Мальпигиево тельце – это капсула Шумлянского вместе с сосудистым клубочком.

Меланофор – это хроматофор, содержащий пигментные зерна черного цвета.

Миомеры – это мышечные сегменты, в виде конуса вложенные один в другой.

Миосепты – это соединительнотканые прослойки, разделяющие боковой мускул на сегменты.

Миофибриллы – это тончайшие нити внутри мышечной клетки, способные сокращаться.

Мышцы – это особая ткань, способная сокращаться и выполнять механическую работу.

Наибольшая высота тела – расстояние по вертикали от самой высокой точки спины до брюшка.

Нерв – это несколько отростков нервной клетки, одетых оболочкой.

Опистоцельные - это позвонки выпуклые спереди, вогнутые сзади.

Отолит – это своеобразное овальное тело, расположенное в ухе рыб и состоящее из органической основы, пронизанной углекислой известью.

Пилорический придаток – слепой придаток передней кишки рыб.

Промысловая длина I – расстояние от вершины до начала средних лучей хвостового плавника.

Процельные - это позвонки плоские спереди, вогнутые сзади.

Птеригоподий – орган совокупления у акул, состоящий из претерпевших изменение брюшных плавников.

Птеригофор – это поддерживающий элемент, выполняющий функцию плавниковых опор при соединении лучей непарных плавников с позвоночником.

Рефлекс – ответная реакция организма на раздражение, осуществляемая нервной системой.

Рефлекторная дуга – путь, по которому идет возбуждение.

Рецептор – окончание чувствительных нервов.

Условный рефлекс – это рефлекс, образующийся в течение жизни при определенных условиях.

Фотофоры – это скопление фотогенных железистых клеток, расположенных на различных участках тела рыбы, относящиеся к железистым образованиям эпидермиса и являющиеся светящимися органами.

Хвостовая часть – это участок тела, лежащий позади анального отверстия или начала анального (подхвостового) плавника.

Хроматофоры – это клетки кожи с пигментными зернами, находящиеся в соединительнотканном слое у рыб.

Эндолимфы – это жидкости, заполняющая полость слухового лабиринта и отолитов.

Эритрофор - это хроматофор, содержащий пигмент красного цвета.

Тема 1: АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ РЫБ

Форма тела, внешние признаки и покровы

Форма тела рыб и их внешние признаки чрезвычайно разнообразны. На протяжении многих миллионов лет рыбы видоизменялись, приспосабливаясь к среде своего обитания. А живут рыбы, действительно, в очень разнообразных условиях: в пресной воде рек и в соленой воде морей, в поверхностных слоях и на глубинах до 11 тыс. м, в холодных арктических морях и в водах горячих источников температурой до 52° С.

Есть среди рыб как хищники, так и «вегетарианцы», предпочитающие растительную пищу. Все это влияет на облик рыбы. Следовательно, по внешнему виду рыбы можно судить об ее образе жизни.

Форма тела рыбы и ее внешние признаки хорошо показывают, где и в каких условиях живет рыба.

Среди большого разнообразия форм тела можно назвать несколько основных типов (Рис. 1):

1. Веретенообразная, или торпедовидная. Голова заострена в виде клина, туловище в виде веретена, спереди утолщенного, сзади сильно утолщающегося и с боков слегка сжатого, толщина почти равна высоте. Сюда относятся рыбы, обитающие в толще воды, являющиеся хорошими пловцами, совершающие продолжительные и быстрые передвижения. Представители: некоторые акулы, лососи, треска, скумбриевые (макрелевые), сельдевые.
2. Стреловидная. Голова сжата с боков, тело удлиненное, сохраняющее равномерную высоту до спинного плавника. Спинной плавник отнесен назад и располагается над анальным. Продолжительных передвижений рыбы, обладающие такой формой тела, не совершают. Подкарауливают свою жертву, затем стремительно бросаются на нее, совершая быстрое, но кратковременное движение. Представители: речная щука, сарган, панцирная щука.
3. Лентовидная. Тело сплющено с боков, длинное в виде ленты. Обитатели спокойных вод, двигаются медленно, изгибая тело. Представители - сельдяной король, сабля-рыба.
4. Угревидная. Змеевидно или червеобразно удлиненное тело, круглое в поперечнике. Плавают, змеевидно изгибая тело. Представители: миноги, миксины, угорь.
5. Плоская. Представители: скаты и камбалы. У скатов тело сплющено сверху вниз, у взрослых камбал тело сдавлена с боков, глаза расположены

асимметрично, оба на одной стороне тела. Все эти рыбы обитают у дна.

6. Шаровидная. Тело почти шарообразное, хвостовой плавник развит слабо. Представители: еж-рыба, пинагор.

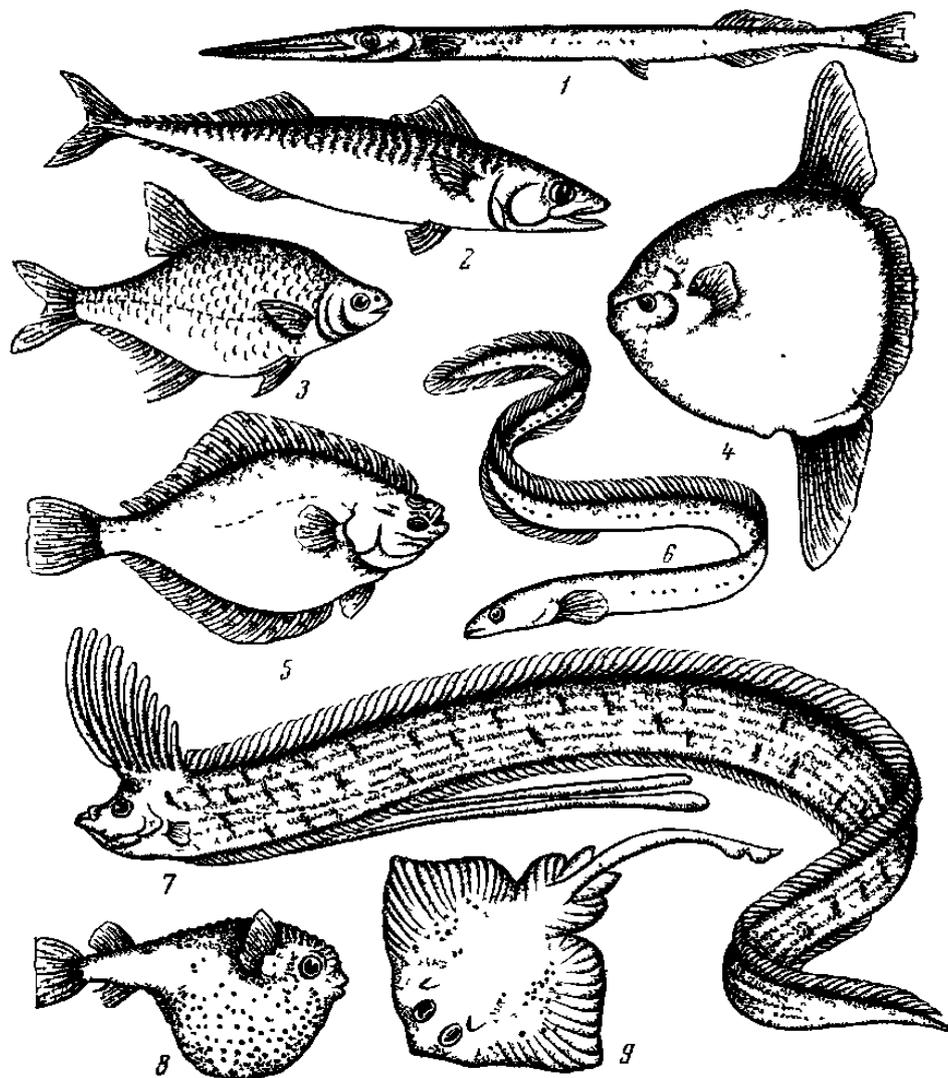


Рис. 1. Разнообразие форм тела у рыб:

1- стреловидный (сарган), 2 – торпедовидный (скумбрия), 3 – сплюсненный с боков, лещевидный (обыкновенный лещ), 4 – тип рыбы луны (луна рыба), 5 – тип камбалы (речная камбала), 6 – змеевидный (угорь), 7 – лентовидный (сельдяной король), 8 – шаровидный (кузовок), 9 – плоский (скат).

Наряду с рыбами, имеющими типичные формы тела, нередко встречаются рыбы, которые имеют форму, не соответствующую приведенному описанию, а представляющую собой комбинации нескольких форм.

Измерение рыб. Измерение тела рыб необходимо для установления промысловой длины, размеров ячеи орудий лова, определения видовой принадлежности. При конструировании механизмов для разделки рыбы необходимо знать величины всех частей тела рыбы. Для измерения рыб пользуются в основном измерительной доской, мерным корытом, штангенциркулем (Рис. 2).

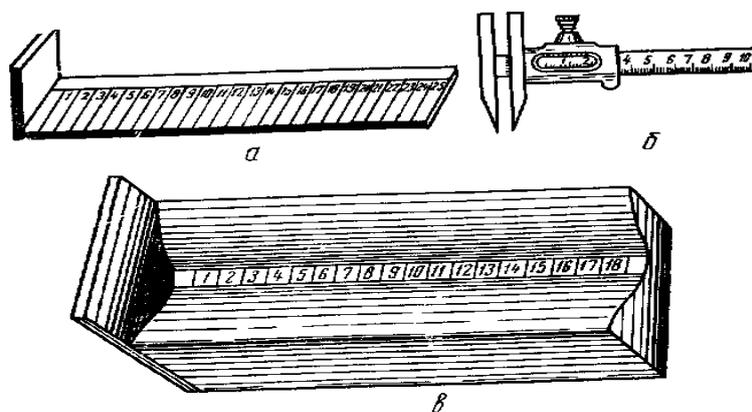


Рис. 2. Приборы для измерения рыб:
а – измерительная доска, б – штангельциркуль, в – мерное корыто

Рыбу кладут на измерительную доску правой стороной, головой к торцовому борту доски. Измерительная доска имеет сантиметровую или для мелких рыб миллиметровую шкалу. Штангенциркулем измеряют длину головы, диаметр глаза, высоту тела, длины плавников и т.д. Основные параметры, характеризующие тело рыбы, таковы (Рис. 3):

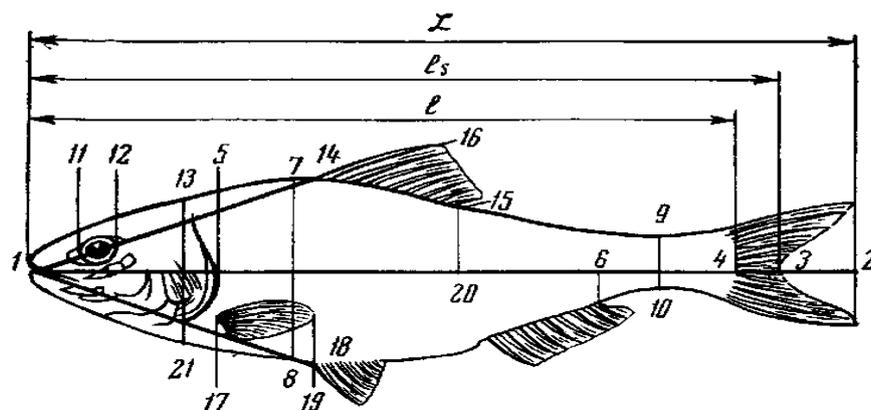


Рис. 3. Основные параметры тела рыбы:

1-2 – общая длина тела (L); 1-3 – длина по Смигу (L_s); 1-4 – промысловая длина тела (l), 5-4 – длина туловища; 6-4 – длина хвостового стебля; 7-8 – наибольшая высота тела; 9-10 – наименьшая высота тела; 1-11 – длина рыла; 12-5 – заглазничное пространство; 14-15 – длина основания спинного плавника; 14-16 – высота спинного плавника; 17-18 – расстояние между грудными и брюшными плавниками; 17-19 – длина грудного плавника; 1-14 – антедорсальное расстояние; 20-4 – постдорсальное расстояние; 1-18 – антевентральное расстояние; 13-21 – высота головы у затылка.

Длина всей рыбы, или общая длина, L — расстояние от вершины рыла до крайних лучей хвостового плавника. Этот параметр применяется при указании предельных размеров рыбы.

Длина по Смигу l_s — расстояние от вершины рыла до конца средних лучей хвостового плавника.

Промысловая длина l — расстояние от вершины рыла до начала средних лучей хвостового плавника.

Длина туловища — расстояние от жаберной щели до конца чешуйчатого покрова или до начала средних лучей хвостового плавника для бесчешуйных рыб.

Длина хвостового стебля — расстояние от вертикали заднего края основания анального плавника до основания хвостового плавника или до конца чешуйного покрова. Этот промер делают посередине тела рыбы.

Наибольшая высота тела — расстояние по вертикали от самой высокой точки спины до брюшка.

Наименьшая высота тела — обычно находится на хвостовом стебле.

В районах международного рыболовства при массовых промерах за основную длину тела рыбы наиболее часто принимают общую длину. Этот параметр характерен в основном для донных рыб — тресковых, макрурусовых, зубатковых, морских окуней.

У рыб с хорошо выраженной развилкой хвостового плавника (скумбриевые, ставридовые, корюшковые, сардины, спаровые) измеряют длину по Смитту.

Тело рыбы состоит из головы, туловища, хвоста и плавников (Рис. 4).

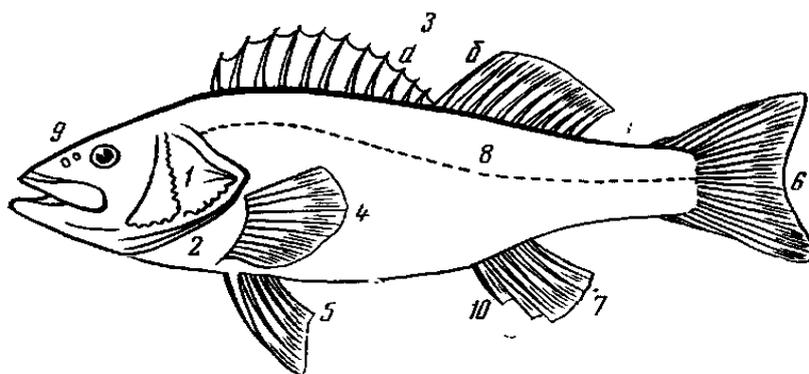


Рис. 4. тело рыбы:

1 – жаберная крышка; 2 – жаберная щель; 3 – спинной плавник (а - колючая часть, б – мягкая часть); 4 – грудной плавник; 5 – брюшной плавник; 6 – хвостовой плавник; 7 – анальный плавник; 8 – боковая линия; 9 – ноздри; 10 – анальное отверстие

Хвостовая часть — это участок тела, лежащий позади анального отверстия или начала анального (подхвостового) плавника. Эта граница соответствует обычно концу полости тела и началу так называемых хвостовых (гемальных) позвонков в позвоночнике.

Граница головы, отделяющая ее от туловища, — жаберное отверстие. В головной части расположены рот, носовые отверстия, глаза, жаберные отверстия.

Рот по положению ротовой щели может быть верхним, нижним и конечным. У осетра, карпа, леща и других рот выдвигаемой, с подвижными и выдающимися в виде трубки челюстями. У миног рот в виде присоски (Рис. 5).

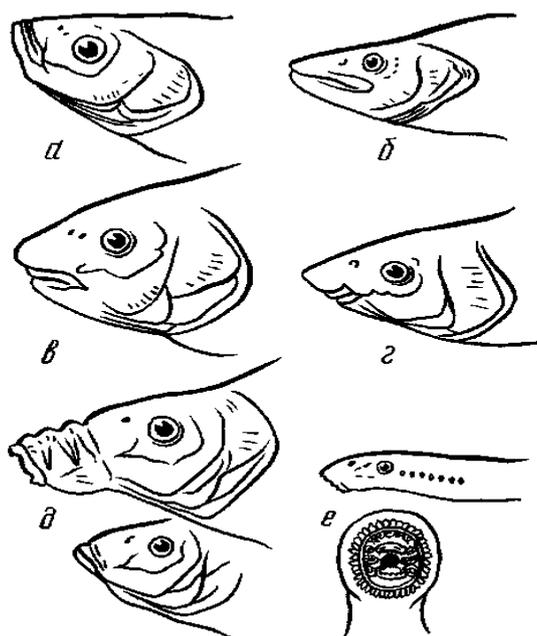


Рис. 5. Различные формы рта рыб:

а – верхний, б – конечный, в – полунижний, г – нижний, д – выдвигной, е – воронкообразный (круглый)

Позади глаз у некоторых рыб (акулы, скаты, осетровые) расположено по отверстию с каждой стороны. Это *брызгальца* — остаток нефункционирующей жаберной щели. Впереди глаз у рыб имеется по два небольших отверстия. Это ноздри рыбы, орган обоняния. У миног и миксин носовые отверстия непарные. В отличие от прочих акулы, скаты обладают носовыми отверстиями, лежащими на нижней, а не на верхней стороне головы.

Обоняние у рыб зависит от объема воды, проходящего через носовую капсулу в единицу времени, поэтому размер ноздрей находится в зависимости от скорости движения.

У рыб, плавающих медленно, — ноздри относительно большие, а у быстро двигающихся — маленькие, как при больших скоростях передвижения вода в носовой капсуле сменяется быстро. В жизни быстродвижущихся рыб обоняние, как правило, играет меньшую роль, чем медленно движущихся придонных видов.

Глаза располагаются по бокам головы, а у взрослых камбал оба глаза находятся на одной стороне. Существуют рыбы, совершенно лишенные глаз, например рыбы, обитающие в пещерах.

Необычно устроены глаза у илистого прыгуна. Он охотится за насекомыми на суше, поэтому его глаза во избежание обсыхания спрятаны в углубления и могут затягиваться тонкой пленочкой.

По бокам головы находятся жаберные щели или отверстия, которых может быть одна или несколько пар. У костистых рыб одна пара наружных жаберных отверстий, у миноги — семь, у акул — пять и более.

На туловище рыбы имеется боковая линия — орган чувств.

Плавники. Плавники у рыб разделяются на парные, соответствующие конечностям высших животных, и непарные, или вертикальные.

Парными являются грудные плавники, обозначаемые буквой Р (*pinna pectoralis*) и брюшные V (*pinna ventralis*).

Непарные плавники: спинной (или спинные, когда их несколько), анальный (или анальные) и хвостовой. Спинные плавники обозначаются буквой D (*p. dorsalis*), анальный А (*p. apalis*), хвостовой С (*p. caudalis*).

Кроме этих плавников, у некоторых рыб, например лососевых, хариусовых, корюшковых и других, на спине есть жировой плавник (*p. adiposa*).

Положение плавников на теле, их размеры и строение весьма различны у представителей разных видов рыб. Рассмотрим некоторые из вариаций.

Грудные плавники поддерживают равновесие, а также придают телу рыбы устойчивость при наклонах и поворотах. Расположены они сразу за жаберными отверстиями и у разных видов могут находиться на разных уровнях. Грудных плавников нет у круглоротых, к которым принадлежат миноги, и у некоторых костных рыб, например муреновых.

У триглы (морского петуха) грудной плавник имеет три свободных луча в виде пальцеобразных придатков. Используется такой модифицированный плавник для передвижения по дну. У летающих рыб грудные плавники достигают больших размеров (до 4/5 длины тела).

Способность к полету (точнее к парению) у летучих рыб возникла как приспособление, способствующее спасению от преследования хищников. Летучие рыбы благодаря сильному хвостовому плавнику развивают большую скорость, а затем, выскочив из воды и расправив плавники, парят над водной поверхностью.

Обычно рыбка преодолевает расстояние в 100—150 м, поднимаясь на высоту до 4 м над поверхностью воды и оставаясь в воздухе до 10—15 с, но иногда продолжительность полета увеличивается до 30 с, а дальность достигает 400 м.

У скатов чрезвычайно разросшиеся грудные плавники являются органом движения.

Брюшные плавники, как и грудные, поддерживают равновесие. Местоположение этих плавников на теле различно — у сравнительно низко организованных рыб (акул, сельди, лосося, сазана) брюшные плавники обычно расположены на брюхе, занимают так называемое абдоминальное положение.

У окуня, судака брюшные плавники располагаются под грудными плавниками — торакальное положение. У тресковых брюшные плавники находятся впереди грудных, на горле — гулярное положение.

У бычковых рыб брюшные плавники срастаются, образуя воронку—

присоску. Крайне своеобразное изменение претерпевают брюшные плавники у акул и скатов, превращаясь в орган совокупления — птеригоподий.

Из непарных плавников рассмотрим хвостовой — важный орган движения. Различают следующие три типа хвостовых плавников (Рис. 6):

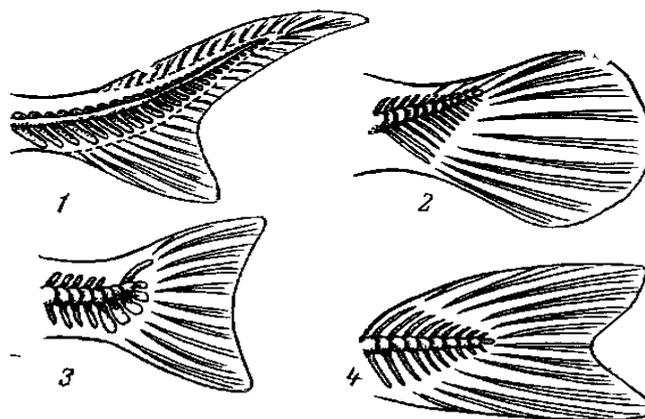


Рис. 6. Форма хвостового плавника:

1 – осетровых; 2 – панцирной щуки; 3 – лососевых; 4 – морской щуки

- симметричный, дифицеркальный,— встречается у цельноголовых и двоякодышащих;
- ложносимметричный, гомоцеркальный,— у сазана, окуня и большинства других рыб. За внешней симметрией здесь кроется внутренняя асимметрия, так как последние позвонки или конец хорды всегда направлены в верхнюю лопасть хвостового плавника;
- асимметричный, или гетероцеркальный,— у осетра, белуги, акул.

Спинной плавник играет роль кия. Поэтому у малоподвижных рыб (например, у скатов) он редуцирован или отсутствует. У рыбы-прилипалы первый спинной плавник переместился на голову и превратился в присоску. Присасываясь к акулам, китам, кораблям, эти рыбы пассивно перемещаются на большие расстояния. У парусника спинной плавник длинный и высокий.

Анальный плавник подобно спинному служит килем. У некоторых рыб (например, у колючей акулы и скатов) он отсутствует.

Все плавники состоят из лучей, скрепленных кожистой перепонкой. Лучи могут быть твердыми нерасчлененными и мягкими расчлененными. Эти особенности строения лучей служат признаком для подразделения рыб на колючеперых (окунеобразные) и мягкоперых (трескообразные, карпообразные и др.).

Плавники у рыб обозначаются формулами, дающими представление о количестве и качестве плавниковых лучей. Так, у речного судака она следующая: D XIII—XV, I—III 19—23.

Приведенная формула обозначает, что у речного судака имеется два

спинных плавника (на это указывает запятая). В первом спинном плавнике содержится 13—15 твердых колючих лучей, которые обозначаются римскими цифрами, во втором — от одного до трех колючих и 19—23 мягких луча.

Кожа и ее строение. Кожа рыбы подразделяется на две основные части: эпителиальную и соединительнотканную. Первая, наружная, часть называется эпидермисом, вторая, соединительнотканная — собственно кожей или дермой, кутисом, кориумом. Под дермой расположена подкожная соединительная ткань, или подкожная клетчатка. В последней, часто отлагается жир (Рис. 7).

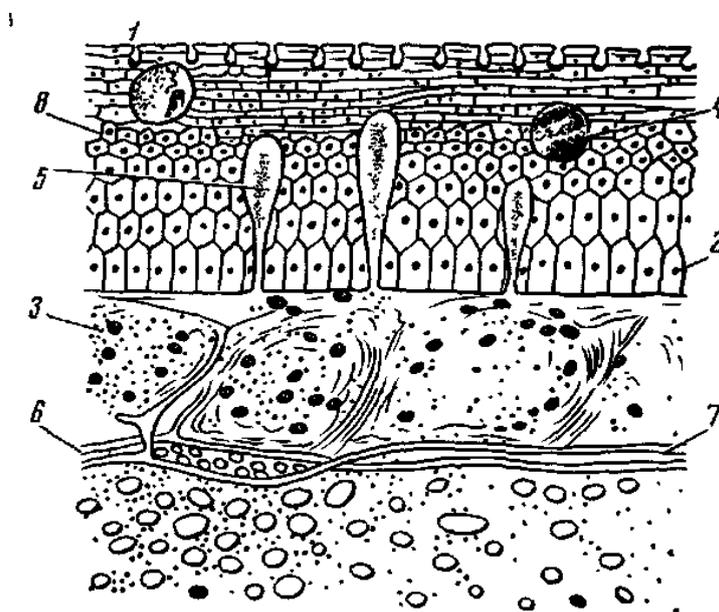


Рис. 7. Строение кожи рыбы:

1 – бокаловидные слизеотделительные клетки; 2 – основной слой эпидермиса; 3 – собственно кожа; 4 – зернистые клетки; 5 – колбовидные клетки; 6 – нервы; 7 – сосуды; 8 – эпидермис

Самый наружный слой эпителиальных клеток у рыб слегка ороговевает. В отличие от наземных животных у рыб этот слой тесно связан с живым слоем клеток и не отмирает.

Некоторые рыбы (миксины, миноги, линь, стерлядь) выделяют большое количество слизи, а другие рыбы (семга, судак) относительно немного. Слизь образуется в специальных клетках, расположенных в эпидермисе кожи. Различают три рода слизевых клеток: бокаловидные, зернистые и колбовидные. У рыб, выделяющих значительное количество слизи, имеются клетки всех трех родов, а у рыб с малым выделением слизи имеются только бокаловидные или зернистые клетки.

Бокаловидные клетки расположены в наружном слое кожи и выделяют свой секрет непосредственно на ее поверхность. Несколько глубже расположены зернистые клетки шарообразной или грушевидной формы. Колбовидные клетки лежат в нижней части эпидермиса и касаются базальной пластинки.

Слизь выполняет защитные функции, предохраняя рыбу от вредных

воздействий внешней среды. Благодаря способности слизи осаждать мусть (взвешенные в воде частицы) вокруг рыбы, образуется слой чистой воды, предохраняющий жаберы от загрязнения. Одновременно она затрудняет проникновение в организм рыбы паразитов и вредных веществ, растворенных в воде. Слизь также способствует быстрому свертыванию крови, уменьшает сопротивление водной среды при движении рыб.

У некоторых рыб в эпидермисе имеются ядоотделительные железы и клетки. Иногда ядоотделительные железы образуются и функционируют только во время размножения, в других случаях — постоянно. Как правило, эти железы расположены у основания колючих лучей плавников.

Уколы таких ядоносных рыб могут быть опасны для человека. Особенно ядоносной является небольшая (длиной 20 см) рыба бородавчатка, обитающая среди камней и кораллов у берегов Индии и Австралии. На спине бородавчатки расположено 13 соединенных перепонкой шипов, плотно уложенных в желобок.

При прикосновении к рыбе шипы поднимаются и наносят раны, в которые по бороздкам в шипах попадает яд. Он разрушает красные кровяные шарики, парализует нервную систему и может оказаться смертельным не только для водных животных, но и для человека.

По этой же причине весьма опасны скаты-хвостоколы (Рис. 8).

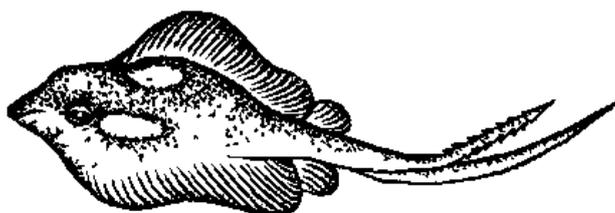


Рис. 8. Скат-хвостокол

Зарывшийся в ил или песок, высунувший наружу только глаза да кончик хвоста с зазубренным шипом скат малозаметен, и на него легко можно наступить. Яд ската-хвостокола вызывает острую боль, сильный отек, озноб, тошноту и рвоту. Часто кожа и мышцы вокруг раны омертвевают и отторгаются. Удар ядовитого хвостового шипа ската может привести к расстройству дыхания, конвульсии и даже смерти.

У звездочета, обитающего в Черном море, укол жаберного шипа ядовит только в период нереста. В это время у основания этого шипа функционирует ядовитая железа.

Ядоносность рыб следует отличать от их ядовитости. У ядовитых рыб мышцы или другие органы при употреблении в пищу вызывают отравление. Ядовитые рыбы широко распространены, но больше всего их в тропических водах, особенно у берегов

Юго-Восточной Азии и в тропической части Тихого океана. Многие рыбы ядовиты только в определенные периоды жизни.

У наших пресноводных рыб маринки и османа ядовиты икра и молоки. Можно отравиться и ухой из миноги, так как ядовита ее слизь. Одни из самых ядовитых морских существ — собаки-рыбы из отряда сротнотелостных. В печени, икре, молоках, кишечнике и коже у них содержится сильный яд, способный вызвать смерть.

Мясо этих рыб съедобно и вкусно и ценится в некоторых странах. В Японии при употреблении в пищу собаки-рыбы нередки смертельные отравления. Иногда в результате деятельности некоторых бактерий сильнодействующий рыбный яд образуется в мясе неядовитых рыб.

К железистым образованиям эпидермиса относятся и светящиеся органы — *фотофоры*. Это скопления фотогенных железистых клеток, расположенных на различных участках тела рыбы (по бокам тела, на конце хвоста, спинных плавниках и т. д.). Около 45% рыб, обитающих на глубинах более 300 м, обладают органами свечения.

В соединительнотканном слое кожи находятся окончания нервов и кровеносных сосудов. В этом же слое имеются клетки с пигментными зёрнами, называемые *хроматофорами*, а также отражающие свет кристаллы гуанина, называемые иридоцитами или *гуанофорами*.

Различают следующие хроматофоры: меланофоры, содержащие пигментные зёрна черного цвета, эритрофоры — красного цвета, ксантофоры — желтого цвета. Поверхности иридоцитов отражают свет и тем самым создают серебристую окраску рыб.

Изменение окраски достигается перемещением зёрен пигмента под влиянием симпатической нервной системы. Сочетания разных цветов хроматофоров и отражательных поверхностей иридоцитов и их различные комбинации делают окраску рыб удивительно разнообразной. Окраска тела рыб не является постоянной, она подвержена изменениям под влиянием различных воздействий. Изменения окраски в одних случаях бывают быстрые, почти мгновенные, в других они происходят медленно.

Например, молодь лосося в стадии пестрянки обладает поперечными полосами на теле. В дальнейшем они исчезают, и рыбка становится серебристой. Личинка угря живет несколько лет в толще воды и все это время бесцветна. Когда она превращается в маленькую рыбку и переходит на донный образ жизни, ее спинка становится темной, под цвет дна. Эти медленные изменения окраски обусловлены стадиями развития рыбы.

Камбалы меняют свою окраску в зависимости от грунта, на котором они находятся. Изменение окраски связано со зрительными восприятиями. Опыты показали, что если голова камбалы лежит на светлом фоне дна, а туловище на темном, то все тело получает светлую окраску.

При обратном положении рыбы окраска всего тела приобретает темную тональность. Ослепленные камбалы теряют способность приспосабливать свою окраску к цвету грунта. Приведенный пример свидетельствует о способности некоторых рыб к быстрой смене окраски, обусловленной внешними факторами.

Окраска рыб играет большую защитную роль. Одним она помогает спрятаться от хищников, другим незаметно подстергать добычу. Так, камбала воспринимает окраску дна, сливаясь с ним. У сельдей — серебристое брюшко, поэтому, придерживаясь поверхности воды, они сливаются с ее серебристым фоном и делаются малозаметными для хищников. Полосатая окраска подстерегающего добычу окуня позволяет ему не выделяться на фоне окружающей водной растительности.

Обычно рыбы тропических широт окрашены более ярко, чем полярных. Это объясняется тем, что в тропиках больше света и более отчетливо окрашены объекты окружающей среды — кораллы, раковины и др. Рыбы, обитающие на больших глубинах, часто окрашены в красный цвет, так как именно эти цвета спектра сильнее поглощаются толщей воды и в глубинных зонах красный цвет кажется черным и плохо заметен.

Тело большинства рыб покрыто чешуей. Благодаря чешуе поверхность тела рыб гладкая, без кожных складок, что важно для хороших пловцов. У рыб, плавающих медленно, например, у сомовых миног, чешуя может отсутствовать.

Чешуя у рыб кожного происхождения. Чешуя бывает трех типов: плакоидная, ганоидная и костная (Рис. 9).

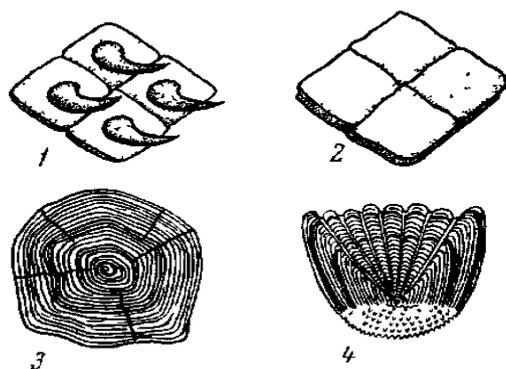


Рис. 9. Типы чешуи:

1 – плакоидная; 2 – ганоидная; 3 – циклоидная; 4 - ктеноидная

Плакоидная чешуя, свойственная хрящевым (акулам и скатам), состоит из основной пластинки и отходящего шипа с внутренней полостью, заполненной соединительной тканью с кровеносными сосудами и нервными окончаниями. Плакоидные чешуи, развивающиеся на челюстях этих рыб, превращаются в типичные зубы. Поэтому плакоидную чешую иногда называют «кожным зубом». Плакоидная чешуя непостоянна и временами сбрасывается.

Ганоидная чешуя имеет форму ромбических пластинок. Снаружи чешуя покрыта слоем ганоина, напоминающего эмаль. Эта чешуя свойственна

ископаемым рыбам, а из современных — панцирной щуке и многоперу. У осетровых такие пластинки сохранились на верхней части хвостового плавника. *Жучки осетровых* — это несколько слившихся и измененных ганоидных чешуи.

Костная чешуя, свойственная костистым рыбам, имеет две формы: циклоидную и ктеноидную.

Циклоидная чешуя - имеет округлые края, а у ктеноидной на заднем крае расположены шипики.

Костная чешуя располагается черепацеобразно, т. е. каждая чешуйка своим наружным краем налегает на соседнюю, а внутренним помещается в особых кармашках кожи. Размер чешуи весьма разнообразен, например, у угрей чешуя микроскопически мала, а у индийского усача достигает нескольких сантиметров в поперечнике.

Как правило, каждому семейству рыб свойственна чешуя определенного типа. Бывают и исключения: у полярной камбалы, например, самки имеют циклоидную чешую, а самцы ктеноидную. Под чешуей у многих рыб имеются кристаллы гуанина, придающие им серебристую окраску.

Костная чешуя у рыб не сменяется и растет, как и рыба, в течение всей ее жизни. По годовым кольцам на чешуе можно определить возраст и темп роста рыбы.

Внутренний скелет и мускулатура

Строение скелета. Все рыбы имеют внутренний скелет, служащий для прикрепления мышц. Кости скелета являются рычагами, приводимыми в движение мышцами. Кроме того, скелет предохраняет мягкие, нежные органы от повреждений. Так, черепная коробка предохраняет мозг, ребра — внутренности.

Скелет рыб состоит из осевого скелета — позвоночника, скелета головы, а также скелета непарных и парных плавников (Рис. 10).

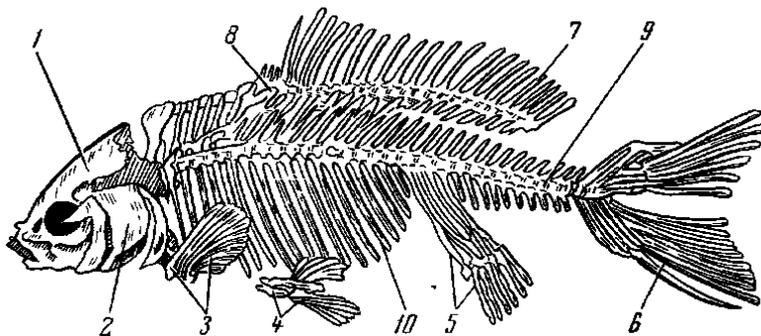


Рис. 10. 1 – кости черепа; 2 – жаберная крышка; 3 – кости и лучи грудного плавника; 4 – кости и лучи брюшного плавника; 5 – кости и лучи анального плавника; 6 – лучи хвостового плавника; 7 – лучи спинного плавника; 8 – основные элементы спинного плавника; 9 – позвонки; 10 - ребра

Строение скелета отдельных групп рыб имеет свои особенности. По скелетам ныне живущих рыб можно проследить их эволюцию от примитивных форм к высокоорганизованным. Наиболее простое строение скелета у рыбообразных.

Рыбообразные (миноги и миксины). Осевой скелет у рыбообразных представлен спинной струной — хордой, которая сохраняет волокнистую эластическую структуру и только в некоторых местах пронизана слабыми хрящевыми образованиями. У миног над хордой имеются зачатки хрящевых верхних дуг, нижние дуги у круглоротых отсутствуют.

Скелет головы миноги состоит из черепной коробки, хрящей ротовой воронки и хрящевой жаберной решетки. Черепная коробка составлена хрящевыми и эластическими элементами. Это первичная черепная коробка в виде капсул или отделов. В ней различают обонятельные, слуховые и глазничные капсулы. Затылочного отдела и челюстей у рыбообразных нет.

Хрящевые (акулы и скаты) рыбы. Осевой скелет хрящевых состоит из отдельных позвонков двояковогнутой формы. Позвонки между собой скрепляются остатками хорды. Позвонки современных хрящевых рыб обладают верхними и нижними дугами. В туловищной части у акул от позвонков отходят ребра. Число позвонков у хрящевых колеблется от 100 до 365.

Череп состоит из сплошной массивной хрящевой черепной коробки, в которой слиты обонятельный, зрительный, слуховой и затылочный отделы. Верхняя челюсть хрящевых рыб состоит из небно-квадратного, а нижняя из меккелева хряща. Жаберных дуг пять, каждая из них состоит из четырех частей. Хрящ с возрастом все больше пропитывается известью и по плотности приближается к кости.

Хрящекостные (осетровые) рыбы. У этих рыб имеются костные образования в скелете, но еще очень много хряща. Позвонков нет. Позвоночник хрящевой сплошной, не расчлененный на позвонки. Хорда сохраняется всю жизнь. Череп сходен с таковым у хрящевых рыб, т. е. он представлен хрящевой сплошной массивной коробкой, но с накладными костями.

Челюсти этих рыб подобно акуловым представлены небно-квадратным и меккелевым хрящами, на которых имеются накладные верхнечелюстные и нижнечелюстные кости. Жаберных дуг пять. Имеется жаберная крышка.

Костистые рыбы. К этой группе относится большое количество высокоорганизованных рыб с костным скелетом. Позвоночник костистых рыб совершенно окостеневший, позвонки обычно двояковогнутой формы (амфицельные), углубления их заполнены остатками хорды.

Имеются и исключения: у панцирной щуки позвонки выпуклые спереди, вогнутые сзади (опистоцельные), у угрей — плоские спереди, вогнутые сзади (процельные). От тела позвонков отходят верхние, а в хвостовой части и

нижние дуги с остистыми отростками. В туловищной части от позвонков отходят ребра (Рис. 11, Рис. 12).

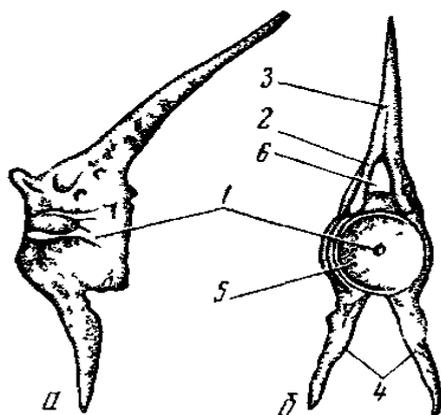


Рис. 11. Туловищный позвонок костистой рыбы: а – вид сбоку, б – вид спереди: 1 – тело позвонка, 2 – невральная дуга, 3 – верхний костистый отросток, 4 – нижний костистый отросток, 5 – отверстие в центре двойковогнутого позвонка, 6 – спинномозговой канал

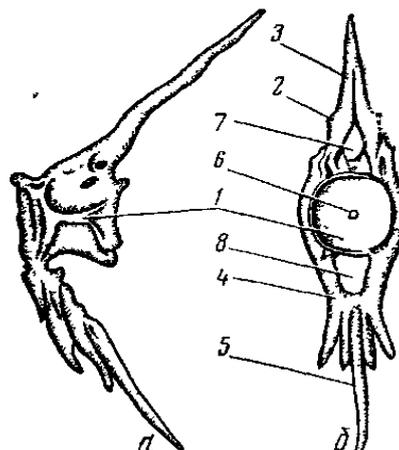


Рис. 12. Позвонок хвостовой части окуня: а – вид сбоку, б – вид спереди: 1 – тело позвонка, 2 – невральная дуга, 3 – верхний костистый отросток, 4 – гемальная дуга, 5 – гемальный отросток, 6 – отверстие в центре двойковогнутого тела позвонка, 7 – спинномозговой канал, 8 – гемальный канал

Последний позвонок, называемый *гипурале*, обычно отличается от всех других. Он уплощен и образует расширенное основание для прикрепления лучей хвостового плавника. Количество позвонков у рыб значительно колеблется. У мурманской сельди их 57, у луны-рыбы 17, у речного угря 114.

Кости головы высших рыб очень многочисленны. Они могут быть разделены на кости черепной коробки, висцерального¹ аппарата и жаберной крышки. Количество хряща в голове этих рыб незначительно.

Кости черепной коробки плотно соединены и образуют череп. К нему подвешены более подвижно соединенные кости висцерального аппарата, служащие опорой передней части пищеварительной трубки и рту.

Различают несколько типов черепов по характеру связи челюстей с черепной коробкой. Отметим из них два: *гиостилический* и *автостилический*.

Гиостилический тип черепа — челюсти подвешены к черепу при помощи одного подвесочного аппарата, хрящевого или костного, и особых связок. Гиостилия свойственна большинству рыб.

Автостилический тип черепа — верхняя челюсть совершенно сливается с черепной коробкой. Автостилия свойственна из хрящевых рыб цельноголовым (химерам), из костистых — двойкодышащим и всем классам,

¹ Висцеральный — от латинского viscera — внутренности, внутренностный, относящийся к внутренним органам животного

более высокоорганизованным, чем рыба, т. е. земноводным, рептилиям, птицам и млекопитающим.

Разберем кости головы костистой рыбы на примере судака и окуня (Рис. 13, Рис. 14).



Рис. 13. Кости головы окуня:

1 – носовая, 2 – этmoidная, 3 – боковая этmoidная или передняя лобная, 4 – лобная, 5 – предглазничная, 6 – подглазничная, 7 – основная клиновидная, 8 – алисфеноид или крылоклиновидная, 9 – темная, 10 – клиновидноушная, 11 – переднеушная, 12 – заднеушная, 13 – отверстие в центре двояковогнутого позвонка, 14 – крыловидноушная, 15 – верхнеушная, 16 – верхнезатылочная, 17 – боковая затылочная, 18 – основной затылочная, 19 – парасфеноид, 20 – межчелюстная или предчелюстная, 21 – верхнечелюстная, 22 – небная, 23 – внешнекрыловидная, 24 – внутреннекрыловидная, 25 – заднекрыловидная, 26 – подвисочная, 27 – соединительная, 28 – крышечная, 29 – предкрышечная, 30 – подкрышечная, 31 – межкрышечная, 32 – нижнечелюстная или зубная, 33 – сочленовая, 34 – угловая, 35 – квадратник, 36 – язычная, 37 – нижнеподъязычная, 38 – среднеподъязычная, 39 – верхнеподъязычная, 40 – палочковидная, 41 – лучи жаберной перепонки, 42 – заднеподъязычная

Кости черепной коробки окружают мозг, находящийся в полости этой коробки. Боковые стенки коробки образованы костями четырех областей черепа: тремя костями обонятельной области — непарной решетчатой костью и парными переднелобными, костями глазничной области — основной клиновидной (у судака ее нет) и парная крыловидно-клиновидная; кроме того, в области глазной орбиты лежат большая предглазничная и несколько подглазничных косточек; пятью парами косточек слуховой области — клиновидноушной, переднеушной, крыловидноушной, верхнеушной, заднеушной; парной боковой затылочной костью.

Снизу череп имеет три непарные кости — сошник, парасфеноид и нижнюю затылочную кость. Сверху черепа помещаются парные кости — носовая, лобная, теменная и непарная — верхняя затылочная кость. Висцеральный скелет образует челюсти и жабры (Рис. 14).

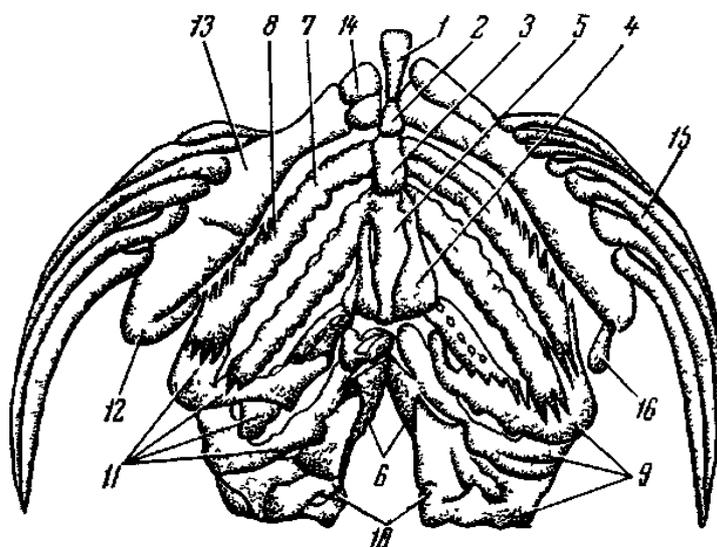


Рис. 14. Висцеральный скелет рыб:

1 – язычная кость; 2,3 и 5 – остальные кости среднего ряда; 4,7,8, и 9 – косточки четырех пар жаберных дуг; 6 – нижнеглоточные кости; 10 – верхнеглоточные кости; 11 – жаберные дуги; 12 – верхнеподъязычная кость; 13 – среднеподъязычные кости; 14 – две нижнеподъязычные кости; 15 – жаберные лучи; 16 – палочковидная кость

Схематично он может быть представлен в виде дуг, образуемых костями, окружающими ротовую и глоточную полости головы. Первая дуга челюстная. Впереди первой челюстной дуги находятся две пары верхнечелюстных костей, образующих как бы верхнюю половину незаконченной дуги. Одна пара этих костей называется верхнечелюстной, а другая — межчелюстной, ограничивающей рот спереди.

Челюстная дуга состоит из 8 пар костей: из них верхний ряд образует небо рыбы, а нижний — нижнюю челюсть.

В состав челюстной дуги входят следующие кости: небная, наружнокрыловидная, внутреннекрыловидная, заднекрыловидная, квадратная, угловая, сочленовая, зубная, или нижнечелюстная.

Вторая дуга, подвисочно-подъязычная, в верхней части представлена парной подвисочной костью при помощи дополнительной соединительной косточки, поддерживающей первую челюстную дугу, а нижняя часть образована парной подъязычной, состоящей из четырех частей — двух нижнеподъязычных, средне-подъязычной, верхнеподъязычной костей.

Между нижнеподъязычными залегает язычная, а ниже и сзади — заднеподъязычные кости. К подъязычной кости прикрепляются жаберные лучи, поддерживающие жаберную перепонку.

Жаберные дуги (по четыре с каждой стороны) состоят из двух верхних и двух нижних косточек. Жаберный аппарат прикрыт четырьмя костями жаберной крышки: предкрышечной, межкрышечной, крышечной и подкрышечной.

Скелет парных и непарных плавников состоит из нескольких лучей, между которыми натянута плавательная перепонка. Лучи бывают цельные нечленистые в виде крепких и острых игл и членистые, состоящие из отдельных члеников.

Членистые лучи могут быть разветвленными и неразветвленными. Лучи непарных плавников соединяются с позвоночником посредством так называемых плавниковых подпорок или основных элементов. Эти поддерживающие элементы называют *птеригофорами*. У высших костистых рыб количество лучей в плавниках соответствует количеству поддерживающих элементов. Соединение лучей с костями осуществляется связками.

Грудные плавники прикреплены к поясу конечностей через основные косточки плавника, например, у судака их 4. Сам пояс конечностей состоит из трех основных костей: клейтрума, лопатки и коракоида. Пояс грудного плавника соединяется с черепом с помощью задневисочной кости.

Лучи брюшных плавников присоединяются непосредственно к тазовому поясу. Основных косточек нет. Тазовый пояс лежит свободно в мышцах. У костистых рыб тазовый пояс составлен двумя треугольными костями (*ossa rubis*), сросшимися сзади.

Мышцы. *Мышцы* — это особая ткань, способная сокращаться и выполнять механическую работу. Мышечные ткани состоят из волокон, представляющих собой сильно вытянутые клетки. Внутри клетки имеются тончайшие нити — *миофибриллы*, способные сокращаться.

Мышцы бывают поперечнополосатые, образующие всю скелетную мускулатуру, и гладкие — мышцы внутренних органов. Исключение составляет сердечная мышца, образованная поперечнополосатой тканью особого строения. Длина волокон поперечнополосатой мышцы 10—12 см. Под микроскопом волокна выглядят исчерченными поперек.

Клетки, образующие ткань мышц внутренних органов, например желудка или кишечника, имеют другое строение. Их длина около 0,1 мм. Волокна мышц внутренних органов не имеют поперечной исчерченности.

Мышцы тела рыб разделяются на мышцы туловища и хвоста, головы и плавников.

Наибольшую массу составляют мышцы туловища и хвоста. Они образуют так называемый большой боковой мускул. Соединительнотканными прослойками, называемыми *миосептами*, он разделяется на мышечные сегменты — *миомеры*. Миомеры в виде конусов вложены один в другой. Число миомеров обычно соответствует числу позвонков. Большой боковой мускул

имеет два отдела — спинной и брюшной, разграниченные горизонтальной волокнистой перегородкой.

Каждому виду рыб присущ свой цвет мышц, который зависит от пигмента. У судака мышцы белые, у щуки сероватые, у форели розовые, у осетра желтоватые. На цвет мышц в некоторой степени влияет состав пищи, воды.

Мышцы головы и жаберного скелета приводят в движение челюсти, жаберные крышки, жаберные дуги. Мышцы конечностей — тонкие мускульные волокна, прикрепленные у основания к плавникам. Они изменяют положение плавников.

Преобразованная мышечная ткань у некоторых рыб превращается в электрические органы. Имеются и исключения, например, у электрического сома электрические органы — производные кожных желез. Электрические органы хорошо развиты у электрического угря, электрического ската.

Электрический угорь — сравнительно крупная рыба длиной около 2 м. Обитает в пресных стоячих или медленно текущих водах Центральной и Южной Америки. Электрический орган у угря помещается в хвостовой части и состоит из отдельных мускульных пластинок, число которых достигает 6 тыс. Разряд достигает большой силы — 600 В и может сбить с ног человека. Индейцы называют угря «арима», что значит «лишающий движения».

Электрический скат обитает в тропических и субтропических водах Тихого, Индийского и Атлантического океанов, достигает длины 2 м. Электрический орган состоит из небольших пластинок, объединенных в столбики, — 600 таких шестигранных столбиков составляют электрическую батарею ската, напряжение которой достигает 60 В с частотой разрядов 150 в 1 с. Это вполне достаточно, чтобы парализовать небольшую рыбу или отпугнуть врага.

Электрический орган — это орудие нападения и защиты. Все электрические рыбы малоподвижны.

Нервная система и органы чувств

Нервная система рыбы, как и у других животных, обеспечивает согласованную деятельность всех органов и снабжает организм необходимой информацией об окружающей среде. Основным элементом нервной ткани является нейрон — нервная клетка с отростками.

Нейроны очень многообразны по форме и внутри них находятся ядро и протоплазма. Все нервные клетки имеют один, два или несколько ветвящихся отростков — выросты протоплазмы. Один из отростков длинный (иногда до 1 м), называется *аксон*, или нервное волокно. *Нерв* — это несколько отростков

нервной клетки, одетых оболочкой.

Нервная система разделяется на центральную, к которой относятся головной и спинной мозг, и периферическую — головные и спинные нервы. Нервы головного и спинного мозга в виде белых нитей подходят ко всем органам и мышцам.

Различают нервы чувствительные и двигательные, или центостремительные и центробежные. По чувствительным нервам возбуждение передается от органов чувств и других органов к мозгу. По двигательным нервам возбуждение передается в обратном направлении, т.е. от мозга к органам.

Нервная система.

Центральная нервная система — головной и спинной мозг — образована телами нервных клеток с их отростками, а *периферическая* — нервами, отходящими от центральной нервной системы.

Ответная реакция организма на раздражение, осуществляемая нервной системой, носит название *рефлекса*.

При всех рефлексах происходит раздражение окончаний чувствующих нервов — *рецепторов*. Возбуждение, возникшее в рецепторах, по центостремительному волокну передается в центральную нервную систему, отсюда по двигательным нервам поступает к мышцам тех или других органов, вызывая их деятельность. Путь, по которому идет возбуждение, называется рефлекторной дугой (Рис. 15).

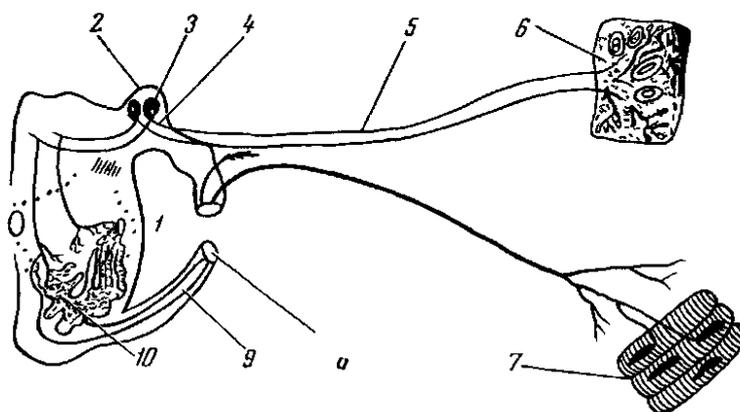


Рис. 15. Графическое изображение рефлекса:

1 – спинной мозг; 2 – спинной узел; 3 – чувствительные нейроны; 4 – чувствительный корешок; 5 – отростки чувствительных нейронов; 6 – кожа; 7 – мышечные волокна; 8 – нервные отростки двигательных нейронов; 9 – двигательный корешок; 10 – двигательные нейроны

В поведении рыбы наблюдаются различные рефлексы: оборонительный — при прикосновении рыба уплывает; пищевой — увидев или почувствовав корм, рыба устремляется к нему.

При этом, в нервной системе происходит следующее: находящиеся в глазах и в органах обоняния окончания чувствующих нервов возбуждаются, по нервам возбуждение передается в мозг, откуда по двигательным нервам оно проводится к мышцам хвоста и туловища, при сокращении которых рыба и двигается за добычей. Эти рефлексy рыбы врожденные и носят название безусловных.

Но у рыб в течение жизни могут вырабатываться и новые рефлексy. Так, если при кормлении рыб в аквариуме постоянно ударять палочкой о стенку, то через некоторое время они будут подплывать к кормушке при одном лишь ударе. Рефлексy, которые образуются в течение жизни при определенных условиях, называются условными.

Условные рефлексy непостоянны. Если стук палочки о стенку аквариума несколько раз не сочетается с кормлением, рыба перестает подплывать к кормушке.

Головной мозг рыб довольно примитивен, и его части имеют линейное расположение. Он состоит из пяти основных отделов: передний мозг (у высших животных называемый полушариями большого мозга), промежуточный мозг, средний мозг, мозжечок и продолговатый мозг, переходящий в спинной, расположенный в верхних дугах позвоночника (Рис. 16).

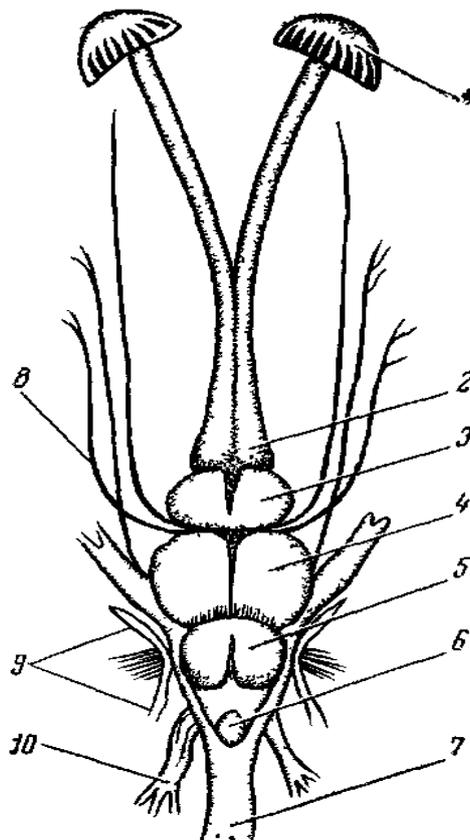


Рис. 16. Строение головного мозга окуня:

1 – носовая капсула; 2 – обонятельные доли; 3 – передний мозг; 4 – средний мозг; 5 – мозжечок; 6 – продолговатый мозг; 7 – спинной мозг; 8 – глазничная ветвь; 9 – слуховой нерв; 10 – блуждающий нерв

Промежуточный мозг имеет вырост, называемый гипофизом, представляющий собой железу внутренней секреции. Секрет гипофиза стимулирует развитие половых желез и рост тела.

Головной мозг рыб мал. Так, у налима он составляет 1/700 массы тела, у щуки — 1/1300, у акул — всего 1/37000.

Передний мозг является центром обоняния, и его развитие сопряжено со степенью развития этого чувства.

Промежуточный мозг выполняет функции переключателя возбуждений, идущих из всех частей мозга, связанных с ними.

Средний мозг является зрительным центром. У костистых рыб он хорошо развит и состоит из массивного основания и крыши, которая разделена на два полушария — зрительные доли.

Мозжечок является центром координации движений. У костистых и особенно у быстро плавающих рыб он хорошо развит.

Продолговатый мозг соединяет различные центры со спинным мозгом. В нем залегает наиболее важный жизненный центр — дыхательный. От продолговатого мозга отходят нервы к органам слуха, осязания, боковой линии, сердцу, пищеварительной системе.

От головного мозга отходит 10 пар нервов: обонятельный, зрительный, глазодвигательный, блоковый, тройничный, отводящий, лицевой, слуховой, языкоглоточный, блуждающий.

Спинной мозг рыб представляет собой шнур цилиндрической формы, проходящий в верхних дугах позвоночника. От него отходят спинномозговые нервы, число которых соответствует количеству позвонков.

Функциональное значение *симпатической системы* — иннервация гладких мышц внутренних органов. Деятельность симпатической нервной системы и гладких мышц произвольна. У рыб она состоит из скоплений нервных клеток, или ганглиев, расположенных вдоль позвоночника и связанных боковыми соединениями со спинномозговыми нервами.

Органы чувств

Органы зрения. Глаз рыб построен по обычному для позвоночных животных типу. Он состоит из трех оболочек, имеет внутри хрусталик и стекловидное тело (Рис. 17).

Первая оболочка — белковая (склеротика) с хрящевыми образованиями. Впереди эта оболочка переходит в роговицу почти плоскую, невыпуклую. В задней части белковой оболочки имеется отверстие для входа зрительного нерва.

Вторая оболочка — сосудистая. В ней разветвлены кровеносные сосуды, питающие глаз. Она состоит из трех слоев: серебристого с кристаллами гуаниновой извести, сосудистого и пигментного.

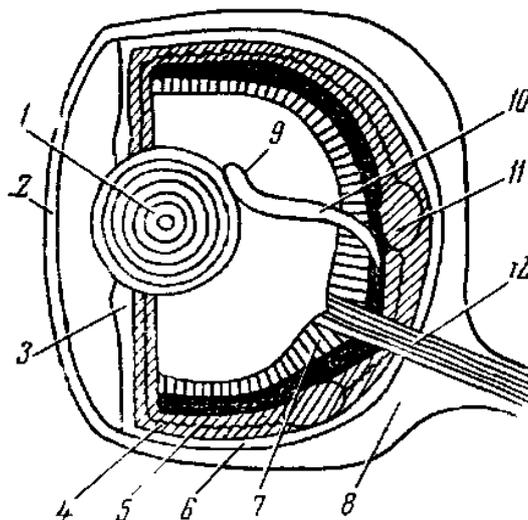


Рис. 17. Схема строения глаза рыбы:

1 — хрусталик; 2 — роговица; 3 — радужина; 4 — сосудистая оболочка; 5 — пигментная оболочка; 6 — серебристая оболочка; 7 — сетчатка; 8 — склера; 9 — вздутие серповидного отростка; 10 — серповидный отросток; 11 — железа сосудистой оболочки; 12 — глазной нерв

Передняя часть сосудистой оболочки образует пигментированную радужную оболочку, которая у рыб неподвижна, в результате чего зрачок не может суживаться и расширяться. Хрусталик у рыб почти шарообразный. Так как зрачок у рыб неподвижен, аккомодация осуществляется при помощи особого мускулистого серповидного отростка, передвигающего хрусталик назад или вперед.

Третья оболочка — сетчатая, образующая дно глаза, в которой расположены окончания зрительного нерва, колбочки и палочки. Палочки сетчатки приспособлены к восприятию слабого света и при дневном освещении погружаются глубже, между пигментными клетками сетчатки, которые закрывают их от световых лучей. Колбочки приспособлены к восприятию более яркого света, при сильном освещении приближаются к поверхности оболочки.

У рыб нет век. У некоторых рыб кожные покровы в виде прозрачной толстой пленки могут налегать на глаза, образуя жировые веки, свойственные кефалю и некоторым сельдям.

У некоторых акул в переднем углу глаза имеется мигательная перепонка.

Поле зрения у рыб благодаря выдвигному положению хрусталика обширно. По горизонтали оно достигает 160—170°, по вертикали — 150°. По сравнению с наземными позвоночными рыбы близоруки. Большинство рыб ясно различает предметы в пределах около 1 м, а максимальная дальность зрения рыб 12—15 м. Морфологически это определяется наличием у рыб более выпуклого хрусталика по сравнению с наземными позвоночными. Рыбы лучше

видят двигающиеся предметы. Костистые и миноги различают цвета, хрящевые (скаты) и хрящекостные (севрюги) цвета не различают.

С увеличением глубины обитания и уменьшением освещенности глаза обычно увеличиваются, например, у морского окуня. У глубоководных рыб довольно широко распространены телескопические глаза. Поводом к названию послужили форма и положение глаз. Телескопически выдвинутые глаза являются приспособлением к темноте. Благодаря им, поле зрения увеличивается, редкие источники света используются полностью, слабо освещенные предметы различаются с большей четкостью.

У придонных рыб, обитающих в мутных, малопрозрачных водах, роль зрения ослаблена, в результате чего размеры глаз уменьшаются, но у них хорошо развиты другие органы чувств — осязания, обоняния, вкуса.

Органы слуха. Как и у наземных животных, у рыб один и тот же орган является одновременно органом слуха и равновесия. Этот орган помещается в хрящевой или костной камере. У рыб отсутствуют средние и наружные отделы уха.

Внутреннее ухо, или лабиринт, у костистых рыб состоит из верхнего и нижнего мешочков, трех полукружных каналов, образующих расширения (ампулы), эндолимфы — жидкости, заполняющей полость лабиринта, и отолитов (Рис. 18).

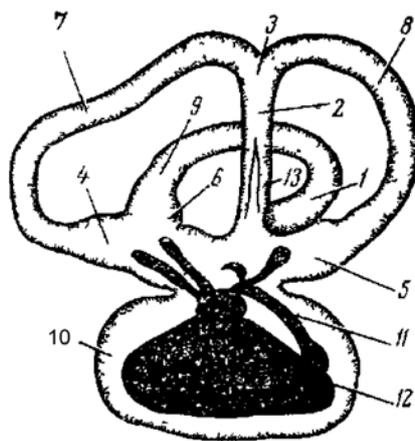


Рис. 18. Схема строения органа слуха рыб:

1 – овалный мешочек; 2 и 3 – верхний синус мешочка; 4,5,6 – ампулы полукружных каналов; 7,8,9 – полукружные каналы; 10 – круглый мешочек; 11 – ветви слухового нерва; 12 – отолит; 13 – эндолимфатический канал

Отолиты, представляющие собой своеобразные овальные тела, состоят из органической основы, пронизанной углекислой известью. По ним можно определить возраст рыб.

Полукружные каналы расположены в трех взаимно перпендикулярных плоскостях. Ампулы полукружных каналов снабжены нервными окончаниями. Изменение положения тела вызывает перемещение эндолимфы и отолитов и

раздражение ими соответствующих нервов. Опыты показали, что слуховую функцию несет главным образом нижняя часть лабиринта. Удаление верхней части лабиринта ведет к потере рыбой равновесия.

Рыбы, у которых орган слуха соединен веберовым аппаратом (4 пары косточек) с плавательным пузырем, имеют более развитый слух (карповые, сомовые).

В слуховом аппарате миксин имеется один полукружный канал, у миног — два, у остальных рыб, так же как у высших позвоночных, их три.

Боковая линия. Боковая линия — один из важнейших органов чувств — расположена вдоль тела, а также на голове рыб. На голове этот орган расположен над глазами, под глазами и на нижней челюсти. Боковая линия обозначается знаком 11 (*linea lateralis*). Боковая линия на теле бывает обычно одна. Однако у терпуговых рыб с каждой стороны тела имеется по 4—5 боковых линий. Боковая линия обычно тянется вдоль всего туловища, но у корюшки, горчача и верховки она пронизывает всего несколько чешуи. У некоторых рыб боковая линия расположена на голове.

В простейшем виде боковая линия представлена у плащеносной акулы и химеры, у которых чувствительные органы располагаются в глубине открытой бороздки канала, проходящей вдоль тела от головы до хвоста. У других рыб органы боковой линии лежат в замкнутом канале, который через определенные промежутки открывается наружу. Канал выстлан клетками чувствительного эпителия, в котором разветвляются окончания нерва. У сельди боковая линия на теле отсутствует, но имеется густая сеть каналов на голове.

Боковая линия воспринимает слабые движения воды, перепады давления, а у некоторых рыб и электрические токи, низкочастотные звуковые волны (вибрации). Боковая линия — это своеобразный орган, способствующий осязанию на расстоянии.

Органы осязания, обоняния, вкуса. Органом осязания служат нервные, или концевые, почки, расположенные в коже рыб. Органы осязания чаще всего сосредоточены на усиках (например, у сома, вьюна, налима, стерляди). У триглы, морского петуха они находятся на пальцевидных лучах грудного плавника. Осязание у рыб развито хорошо.

Орган обоняния у всех рыб, кроме круглоротых, парный. большей частью это носовые ямки с двумя отверстиями, иногда в виде трубочек. Одно отверстие служит для входа, а другое для выхода воды. Обонятельные ямки выстланы внутри радиально расположенными складками слизистой оболочки, к которой подходят окончания обонятельного нерва.

Растворенные в воде вещества раздражают нервные окончания. Раздражение передается в обонятельный центр, вызывая соответствующую реакцию. Чувство обоняния у рыб хорошо развито. Так, гольяны способны по запаху различать рыб, принадлежащих к 15 видам. Морской налим возбуждается и начинает поиск, если в аквариум добавляется вода с запахом

атерины.

Органом вкуса у рыб являются вкусовые почки, снабженные чувствительными волосками. Расположены они в ротовой полости на жаберных дугах, плавниках, губах и усиках. Эти органы отличаются от органа обоняния. Доказательством служат опыты с акулами рыбы хватали пищу, выдержанную в хинном растворе, который не имеет запаха, но тотчас ее выплевывали.

При организации промысла используют слуховые, обонятельные, зрительные рефлексы рыб.

Так, например, при промысле акул приманкой является мешок, набитый тряпками и пропитанный тюленьей кровью и жиром. Сомов нередко приманивают на «клок», т. е. звук, имитирующий кваканье лягушки.

Внутренние органы

Органы пищеварения

Все необходимое для синтеза нужных организму веществ рыба получает из пищи. Источником энергии также служит пища. Процесс пищеварения осуществляется пищеварительными органами.

Пищеварительный тракт начинается ротовым и кончается анальным отверстием. В простейшем случае он представляет более или менее одинакового диаметра трубку. Таков он у миног, миксин. У настоящих рыб он обычно дифференцирован на отделы: ротовая полость, глотка, пищевод, желудок, кишечник (Рис. 19).

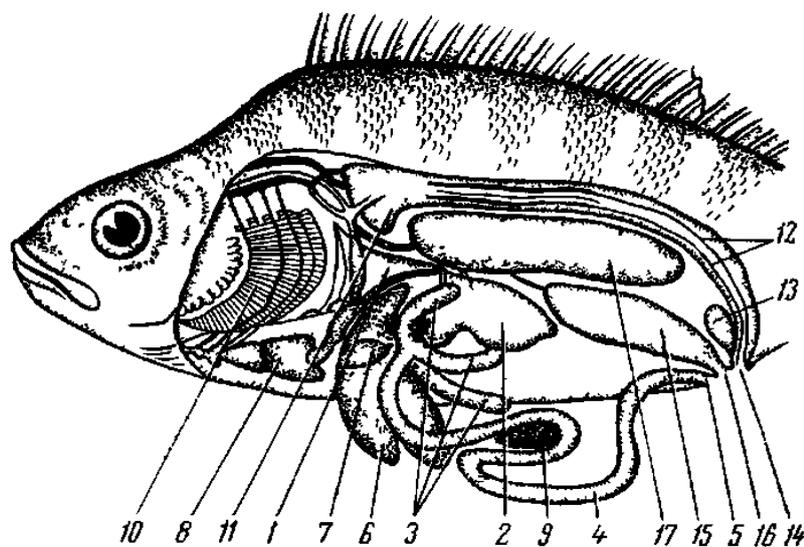


Рис. 19. Внутренние органы окуня:

1 – пищевод; 2 – желудок; 3 – пилорические придатки; 4 – кишечник; 5 – анальное отверстие; 6 – печень; 7 – желчный пузырь; 8 – сердце; 9 – селезенка; 10 – жабры; 11 – почка; 12 – мочеточники; 13 – мочевой пузырь; 14 – мочевое отверстие; 15 – потовая железа; 16 – половое отверстие; 17 – плавательный пузырь

Рыбы, питающиеся у дна, имеют в основном рот нижний, планктоном — верхний. В некоторых случаях эта общая зависимость нарушается в связи с преобладающим развитием других групп приспособлений. Например, у акул, которые в основном являются пелагическими рыбами, рот всегда нижний.

В данном случае, нижнее положение рта не связано с характером питания, а всецело определяется наличием рострума, выступающего над верхней челюстью вперед. Вообще форма ротового аппарата у рыб чрезвычайно разнообразна. У миног он имеет форму воронки, а у сротночелюстных - напоминает клюв. У многих карповых и большинства осетровых рот выдвижной в виде трубки.

Зубы могут иметь разнообразную форму — заостренные, шиловидные, клыковидные, уплощенные, в виде пластинок и т.д. Характерно, что они могут располагаться на различных костях ротовой полости — челюстях, сошнике, небных костях и т.д.

У некоторых рыб, главным образом мирных, зубы могут отсутствовать. Назначение зубов — удерживать захваченную пищу или дробить ее. У карповых рыб (лещ, вобла, сазан и т. д.) нет зубов в ротовой полости, но имеются так называемые глоточные зубы, которые помещаются на видоизмененных пятых жаберных дужках. Они раздавливают пищу, захваченную рыбой.

У круглоротых (миног, миксин) зубы представлены твердым ороговевающим эпителием.

У настоящих рыб строение зубов сложнее, напоминает структуру зубов у млекопитающих. Зуб имеет наружный эмалевый слой, под ним слой дентина и внутри соединительнотканый сосочек с нервами и кровеносными сосудами, питающими зуб. Корней зубы рыб обычно не имеют. Зубы у рыб сменяются в течение жизни, подрастая снизу или с боков.

Глотка — участок пищеварительного тракта между ротовой полостью и пищеводом. В глотке имеются жаберные щели, соединяющие жаберную полость с глоткой. Перегородки щелей образованы жаберными дугами, несущими жаберные тычинки и лепестки.

Жаберные лепестки — орган дыхания. Жаберные тычинки имеют значение фильтров. Количество, характер и высота тычинок находятся в зависимости от способа питания рыбы. У хищных рыб жаберные тычинки обычно редкие и короткие. Они предохраняют лепестки от повреждения крупной пищей. У рыб, питающихся планктоном, тычинки густые и длинные, они являются цедильным аппаратом, отфильтровывающим планктон.

Глотка переходит в пищевод, представляющий собой трубку, стенки которой образованы гладкой мускулатурой, импульсивные сокращения которой обеспечивают прохождение пищи в желудок. Пищеварительных желез пищевод

не имеет.

У многих рыб желудок имеет ту же ширину, что и кишечник (карповые, сиговые). У хищных рыб желудок обычно имеет форму сифона и более широк, чем кишечник. Стенки желудка выделяют пепсин и соляную кислоту. В желудке начинается пищеварение

Кишечник делится на три части, переднюю, среднюю и заднюю кишку. В переднюю кишку впадают протоки поджелудочной железы и печени. У некоторых рыб, например сельдей, лососей, макрелей, передняя кишка имеет слепые придатки, называемые пилорическими, они увеличивают площадь всасывающей поверхности кишечника.

В пилорических придатках содержатся ферменты, расщепляющие белок, углеводы и жиры. У акул, скатов, осетровых, двоякодышащих в средней части кишечника находится спиральный клапан, который также увеличивает всасывающую поверхность кишечника. Задняя кишка открывается или отдельным отверстием, называемым анусом, или в особое расширение — клоаку (у хрящевых и двоякодышащих).

Длина пищеварительного тракта зависит от особенностей питания рыбы. Хищные рыбы имеют короткий пищеварительный тракт, мирные — более длинный (Рис. 20).

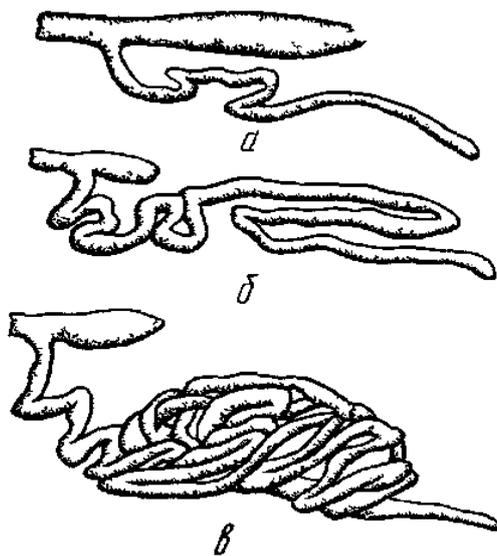


Рис. 20. Кишечники различных представителей семейства Cichidae (Perciformes):
а – хищник *Cichia temensis*; б – животнойядный *Geophagus brasiliensis*; в – растительноядный *Tilapia hendeloti* (по Пиллигрину из Н.С. Строганова)

Пищеварительные железы.

Поджелудочная железа. У рыб она макроскопически неразличима, так как сращена с печенью. Эта железа выделяет ферменты, расщепляющие белок, углеводы и жиры.

Печень. Самая большая железа после половой. Обычно бывает двух- или трехлопастная. Печень выполняет несколько функций, у всех рыб в ней откладываются запасы углеводов в виде гликогена, а у некоторых (например, тресковых) - запасы жира.

Кровь, оттекающая от пищеварительных органов, прежде всего, проходит через печень, в которой происходит обезвреживание чужеродных белков. Среди веществ, поступающих из пищеварительного тракта в кровь, часто имеются ядовитые вещества (индол, скатол и др.), которые в печени соединяются с другими веществами, например с кислотами, и становятся безвредными для организма (это так называемая барьерная функция печени).

Печень вырабатывает желчь, которая накапливается в желчном пузыре, а затем через желчный проток изливается в пищеварительный тракт. Желчь эмульгирует жиры и активизирует ферменты кишечника.

Органы кровообращения.

Сердце. Оно является центральным органом кровообращения у рыб. Задача сердца — всасывать венозную, насыщенную углекислым газом кровь и проталкивать ее к жабрам. Сердце рыбы расположено непосредственно за жабрами в особой полости — околосердечной сумке. Сердце миног заключено в хрящевую коробку. У миксин, хрящевых рыб и осетровых околосердечная полость одним или двумя каналами сообщается с полостью тела.

Сердце рыб состоит из двух отделов, оно двухкамерное. Первый отдел — тонкостенное предсердие, второй — мускулистый желудочек (Рис. 21).

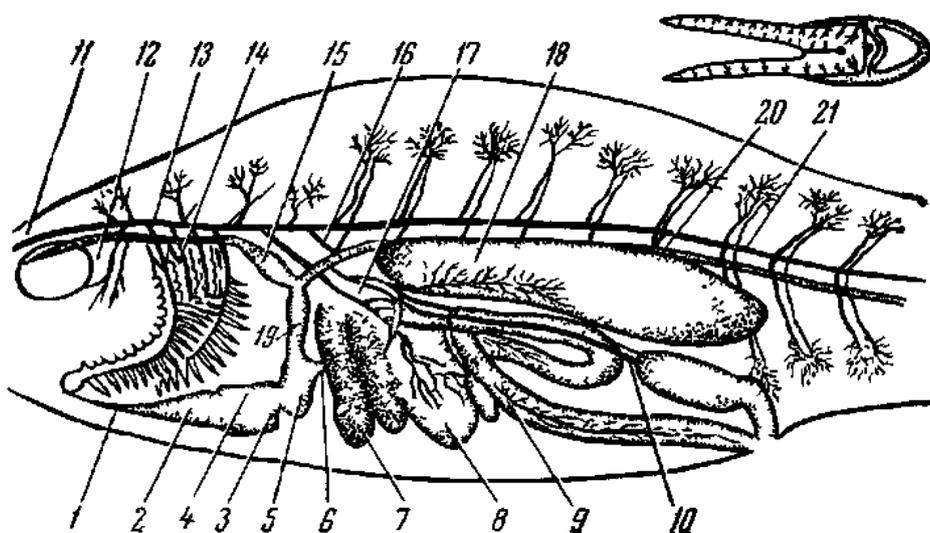


Рис. 21. Схема кровообращения окуня:

1 – артериальный ствол; 2 – луковица аорты; 3 – желудочек; 4 – предсердие; 5 – венозный синус; 6 – печеночная вена; 7 – воротная вена; 8 – желудочная артерия; 10 – генитальная артерия; 11 – обонятельная артерия; 12 – лицевая артерия; 13 – ротовая артерия; 14 – жаберная вена; 15 – яремная вена; 16 – плечевая артерия; 17 – брюшная артерия; 18 – артерия плавательного пузыря; 19 – проток Кювье; 20 – кардинальная вена; 21 – аорта

У двоякодышащих рыб имеется зачаток третьей камеры, в их предсердии появляется неполная перегородка, которая при сокращении предсердия разделяет его на правую и левую половины.

Кроме того, у сердца рыб имеются еще придаточные части. Венозная пазуха, или венозный синус,— мешкообразное расширение — имеет тонкие спадающиеся стенки. Из нее кровь попадает в предсердие.

У низших рыб — акул, скатов, осетровых, двоякодышащих — имеется артериальный конус с рядом клапанов, который пульсирует, как и сердце, и расположен в виде продолжения желудочка.

У высших костистых рыб артериального конуса нет, но у них имеется луковица аорты, являющаяся расширенной частью следующего за сердцем отдела — брюшной аорты. Луковица не пульсирует.

Кровеносные сосуды. Сосуды, идущие от сердца рыб, называются артериями, к сердцу — венами. Кровь (венозная) из венозной пазухи поступает в предсердие, а затем в мускулистый желудочек. Далее сокращением желудочка кровь проталкивается в брюшную аорту. Клапаны между отделами не позволяют крови двигаться обратно.

Брюшная аорта несет кровь по 4 парам (у костистых рыб) приносящих сосудов — артерий к жабрам. В жабрах эти сосуды распадаются на капилляры, тонкостенные мелкие сосуды, в которых происходит обмен газов. Капилляры соединяются в жабрах в выносящие сосуды (артерии), которые в свою очередь сливаются в большой расположенный под позвоночником сосуд — спинную аорту. От передней пары выносящих артерий отходит пара головных артерий, питающих мозг, называемых головными или сонными артериями.

Спинная аорта расположена непосредственно под позвоночником. От нее отходят сосуды, снабжающие очищенной кровью кишечник, желудок, печень, плавники, половые органы, почки. Уменьшаясь в размерах, спинная аорта в хвостовой части превращается в хвостовую артерию.

Все артерии постепенно утоняются и разветвляются на капилляры, снабжающие артериальной кровью клетки и ткани органа. Затем капилляры собираются в вены, т.е. сосуды, идущие к сердцу (вены обладают спадающимися стенками, в них мало гладких мышц и эластичных волокон).

Хвостовая артерия через капилляры переходит в хвостовую вену, которая раздваивается и входит в почки, где распадается на капилляры, образуя так называемую воротную систему почек. Затем кровь собирается в две мощные вены, расположенные по обеим сторонам позвоночника и называемые задними кардинальными венами.

Сосуды, несущие кровь из головы, образуют передние кардинальные (яремные) вены. Кардинальные вены на уровне сердца сливаются и образуют мощные сосуды — кювьеровы протоки, впадающие в венозную пазуху.

От парных плавников в кювьеров проток впадают боковые вены. От кишечника вены входят в печень, где образуют воротную систему капилляров, а из печени печеночная вена впадает в кювьеров проток, или венозную пазуху.

Селезенка. Селезенка — железа, связанная с кровообращением. Селезенка рыб представляет собой плотный орган, окрашенный в интенсивный красный цвет. Сеть тяжей, состоящая из гладких мышц, пронизывает внутренние стенки селезенки.

Благодаря наличию мышечных волокон объем селезенки может сокращаться. Располагается она позади желудка в петлях кишечника. Форма селезенки различна: у колючих акул — лентовидная, у камбал — шаровидная, у ельцов — двухлопастная.

Селезенка не имеет протока. Селезенка рыб так же, как и высших животных, является кроветворным органом, образующим и накапливающим красные кровяные тельца.

Плавательный пузырь. Плавательный пузырь предназначен для регулирования содержания газов в крови и выполнения роли гидростатического аппарата.

У двоякодышащих рыб плавательный пузырь выполняет функции дополнительного органа дыхания.

Плавательный пузырь состоит из соединительной ткани. В стенках его имеются мышцы и эластичные волокна. Расположен под позвоночником. Имеет разнообразную форму. Рыб, у которых плавательный пузырь соединяется протоком с кишечником, называют открытопузырными.

При перемещении рыб в верхние слои воды давление уменьшается и насыщаемость крови газами соответственно изменяется, излишки газа из крови выделяются в плавательный пузырь. Функцию наполнения плавательного пузыря газом выполняет красное тело, или газовая железа, функцию поглощения — овал. Красное тело находится в передней части плавательного пузыря, а овал — в задней, представляя собой разветвления огромного количества капилляров.

У открытопузырных рыб удаление газов из плавательного пузыря в значительной степени происходит через кишечник.

При погружении рыбы плавательный пузырь сжимается, при подъеме расширяется.

Органы дыхания

Органами дыхания у рыб служат жабры, точнее, — жаберные лепестки.

Рыба заглатывает воду и пропускает ее через жаберные отверстия. Вода омывает жаберные лепестки, и растворенный в воде кислород через тонкие стенки последних поступает в кровь капилляров. С каждой стороны жаберной

полости лежат четыре полукруглые жаберные дуги, обращенные выпуклой стороной назад, к жаберной щели. Жаберная дуга состоит из костной дужки, тычинок, расположенных на вогнутой стороне, и жаберных лепестков, расположенных по выпуклой стороне дужки. У костистых рыб имеется жаберная костная крышка, прикрывающая жаберную полость.

Жаберный аппарат у различных рыб неодинаков. У рыбообразных, круглоротых (миног и миксин) жабры имеют вид мешочков, внутренняя поверхность которых имеет складки слизистой оболочки, пронизанные кровеносными сосудами. Жаберных крышек у круглоротых нет. Жаберные отверстия открываются наружу. У миног семь пар жаберных отверстий, у миксин от 1 до 15.

У хрящевых рыб — акул, скатов и химер — жаберные органы расположены в виде пластинок по сторонам перегородок, отходящих от жаберных дуг. Жаберных отверстий у акул и скатов обычно 5, а у некоторых примитивных акул 6—7. Жаберные отверстия у них открываются наружу, жаберных крышек нет.

Рыбы имеют так называемое кожное дыхание, способствующее прежде всего выделению углекислого газа. Значение кожного дыхания у рыб различно и зависит от их образа жизни. Высокая интенсивность кожного дыхания наблюдается у рыб, приспособленных к жизни в условиях дефицита кислорода, в том числе у карпа, карася, сома, угря. У этих рыб значение такого дыхания в общем газовом обмене составляет около 20%, а у отдельных особей может достигать 80%. У рыб, обитающих в богатой кислородом воде, кожное дыхание менее развито.

Некоторым рыбам (вьюн, некоторые сомики) свойственно кишечное дыхание, когда рыба потребляет кислород, заглатывая воздух. Газообмен происходит в определенных участках пищеварительного тракта. Обрато воздух выходит через анальное отверстие или ротовую полость.

У двоякодышащих рыб плавательный пузырь имеет ячеистое строение, и превратился в орган дыхания, что дает возможность рыбе жить в периодически пересыхающих водоемах.

У некоторых, главным образом тропических, рыб есть добавочные органы дыхания, приспособленные к использованию кислорода воздуха. Наиболее часто встречается наджаберный орган. Он представляет собой утолщение слизистой оболочки части жаберной полости, пронизанное кровеносными капиллярами. Такой наджаберный орган имеется у змееголова и рыбы-прыгуна (*Periophthalmus*).

У окуня-ползуна (*Anabas scandens*), обитающего в тропических пресных водоемах, имеется лабиринтовый аппарат из сложной системы складок слизистой оболочки, помещающийся в спинной части жаберной полости. Этот аппарат поддерживается извилистыми костными пластинками и обеспечивает дыхание рыбы вне воды. Имея его, окунь-ползун может совершать сухопутные

путешествия из одного водоема в другой.

Органы выделения

Органами выделения у рыб служат почки. Печень, нейтрализуя вредные продукты распада белков в крови, образует мочевины и мочевую кислоту, выделяющуюся из организма через почки.

Почки рыб — так называемые туловищные почки — примитивные, некомпактные, в виде темно-красных рыхлых лент, расположены в полости тела под позвоночником (Рис. 22).

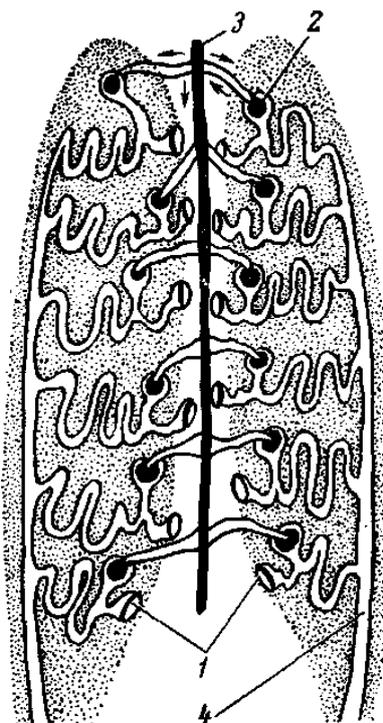


Рис. 22. Схема строения почек акулы (по Мензиберу):

1 – нефростома (воронка); 2 – мальпигиевые тельца; 3 – кровеносный сосуд, разветвляющийся в мальпигиевых тельцах на капилляры; 4 – собирающий поток (мочеточник)

Филогенетически почки образуются из трех отделов: головные почки (предпочка) — пронефрос, туловищные — мезонефрос и тазовые — метанефрос (у высших позвоночных).

Пронефрос в зародышевом состоянии наблюдается у всех рыб. В головной части зародыша рыб имеется несколько пар канальцев, расположенных по одной паре в каждом сегменте и открывающихся в полости тела парой воронок. У взрослых рыб предпочка в виде нескольких канальцев сохраняется у круглоротых (миног, миксин) и некоторых высших рыб (бельдюг, бычков), но наряду с ней у них развивается и туловищная почка.

Выделение мочевины и мочевой кислоты происходит следующим

образом: хвостовые вены в почках расчлениаются на капилляры, образуя так называемую воротную систему почек, и снова собираются в кардинальные вены. Также разветвляются и почечные артерии. Здесь в почке через капилляры происходит выделение, фильтрация из крови в почку и далее наружу мочевой кислоты и мочевины.

Основное значение для выделения продуктов распада имеют мальпигиевы тельца, образующие почки (Рис. 23).

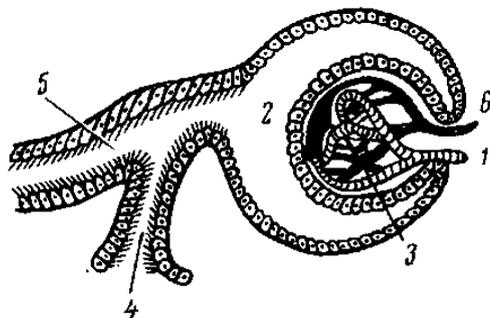


Рис. 23. Схема мальпигиева тельца:

1 – артерия; 2 – бауманова капсула; 3 – клубочек капилляров; 4 – воронки; 5 – каналец; 6 – вена

Почки включают множество тонких витых трубочек — каналцев, концы которых имеют вздутие в виде чашечки микроскопически малых размеров с двойными стенками, состоящими из одного слоя клеток. Это образование называется капсулой Шумлянскогo (ранее эта капсула называлась Баумановой. Однако впервые ее описал русский ученый А.М. Шумлянский, и поэтому правильнее ее называть его именем). В нее входят сосуды, распадающиеся на клубочки капилляров.

Капсула Шумлянскогo вместе с сосудистым клубочком называется мальпигиевым тельцем. Мочевая кислота и мочевина фильтруются из капилляров мальпигиева тельца и через извитые каналцы собираются в мочеточниках. Мочеточники образуют в конечной части парное или непарное расширение — мочевой пузырь, открывающийся наружу возле полового отверстия.

В туловищной почке хрящевых рыб (акулы, скаты), а также у осетровых и цельнокостных рыб (*Amia*) сохраняются мерцательные воронки, характерные для предпочки.

Половые органы

Половые органы представлены у самцов семенниками, у самок — яичниками или ястыками (Рис. 24).

Наиболее просто половые органы устроены у круглоротых (миног и

миксин). Половая железа у них непарная, находится над кишечником. Яичник и семенник не имеют выводных протоков, и развившиеся половые продукты из полости тела выводятся наружу через так называемые половые поры.

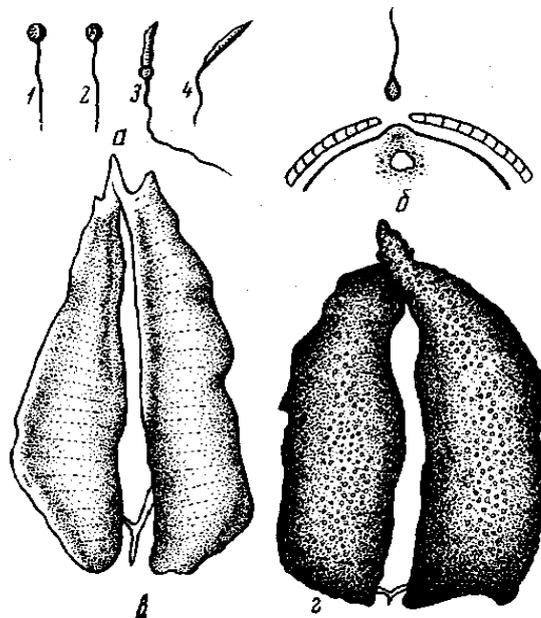


Рис. 24. Половые органы костистых рыб:

а – сперматозоиды (1 – щуки; 2 – окуня; 3 – колючего ската; 4 – мраморного ската); б – икринка (проникновение сперматозоида в микропиле); в – семенник сельди; г – яичник сельди

У хрящевых рыб (акул, скатов), рождающих живых детенышей или откладывающих оплодотворенные яйца, строение половых органов довольно сложное. Половые органы — семенники и яичники — у них парные.

У самок хрящевых рыб половые продукты выделяются наружу по обособившимся мюллеровым каналам, образовавшимся из протока первичной почки. У них яичник в виде парных желез подвешен на брыжейках в полости тела по бокам от кишечника. Зрелые яйца из полости тела попадают в мюллеровы каналы, выполняющие роль яйцеводов, начинающиеся открытой воронкой.

В яйцеводах яйца покрываются роговой оболочкой. Задний отдел яйцеводов расширен и носит название матки, в которой у живородящих форм некоторое время вынашиваются оплодотворенные яйца и мальки. Из матки оплодотворенные яйца или рыбки выходят наружу.

У самцов хрящевых рыб половая железа срастается с передним отделом почек. Сперматозоиды выводятся через мочеточники.

У большей части костистых рыб оплодотворение наружное. Икра оплодотворяется в воде (хотя среди высших рыб имеются и живородящие, например морской окунь). Яичники и семенники у высших рыб обычно парные, а обособленного выводного протока нет.

У самок половые железы соединяются вместе, превращаясь в яйцевод, открывающийся наружу половым отверстием (в особом сосочке). У самцов семенник переходит в семяпровод и открывается в мочеполовой синус, выходящий наружу мочеполовым отверстием.

Вопросы для самоконтроля:

- 1) *Расскажите про формы тела рыб, внешние признаки и покровы?*
- 2) *Расскажите про внутренний скелет и мускулатура рыб?*
- 3) *Назовите особенности нервной системы и органов чувств у рыб?*
- 4) *Расскажите про работу нервной системы у рыб?*
- 5) *Расскажите про органы чувств у рыб?*
- 6) *Расскажите про функции внутренних органов у рыб?*
- 7) *Расскажите про работу органов пищеварения у рыб?*
- 8) *Расскажите про особенности пищеварительных желез у рыб?*
- 9) *Расскажите про органы дыхания у рыб?*
- 10) *Расскажите про работу органов выделения у рыб?*
- 11) *Расскажите про работу половых органов у рыб?*

Рекомендуемая литература по теме:

1. Привезенцев Ю.А., Власов В.А. Рыбоводство: Учебник для вузов. / Сер.: Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений. – М.: Мир, 2007. -456с.
2. Головина Н.А., Стрелков Ю., Воронин В. Ихтиопатология: Учебник для вузов. / Сер.: Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений. –М.: Мир, 2003. -456с.
3. Пономарев С.В. Индустриальная аквакультура: Учебник для вузов. – Астрахань.: ГУП ИПК Волга, 2006. -312с.
4. Иванов А.А. Физиология рыб: Учебник для вузов. / Сер.: Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений. –М.: Мир, 2003. -280с.
5. Дорохов С.М., Пахомов С.Н. Прудовое рыбоводство: Учебник. -М.: Высшая школа, 1981. –285с.
6. Сабодаш В.М. Эффективное прудовое рыбоводство. Настольная книга рыбоведа. / Сер.: Приусадебное хозяйство. –М.: АСТ, Сталкер, 2007. -176с.
7. Никифоров-Никишин А.Л., Бородин А.Л., Козлов В.И. Аквакультура: Учебник для вузов. / Сер.: Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений. –М.: КолосС, 2006. -448с.
8. Чебанов М.С., Галич Е.В., Чмырь Ю.Н. Руководство по разведению и выращиванию осетровых рыб. -М.: Росинформротех РФ, 2004. -136с.

ТЕМА 2: Рыбы и внешняя среда

Рыбы живут везде, где есть вода, но каждый вид существует при определенных условиях. Рыбы приспособились к различным условиям водной среды. На рыб действуют биотические и абиотические факторы внешней среды.

Биотические факторы — это мир животных и растительных организмов, окружающих рыбу. Абиотические факторы — это комплекс физических и химических свойств воды (соленость, температура, содержание газов и др.).

Влияние на рыб биотических факторов

Влияние биотических факторов на рыб имеет большое значение и в жизни отдельных особей и в развитии отдельных видов. Это влияние осуществляется различными путями: конкуренцией из-за пищи между отдельными видами рыб, взаимоотношениями между хищником и жертвой, влиянием организмов на режим водоемов и т. д.

Взаимоотношения рыб друг с другом. Многие рыбы всю жизнь или почти всю жизнь держатся стаями (например, атлантические сельди, хамса и др.). Некоторые рыбы ведут одиночный образ жизни, они не образуют стай даже в период, предшествующий размножению (пинагоры, сомы, многие акулы и др.). Большинство рыб в определенный период собирается в стаи, а в другое время держится рассеянно или небольшими стайками. Таких рыб называют периодически стайными рыбами.

Стайность — приспособление рыб для поисков пищи, нахождения миграционных путей, защиты от хищников. Стая в этих случаях быстрее ориентируется, чем отдельная рыба. Поведение отдельной рыбы в стае быстро передается другим. Стаи рыб часто называют косяком. Иногда рыбы одного и того же вида образуют группировки — стада, обособленные друг от друга местами нереста, нагула, зимовки. Такие стада известны у аральского леща, дальневосточных камбал, каспийского морского судака и др.

В каждом стаде стайных рыб отдельные особи объединяются в особые биологические группировки, которые возникают в раннем периоде жизни и различаются тем, что каждая группировка проходит одни и те же биологические стадии (этапы) развития в разное время и с различной скоростью. Морфологически элементарные популяции друг от друга не отличаются.

Соединение рыб в стаи чаще всего бывает связано с миграциями различных типов. Как правило, стайность наиболее характерна для пелагических рыб. Наиболее сильно стайность выражена у представителей семейств сельдевых, тресковых, ставридовых и др. Величина и форма стай

специфична для разных видов. В настоящее время изучению стаи уделяется особое внимание в связи с разведкой рыб.

По наблюдениям ряда авторов, размеры рыб одного вида связаны с величиной водоема и густотой рыбного населения. В маленьких водоемах с густым населением рыбы мельче, чем в больших с разреженным населением, например караси в различных водоемах.

Увеличение числа рыб одного вида часто приводит к сильному уменьшению количества рыб другого вида, которые конкурируют друг с другом в питании (например, влияние сазана на маринку в озерах Средней Азии).

Взаимоотношения хищника и жертвы. Эти взаимоотношения широко распространены среди рыб, особенно на больших глубинах, где живут только хищные и животоядные рыбы.

У рыб-хищников вырабатываются разнообразные приспособления для добывания пищи: это сильные зубы у акул, щуки, судака и др.; электрические органы у электрических угрей, сомов, скатов. Для защиты от хищников служат главным образом панцирь, шипы, колючки, часто снабженные ядовитой железой.

Паразитизм у рыб встречается редко. Из наших промысловых рыб паразитический образ жизни ведет невская минога. У рыб часто наблюдается и комменсализм, или нахлебничество, т.е. такие взаимоотношения между животными, когда одно животное извлекает пользу от другого, для которого это сожительство безразлично. Примером комменсализма являются взаимоотношения между акулой и рыбой-прилипалой.

Симбиоз, т. е. мирное сожительство, среди рыб встречается редко. Примером может служить отношение между акулами и рыбой-лоцманом, которая сопровождает акул и подбирает остатки ее пищи. Акула не трогает лоцманов. Вероятно, лоцман лучше видит добычу и указывает акуле путь к ней.

Влияние растений на рыб. Огромное значение в жизни рыб, в основном пресноводных и проходных, имеют растения. Растения, выделяя на свету кислород и поглощая углекислоту, создают более благоприятные условия для жизни рыб. Однако ночью, когда растения выделяют углекислоту, при большом их скоплении могут быть заморы рыб — массовая гибель их от удушья.

Растения имеют важное значение для размножения рыб, являясь субстратом для икры многих рыб.

Некоторые рыбы строят из растений гнезда (например, колюшки). Многие рыбы, обладая соответствующей окраской, приспособились к жизни в зарослях.

Водные растения являются объектом питания рыб: белый амур питается высшей растительностью, толстолобик — фитопланктоном. Однако некоторые растения имеют отрицательное значение в жизни рыб. Например, пузырчатка питается личинками рыб.

Взаимоотношения рыб с беспозвоночными животными. Простейшие одноклеточные животные играют большую роль в жизни рыб. Некоторые из них служат кормом для личинок и молоди рыб. Однако среди них имеются и возбудители многих болезней рыб.

Хищные кишечнорастворимые (гидра, медуза, некоторые гребневники), уничтожая личинок рыб, наносят заметный вред рыбному хозяйству. Однако среди кишечнорастворимых и рыб имеются примеры симбиоза. Мальки пикши, трески, наваги до перехода к донному образу жизни долго держатся под колоколом арктической медузы и тем самым спасаются от хищников.

Черви причиняют рыбам большой вред. Немало промысловых рыб заражено червем-паразитом.

В то же время свободно живущие черви часто являются объектом питания рыб. Пересаженный из Азовского моря в Каспий многощетинковый червь *Nereis* стал важным кормовым объектом для осетровых рыб.

Иглокожие — основной объект питания для некоторых рыб (зубатки). В то же время многие иглокожие (морские звезды, морские ежи) питаются рыбой. Кроме того, поедая донных беспозвоночных, они являются конкурентами рыб в питании.

Моллюски. Польза для рыб от моллюсков велика. Значительное количество рыб, живущих у дна, питаются моллюсками. Вобла почти полностью питается моллюсками. В свою очередь головоногие моллюски поедают рыб.

Ракообразные — основной объект питания очень многих рыб. Океанические сельди, хамса, шпрот, мальки донных и хищных рыб питаются главным образом ракообразными. Ракообразные используются как корм для молоди и в рыбоводных хозяйствах. Иногда для этих целей их разводят специально. Среди ракообразных имеются и паразиты, поражающие кожу или жабры рыб.

Взаимоотношения между рыбами и позвоночными животными. Позвоночные животные играют в жизни рыб значительную роль.

Амфибии. Многие рыбы питаются личинками амфибий. В наших водоемах взрослых амфибий поедает сом. В свою очередь многие лягушки питаются молодью и икрой рыб, уничтожая их в больших количествах, чем наносят ущерб рыбному хозяйству.

Рептилии — враги рыб. Рыбой питаются ужи, морские змеи, крокодилы, пресноводные морские черепахи.

Птицы. Для многих птиц (бакланов, гагар, чаек и др.) рыбы составляют основную пищу. Иногда птицы способствуют расселению рыб, перенося их икру из водоема в водоем на лапках. Птичий помет является удобрением для водоема и способствует развитию планктона и водных беспозвоночных, служащих кормом для рыб.

Млекопитающие. Водные млекопитающие поедают огромное количество стайных рыб, например киты, ластоногие питаются в основном рыбой.

Влияние на рыб абиотических факторов.

Температура воды. Рыбы могут жить при самой разнообразной температуре. Рыб нашей фауны делят на: теплолюбивых (осетровые, карповые, сомовые, угревые) и холодолюбивых (тресковые, лососевые). Колебания температуры при которых могут жить рыбы, для разных видов различны. Для одних это 5-7⁰С, для других – десятки градусов. Обычно рыбы подразделяются на stenotherмных и эвритермных.

Эвритермные – такие рыбы, которые обитают при широких колебаниях температуры, например, маринка, плотва, щука. Они могут обитать в пределах температуры от 3 до 25⁰С.

Stenotherмные рыбы приспособлены к узкому интервалу температур. К этой группе относятся тропические, арктические и глубоководные рыбы. Они плохо переносят даже незначительные изменения температуры.

Температура влияет на ход жизненных процессов: сроки икрометания, развитие икры, скорость роста, газообмен, пищеварение. С понижением температуры количество потребляемого кислорода (см³) уменьшается, с повышением – наоборот, увеличивается. При повышении температуры скорость пищеварения увеличивается, при понижении – уменьшается. Так, у карпа максимальная интенсивность питания наблюдается при температуре воды 23-29⁰С, а при 15-17⁰С интенсивность уменьшается в 3-4 раза.

Температура влияет так же на анатомические особенности рыб. Замечено, что у одних и тех же видов рыб число позвонков и лучей в спинном и анальном плавниках разное и зависит от места обитания. Так, например, количество позвонков и лучей меньше у рыб обитающих в более теплом районе. Такие изменения связаны с приспособлением к движению в воде определенной плотности. Следует помнить, что плотность воды в значительной степени зависит от солености.

Поскольку рыба приспособлена к жизни при определенной температуре, ее распределение в водоеме обычно связано с распределением температуры. Это учитывается при разведке промысловых концентраций рыб.

За последние десятилетия наблюдается значительное потепление в Арктике. В связи с этим отмечено проникновение на север целого ряда более тепловодных видов рыб. Так, треска стала заходить далеко на восток, проникая из Баренцева моря в Карское море. Скумбрия встречалась в Белом море, куда она проходила из Атлантического океана через Баренцево море. Некоторые виды камбал, морской окунь стали попадаться в более восточных частях Баренцева моря и в Белом море.

Свет. Имеется сравнительно небольшое количество рыб, которые могут жить без света. Это пещерные рыбы и рыбы больших глубин.

Свет влияет прежде всего на морфологию рыб, т. е. на строение их тела. У глубоководных рыб вырабатывается ряд приспособлений в связи со слабой освещенностью на глубинах: увеличиваются органы зрения (диаметр глаза составляет до 40-50% от длины головы); глаза становятся телескопическими, что увеличивает их чувствительность и расширяет поле зрения; у некоторых видов рыб глаза могут исчезать совсем. С редукцией органа зрения у этих рыб обычно сильно развиты усики — органы осязания. У многих глубоководных рыб образуются органы свечения.

Там, где много света, у рыб появляется яркая покровительственная окраска, что хорошо выражено у тропических рыб и, особенно, у рыб коралловых рифов. Окраска может иметь цвет грунта, растительности, поверхности воды.

Свет влияет на скорость созревания половых продуктов. опыты с палией показали, что при освещении созревание наступает быстрее. Свет по-разному влияет на скорость развития икры. Так, у севрюги, камбал, некоторых сельдей развитие икры идет быстрее на свету и замедляется в темноте, а у форелей развитие икры на свету замедляется.

Солнечные лучи влияют на обмен веществ у рыб. Гамбузия, лишенная света, быстро заболевает авитаминозом и прежде всего теряет способность к размножению.

Соленость. Пределы солености воды, при которой могут жить рыбы, от пресной воды до 70⁰/₀₀ и выше.

Рыб, выдерживающих значительное колебание солености, принято называть эвригалинными, не выдерживающих - стеногалинными. Примером эвригалинных рыб может служить каспийская рыба-игла, переносящая широкие колебания солености — 0,27-40⁰/₀₀. Некоторые бычки Каспия выдерживают колебания солености от почти пресной воды до 60⁰/₀₀.

Примером стеногалинных рыб могут служить некоторые рыбы коралловых рифов, для которых колебание солености равно нескольким промиллям. Основная причина, обуславливающая то или иное отношение рыб к солености, связана с плотностью воды, зависящей от солености и температуры, и необходимостью поддержания рыбой осмотического давления, свойственного данному виду.

Каждый вид приспособлен к среде определенной солености, и непосредственный перенос из одной среды в другую воспринимается им болезненно и нередко сопровождается гибелью.

Возможность жизни рыб при различных плотностях обеспечивается развитием осморегуляторных приспособлений. Благодаря этому внутреннее давление у рыб постоянно.

Рассмотрим осморегуляторные приспособления у отдельных групп рыб.

Хрящевые рыбы. Внутреннее давление у них выше давления наружной среды. Основную роль в поддержании такого давления играет мочевины. У хрящевых рыб выработались приспособления, позволяющие накапливать большое количество мочевины в полостных жидкостях этих рыб. У них мочевины задерживается в извитых канальцах почек, а оттуда в нужном для организма количестве снова возвращается в кровь. Мочевины у рыб выделяется главным образом через жаберы, однако у хрящевых рыб жаберы плохо проницаемы для мочевины.

Морские костистые рыбы. Внутреннее давление у них ниже наружного. Эти рыбы живут в гипертонической среде и поэтому теряют воду через жаберы, кожу, а также мочу. Необходимость задержки и увеличения количества воды обеспечивается тем, что все морские костистые рыбы пьют воду. Выделение избыточных солей из крови костистых рыб происходит через почки и жаберы.

Пресноводные рыбы. Внутреннее давление у них выше наружного (гипертония). Перенос этих рыб в соленую воду приводит к их гибели. Осморегуляторная функция организма — удаление избыточного количества воды, поступающего осмотическим путем. Поэтому пресноводные костистые рыбы выделяют значительное количество мочи.

Проходные рыбы. У входящих из моря в реки рыб осмотическое давление изменяется незначительно. Осморегуляционным приспособлением у них является прекращение поступления воды. Кроме того, в реке эти рыбы часто совсем не питаются и слизистая оболочка кишечника у них дегенерирует.

Таким образом, количество растворенных в воде солей оказывает влияние на рыб через изменение осмотического давления.

Однако большое значение в жизни рыб имеет и солевой состав воды.

Так, следует отметить полезное действие азотных и фосфорных солей, которые способствуют развитию богатой растительности, следовательно, и животных, служащих пищей для рыб. Поэтому удобрение прудов минеральными солями повышает их рыбопродуктивность.

Растворенные в воде газы. Кислород имеет наиболее важное значение в жизни рыб. Большинство рыб не может усваивать кислород из воздуха и дышит только тем кислородом, который растворен в воде.

Потребность в растворенном в воде кислороде у разных видов рыб неодинакова. Для одних рыб насыщенность воды кислородом должна быть высокой (лосось, сиг, форель, судак), для других может быть ниже (плотва, окунь, сазан, карась).

Как правило, в море дефицита кислорода не наблюдается, в то время как в реках, озерах, прудах зимой нередко наблюдается недостаток кислорода. В этих водоемах кислород используется на процессы дыхания организмов и

гниение органических остатков.

Затрудняет поступление кислорода из атмосферы ледяной покров. При нехватке кислорода для дыхания рыб наблюдается их гибель. Основное мероприятие в таких случаях — создание проточности в водоеме.

Даже малые дозы углекислого газа в воде губительны для рыб, так как они понижают свойства крови усваивать кислород. Однако обычно количество углекислого газа в воде небольшое, так как он быстро связывается в прочные соединения с кальцием.

Сероводород образуется в воде при отсутствии кислорода и вызывает гибель рыб, причем сила действия его зависит от температуры. При высокой температуре воды гибель рыб наступает быстрее.

Вопросы для самоконтроля:

- 1. Какие формы тела, внешние признаки и покровы у рыб?*
- 2. Какое строение имеет скелет рыбы?*
- 3. В чем особенности строения рыбьих мышц?*
- 4. Каково строение нервной системы рыб?*
- 5. Из чего состоит орган зрения рыб?*
- 6. Какие отделы выделяют в слуховом аппарате рыб?*
- 7. В чем особенность боковой линии рыб?*
- 8. Какие органы у рыб являются осязательными, обонятельными и вкусовыми?*
- 9. Как характеризуются органы пищеварения рыб?*
- 10. Что является центральным органом кровообращения рыб, и какое он имеет строение?*
- 11. Какие разновидности кровеносных сосудов рыб вы знаете?*
- 12. Из чего состоят органы дыхания у рыб?*
- 13. Какое значение имеют органы выделения для рыб?*
- 14. В чем различие половых органов рыб?*
- 15. Каково влияние биотических факторов на рыб?*
- 16. Опишите влияние абиотических факторов на рыб?*

Рекомендуемая литература по теме:

1. Привезенцев Ю.А., Власов В.А. Рыбоводство: Учебник для вузов. / Сер.: Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений. – М.: Мир, 2007. -456с.
2. Головина Н.А., Стрелков Ю., Воронин В. Ихтиопатология: Учебник для

- вузов. / Сер.: Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений. –М.: Мир, 2003. -456с.
3. Пономарев С.В. Индустриальная аквакультура: Учебник для вузов. – Астрахань.: ГУП ИПК Волга, 2006. -312с.
 4. Иванов А.А. Физиология рыб: Учебник для вузов. / Сер.: Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений. –М.: Мир, 2003. -280с.
 5. Дорохов С.М., Пахомов С.Н. Прудовое рыбоводство: Учебник. -М.: Высшая школа, 1981. –285с.
 6. Сабодаш В.М. Эффективное прудовое рыбоводство. Настольная книга рыбоведа. / Сер.: Приусадебное хозяйство. –М.: АСТ, Сталкер, 2007. -176с.
 7. Никифоров-Никишин А.Л., Бородин А.Л., Козлов В.И. Аквакультура: Учебник для вузов. / Сер.: Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений. –М.: КолосС, 2006. -448с.
 8. Чебанов М.С., Галич Е.В., Чмырь Ю.Н. Руководство по разведению и выращиванию осетровых рыб. -М.: Росинформагротех РФ, 2004. -136с.

ЛАБОРАТОРНЫЕ (ПРАКТИЧЕСКИЕ) ЗАНЯТИЯ

Лабораторная работа №1

"Основные части и формы тела рыб"

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, отнеся 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. 25). 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 перепонок; горло — расстояние от места прикрепления или срастания между собой жаберных перепонок до основания грудных плавников. Кроме того, в нижней части головы различают место соединения костей нижней челюсти, называемое симфизисом (Рис. 25).

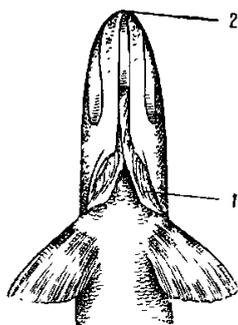


Рис. 25 Нижняя сторона головы рыбы:
1 – жаберные перепонки, 2 - симфизис

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. 26).

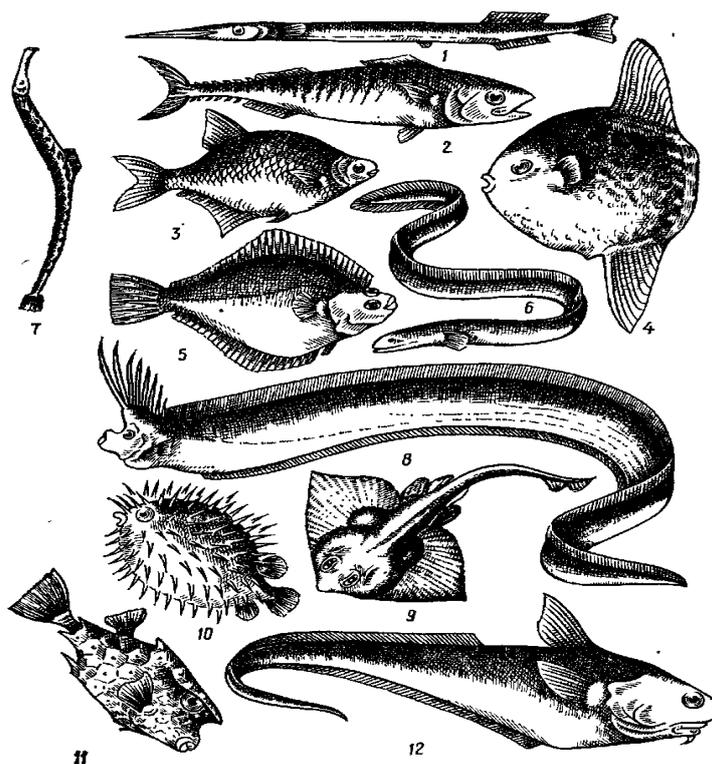


Рис. 26 Форма тела у рыб:

- 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

Торпедовидная (ее часто называют веретенной) — 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. 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 (*Molamola 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.

В движении этих рыб большую роль играют волнообразные изгибания длинных спинного и анального плавников.

Все эти рыбы, кроме черного ската (*Reinhardtius hippoglossoides Walb*), плавают на одной стороне тела. Уплощенное 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.*); уплощенное 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*).

Макруровидное — тело рыбы высокое в передней части, суженное с задней, особенно хвостовом отделе. Голова крупная, массивная, глаза большие. Свойственна глубоководным малоподвижным рыбам — макрурусообразным (*Macrurus*), химерообразным (*Chimaeriformes*)

Астеролепидное (или кузовковидное) — 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*)—рыбе-шару (*Sphaeroides*), рыбе-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 зостеры, в зарослях которой они обитают. Рыбы лишены боковой подвижности и перемещаются с помощью ундулирующего действия спинного плавника.

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 (*Pelccus cultratus (L.)*), имеют заостренное, сжатое с боков брюшко с острым килем (Рис. 27).

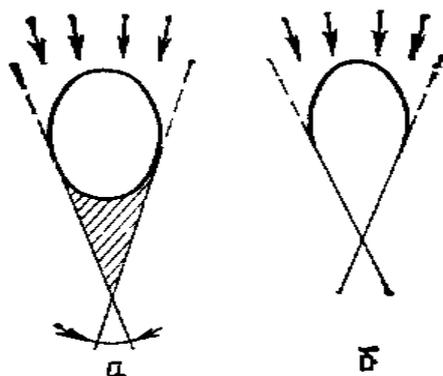


Рис. 27 Схема образования демаскирующей тени на брюхе рыбы (а), при наличии брюшного киля он занимает собой область тени (б). Стрелками показано направление светового потока.

У крупных подвижных пелагических хищников — скумбрий (*Scomber*), рыбы-меча (*Xiphias gladius* L.), тунцов (*Thunnus*) — киль обычно не развивается. 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. 28).

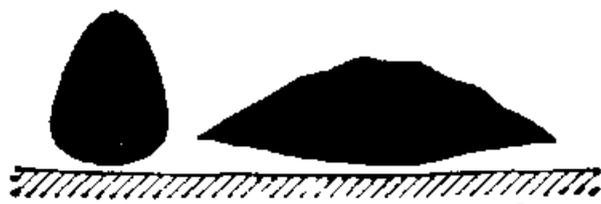


Рис. 28 Характерные формы поперечного сечения тела придонных рыб

Лабораторная работа №2

"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:

1. 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).
2. 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, выдвижным и невыдвижным 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. 29).

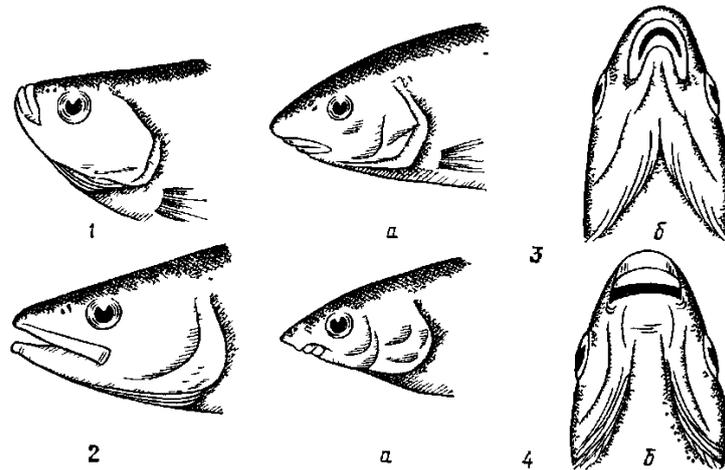


Рис. 29 Различные формы рта:

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*), пелагиды (*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 рострума, выступающего над нижней челюстью вперед и выполняющего гидродинамические функции. Таково же, возможно, происхождение нижнего положения 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. 30).

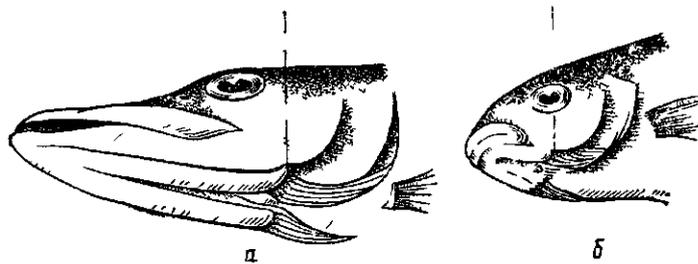


Рис. 30 Определение величины рта рыбы (пунктирная линия проведена как перпендикуляр от конца нижней челюсти): а – большой, б - небольшой

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 большой 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 (*Bahstidae*) и Скало-зубовые (*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 раскрывании 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. 31).

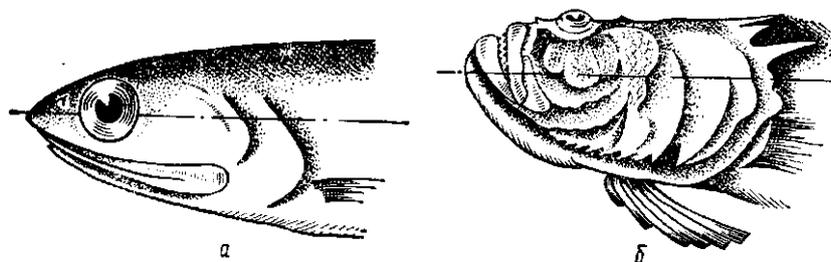


Рис. 31 Расположение глаз у хамсы (а) и звездочета (б) (пунктиром обозначена продольная ось рыбы)

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. 32, 1). У пластинчатожаберных рыб ноздри находятся на нижней стороне рыла вблизи ротового отверстия (Рис. 32, 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. 32, 3).

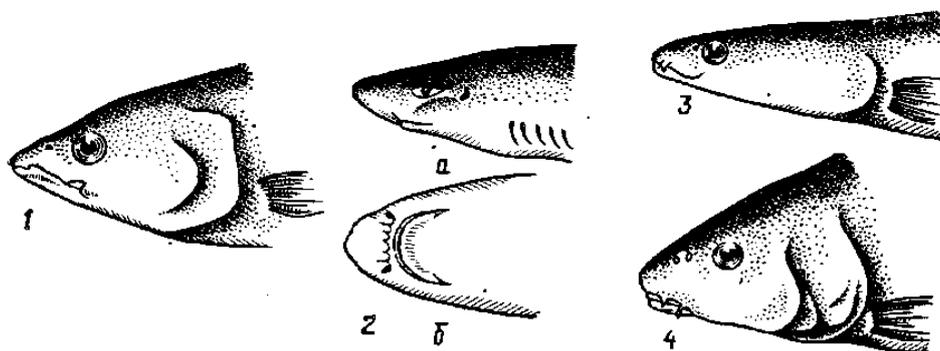


Рис. 32 Схема расположения ноздрей у рыб:

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, число

которых может быть различно: у миксин от 1 до 15 пар; у миног 7 пар; у диул 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 выюновых (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. 33).

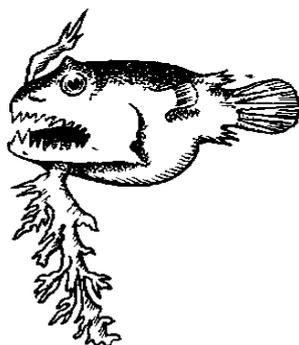


Рис. 33 Удильщик рода *Linophryne*, с усовидным придатком на нижней челюсти

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.

ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ ПО МОДУЛЮ

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

1) Какие рыбы имеют веретенообразную форму тела?	
a) Лосось, треска, скумбрия, сельдевые	
b) Речная щука, сарган, панцирная щука	
c) Сельдяной король, сабля-рыба.	
d) Миноги, миксины, угорь	
e) Еж-рыбы, пинагор	
2) Какие рыбы имеют стреловидную форму тела?	
a) Лосось, треска, скумбрия, сельдевые	
b) Речная щука, сарган, панцирная щука	
c) Сельдяной король, сабля-рыба.	
d) Миноги, миксины, угорь	
e) Еж-рыбы, пинагор	
3) Какие рыбы имеют угревидную форму тела?	
a) Лосось, треска, скумбрия, сельдевые	
b) Речная щука, сарган, панцирная щука	
c) Сельдяной король, сабля-рыба.	
d) Миноги, миксины, угорь	
e) Еж-рыбы, пинагор	
4) Какие рыбы имеют плоскую форму тела?	
a) Лосось, треска, скумбрия, сельдевые	
b) Речная щука, сарган, панцирная щука	
c) Сельдяной король, сабля-рыба.	
d) Миноги, миксины, угорь	
e) Скот, камбала	
5) Какие рыбы имеют лентовидную форму тела?	
a) Лосось, треска, скумбрия, сельдевые	
b) Речная щука, сарган, панцирная щука	
c) Сельдяной король, сабля-рыба.	
d) Миноги, миксины, угорь	
e) Еж-рыбы, пинагор	
6) Какие рыбы имеют шаровидную форму тела?	

a) Лосось, треска, скумбрия, сельдевые	
b) Речная щука, сарган, панцирная щука	
c) Сельдяной король, сабля-рыба.	
d) Миноги, миксины, угорь	
e) Еж-рыбы, пинагор	
7) Измерение тело рыбы необходимо для:	
a) установления промысловой длины;	
b) установления ячеи орудий лова;	
c) определения видовой принадлежности;	
d) определения видовой принадлежности, установления ячеи орудий лова;	
e) установления промысловой длины, установления ячеи орудий лова, определения видовой принадлежности.	
8) Длина по Смиту это:	
a) расстояние от вершины рыла до начала средних лучей хвостового плавника;	
b) расстояние от вершины рыла до конца средних лучей хвостового плавника;	
c) расстояние от вершины рыла до крайних лучей хвостового плавника;	
d) расстояние от жаберной щели до конца чешуйчатого покрова или до начала средних лучей хвостового плавника для бесчешуйных рыб;	
e) расстояние по вертикали от самой высокой точки спины до брюшка.	
9) Длина туловища это:	
a) расстояние от вершины рыла до начала средних лучей хвостового плавника;	
b) расстояние от вершины рыла до конца средних лучей хвостового плавника;	
c) расстояние от вершины рыла до крайних лучей хвостового плавника;	
d) расстояние от жаберной щели до конца чешуйчатого покрова или до начала средних лучей хвостового плавника для бесчешуйных рыб;	
e) расстояние по вертикали от самой высокой точки спины до брюшка.	
10) Промысловая длина это:	
a) расстояние от вершины рыла до начала средних лучей хвостового плавника;	

b) расстояние от вершины рыла до конца средних лучей хвостового плавника;	
с) расстояние от вершины рыла до крайних лучей хвостового плавника;	
d) расстояние от жаберной щели до конца чешуйчатого покрова или до начала средних лучей хвостового плавника для бесчешуйных рыб;	
е) расстояние по вертикали от самой высокой точки спины до брюшка.	
11) Длина всей рыбы это:	
a) расстояние от вершины рыла до начала средних лучей хвостового плавника;	
b) расстояние от вершины рыла до конца средних лучей хвостового плавника;	
с) расстояние от вершины рыла до крайних лучей хвостового плавника;	
d) расстояние от жаберной щели до конца чешуйчатого покрова или до начала средних лучей хвостового плавника для бесчешуйных рыб;	
е) расстояние по вертикали от самой высокой точки спины до брюшка.	
12) Рот по положению ротовой щели может быть:	
a) верхним;	
b) нижним, верхним;	
с) конечным;	
d) конечным, верхним, нижним;	
е) верхним, конечным.	
13) Где расположены носовые отверстия ската?	
a) на верхней стороне головы;	
b) на нижней стороне головы;	
с) по бокам головы;	
d) на нижней и верхней стороне головы;	
е) не имеет отверстий.	
14) Брызгальца у акул расположены:	
a) позади глаз;	
b) впереди глаз;	
с) у рыла акулы;	
d) возле хвоста;	
е) по бокам тела.	

15) Какой размер ноздрей у рыб, плавающих быстро?	
a) Очень большие	
b) Относительно большие	
c) Маленькие	
d) Средние	
e) Обычные	
16) К парным плавникам относятся:	
a) грудные, анальные;	
b) брюшные, спинные;	
c) анальные, спинные;	
d) спинные, брюшные;	
e) грудные, брюшные.	
17) Где расположены брюшные плавники у тресковых?	
a) На брюхе	
b) По бокам	
c) На горле	
d) На спине	
e) Отсутствуют	
18) У каких рыб дифицеркальный тип хвостового плавника?	
a) Цельноголовых	
b) Осетра, белуги	
c) Сазана, окуня	
d) Белуги, акулы	
e) Двоякодышащих и цельноголовых	
19) У каких рыб гомоцеркальный тип хвостового плавника?	
a) Цельноголовых	
b) Осетра, белуги	
c) Сазана, окуня	
d) Белуги, акулы	
e) Двоякодышащих и цельноголовых	
20) У каких рыб гетероцеркальный тип хвостового плавника?	
a) Цельноголовых	
b) Осетра, белуги	
c) Сазана, окуня	
d) Двоякодышащих	
e) Двоякодышащих и цельноголовых	
21) Сколько типов слизевых клеток расположено в эпидермисе кожи рыб?	
a) Пять	

b) Четыре	
c) Три	
d) Два	
e) Шесть	
22) Какие функции не выполняет слизь?	
a) Предохраняет рыбу от вредных воздействий внешней среды	
b) Осаждает муть вокруг рыбы	
c) Уменьшает сопротивление водной среды	
d) Способствует быстрому свертыванию крови	
e) Способствует проникновению в организм рыбы вредных веществ	
23) В чем у собаки-рыбы не содержится сильного яда?	
a) Печени	
b) Мясе	
c) Икре	
d) Молоке	
e) Коже	
24) Какого цвета пигмент содержится в меланофорах?	
a) Красного	
b) Желтого	
c) Зеленого	
d) Черного	
e) Синего	
25) «Кожным зубом» называется чешуя:	
a) ганоидная;	
b) плакоидная;	
c) костная;	
d) циклоидная;	
e) ктеноидная.	
26) Кристаллы чего придают серебристую окраску многим рыбам?	
a) Тимина	
b) Цитозина	
c) Гуанина	
d) Аденина	
e) Урацила	
27) Какого отдела нет у рыбообразных?	
a) Зрительного	

b) Слухового	
c) Затылочного	
d) Вкусового	
e) Обонятельного	
28) Какая непарная кость помещается сверху черепа рыбы?	
a) Сошник	
b) Парасфеноид	
c) Лобная	
d) Верхняя затылочная	
e) Нижняя затылочная	
29) Сколько сантиметров длина волокон поперечнополосатой мышцы?	
a) 5 - 6 см	
b) 7 – 8 см	
c) 9 – 10 см	
d) 10 – 12 см	
e) 13 -14 см	
30) Какого напряжения достигает электрическая батарея ската?	
a) 30 В	
b) 40 В	
c) 50 В	
d) 60 В	
e) 70 В	
31) Сколько пар нервов отходит от головного мозга рыбы?	
a) 10	
b) 12	
c) 14	
d) 16	
e) 20	
32) Сколько полукружных каналов в слуховом аппарат у миксин?	
a) Три	
b) Два	
c) Один	
d) Четыре	
e) Пять	
33) Из скольких отделов образуются филогенетические почки?	
a) Двух	
b) Трех	
c) Четырех	

d) Пяти	
e) Шести	
34) У какой рыбы развитие икры на свету замедляется?	
a) Севрюги	
b) Камбалы	
c) Сельди	
d) Форели	
e) Карпа	
35) Для какой рыбы насыщенность воды кислородом не должна быть высокой?	
a) Лососи	
b) Сиги	
c) Форели	
d) Сазана	
e) Судака	
36) Какие рыбы имеют веретенообразную форму тела?	
a) Лосось, треска, скумбрия, сельдевые	
b) Речная щука, сарган, панцирная щука	
c) Сельдяной король, сабля-рыба.	
d) Миноги, миксины, угорь	
e) Еж-рыбы, пинагор	
37) Какие рыбы имеют стреловидную форму тела?	
a) Лосось, треска, скумбрия, сельдевые	
b) Речная щука, сарган, панцирная щука	
c) Сельдяной король, сабля-рыба.	
d) Миноги, миксины, угорь	
e) Еж-рыбы, пинагор	

Пономарев А.К.
Ихтиология
Учебно-практическое пособие
Модуль 1

Подписано к печати:
Тираж:
Заказ №:

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

Кафедра биоэкологии и ихтиологии

Модульный обучающий комплекс МГУТУ

Система вузовской учебной документации

ПОНОМАРЕВ А.К.

ИХТИОЛОГИЯ

*Учебно-практическое пособие для студентов
всех форм и видов обучения, по специальности
110901 - Водные биоресурсы и аквакультура*

МОДУЛЬ 2



www.mgutm.ru

Москва, 2009

УДК 639.3

© Пономарев А.К. Ихтиология: Учебно-практическое пособие. Модуль 2. / Сер. Система вузовской учебной документации. –М.: МГУТУ, 2009. -68с. Изд. 2-е, дополнен.

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

Рассмотрено на заседании кафедры «Биоэкологии и ихтиологии» МГУТУ протокол №7 от 19.04.2009г и рекомендовано в качестве учебно-практического пособия.

Рекомендовано Институтом информатизации образования РАО.

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

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

Учебно-практическое пособие предназначено для студентов всех форм и видов обучения, по специальности 110901 - Водные биоресурсы и аквакультура

Автор (составитель): к.б.н., доцент Пономарев А.К.

Рецензенты:

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

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

Редактор: Коновалова Л.Ф.

© Московский государственный университет технологий и управления, 2009.
109004, Москва, Земляной вал, 73.

кафедра "Биоэкологии и Ихтиологии", 2009.

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

ПУТЕВОДИТЕЛЬ ПО МОДУЛЬНОЙ СТРУКТУРЕ ДИСЦИПЛИНЫ *ИХТИОЛОГИЯ*

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

<p>Методика модульно-рейтинговой оценки качества подготовки специалистов. Путеводитель по модульной структуре дисциплины. Рабочая программа по освоению дисциплины. Рубежный контроль: РК1: Методические указания по написанию контрольной работы. РК2: Методические указания по написанию курсовой работы. Лабораторно-практические работы. Рекомендуемая литература. Обобщающий (итоговый) контроль</p>	<p>Уч-МП</p>
<p>Анатомия и физиология рыб. Форма тела, внешние признаки и покровы. Внутренний скелет и мускулатура. Нервная система и органы чувств. Нервная система. Органы чувств. Внутренние органы. Органы пищеварения. Пищеварительные железы. Органы дыхания. Органы выделения. Половые органы. Рыбы и внешняя среда. Влияние на рыб биотических факторов. Влияние на рыб абиотических факторов.</p>	<p>Уч-ПП Модуль 1</p>
<p>Систематика рыб. Надкласс бесчелюстные. Подкласс миксины. Отряд миксинообразные. Подкласс миноги. Отряд миногообразные. Семейство миноговые. Надкласс челюстноротые, отряд рыбы. Класс хрящевые рыбы. Подкласс пластиножаберные. Надотряд акулы. Семейство колючие акулы. Надотряд скаты. Подкласс цельноголовые. Класс костные рыбы. Подклассы: кистеперые, двоякодышащие, лучеперые. Надотряды: многоперы, хрящевые ганоиды, хрящекостные. Семейство осетровые. Надотряды: костные ганоиды, костистые рыбы. Отряд сельдеобразные. Семейства: сельдевые, анчоусовые, лососевые, корюшковые. Отряд светящиеся анчоусы. Семейство светящиеся анчоусы. Отряд щукообразные. Семейство щуковые. Отряд угреобразные. Семейство речные угри. Отряд карпообразные. Семейства: карповые, сомовые. Отряд сарганообразные. Семейства: саргановые, макрелешуковые. Отряд трескообразные. Семейство тресковые. Отряд макрурообразные, или долгохвостообразные. Отряд окунеобразные. Семейства: серрановые, или каменные окуни; окуневые; султанковые, или барабулевы; ставридовые; помадазиевые, или рыбы-ворчуны; спаровые, или морские караси; горбылевые; губановые; нототениевые; белокровные рыбы; зубатковые; бельдюговые; скумбриевые; тунцовые; мечерылые; бычковые; скорпеновые; терпуговые; строматеевые. Отряд камбалообразные. Семейства: ромбовые, или калкановые; камбаловые. Отряд кефалеобразные. Семейство кефалевые.</p>	<p>Уч-ПП Модуль 2</p>
<p>Биология рыб. Питание: возрастные изменения в питании, качественная и количественная характеристика питания, сезонные изменения в питании, суточный рацион рыб, избирательная способность в питании, пищевые отношения между рыбами. Рост и возраст: рост рыб и методы его вычисления, возраст рыб и методы его определения. Миграции: кормовые миграции, нерестовые миграции, зимовальные миграции, вертикальные миграции, методы изучения миграций. Размножение: шкалы зрелости, икрометание, характеристика выметываемой икры, места нереста рыб, забота о потомстве, плодовитость рыб, развитие икры.</p>	<p>Уч-ПП Модуль 3</p>

Где: Уч-МП – учебно-методическое пособие;
Уч-ПП – учебно-практическое пособие.
Ваше текущее местоположение затенено серым цветом.

Выдержка из методики модульно-рейтинговой оценки знаний

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

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

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

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

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

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

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

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ И ТЕРМИНОВ	7
ТЕМА 1: СИСТЕМАТИКА РЫБ	8
НАДКЛАСС БЕСЧЕЛЮСТНЫЕ — AGNATHA-КЛАСС КРУГЛОРОТЫЕ - CYCLOSTOMATA.....	9
Подкласс миксины — <i>Muxini</i> . Отряд миксинообразные — <i>Muxiniformes</i>	9
Подкласс миноги — <i>Petromyzones</i> . Отряд миногообразные— <i>Petromyzoniformes</i> . Семейство миноговые — <i>Petromyzonidae</i>	9
НАДКЛАСС ЧЕЛЮСТНОРОТЫЕ – GNATHOSTOMATA – РЯД РЫБЫ— PISCES.....	11
Класс Хрящевые рыбы — <i>Chondrichthyes</i>	11
ПОДКЛАСС ПЛАСТИНОЖАБЕРНЫЕ- ELASMOBRANCHII	11
Надотряд акулы — <i>Selachomorpha</i>	11
Семейство колючие акулы — <i>Squalidae</i>	13
Надотряд скаты — <i>Batomorpha</i>	13
ПОДКЛАСС ЦЕЛЬНОГОЛОВЫЕ— HOLOCERHALI.....	13
Класс костные рыбы — <i>Osteichthyes</i>	14
ПОДКЛАСС КИСТЕПЕРЫЕ - CROSSOPTERYGII.....	14
ПОДКЛАСС ДВОЯКОДЫШАЩИЕ—DIPNOI.....	14
ПОДКЛАСС ЛУЧЕПЕРЫЕ - АСТИНОПТЕРЫГИ.....	15
Надотряд многоперы — <i>Polypteri</i> или <i>Brachiopterygii</i>	15
Надотряд хрящевые ганоиды, хрящекостные — <i>Chondrostei</i>	15
Семейство осетровые — <i>Acipenseridae</i>	16
Надотряд костные ганоиды — <i>Holostei</i>	17
Надотряд костистые рыбы — <i>Teleostei</i>	17
Отряд сельдеобразные — <i>Clupeiformes</i>	17
Семейство сельдевые — <i>Clupeidae</i>	18
Семейство анчоусовые — <i>Engraulidae</i>	18
Семейство лососевые — <i>Salmonidae</i>	19
Семейство корюшковые — <i>Osmeridae</i>	20
Отряд светящиеся анчоусы — <i>Myctophiformes</i>	20
Семейство светящиеся анчоусы — <i>Myctophidae</i>	20
Отряд щукообразные — <i>Esociformes</i>	21
Семейство щуковые — <i>Esocidae</i>	21
Отряд угреобразные — <i>Anguilliformes</i>	21
Семейство речные угри — <i>Anguillidae</i>	22
Отряд карпообразные — <i>Cypriniformes</i>	22
Семейство карповые — <i>Cyprinidae</i>	23

Семейство сомовые — <i>Siluridae</i>	24
Отряд сарганообразные — <i>Beloniformes</i>	24
Семейство саргановые — <i>Belonidae</i>	25
Семейство макрелещуковые — <i>Scomberesocidae</i>	25
Отряд трескообразные — <i>Gadiformes</i>	25
Семейство тресковые — <i>Gadidae</i>	26
Отряд макрурообразные, или долгохвостообразные — <i>Macrouriformes</i>	27
Отряд окунеобразные — <i>Perciformes</i>	27
Семейство серрановые, или каменные окуни — <i>Serranidae</i>	27
Семейство окуневые — <i>Percidae</i>	28
Семейство султанковые, или барабулевые,— <i>Mullidae</i>	29
Семейство ставридовые — <i>Carangidae</i>	29
Семейство помадазиевые, или рыбы-ворчуны — <i>Pomadasyidae</i>	30
Семейство спаровые, или морские караси — <i>Sparidae</i>	30
Семейство горбылевые — <i>Sciaenidae</i>	31
Семейство губановые — <i>Labridae</i>	32
Семейство нототениевые — <i>Nototheniidae</i>	32
Семейство белокровные рыбы — <i>Chaenichthyidae</i>	32
Семейство зубатковые — <i>Anarhichadidae</i>	33
Семейство бельдюговые — <i>Zoarcidae</i>	33
Семейство скумбриевые — <i>Scombridae</i>	34
Семейство тунцовые — <i>Thunnidae</i>	34
Семейство мечерылые — <i>Xiphiidae</i>	36
Семейство бычковые — <i>Gobiidae</i>	36
Семейство скорпеновые — <i>Scorpaenidae</i>	37
Семейство терпуговые — <i>Hexagrammidae</i>	38
Семейство строматеевые — <i>Stromateidae</i>	38
Отряд камбалообразные — <i>Pleuronectiformes</i>	39
Семейство ромбовые, или калкановые — <i>Bothidae</i>	39
Семейство камбаловые — <i>Pleuronectidae</i>	40
Отряд кефалеобразные — <i>Mugiliformes</i>	41
Семейство кефалевые — <i>Mugilidae</i>	41
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ:.....	42
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА ПО ТЕМЕ:	42
ЛАБОРАТОРНЫЕ (ПРАКТИЧЕСКИЕ) ЗАНЯТИЯ	44
ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ ПО МОДУЛЮ ..	62

КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ И ТЕРМИНОВ

Бестер – плодовитый и жизнестойкий гибрид, полученный при искусственном оплодотворении белуги со стерлядью.

Вид - совокупность особей, занимающих определенную географическую область и обладающих рядом определенных признаков, передаваемых по наследству и всегда отличающих данный вид от близких видов.

Видовая плодовитость – количество икринок, выметываемых в течение всей жизни одной особью.

Жемчужная сыпь - роговые наросты эпителия, которые после нереста бесследно исчезают.

Копулятивный орган (гоноподий) – это видоизмененные лучи анального плавника.

Литофильные («лито» - камень) рыбы – это группа рыб, помещающие икру на камни.

Осморегуляторная функция организма – удаление избыточного количества воды, поступающего осмотическим путем.

Остракофильные («острако» — моллюск) рыбы – это группа рыб откладывающих икру в мантийную полость моллюска.

Пелагофильные («пелаго» — толща воды) рыбы – это группа рыб, выметывающих пелагическую икру в толще воды.

Плодовитость – количество зрелой икры, находящейся в яичниках рыбы.

Предличинка – только что вылупившееся из икры молодая рыбка.

Псаммофильные («псаммо» — песок) рыбы – это группа рыб, откладывающих икру на песок или на корни и пучки растительности, произрастающей на песчаном грунте реки.

Стеногалинные рыбы – рыбы, не выдерживающие значительное колебание солености.

Фитофильные («фито» - растение) рыбы – это группа рыб, помещающих свою липкую икру на растения.

Фотофоры – светящиеся органы.

Фулькры – жучки, покрывающие спинной край хвостового плавника осетровых.

Хоаны – внутренние ноздри.

Эвригалинные рыбы – рыбы, выдерживающие значительное колебание солености.

Эвритермные рыбы – такие рыбы, которые обитают при широких колебаниях температуры.

ТЕМА 1: СИСТЕМАТИКА РЫБ

Ихтиофауна Мирового океана и пресноводных водоемов насчитывает около 30 тыс. видов рыб, образующих системы рыб и рыбообразных. Вид является основной систематической единицей. *Видом* Л. С. Берг называет совокупность особей, занимающих определенную географическую область и обладающих рядом определенных признаков, передаваемых по наследству и всегда отличающих данный вид от близких видов.

Научное (латинское) название вида обозначается двумя словами: родовым и видовым. Например, обыкновенный окунь называется *Perca fluviatilis* Linne, а балхашский окунь — *Perca schrenki* Kessler. После названия вида ставится фамилия автора, впервые его описавшего. Систематическими единицами ниже вида являются подвид, раса, морфа и другие так называемые мелкие таксономические единицы.

Близкие виды объединяются по ряду признаков в роды, роды в свою очередь в семейства, семейства в отряды, отряды в классы и т. д.

Принято, что единицы до отряда включительно имеют в своих латинских названиях определенное окончание: семейство оканчивается на *idae*, отряд на *formes*. Например, семейство сельдевые — *Clupeidae*, отряд сельдеобразные — *Clupeiformes*.

При разделении рыб по крупным систематическим категориям, классам, отрядам, семействам для удобства определения употребляют промежуточные обозначения — группа, ряд, подкласс, подотряд и т.д.

Рыбы и рыбообразные животные принадлежат к типу хордовых (Chordata), к подтипу черепных (Graniata) (Рис. 1).

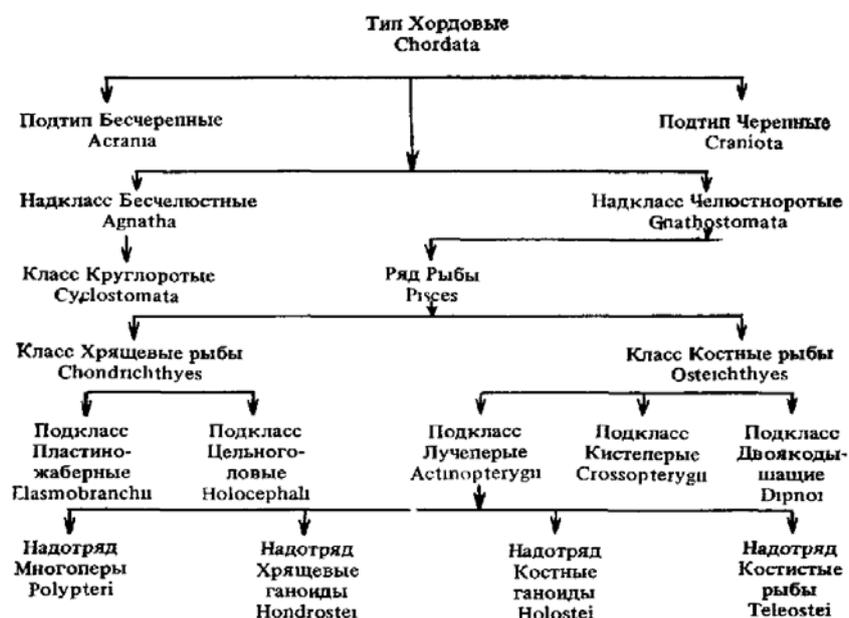


Рис. 1. Систематика рыб

Среди классов этого подтипа они занимают по своему развитию наиболее примитивное положение. Выше рыб в этой группе будут классы земноводных, рептилий, птиц и млекопитающих; ниже настоящих рыб стоят круглоротые, или рыбообразные.

Подтип черепных (Craniata) подразделяется на два надкласса. бесчелюстных — Agnatha и челюстных — Gnathostomata.

НАДКЛАСС БЕСЧЕЛЮСТНЫЕ — AGNATHA-КЛАСС КРУГЛОРОТЫЕ - CYCLOSTOMATA

Наиболее примитивные позвоночные животные. Челюстей и парных плавников нет. Жабры в виде мешков. Носовое отверстие непарное. Тело голое. Скелет не имеет костей. Хорда сохраняется в течение всей жизни. Сюда относится класс круглоротых, или рыбообразных (Cyclostomata), с двумя подклассами: подкласс миксин (Muxini) и подкласс миног (Petromyzones).

Подкласс миксины — Muxini. Отряд миксинообразные — Muxiniformes

Рот в виде щели, окруженной двумя парами усиков. Полукружный канал один с двумя ампулами. Глаза редуцированы, скрыты под кожей. Спинной плавник отсутствует или зачаточный. Жаберные мешки сообщаются с глоткой.

Представитель миксин — слизистая миксина — *Muxine glutinosa*. Длина ее до 50 см. Миксины обитают в морях на глубинах до 500 м. В наших водах встречаются в западных районах Баренцева моря.

Пищей миксин служат рыбы. Миксины нападают на больную или попавшую в сеть рыбу, проникают в полость тела, съедают внутренности и мышцы. При размножении откладывают 20—30 крупных овальной формы яиц. Промыслового значения не имеют.

Подкласс миноги — Petromyzones. Отряд миногообразные— Petromyzoniformes. Семейство миноговые — Petromyzonidae

Рот в виде воронки без усиков. Спинных плавников два. С каждой стороны тела имеется по 7 жаберных отверстий. Жаберные мешки открываются в нижний обособленный отдел глотки — подглоточную полость. Полукружных каналов два. Тело голое, червеобразной формы.

Известно около 24 видов миног. В водах СССР обитает 9 видов.

Распространены в умеренных широтах северного и южного полушарий. Среди миног есть проходные и пресноводные формы. Размножаются миноги в пресной воде. У всех миног развитие с метаморфозом.

У личинки миноги (пескоройки) рот в виде треугольной щели, глаза развиты слабо. Личиночный период длится от 2 до 5 лет (Рис. 2).

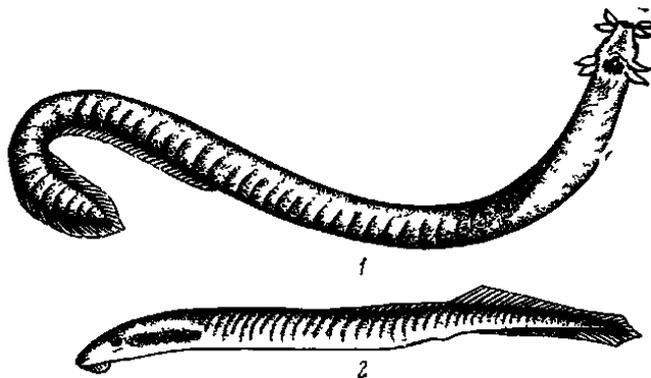


Рис. 2. Личинка: 1 - миксина; 2 - минога

По характеру питания миноги бывают паразитические и непаразитические. К паразитическим относятся морская и европейская речная миноги, имеющие острые зубы и питающиеся в основном кровью и мясом крупных рыб. Непаразитическими являются ручьевые миноги, питающиеся только в личиночном состоянии. После завершения метаморфоза эти миноги откладывают икру и погибают.

Характер питания каспийской миноги изучен недостаточно. У каспийской миноги зубы тупые, что не позволяет ей быть хищником. Вероятно, она питается водорослями, детритом, мелкими беспозвоночными.

Наибольшее промысловое значение в водах России имеет европейская речная, или невская, минога — *Lampetra fluviatilis*, распространенная по побережью Европы от Италии до Северной Норвегии.

В России обитает в Балтийском море. Достигает длины 40 см. Проходная рыба. У нее различают озимые и яровые расы. Нерестится в июне в нижнем течении Невы. Озимая раса входит в Неву в августе — сентябре с незрелыми половыми продуктами, зимует в реке и нерестится следующей весной. Яровая минога заходит в Неву в мае и мечет икру в то же лето. Икру откладывает в ямки. Плодовитость речной миноги колеблется от 4 до 40 тыс. икринок. После нереста взрослые особи погибают.

Личиночный период у миног продолжается 4—5 лет. Затем около полугода происходит процесс метаморфоза, и весной молодые миноги длиной 8—15 см скатываются в море, где проводят один или два года.

Мясо миноги высоко ценится. Ловят ее различными ловушками, в основном ночью во время хода в реки. Уловы невелики.

НАДКЛАСС ЧЕЛЮСТНОРОТЫЕ – GNATHOSTOMATA – РЯД РЫБЫ — PISCES

Имеются челюсти, парные конечности, парные носовые отверстия (у большинства), три полукружных канала.

Наиболее низко организованная группа водных челюстных животных, дышащих во взрослом состоянии жабрами. Конечности представлены плавниками, поддерживаемыми лучами кожного происхождения

Ряд рыбы делится на два класса, хрящевые рыбы — Chondrichthyes и костные рыбы — Osteichthyes.

Класс Хрящевые рыбы — Chondrichthyes

Скелет хрящевой, частично обызвествленный, костной ткани нет. У самцов имеются птеригоподии, развивающиеся из брюшных плавников. Оплодотворение внутреннее.

В сердце имеется артериальный конус, в кишечнике — спиральный клапан. Лучи плавников в виде многочисленных роговых нитей. Кожа обычно покрыта плакоидной чешуей, реже голая.

Жаберная крышка отсутствует или представлена кожной складкой. Насчитывается около 600 видов хрящевых рыб. Это в основном морские рыбы.

ПОДКЛАСС ПЛАСТИНОЖАБЕРНЫЕ- ELASMOBRANCHII

Жаберных щелей с каждой стороны обычно 5 (редко 6 или 7). Жаберных крышек нет. Плавательный пузырь отсутствует. Имеются брызгальца, клоака, артериальный конус и спиральный клапан. Череп гиостилический или амфистилический. Чешуя плакоидная. Позвонки хрящевые.

Подкласс состоит из надотрядов: акул — Selachomorpha и скатов — Batomorpha.

Надотряд акулы — Selachomorpha

Тело обычно веретенообразное. Жаберные щели расположены по бокам головы.

Акулы — в основном теплолюбивые рыбы, обитающие в тропических и субтропических водах Мирового океана, но встречающиеся и в холодных водах

(полярная акула). Размеры от 15 см (карликовая акула) до 20 м (китовая акула).

Большинство акул — опасные хищники и лишь китовая и гигантская акулы планктоноядные.

Мясо некоторых акул используется в пищу. В мясе акул много мочевины, придающей ему неприятный запах, удалить который можно путем вымачивания мяса в соленой воде. Печень акул богата жиром и витамином А.

Особенно ценятся акулы в Японии, Корее и Италии. В последние годы мировой улов акул составил 0,34 млн. т (1980 г.). Россия специального промысла акул не ведет, они попадаются в качестве прилова при тунцовом промысле. Надотряд акул включает: 6 отрядов, 20 семейств и около 250 видов акул.

Наиболее важными промысловыми видами являются колючие, сельдевые и суповые акулы (Рис. 3).

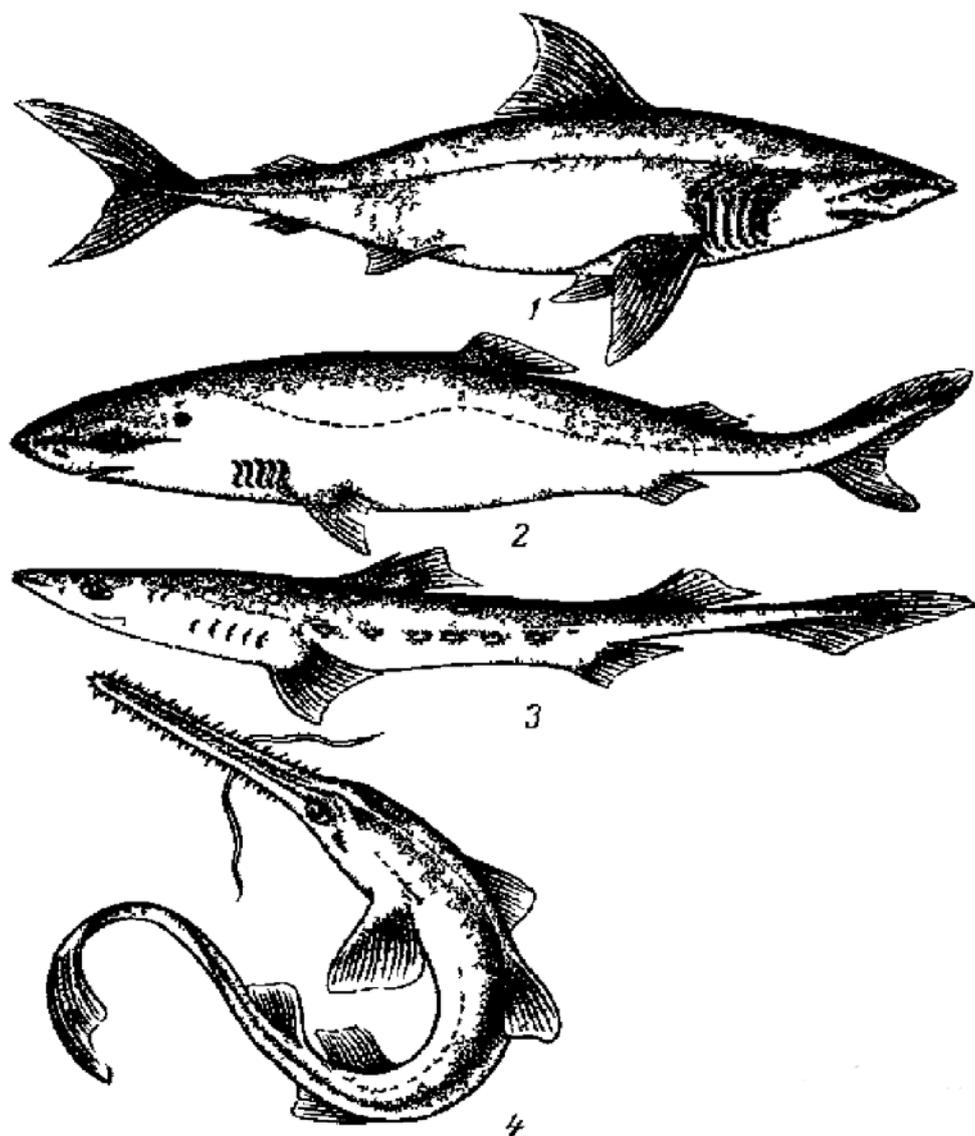


Рис. 3. Акулы:

1 – сельдевая; 2 – полярная; 3 – катран; 4 - пилонос

Семейство колючие акулы — Squalidae

Характерно наличие колючих шипов перед спинными плавниками. Анальный плавник отсутствует к семейству относится около 20 видов.

Самым распространенным видом является колючая акула, или катран,— *Squalus acanthias*.

Она обитает в шельфовых зонах, умеренно теплых и умеренно холодных водах Мирового океана. В России она встречается в Черном, Балтийском, Баренцевом, Беринговом, Охотском и Японском морях.

Длина тела достигает 2 м (обычно 1 м). Продолжительность жизни 25 лет. Ведет стайный образ жизни, держится в придонных слоях. Катран — яйцеживородящая рыба. Продолжительность развития эмбриона 18—22 мес. Выметывает до 25 мальков размером 20—26 см.

Колючая акула питается рыбой и беспозвоночными. Мясо у нее вкусное, из него готовят балыки.

Надотряд скаты — Batomorpha

Тело уплощено в дорзо-вентральном направлении. Жаберных отверстий 5 пар. Грудные плавники сильно развиты. Спинные плавники обычно недоразвиты или вообще отсутствуют. Анальный плавник отсутствует.

Распространены в тропических, умеренных и холодных водах Мирового океана. Большинство скатов ведет придонный образ жизни. Известно около 300 видов. Промысловое значение невелико. Вылов 0,17 млн. т (1980 г.).

ПОДКЛАСС ЦЕЛЬНОГОЛОВЫЕ— HOLOSERNALI

Рыбы, относящиеся к этому подклассу, в основном вымерли. До нашего времени дожило лишь несколько представителей, объединяемых в один отряд химерообразных — *Chimaeriformes*. По строению тела сходны с акулами, но отличаются некоторыми имеющими существенное значение признаками.

У химеровых имеется с каждой стороны по 4 жаберные щели, прикрытых складкой кожи. Клоака отсутствует. Череп автостилический. Тело голое. Тел позвонков нет (позвонки в виде известковых колец ацентрического типа).

У современных представителей брызгальца отсутствуют. Имеются птеригоподии. Из химеровых наиболее известна *Chimaera monstrosa*. Распространена в Тихом и Атлантическом океанах, обычно держится на

глубинах. Длина свыше 1 м.

Класс костные рыбы — Osteichthyes

Хрящекостный или костный скелет. Чешуя космоидная, ганоидная или костная. Жабры имеют вид лепестков и прикреплены к жаберным дужкам. Жаберная полость прикрыта жаберной крышкой.

Оплодотворение у большинства видов наружное, яйца мелкие, не покрытые роговой капсулой.

Класс костные рыбы включает подклассы: кистеперые — *Crossopterygii*, двоякодышащие — *Dipnoi*, лучеперые — *Actinopterygii*.

ПОДКЛАСС КИСТЕПЕРЫЕ - CROSSOPTERYGII

Парные плавники с мясистой лопастью в виде кисти, покрытые чешуей. Грудные плавники бисериального типа, т. е. в плавниках имеется скелетная ось.

Под нижней челюстью расположены парные горловые пластинки. Обычно имеются хоаны.

Считалось, что все кистеперые вымерли. Однако в 1938 г. у берегов южной Африки была выловлена кистеперая рыба, названная латимерией.

Предполагают, что анатомические свойства рыб этого подкласса способствовали появлению наземных животных. Плавник с центральной осью развился в пятипалую конечность, а внутренние ноздри обусловили возможность легочного дыхания.

ПОДКЛАСС ДВОЯКОДЫШАЩИЕ—DIPNOI

Двоякодышащие могут дышать как при помощи жабр растворенным в воде кислородом, так и при помощи плавательного пузыря, иногда выполняющего роль легкого, атмосферным воздухом.

В связи с легочным дыханием у них появились внутренние ноздри — *хоаны*, что дает им возможность дышать атмосферным воздухом при закрытом рте через носовое отверстие.

У двоякодышащих есть легочное кровообращение, предсердие разделено неполной перегородкой. Череп автостилический, парные плавники бисериального типа. В сердце сохраняется артериальный конус, в кишечнике — спиральный клапан. Есть клоака. Хвостовой плавник цифицеркальный.

Современные двоякодышащие рыбы представлены одним отрядом рогозубообразных — *Ceratodiformes* с двумя семействами: рогозубовых — *Ceratodidae* и чешуйчатниковых — *Lepidosirenidae*, включающих 6 видов. Рыбы пресноводные. В настоящее время сохранились в Австралии, Африке, Южной Америке.

ПОДКЛАСС ЛУЧЕПЕРЫЕ - АСТИНОПТЕРЫГИИ

К лучеперым относится более 90% ныне живущих рыб. Тело их покрыто костной чешуей и лишь у панцирной щуки и на верхней лопасти хвостового плавника осетровых сохраняется ганоидная чешуя.

Скелет у большинства лучеперых окостеневает. Клоаки нет. К подклассу лучеперых относится 4 надотряда: многоперы — *Polypteri*, хрящевые ганоиды — *Chondrostei*, костные ганоиды — *Holostei* и костистые рыбы — *Teleostei*.

Надотряд многоперы — Polypteri или Brachiopterygii

Грудные плавники унисериального типа, однако при их основании имеется мясистая лопасть. Спинной плавник состоит из ряда маленьких плавничков, в каждом из которых имеется по одному жесткому лучу. На нижней челюсти сохраняется сплениальная кость. Имеются брызгальца. Тело покрыто ганоидной чешуей. В настоящее время многоперы сохранились в пресных водах Африки.

Надотряд хрящевые ганоиды, хрящекостные — Chondrostei

Характерно небольшое количество хондральных (хрящевого происхождения) костей. На черепе много накладных костей кожного происхождения. Хорда сохраняется в течение всей жизни. Нет центра позвонков. Имеется спиральный клапан в кишечнике и артериальный конус в сердце. На верхней лопасти хвостового плавника ганоидная чешуя и *фулькры* (жучки, покрывающие спинной край хвостового плавника осетровых).

Тело голое или покрыто пятью рядами жучек. Спинной и анальный плавники имеют примитивное строение (с численным преобладанием плавниковых лучей над поддерживающими их элементами).

Включают один отряд *Acipenseriformes* — осетрообразные, состоящий из

трех семейств одного ископаемого и двух ныне живущих — осетровые *Acipenseridae* и веслоносые — *Polyodontidae*

Семейство осетровые — Acipenseridae

Проходные, полупроходные и пресноводные рыбы, распространенные в водах Северного полушария — Европы, Азии и Северной Америки. Тело у них покрыто пятью рядами костных жучек. Рот расположен на нижней стороне головы в виде поперечной щели. Впереди рта имеются четыре усика. Рыло удлиненное, иногда лопатовидное.

Осетровые — теплолюбивые рыбы. Они отличаются продолжительным периодом жизни (белуга живет свыше 100 лет, каспийский осетр — около 50 лет). Половозрелыми становятся поздно (белуга созревает 12—18 лет, донской осетр — 10—19 лет).

Нерест не ежегодный. Интервалы между нерестами составляют в среднем 4—5 лет. Осетровые в течение жизни нерестятся 2—3 раза. Размножаются в весенне-летний период. Нерест происходит в пресной воде. Икра донная, клейкая (Рис. 4).

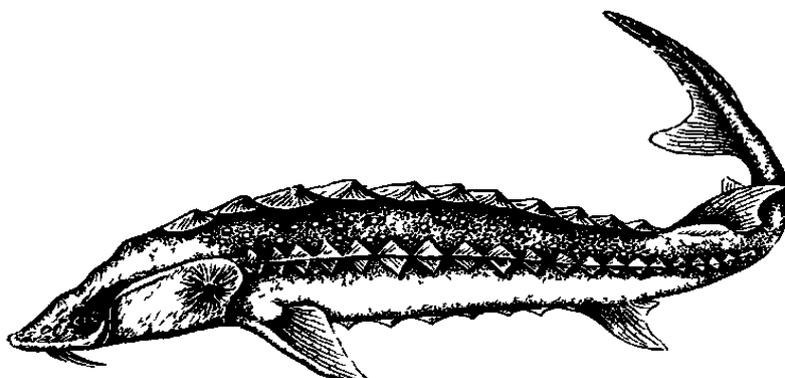


Рис. 4. Русский осетр

Проходные осетровые образуют озимые и яровые расы. Яровые особи входят в реки весной и нерестятся весной в начале лета того же года. Озимые особи входят в реки осенью и нерестятся весной будущего года. Личинки и мальки осетровых не задерживаются в реке, а быстро скатываются в море, за исключением русского осетра, который может задерживаться в реке на 1—2 года.

Осетровые питаются беспозвоночными, крупные особи — хищники. В первые годы жизни для осетровых характерен интенсивный линейный рост, а далее — весовой. Первое место по интенсивности роста занимает белуга, далее осетр и севрюга.

Наиболее важное промысловое значение имеют следующие

представители семейства осетровых - осетр — *Acipenser guldenstadti*, белуга — *Huso huso*, севрюга — *Acipenser stellatus*, стерлядь — *Acipenser ruthenus*, а также полученный при искусственном оплодотворении белуги со стерлядью жизнестойкий и плодовитый гибрид — бестер.

Надотряд костные ганоиды — Holostei

У представителей этого надотряда в отличие от хрящекостных рыб череп вполне окостеневаает. Только верхнезатылочный отдел черепа хрящевой. На нижней челюсти сохраняется сплениальная кость. В сердце так же, как и у хрящекостных, имеется артериальный конус, в кишечнике слабо развитый спиральный клапан. Число лучей плавников соответствует числу поддерживающих их костных элементов.

Надотряд включает два отряда: *Amuiformes* — амиеобразных и панцирных щук — *Lepidosteiformes*.

Большинство рыб, принадлежащих к этим отрядам, вымерло. Сохранились представители в пресных водах Северной Америки и на о. Куба (например, панцирная щука — *Lepidosteus tristo-echus*).

Надотряд костистые рыбы — Teleostei

К ним относится большинство ныне живущих рыб. Череп хорошо окостенел, в том числе и его затылочный отдел. На нижней челюсти сплениальная кость отсутствует. У высших рыб этого надотряда нет артериального конуса в сердце и спирального клапана в кишечнике.

Надотряд костистых рыб объединяет до 40 отрядов (Л. С. Берг), многие из которых включают основных промысловых рыб.

Отряд сельдеобразные — Clupeiformes

Относительно низкоорганизованные среди костистых рыб. Являются исходной группой для всех костистых рыб. Плавательный пузырь соединен с пищеварительным трактом. Кости головы топкие, пористые. Веберова аппарата нет. Брюшные плавники расположены далеко за грудными. Плавники без колючих лучей. Чешуя циклоидная, однако имеются исключения.

К отряду относится несколько семейств. В России основными промысловыми рыбами являются представители семейств сельдевых, анчоусовых, лососевых и корюшковых.

Семейство сельдевые — *Clupeidae*

Отсутствует боковая линия. На брюхе имеется киль. Голова голая. Зубы развиты слабо или отсутствуют.

Включает около 200 видов. Преобладают морские и проходные формы. Длина редко превышает 50 см. Питаются в основном зоопланктоном. По характеру нереста сельдевые — пелагофилы, но имеются и исключения, например, сельди рода *Clupea* откладывают донную икру. Для видов с наибольшей численностью (иваси, атлантическая и тихоокеанская сельди) характерны протяженные миграции (Рис. 5).

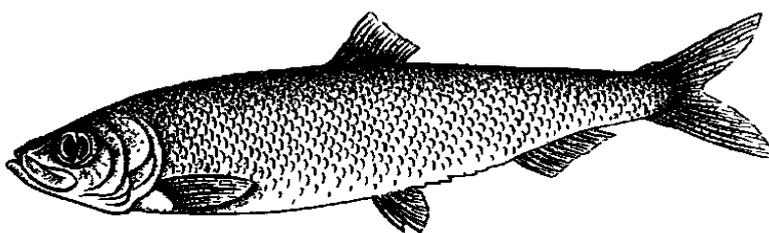


Рис. 5. Атлантическая сельдь

В мировом вылове сельдевые занимают одно из ведущих мест, обеспечивая около 10% общего вылова. По объему вылова первое место занимают сардины и сельдь менхеден. В настоящее время запасы большинства популяций океанических сельдей находятся в депрессивном состоянии.

Семейство анчоусовые — *Engraulidae*

Жаберные перепонки не срастаются с горлом. Рот невыемной. Чешуя циклоидная, легко спадающая. Боковая линия отсутствует. Брюшного киля нет. Рот очень большой. Нижняя челюсть укорочена. Некрупные стайные рыбы, встречаются в тропических и умеренных океанических водах. К этому семейству относится более 100 видов.

Наиболее широко распространен европейский анчоус — *Engraulis engrasicholus*. В пределах ареала образует несколько подвидов: североатлантический, южноатлантический, черноморский, азовский и средиземноморский. У берегов Перу и Северного Чили обитает самый многочисленный вид — перуанский анчоус — *E. ringens*.

Анчоусы ведут пелагический образ жизни. Питаются зоопланктоном (черноморский, азовский анчоус, или хамса) или фитопланктоном (перуанский анчоус). Икра эллипсоидной формы без жировой капли (Рис. 6).

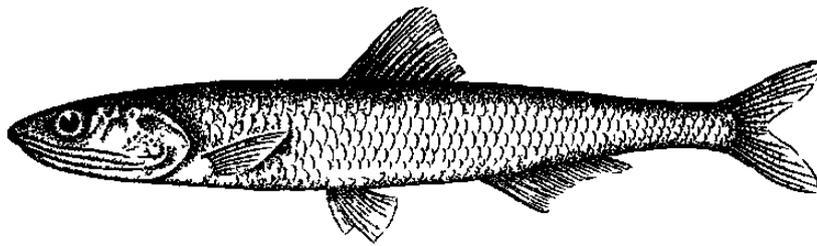


Рис. 6. Хамса

Занимают ведущее место в мировом вылове (до 1972 г.— первое место).

Семейство лососевые — Salmonidae

Рот невыдвижной. Чешуя циклоидная, плотно сидящая на теле. Боковая линия полная. Имеется жировой плавник. Спинной плавник короткий (около 17 лучей). Имеются пилорические придатки.

Семейство включает проходных и пресноводных рыб, обитающих в бассейнах рек Северного Ледовитого океана и северных частей Атлантического и Тихого океанов.

Все лососевые нерестятся в пресной воде. После нереста все тихоокеанские лососи погибают.

Представители семейства: семга — *Salmo salar* (Рис. 7), кета — *Oncorhynchus keta*, горбуша — *O. gorbuscha*, омуль — *Coregonus autumnalis*, радужная форель — *Salmo giardneri irideus* и др.

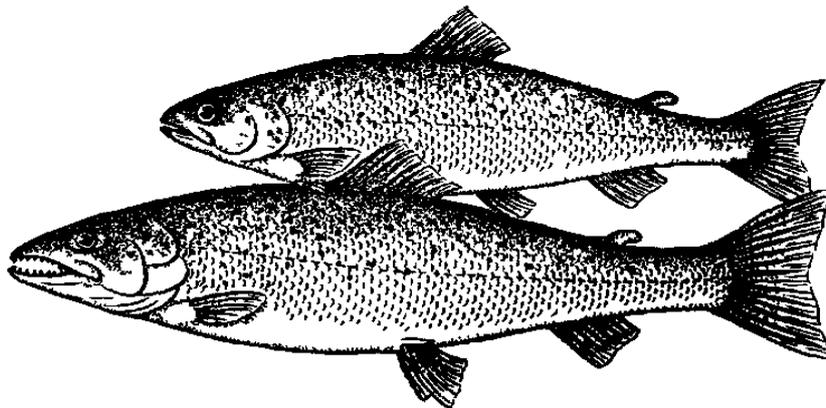


Рис. 7. Семга

Лососевые — одни из ценнейших промысловых рыб, отличаются высокими вкусовыми качествами, особенно ценится икра лососевых. В 2000 г мировой вылов лососевых составил 760 тыс. т, из них около 400,0 тыс. т - тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus*.

Семейство корюшковые — *Osmeridae*

Тело веретенообразное, покрытое легко спадающей чешуей. Спинной плавник короткий. Боковая линия неполная. Многие только что пойманные корюшки пахнут свежими огурцами.

Широко распространены в северном полушарии. Некрупные стайные рыбы Морские (мойва), проходные (корюшки), пресноводные (снеток) рыбы. Семейство включает около 10 видов.

Наиболее широко распространены обыкновенная корюшка — *Osmerus eperlanus*, образующая пресноводную форму (снеток), и мойва *Mallotus villosus* (Рис. 8).

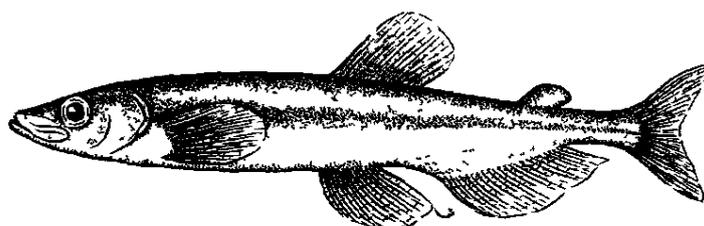


Рис. 8. Мойва

Мойву в последние годы много вылавливают в северных частях Атлантического и Тихого океанов. Более 95% улова корюшковых приходится на мойву.

Отряд светящиеся анчоусы — *Myctophiformes*

Весьма многочисленные и разнообразные глубоководные рыбы. Близки к сельдеобразным. Рот большой, окаймлен сверху парой костей (предчелюстными). Обычно имеется жировой плавник. Хорошо выражен половой диморфизм. К отряду относятся 16 семейств.

Семейство светящиеся анчоусы — *Myctophidae*

Широко распространены в Мировом океане. Обитают в эпи- и мезопелагиали. Длина до 30 см. Рот большой. Имеются светящиеся органы — *фотофоры*, обычно расположенные на нижней стороне тела.

У многих представителей имеются туловищные, хвостовые или окологлазничные светящиеся железы. Известно около 200 видов. Питаются в основном планктонными ракообразными и молодью рыб.

Для них характерны большие вертикальные миграции. Обладают высокой

численностью, но промыслом пока не используются.

Отряд щукообразные — *Esoctformes*

Пресноводные рыбы Плавники мягкие без колючек. Плавательный пузырь соединен с кишечником. Брюшные плавники расположены далеко за грудными. Спинной плавник сильно отнесен назад, расположен над анальным плавником. Решетчатая кость в обонятельном отделе черепа в противоположность другим отрядам рыб парная.

Отряд включает 4 семейства (одно из них ископаемое). Промысловое значение имеет семейство щуковые.

Семейство щуковые — *Esocidae*

К этому семейству относится пять видов. Наиболее широко распространена обыкновенная щука — *Esox lucius*. В России щука встречается практически повсеместно. Длина ее до 1,5 м. Взрослые щуки — хищники.

Поедающая сорных, больных и слабых рыб щука является объектом рационального рыбного хозяйства в прудах и озерах. В некоторых водоемах разведение щук экономически выгодно. Щука — промысловая рыба пресных вод (Рис. 9).

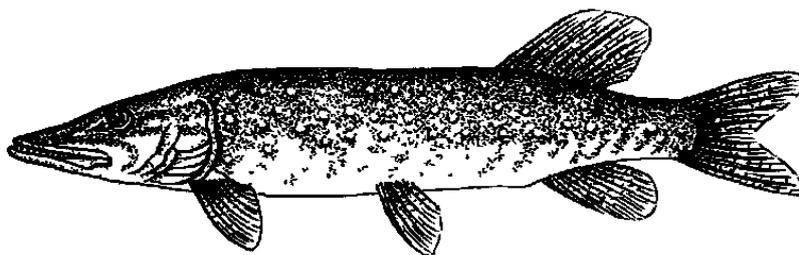


Рис. 9. Щука

Мировой улов щуковых составляет 20—23 тыс. т.

Отряд угреобразные — *Anguilliformes*

Тело удлинненное змеевидное. Плавательный пузырь соединен с кишечником (у некоторых представителей плавательного пузыря нет). Брюшные плавники отсутствуют. Спинной и анальный плавники очень длинные и сливаются с хвостовым плавником. Чешуя или циклоидная или ее нет.

Отряд состоит в основном из морских обитателей тропических или субтропических морей. Большинство видов обитает в бассейне Тихого океана. Почти все угреобразные — хищники.

Взрослые угри ведут прибрежный или озерный образ жизни. Для размножения отходят от берегов и откладывают икру над значительными глубинами. Развитие у них с метаморфозом (личинка не похожа на взрослую форму).

Отряд включает 22 семейства. Наибольшее промысловое значение имеет семейство речных угрей — *Anguillidae*.

Семейство речные угри — Anguillidae

Проходные рыбы: живут в пресных водах, размножаются в море. Распространены в Атлантическом, Тихом и Индийском океанах. В семействе около 10 видов.

В водах России встречаются обыкновенный, или европейский (Рис. 10), угорь — *Anguilla anguilla* и японский угорь — *A. japonica*.

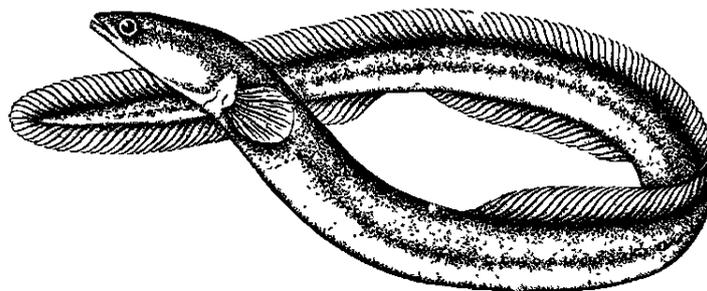


Рис. 10. Обыкновенный (европейский) угорь

В промысловом отношении наиболее ценен европейский речной угорь, достигающий длины около 2 м и массы 4—6 кг. Его молодь выпускают для выращивания в озера, пруды, водохранилища.

Вылов угрей в России составляет не более 2% от мирового улова.

Отряд карпообразные — Cypriniformes

Отряд карпообразных включает около трех тысяч видов, многие из которых имеют важное промысловое значение. Карпообразные — в основном теплолюбивые пресноводные рыбы.

Открытопузырные, мягкоперые рыбы с веберовым аппаратом. В плечевом поясе сохраняется мезокоракоид. Брюшные плавники занимают

абдоминальное положение. Чешуя циклоидная. Наиболее важные промысловые семейства — карповые — Cyprinidae и сомовые — Siluridae.

Семейство карповые — Cyprinidae

Тело покрыто циклоидной чешуей или голое. Рот беззубый, выдвижной, с одно-, двух- или трехрядными глоточными зубами. На отростке основной затылочной кости имеется подушкообразный выступ — жерновок, который вместе с глоточными зубами служит для перетирания пищи. Усики обычно не более двух пар.

Распространены в пресных водах Европы, Африки, Азии, Северной и Центральной Америки. Нет их в Южной Америке. Семейство включает более 1500 видов.

Карповые в основном некрупные рыбы (длиной около 20— 40 см) и только представители небольшого количества видов достигают длины более 1 м (белый амур, усач, верхогляд, желтощек, толстолобик, сазан).

Среди карповых имеются полупроходные формы — лещ, сазан, вобла, тарань, обладающие наибольшей численностью.

Питание карповых весьма разнообразно. Лещ, вобла — бентофаги, толстолобик и белый амур — растительноядные рыбы, жерех — хищник, уклея — планктонофаг, подуст — детритофаг. Размножаются в весенне-летний период (Рис. 11).

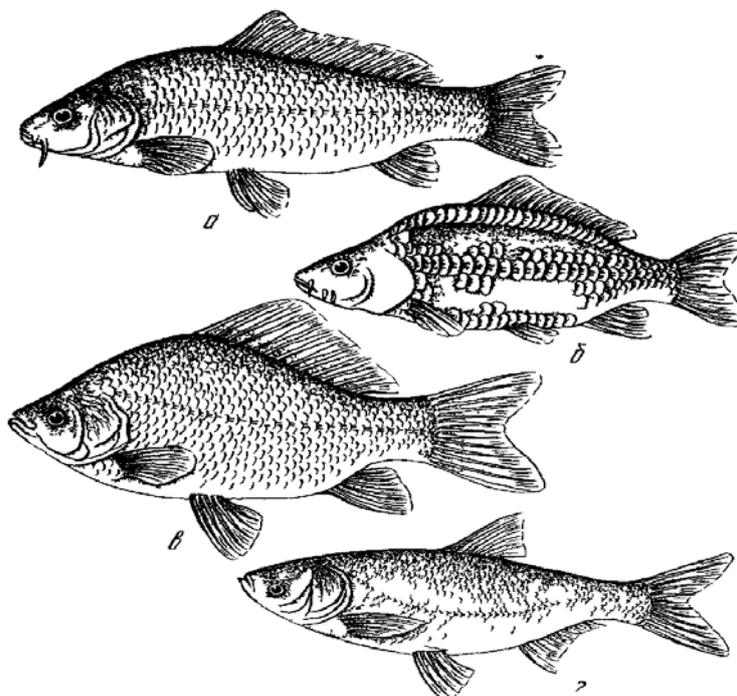


Рис. 11. Карповые:

а – сазан; б – зеркальный карп; в – карась; г - толстолобик

Карповые имеют большое промысловое значение. В России в основном вылавливают сазана, воблу, тарань, леща, белого амура, толстолобика. Некоторые карповые стали объектом искусственного разведения в прудовых хозяйствах (сазан или карп, белый амур, толстолобик).

Семейство сомовые — *Siluridae*

Характерен большой рот, вооруженный многочисленными щетинковидными зубами. Около рта имеются 2—3 пары усиков. Тело голое. Анальный плавник очень длинный, спинной — маленький.

Пресноводные рыбы, обитающие в реках и озерах Европы и Азии, за исключением бассейнов рек, впадающих в Северный Ледовитый океан. В России встречаются три вида, из них наиболее широко распространен и многочислен обыкновенный сом — *Silurus glanis* (Рис. 12).

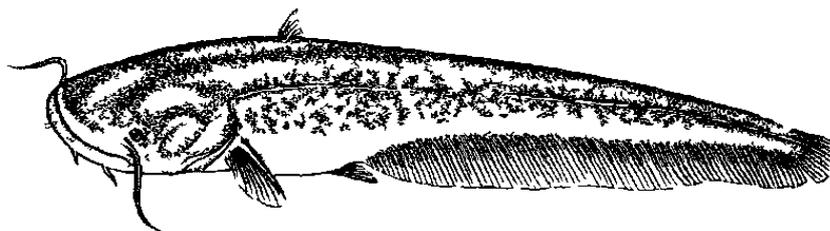


Рис. 12. Сом обыкновенный

Теплолюбивая рыба, образующая жилую и проходную формы. Распространен в реках и озерах Европы, кроме рек, впадающих в Северный Ледовитый океан. Достигает длины 5 м и массы более 300 кг. В наших южных морях сом является ценной промысловой рыбой. Вылов его в отдельные годы достигал 80 тыс т.

Отряд сарганообразные — *Beloniformes*

Характерно удлинённое тело. Плавательный пузырь не соединен с пищеварительным трактом. Плавники без колючих лучей. Брюшные плавники находятся на брюхе, далеко за грудными. Грудные плавники сидят высоко. Спинной плавник один, расположен над анальным плавником. Рыло обычно вытянуто в виде клюва. Чешуя циклоидная. Боковая линия расположена низко. Кости имеют зеленый цвет. Сарганообразные — преимущественно тепловодные морские рыбы.

Семейство саргановые — *Belonidae*

Тело низкое удлинённое. Дополнительные плавники за спинным и анальным плавником отсутствуют. Челюсти образуют длинный клюв.

К семейству саргановых относится около 25 видов. Саргановые — в основном морские рыбы. Пресноводные виды встречаются только в тропиках. Хищники, питаются в основном рыбой. У берегов России встречается два вида саргановых: обыкновенный и тихоокеанский.

Обыкновенный сарган — *Belone belone* распространён в прибрежных водах Атлантики, а также встречается в Балтийском, Северном, Средиземном и Черном морях. Длина до 90 см, масса до 1 кг. Черноморский сарган меньших размеров (до 60 см). Сарган имеет небольшое промысловое значение.

Семейство макрелешуковые — *Scomberesocidae*

Макрелешуковые отличаются от саргановых наличием маленьких дополнительных плавников на хвостовом стебле. Обитают в умеренных и субтропических водах всех океанов. Семейство включает 4 вида, из них наибольшее промысловое значение имеет сайра — *Cololabis saira* (Рис. 13).

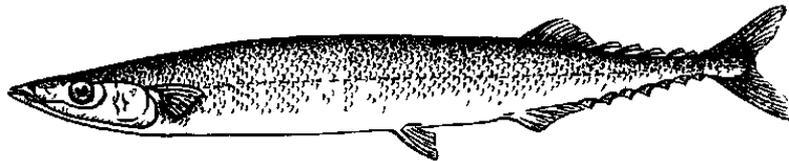


Рис. 13. Сайра

Обитает в умеренных и субтропических водах Тихого океана. Длина тела около 40 см. Сайру привлекают на электрический свет и облавливают с помощью сетевого подхвата. Важнейший объект промысла, мировой вылов которой составляет 250—410 тыс. т.

Отряд трескообразные — *Gadiformes*

Характерно гулярное (на горле) положение брюшных плавников, т. е. брюшные плавники находятся впереди грудных, почти на горле. На подбородке обычно имеется один непарный усик. Тело покрыто циклоидной чешуей. Закрытопузырные. Плавники без колючих лучей.

Трескообразные — преимущественно морские рыбы, являются важнейшими объектами мирового рыбного промысла. У нас промысел развит

как в прилегающих к России морях — Баренцевом, Белом, Балтийском, Японском, Охотском и Беринговом, так и в других районах Мирового океана.

Отряд включает 5 семейств. Большое промысловое значение имеют представители семейства тресковых.

Семейство тресковые — Gadidae

Спинных плавников 1, 2 или 3, анальных—1 или 2. Тресковые распространены в основном в северном полушарии, особенно в Северо-Восточной Атлантике. Семейство насчитывает 68 видов.

Тресковые — морские рыбы, и лишь налим обитает в пресных водах. Тресковые в основном холодолюбивые рыбы, ведущие в основном придонный образ жизни.

Размножаются тресковые зимой (сайка, навага) или в зимне-весенний период (треска). Питание тресковых весьма разнообразно. Треска, сайда, мерлуза — хищники; пикша, навага — бентофаги; сайка, путассу — планктонофаги. Мясо у тресковых тощее, жир накапливается в печени (Рис. 14).

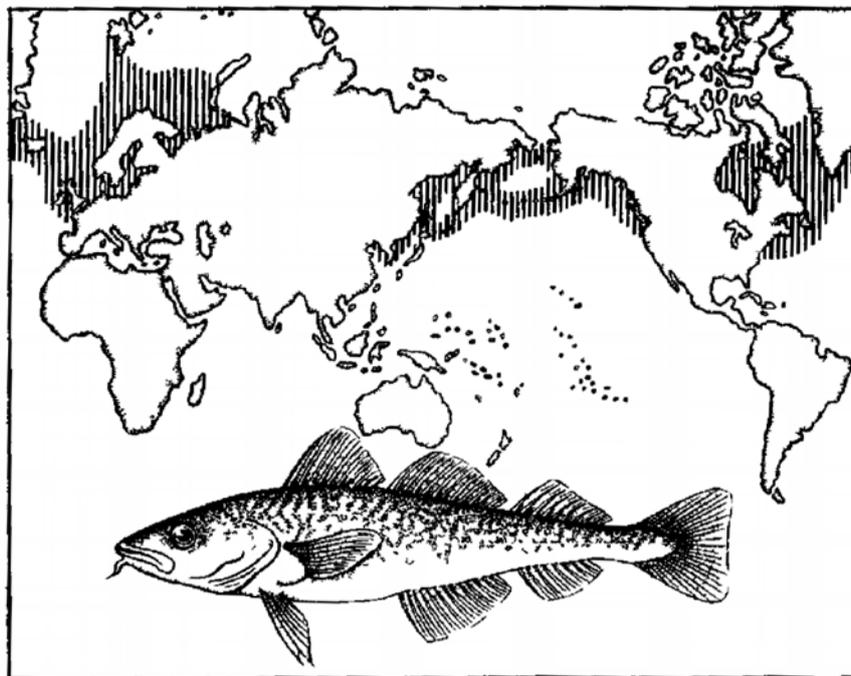


Рис. 14. Треска и ее распространение

Тресковые имеют большое промысловое значение, занимают одно из ведущих мест в мировом промысле. Мировой вылов тресковых (с мерлузами) 10,0 млн. т.

Из тресковых больше всего вылавливают минтая и путассу. В настоящее время запасы атлантической трески и пикши значительно сократились.

Отряд макрурообразные, или долгохвостообразные — Macrouriformes

Макрурообразные имеют большое сходство с трескообразными. Закрытопузырные. Брюшные плавники впереди грудных. На подбородке один непарный усик. В первом спинном плавнике имеется колючка, второй спинной плавник сливается с хвостовым. Хвост сильно заострен на конце и удлинен. Тело покрыто ктеноидной или циклоидной чешуей.

Распространены в Тихом и Индийском океанах. Известно 1 семейство — макрурусовые, или долгохвостые — Macrouridae с 300 видами. Придонные глубоководные рыбы, широко распространены на относительно больших глубинах — 600—3000 м и более. Длина их около 1 м.

Большинство долгохвостое — бентофаги. Имеют существенное промысловое значение. Мировой вылов около 60 тыс. т. Являются перспективным объектом глубоководного промысла.

Отряд окунеобразные — Perciformes

Широко распространены в морских и пресных водах. Многие окунеобразные имеют промысловое значение. Для советского рыболовства наибольшее промысловое значение из окунеобразных имеют семейства: скумбриевые, окуневые, скорпеновые, ставридовые, горбылевые.

Окунеобразные — закрытопузырные, колючеперые рыбы. Брюшные плавники находятся под грудными, недалеко от них (иногда даже на подбородке). На жаберной крышке часто есть шипы. Задневисочная кость вильчатая. Тело покрыто ктеноидной, реже циклоидной чешуей. Отряд включает 150 семейств и свыше 6 тыс. видов.

Семейство серрановые, или каменные окуни — Serranidae

В анальном плавнике три колючих луча. Спинной плавник обычно один с хорошо выраженной колючей частью. В брюшном плавнике 1 колючий и 5 мягких лучей.

Серрановые широко распространены в тропических и субтропических водах Атлантического, Тихого и Индийского океанов. Рыбы в основном морские, в пресных водах встречаются редко (китайский окунь ауха). Семейство включает более 400 видов.

У нас серрановые имеются в Черном и Японском морях, а также в бассейне Амура. Самый крупный представитель серрановых промикрופс —

Promicrops lanceplatus, длина которого достигает 3,6 м, масса 350 кг. Обитает в Индийском и Тихом океанах.

Серрановые — хищники. Название «каменные окуни» связано с обитанием их в основном в прибрежной зоне среди камней, скал, кораллов или водорослей. Некоторые виды приспособились к жизни в толще воды, например, лаврак — *Morone labrax*, обитающий в Атлантическом океане, Средиземном и Черном морях.

Ценными промысловыми рыбами, имеющими широкое распространение, являются груперы, черны (или мероу), обитающие во всех тропических и субтропических морях. Это в основном крупные рыбы. У берегов Западной Африки встречается гигантский мероу — *Epinephelus gigas* длиной до 120 см и массой до 60 кг.

В восточной Атлантике обычен в уловах белополосый мероу — *E. aeneus*, достигающий длины 1 м.

Семейство окуневые — *Percidae*

Тело покрыто ктеноидной чешуей. В анальном плавнике 1—2 колючих луча. Края костей жаберных крышек обычно зазубрены или снабжены шипами. Брюшные плавники расположены над грудными или едва позади них. В семействе свыше 100 видов.

Пресноводные и солоноватоводные рыбы северного полушария. Наиболее многочислен обыкновенный окунь — *Perca fluviatilis*. Пресноводная рыба, обитающая в водоемах с хорошим кислородным режимом, длиной до 50 см. Окунь имеет местное промысловое значение.

В бассейнах Балтийского, Черного, Азовского, Каспийского, Аральского морей обитает обыкновенный судак — *Lucioperca lucioperca*, достигающий длины 130 см и массы 15 кг. Судак — ценная промысловая рыба.

В связи с ухудшением естественных условий нереста судака в результате зарегулирования стока южных рек для его искусственного разведения создаются нерестово-выростные хозяйства (Рис. 15).

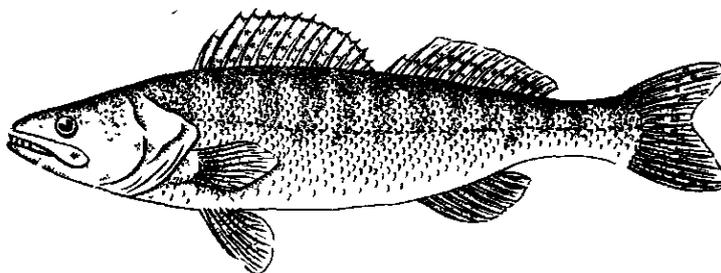


Рис. 15. Судак обыкновенный

Почти повсеместно в наших водах распространен обыкновенный ерш — *Aserina sernaa*. Ерш — тугорослая сорная рыба, конкурент в питании ценных бентосоядных рыб: леща, сазана и др. Объект питания для хищников — судака, щуки. Промыслового значения не имеет.

Семейство султанковые, или барабулевые, — Mullidae

Два спинных плавника, первый из которых состоит из гибких неветвистых лучей, а второй — из мягких ветвистых лучей. Тело покрыто циклоидной чешуей. Голова высокая с крупным профилем. На подбородке два длинных усика. В семействе 50 видов.

Все султанковые — морские рыбы, обитатели тропических, субтропических и умеренных вод. У нас обитает обыкновенная султанка, или барабулька — *Mullus barbatus* — одна из наиболее ценных промысловых рыб Азово-Черноморского бассейна. Она достигает длины 30 см, обычно 8—15 см. Современные уловы барабулек колеблются от 50 до 180 т.

Семейство ставридовые — Carangidae

Два спинных плавника: первый состоит из гибких неветвистых лучей, а второй — из мягких ветвистых. Тело покрыто циклоидной чешуей. Боковая линия делает резкий изгиб над грудными плавниками. Вдоль боковой линии у некоторых видов имеются костные щитки. Хвостовой стебель сильно утоненный. Семейство включает более 200 видов.

Ставридовые населяют тропические, субтропические и умеренные воды Атлантического, Индийского и Тихого океанов.

Имеют большое промысловое значение, обеспечивая вылов до 3,8 млн. т. Ставридовые распространены в Черном, Азовском и Японском морях.

Черноморская ставрида *Trachurus mediterraneus ponticus* — одна из основных промысловых рыб Черного моря. Различают две формы черноморской ставриды мелкая длиной около 20 см и крупная длиной около 55 см

Пелагическая стайная рыба, питается в основном мелкой рыбой (Рис. 16).

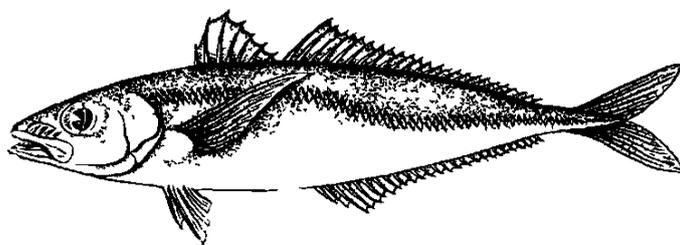


Рис. 16. Ставрида обыкновенная

В тропических и субтропических водах Атлантического, Индийского и Тихого океанов обитает около 10 видов сериол, или желтохвостов. Это крупные пелагические стайные рыбы, имеющие важное промысловое значение. Боковая линия у них без щитков, на хвостовом стебле имеется кожистый киль. Хищники. Держатся на шельфе и склоне.

В Японии имеет большое промысловое значение желтохвост — *Senola quinqueradiata*. Длина около 1 м. Мальков желтохвоста в Японии выращивают искусственно в отгороженных сетями участках моря.

Семейство помадазиевые, или рыбы-ворчуны — Pomadasyidae

Свое название ворчуны получили за способность издавать громкие хрюкающие звуки. Спинной плавник у них один, разделенный выемкой на две части. Рот выдвижной маленький с мелкими острыми зубами. Есть глоточные зубы. Все помадазиевые обитают на шельфе, предпочитают участки с зеленым дном и мутной водой.

По характеру питания бентофаги. В тропических и субтропических водах Атлантического океана имеют промысловое значение отперки, кристопома, парапристипома. Наиболее важен в промысловом отношении род ворчуны — *Pomadasys*, распространенный в тропических и субтропических водах всех океанов.

Семейство спаровые, или морские караси — Sparidae

Тело сжато с боков. Спинной плавник один с 10—13 колючими лучами. Колючки спинного плавника убираются в бороздку на спине. В анальном плавнике 3 колючих луча. Край предкрышки гладкий. Зубы сильные. Семейство включает более 250 видов в основном тропических морских рыб. Спаровые обитают в основном в Атлантическом океане у берегов Африки.

В наших водах обитают 9 видов в Черном море и 1 вид в Японском море. В Черном море наиболее распространен ласкирь, или морской карась, — *Diplodus annulans* длиной обычно до 15 см. Это стайная прибрежная рыба,

которая придерживается зарослей. Промыслового значения не имеет.

Наиболее ценная промысловая рыба семейства спаровых — красный тай — *Pagrus major*. Обитает в западной части Тихого океана у берегов Японии и Кореи, достигает длины более 1 м.

Среди спаровых есть бентофаги, планктоноядные, хищники, растительноядные. Для них характерен порционный нерест. Многие гермафродиты. Пол меняется в течение жизни. У некоторых видов половая железа функционирует сначала как женская, потом как мужская, у других — наоборот.

Зубаны (Рис. 17), скапы, боопсы, пагры, пагеллы, морские караси и др имеют важное промысловое значение. В 1980 г. мировой улов спаровых достиг 0,3 млн. т.



Рис. 17. Зубан

Семейство горбылевые — Sciaenidae

Тело высокое. Спина спереди горбатая. Спинной плавник один, разделен глубокой выемкой на две части: переднюю короткую, высокую, колючую и заднюю более длинную, невысокую, мягкую. Рот полунижний.

Некоторые виды имеют на подбородке усик. В анальном плавнике имеется один хорошо развитый колючий луч (другой зачаточный). Брюшные плавники расположены на груди под грудными плавниками или немного сзади.

Многие горбылевые способны издавать звуки. Почти все горбылевые морские рыбы, обитающие в прибрежных водах тропических и субтропических морей. Пресноводные горбылевые встречаются в основном в реках Южной Америки.

Известно около 150 видов горбылевых. В Черном и Азовском морях обитает два вида: темный горбыль — *Sciaena umbra* (длина около 70 см) и светлый горбыль — *Umbrina cirrosa* (длина обычно не более 1 м). Промыслового значения почти не имеют.

В тропических водах Атлантического, Индийского и Тихого океанов имеет промысловое значение рыба-капитан. В Индийском океане широко распространен красный и серебристый горбыль. В Желтом, Восточно-

Китайском и Южно-Китайском морях обладают высокой численностью малый и большой желтый горбыли.

К 1980 г. мировой улов горбылевых достиг 0,84 млн. т.

Семейство губановые — Labridae

Тело продолговатое, покрытое циклоидной чешуей. Спинной плавник длинный с колючими лучами в передней части. Выдвижной рот вооружен сильными дробящими зубами. Губы мясистые, выступающие вперед, широкие с продольными складками. У некоторых видов рыло вытянуто в трубку.

Губановые — прибрежные рыбы тропических и субтропических морей, заходящие и в умеренные воды. Известно около 600 видов. 8 видов обитает в Черном море. Небольшое местное промысловое значение имеет зеленушка — *Crenilabrus tinka*, достигающая длины 30 см.

Семейство нототениевые — Nototheniidae

Тело покрыто мелкой чешуей. В плавниках нет колючих лучей. Носовые отверстия без перегородки. Боковых линий одна, две, или три, чаще две: одна вдоль тела, другая на хвостовом стебле. Брюшные плавники впереди грудных.

Нототениевые — морские, в основном придонные рыбы, распространенные в антарктических и субантарктических водах. Семейство многообразно, оно включает около 50 видов.

Наибольшее промысловое значение имеет мраморная нототения — *Notothenia rossi*, достигающая длины 90 см. Мясо нототений отличается высокими вкусовыми качествами.

Самыми крупными представителями семейства нототениевых являются клыкачи, достигающие длины 2 м. У них большой рот с клыковидными зубами, тело покрыто мелкой чешуей. Мясо их высоко ценится, особенно балычные изделия.

Семейство белокровные рыбы — Chaenichthyidae

Это крупные хищные рыбы размером до 70 см. Кровь у них бесцветная из-за почти полного отсутствия эритроцитов и гемоглобина. Сердце крупное (в 3 раза крупнее, чем у других рыб таких же размеров), повышенный темп кровообращения. Кожа голая, играет большую роль в дыхании. Эти

особенности выработались в связи с обитанием в холодных, богатых кислородом антарктических водах. Голова большая с удлинённым и уплощённым рылом и зубастыми челюстями.

К семейству относятся около 15 видов, распространенных в основном у берегов Антарктиды. Они держатся обычно на глубинах 200—500 м, на мелководьях заходят редко. Питаются рыбой и ракообразными.

Наиболее многочисленны темная — *Pseudochaenichthys georgianus*, щуковидная — *Champsoccephalus gunnari*, китовая — *Neopagetopsis ionah*, крокодиловая, или ледяная — *Chaenoccephalus aceratus* белоокровки.

Семейство зубатковые — *Anarhichadidae*

Крупные рыбы с длинным невысоким телом. Брюшных плавников нет. Грудные плавники сильно развиты. Спинной и анальный плавники длинные, обособленные от хвостового. Голова высокая с крутым профилем. На челюстях сильные зубы, которые ежегодно меняются.

Известно 5 видов. В наших водах обитает 4 вида. Распространены в северных частях Атлантического и Тихого океанов. Все зубатки-бентофаги, питаются в основном моллюсками и иглокожими.

Промысловое значение имеет полосатая, или обыкновенная, зубатка — *Anarhichas lupus*, достигающая длины 125 см. Пятнистая зубатка — *A. minor* достигает длины 1,5 м, синяя зубатка, или вдовица, — *A. latifrons* — 2 м, дальневосточная зубатка — *A. orientalis* — до 110 см. Мировой вылов зубатковых достиг 30—40 тыс. т.

Семейство бельдюговые — *Zoarcidae*

Удлиненное голое или покрытое мелкой чешуей тело. Спинной и анальный плавники длинные, слитые с хвостовым. Брюшные плавники, если имеются, редуцированные, содержащие от 1 до 4 лучей и расположенные на горле. Морские донные рыбы, распространенные в северных частях Атлантического и Тихого океанов, арктических и антарктических водах.

Известно около 200 видов, в наших водах встречается 60 видов. Наиболее известна европейская бельдюга — *Zoarces viviparus*, обитающая от Белого моря до Бискайского залива. Достигает длины 60 см, но обычно не более 30 см. Прибрежная донная живородящая рыба, выметывающая от 10 до 400 мальков. Питаются бельдюги моллюсками, ракообразными, мальками рыб. 6—468

Мясо у бельдюги вкусное, особенно копченое. Имеет небольшое промысловое значение в Балтийском море. Вылов бельдюги около 8,0 тыс. т.

Семейство скумбриевые — *Scombridae*

Два спинных плавника разделены значительным промежутком, причем первый из них состоит из гибких неветвистых лучей, второй — из мягких ветвистых лучей. Тело покрыто очень мелкой циклоидной чешуей. Рыло заостренное. За вторым спинным и анальным плавниками расположен ряд мелких дополнительных плавничков. Хвостовой стебель сильно утоненный. Скумбриевые распространены в теплых и умеренных водах Атлантического, Индийского и Тихого океанов

Из тропических скумбрий наиболее широко распространена канагурта, обитающая у берегов Восточной Африки, Южной Азии и Северной Австралии, достигающая длины 30 см.

Обыкновенная скумбрия, или макрель, — *Scomber scombrus* распространена в умеренных водах Северной Атлантики, у берегов Европы от Баренцева моря до Канарских островов, в Балтийском, Средиземном, Мраморном и Черном морях, у берегов Канады и США (Рис. 18).

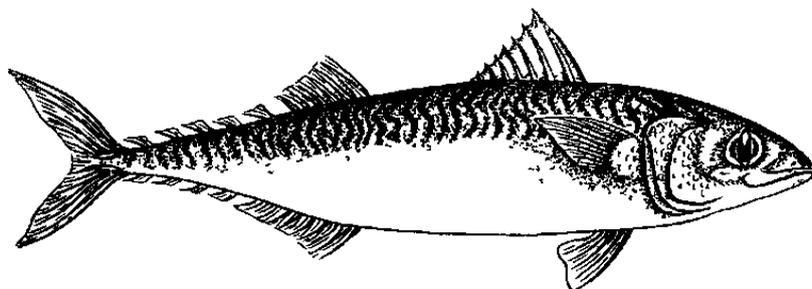


Рис. 18. Скумбрия обыкновенная

Достигает длины 60 см, в Черном море — 40 см. Теплолюбивая пелагическая стайная рыба. Черноморская скумбрия зимует и размножается в Мраморном, нагуливается в Черном море.

В Тихом океане у берегов Японии и Курильских островов обитает японская скумбрия — *Pneumatophorus japonicus*, достигающая длины 60 см. К 1980 г. мировой вылов скумбриевых достиг 3,5 млн. т.

Семейство тунцовые — *Thunnidae*

Тело веретенообразной формы. Первый и второй спинные плавники сближены. Хвостовой стебель с резко выраженным кожистым килем. Сильно развита подкожная сосудистая система. В результате постоянной интенсивной деятельности мощной двигательной мускулатуры температура тела несколько выше температуры окружающей среды.

Тунцы широко распространены в теплых водах, некоторые виды заходят для нагула в умеренные воды. Встречаются в Черном море и дальневосточных морях. Оптимальными для тунцов являются воды с температурами, близкими к 22— 24° С, и соленостью около 35‰.

Тунцов подразделяют на две группы мелкие и крупные. Длина мелких тунцов обычно около 1 м и масса около 6 кг. Мелкие тунцы обитают в относительно прибрежных районах океана.

Из мелких тунцов наибольшее промысловое значение имеет полосатый тунец—*Katsuwonus pelamis*, распространенный в тропических и субтропических водах Мирового океана.

Крупные тунцы длиной до 3 м и массой 375 кг имеют наибольшее промысловое значение. Обитают в открытых районах океана. К крупным тунцам относятся синий, или обыкновенный,— *Thunnus thynnus*, длинноперый — *Th. alalunga*, большеглазый — *Th. obesus*, желтоперый — *Th. albacares* тунцы (Рис. 19).

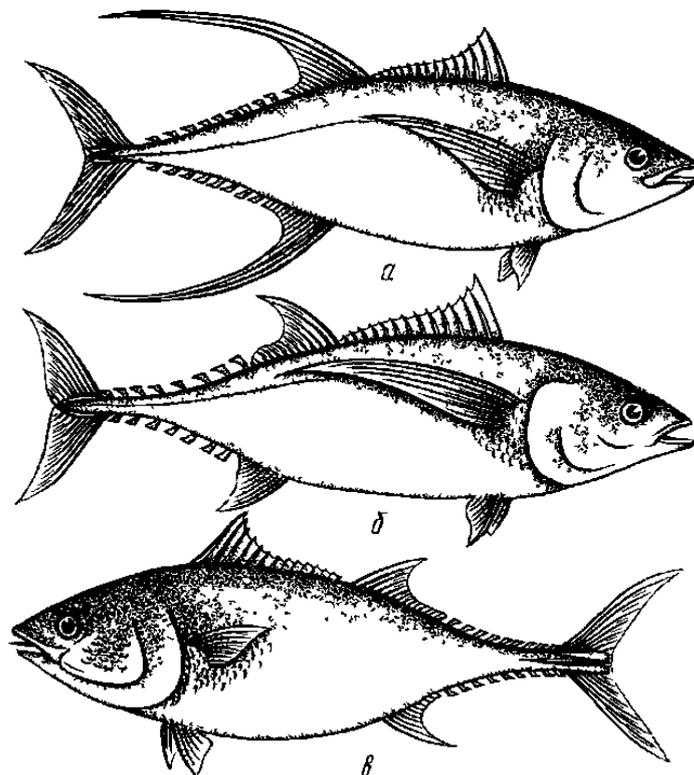


Рис. 19. Крупные тунцы:

а – желтоперый; б – длинноперый; в – обыкновенный или синий

Тунцы — активные хищники, питающиеся в основном рыбой, головоногими моллюсками, а также планктонными ракообразными. Тунцы — одни из промысловых рыб. В 1980 г. мировой улов тунцов достиг 1,9 млн. т. В уловах преобладают (около 60%) крупные тунцы и прежде всего желтоперый.

Семейство мечерылье — *Xiphiidae*

Тело торпедовидное без чешуи с киями на хвостовом стебле. Брюшные плавники отсутствуют. Удлиненные челюсти образуют своеобразный меч. Известен один вид — меч-рыба — *Xiphias gladius*.

Встречаются в эпипелагиали тепловодных районов всех океанов, иногда заходят в Черное и Японское моря. Длина до 4,5 м, масса до 600 кг. Хищник, питается рыбой и головоногими моллюсками. Ценная промысловая рыба, объект спортивного рыболовства. Мировой вылов достигает 30—40 тыс т.

Семейство парусники — *Istiophoridae*

Верхняя челюсть заострена и удлинена, но короче, чем у меч-рыбы. Первый спинной плавник длинный и высокий, второй — короткий. Брюшные плавники длинные, содержат от 1 до 3 лучей.

Распространены в тропических водах Атлантического, Тихого и Индийского океанов. Промысловое значение имеют парусники — *Istiophorus*, копьеносцы — *Tetrapturus* и марлины — *Macaira*.

Крупные пелагические хищные рыбы, совершающие протяженные миграции. Длина парусника — *I. platypterus* — может превышать 3 м, масса 100 кг. Длина синего марлина — *M. nigricans* — до 5 м при массе 900 кг. Длина белого копьеносца — *T. albidus* — до 3 м, масса 50 кг. Парусники — ценные промысловые рыбы, являются объектом спортивного рыболовства.

Семейство бычковые — *Gobiidae*

Брюшные плавники сливаются вместе, образуя присасывательную воронку. Два спинных плавника: первый состоит из неветвистых, второй из ветвистых лучей. Голова крупная, утолщенная.

Широко распространены в прибрежной зоне тропической и умеренной областей бассейна Мирового океана. В России обитают в Черном, Азовском, Каспийском, Японском, Балтийском морях. Вселены в Аральское море. Семейство бычковых очень разнообразно, включает 850 видов, из которых у нас встречается 67 видов и подвидов.

Бычки — небольшие рыбы, их обычная длина менее 20 см. Среди них встречаются самые мелкие представители из ныне живущих позвоночных животных. Это бычок пандака — *Pandaka rugmaea*, распространенный на Филиппинских островах, длина которого не превышает 1,2 см.

Бычки — оседлые рыбы, не совершающие дальних передвижений. Обитают как в пресных водах, так и при солености 40‰ (Красное море) (Рис. 20).

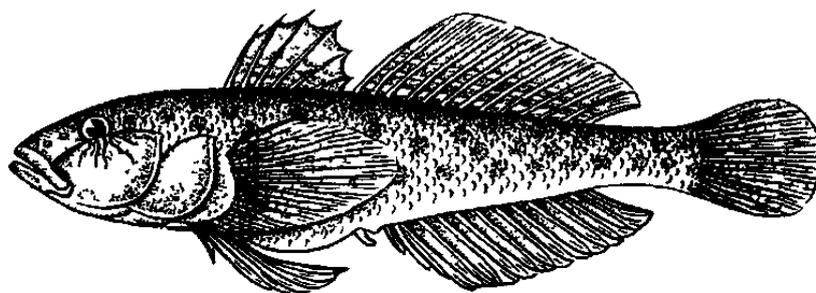


Рис. 20. Бычок-песочник

Рыбы с коротким жизненным циклом, некоторые из них (бычок Берга, бычок Книповича и др.) живут в течение одного года и после размножения погибают. Более крупные виды живут до 5 лет. Нерест у бычков растянут. Икру откладывают в гнезда и охраняют. С наступлением половой зрелости самцы приобретают «брачный наряд».

Питаются в основном бентосными беспозвоночными и изредка рыбой. Имеют существенное промысловое значение. Бычки играют большую роль в пищевых цепях водоемов, являясь компонентом питания многих ценных промысловых рыб: осетровых, судака, проходных сельдей.

Наибольшее промысловое значение имеет бычок-кругляк *Neogobius melanostomus*, обитающий в Черном, Азовском и Каспийском морях.

Семейство скорпеновые — Scorpaenidae

У представителей семейства тело голое или покрытое ктеноидной чешуей. Голова большая с гребнями и шипами. Спинной плавник один, иногда разделен выемкой на две части. Анальный плавник обычно содержит три колючих луча. Брюшные плавники расположены на груди под грудными или несколько сзади них.

Обитают в шельфовой зоне и в верхней части склона тропических, субтропических и умеренных районов Мирового океана, а России — в Черном, Баренцевом и дальневосточных морях. К семейству относится несколько сотен видов, у наших берегов встречается 13 видов.

Скорпеновые — ценные промысловые рыбы.

Наибольшее промысловое значение имеют морские окуни (*Sebastes*). Обыкновенный, или золотистый, морской окунь — *S. marinus* — распространен в северной части Атлантического океана и прилегающих районах Северного Ледовитого океана, достигает длины 90 см и массы 9 кг. Обитает обычно на глубинах до 300 м (Рис. 21).

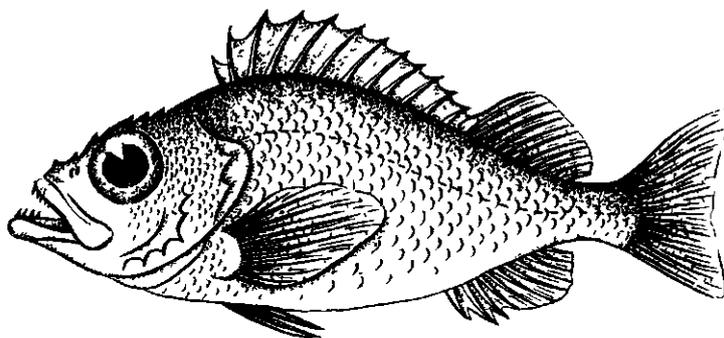


Рис. 21. Морской окунь обыкновенный (или золотистый)

Клюворылый окунь, или клювач,— *S. mentella* — распространен в Северной Атлантике, но держится на глубинах более 300 м. Достигает длины 70 см.

Много других видов морских окуней вылавливают и в северной части Тихого океана. Все морские окуни — живородящие рыбы. Питаются рыбой и беспозвоночными. Мясо морских окуней высоко ценится.

Семейство терпуговые — Hexagrammidae

Тело удлиненное, сжатое с боков, покрытое мелкой чешуей. Спинной плавник длинный, иногда разделен выемкой на две части. Брюшные плавники расположены на груди немного позади грудных. С каждой стороны тела находится по одной ноздре, задняя ноздря в виде поры. На боках тела имеются одна или несколько боковых линий.

Распространены в северной части Тихого океана как у азиатских, так и у американских берегов. У нас встречаются в Беринговом, Охотском и Японском морях. Семейство включает 13 видов.

Северный одноперый терпуг — *Pleurogrammus monopterygius* — распространен в Беринговом море, а также у берегов Камчатки и Алеутских островов, достигает длины 50 см и массы 1,8 кг. Питается моллюсками, ракообразными, червями, рыбой.

Имеет большое промысловое значение. Мировой вылов терпуговых достиг 0,16 млн. т (1980 г.).

Семейство строматеевые — Stromateidae

Тело высокое, уплощенное с боков, у взрослых особей брюшные плавники отсутствуют. Распространены у берегов Америки, Африки и Южной Азии.

Наибольшее промысловое значение имеют баттерфиши и пампы. У восточного побережья Америки многочислен серый баттерфиш — *Perilus triacanthus* — длиной 30 см и массой около 500 г. Питается мелкой рыбой, кальмарами, ракообразными. Зимует вдали от берегов на глубинах 150—200 м.

Вдоль материкового шельфа Южной Азии обитает серебристый, или зеркальный, памп — *Pampus argenteus*, достигающий длины 60 см. Питается в основном медузами и гребневиками.

Отряд камбалообразные — *Pleuronectiformes*

Представители отряда камбалообразных во взрослом состоянии имеют несимметричное тело. Глаза расположены на одной стороне. Плавательный пузырь во взрослом состоянии отсутствует. Колючих лучей в плавниках нет. Спинной и анальный плавники длинные. Тело сжато с боков.

Большинство видов камбалообразных обитает в тропических и субтропических водах. В умеренных и арктических водах видовой состав менее разнообразен, но численность отдельных видов здесь весьма высокая.

Особенно разнообразна фауна камбал Тихого океана, где, очевидно, возникла эта группа. В отряде около 500 видов. Камбалообразные — морские малоподвижные донные и придонные рыбы. Камбалы способны быстро изменять окраску в зависимости от цвета и рисунка дна.

Нагуливаются и размножаются камбалы у берегов, зимой отходят от берегов на большие глубины. Размножаются в основном весной и летом. В процессе развития личинки претерпевают метаморфоз.

На первом этапе развития они ведут пелагический образ жизни. Тело у них симметричное и почти прозрачное. Постепенно оно уплощается с боков, глаза перемещаются на одну сторону, а затем молодь начинает вести донный образ жизни.

По характеру питания камбалообразных делят на две группы: хищные (палтусы, калканы) и бентофаги (речная, морская камбалы и др.).

Семейство ромбовые, или калкановые — *Bothidae*

Тело высокое, ромбовидное, несимметричное. Глаза обычно на левой стороне тела. Рот большой. Брюшные плавники асимметричные. В коже имеются острые костные шипы со вздутыми основаниями.

Распространены в тропических и умеренных водах. У нас обитают в Черном, Азовском, Японском, Балтийском и Баренцевом морях. В семействе 200 видов, в наших водах встречается 7 видов.

Черноморский калкан — *Rhombus maoticus* — распространен вдоль

побережья Черного моря, встречается до глубины 100 м. Достигает длины 85 см, массы 15 кг.

В Азовском море калкан представлен подвидом — азовским калканом. Калканы — ценные, но относительно малочисленные промысловые рыбы.

Семейство камбаловые — *Pleuronectidae*

У большинства видов глаза находятся на правой стороне тела. Брюшные плавники расположены симметрично.

В России обитает 36 видов камбал, причем 30 из них встречается в дальневосточных морях. Среди камбаловых выделяют две группы: большеротые камбалы — хищники (палтусы, палтусы-ерши, палтусовидные камбалы) и малоротые камбалы-бентофаги (желтоперая, морская, речная, полярная камбала и др.).

Самыми ценными среди камбал являются палтусы. Чернокорый, или синекорый, палтус — *Reinhardtius hippoglossoides* — распространен в северных частях Тихого и Атлантического океанов, достигает длины 120 см и массы около 45 кг.

Белокорый, или обыкновенный, палтус — *Hippoglossus hippoglossus* — самый крупный из камбал, достигающий длины 5 м и массы 300 кг. Распространен в Северной Атлантике и Тихом океане (Рис. 22).

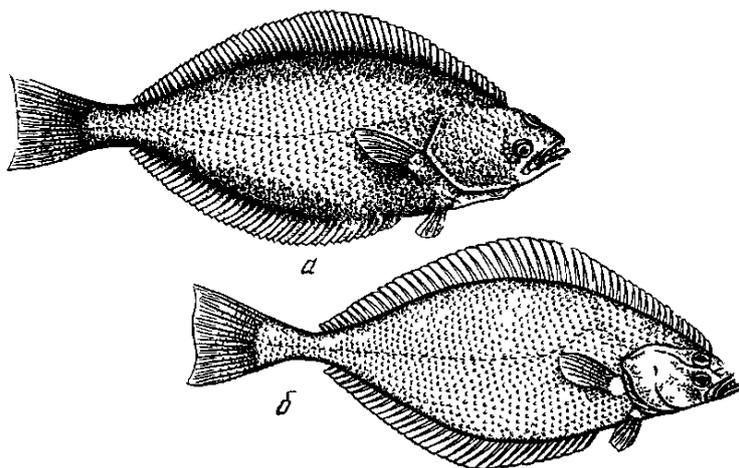


Рис. 22. Палтусы:

а — чернокорый; б - белокорый

Одна из важнейших промысловых камбал в северной части Тихого океана — желтоперая камбала — *Limanda aspera*. Достигает длины 48 см и массы 420 г.

В северо-восточной части Атлантического океана, в Балтийском, Баренцевом и Белом морях распространена морская камбала — *Pleuronectes*

platessa. Достигает длины 1 м (обычно 50 см) и массы 7 кг.

Полярная камбала — *Liopsetta glacialis*— одна из холодолюбивых камбал. Имеет циркумполярное распространение. Обитает в морях Северного Ледовитого океана. Длина 20—25 см, масса 100—150 г.

Камбалы имеют большое промысловое значение. По уловам среди донных рыб занимают второе место после тресковых.

Отряд кефалеобразные — *Mugiliformes*

Закрытопузырные, колючеперые. Два спинных плавника, первый из которых состоит из острых (или гибких) нерасчлененных лучей. Брюшные плавники расположены за грудными. Тело покрыто циклоидной чешуей, заходящей на голову.

Преимущественно морские рыбы. Широко распространены в тропических и субтропических водах. Встречаются в Черном и Японском морях. В 40-х годах кефаль акклиматизировали в Каспийском море.

Семейство кефалевые — *Mugilidae*

Голова небольшая, широкая. Рот маленький. Зубы мелкие. Боковая линия обычно отсутствует. К этому семейству относится 100 видов, в России обитает 6 видов.

Распространены в теплых и умеренных водах Атлантического, Индийского и Тихого океанов. Кефали — обитатели прибрежных зон. Рыбы морские, не избегают опресненных и пресных вод, заходят в реки. В реках и озерах тропических стран обитают пресноводные виды кефалей.

Из кефалей наиболее широко распространен лобан — *Mugil cephalus*. Обитает в бассейнах Атлантического, Индийского и Тихого океанов, в Черном, Азовском, Японском морях. Достигает длины 75 см и массы более 6 кг.

Сингиль — *M. auratus* — распространен в Атлантическом океане от Англии до Южной Африки, в Средиземном, Черном и Азовском морях, акклиматизирован в Каспийском море. Среди черноморских кефалей занимает первое место в уловах. Достигает длины 50 см и массы 700 г.

Остронос — *M. saliens* — распространен в восточной части Атлантического океана, от Бискайского залива до Южной Африки, в Средиземном, Черном, Азовском морях, акклиматизирован в Каспийском море. Достигает длины 40 см и массы около 700 г (Рис. 23).

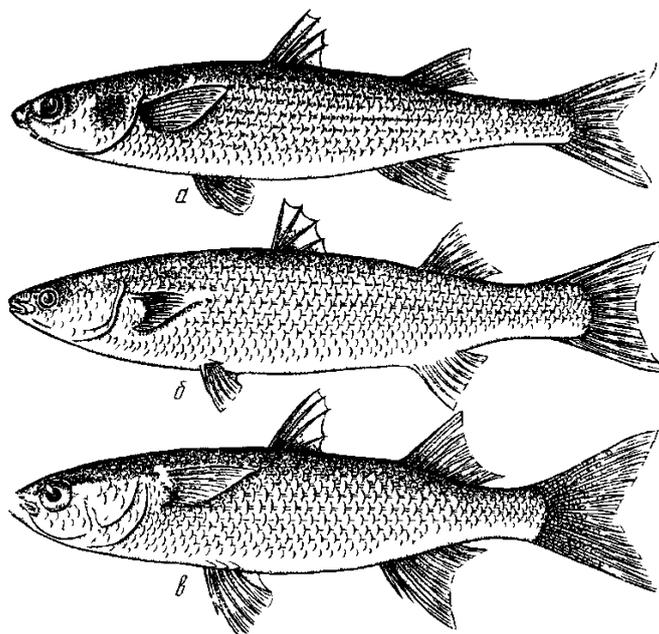


Рис. 23. Кефалевые:
а – лобан; б – остронос; в - сигиль

В Японском море обитает пиленгас — *M. soiyu*, достигающий длины 60 см и массы 3 кг.

Все кефали — ценные промысловые рыбы. Во многих странах кефалей выращивают в лагунах и лиманах, куда весной пропускают мелкую кефаль, а затем перегораживают протоки между ними и морем. Осенью облавливают подростную кефаль. К 1980 г. мировой улов кефалей достиг 0,2 млн. т.

Вопросы для самоконтроля:

- 1) *Как формируется систематика рыб?*
- 2) *Чем характеризуется надкласс бесчелюстных рыб, и какие классы, подклассы, надотряды, отряды, семейства включает?*
- 3) *Чем характеризуется надкласс челюстноротые, и какие классы, подклассы, надотряды, отряды, семейства включает?*
- 4) *Расскажите про основные семейства?*

Рекомендуемая литература по теме:

1. Привезенцев Ю.А., Власов В.А. Рыбоводство: Учебник для вузов. / Сер.: Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений. –М.: Мир, 2007. -456с.

2. Головина Н.А., Стрелков Ю., Воронин В. Ихтиопатология: Учебник для вузов. / Сер.: Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений. –М.: Мир, 2003. -456с.
3. Пономарев С.В. Индустриальная аквакультура: Учебник для вузов. – Астрахань.: ГУП ИПК Волга, 2006. -312с.
4. Иванов А.А. Физиология рыб: Учебник для вузов. / Сер.: Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений. –М.: Мир, 2003. -280с.
5. Дорохов С.М., Пахомов С.Н. Прудовое рыбоводство: Учебник. -М.: Высшая школа, 1981. –285с.
6. Сабодаш В.М. Эффективное прудовое рыбоводство. Настольная книга рыбоведа. / Сер.: Приусадебное хозяйство. –М.: АСТ, Сталкер, 2007. -176с.
7. Никифоров-Никишин А.Л., Бородин А.Л., Козлов В.И. Аквакультура: Учебник для вузов. / Сер.: Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений. –М.: КолосС, 2006. -448с.
8. Чебанов М.С., Галич Е.В., Чмырь Ю.Н. Руководство по разведению и выращиванию осетровых рыб. -М.: Росинформагротех РФ, 2004. -136с.
9. Арсеньев В.А., Земский В.А., Студенецкая И.С. Морские млекопитающие. -М.: Пищевая промышленность, 1973. -232с.
10. Борисов П.Г. , Овсянников Н.С. Определитель промысловых рыб СССР. – М.: Пищевая промышленность, 1964. -260с.
11. Никольский Г.В. Частная ихтиология. -М.: Высшая школа, 1971. -214с.
12. В.Д. Лебедев и др. Рыбы СССР. –М.: Мысль, 1969. -446 с.

ЛАБОРАТОРНЫЕ (ПРАКТИЧЕСКИЕ) ЗАНЯТИЯ

Лабораторная работа №1

"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:

1. 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.
2. 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.
3. Составить формулы спинного и анального плавников для видов рыб, указанных преподавателем, и перечислить виды рыб, имеющиеся в наборе, с различными формами хвостового плавника.
4. 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 *P* (*pinna pectoralis*) и брюшные *V* (*pinna ventralis*); к непарным — спинной *D* (*pinna dorsalis*), анальный *A* (*pinna analis*) и хвостовой *C* (*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 зубчатыми (Рис. 24).

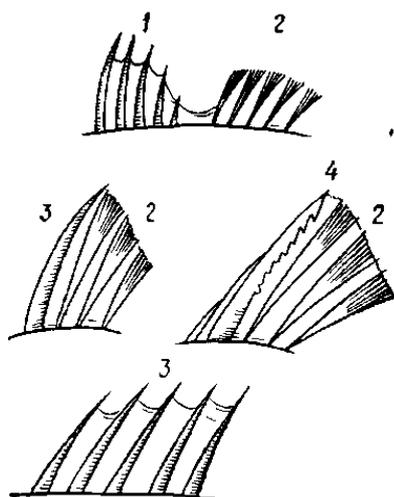


Рис. 24 Лучи плавников:

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: A 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 роstrум 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. 25).

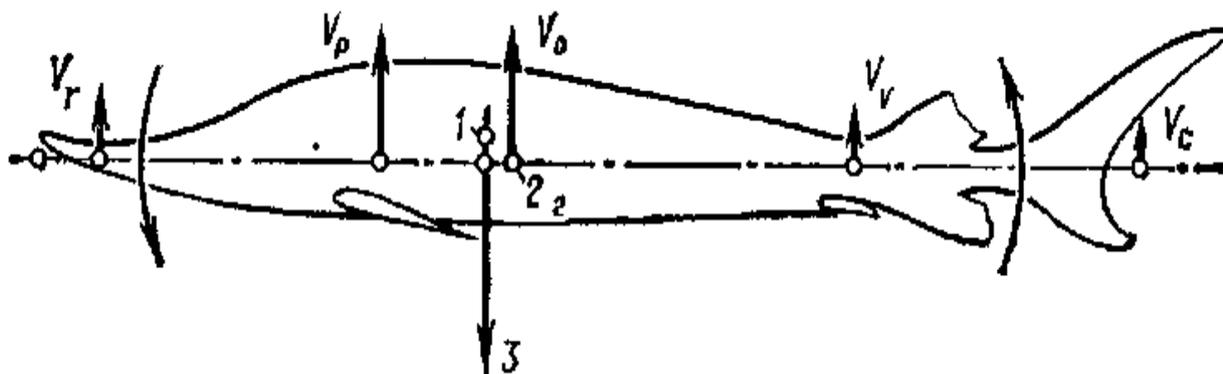


Рис. 25 Схема вертикальных сил, возникающих при поступательном движении акулы или осетровой рыбы в направлении продольной оси тела:

1 – центр тяжести, 2 – центр динамического давления, 3 – сила остаточной массы, V_0 – подъемная сила создаваемая корпусом, V_p – подъемная сила создаваемая грудными плавниками, V_r – подъемная сила создаваемая брюшными плавниками, V_c – подъемная сила создаваемая хвостовым плавником. Стрелки показывают действие вращательного момента

Если акуле удалить грудные плавники, она будет поднимать голову вверх, чтобы удержать 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 (*Alopias*) и синея акулы (*Prionace*) грудные плавники развиты хорошо, а рострум небольшой.

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. 26).

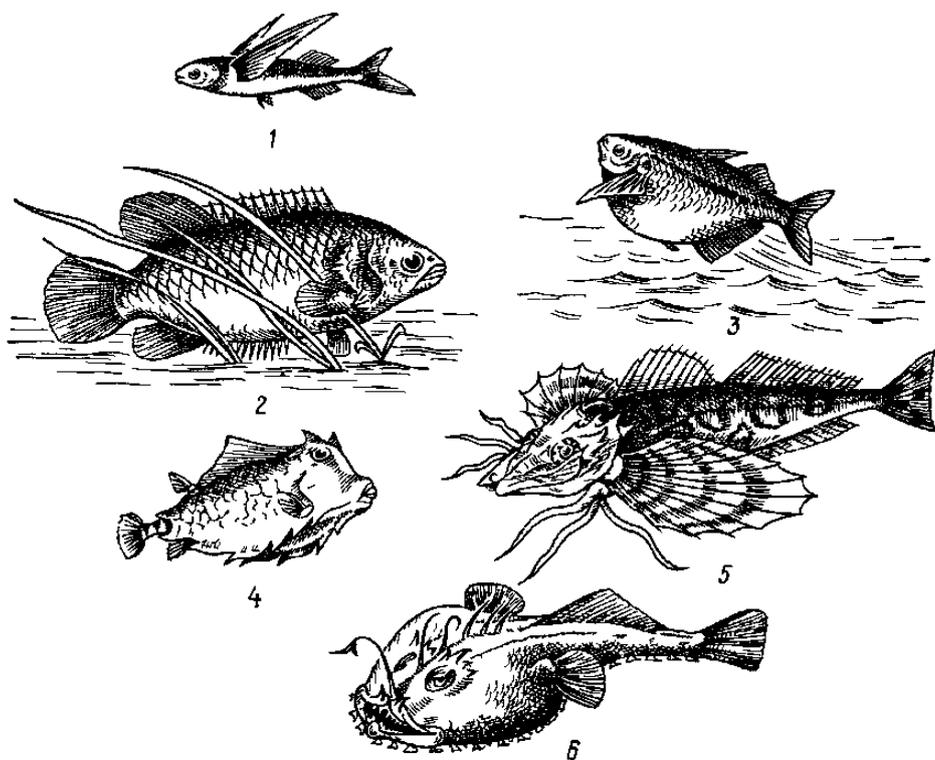


Рис. 26 Формы грудных плавников рыб:

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

У летучих рыб длина лучей может составлять до 81 % длины тела, что позволяет 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 удильщикообразные 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 (*Hypocampus*), 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. 27).

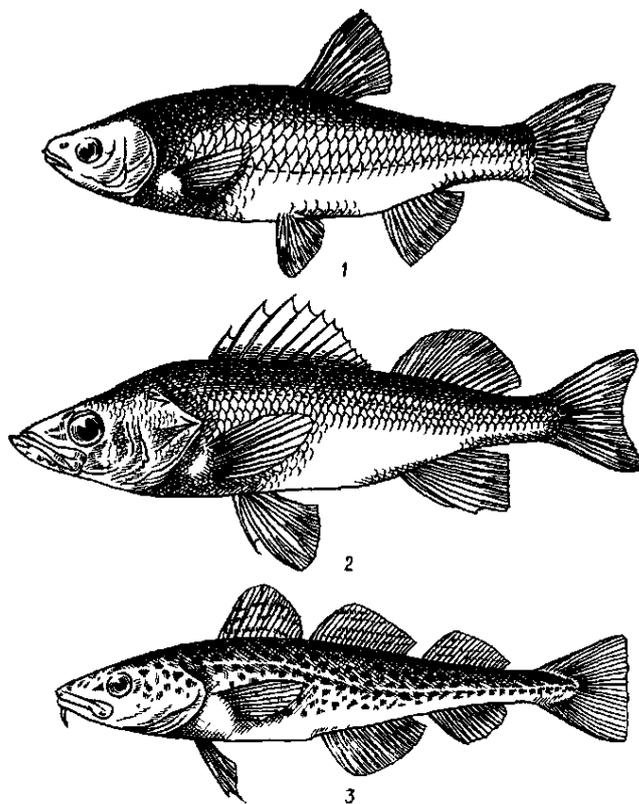


Рис. 27 Положение брюшных плавников:
1 – абдоминальное, 2 – торакальное, 3 - югулярное

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: звездчатовым (*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. Брюшные плавники могут видоизменяться. С помощью их некоторые рыбы прикрепляются к грунту (Рис. 28), образуя либо присасывательную воронку (бычковые), либо присасывательный диск (пинагоровые, слизняковые).

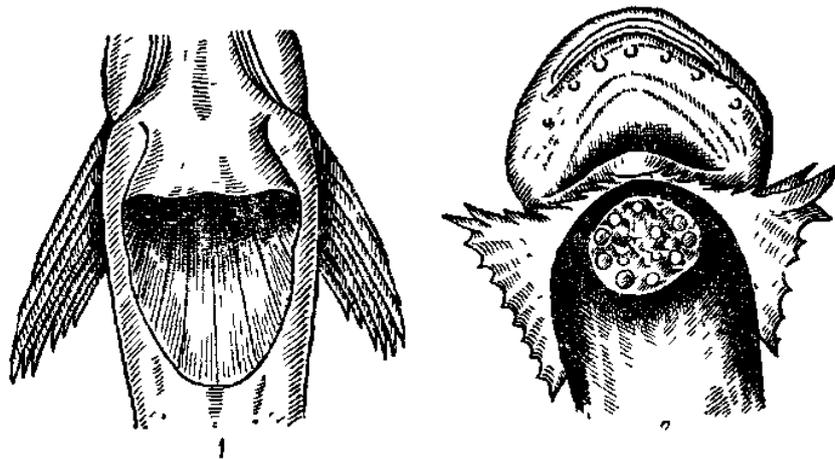


Рис. 28 Видоизменение брюшных плавников:

1 – присасывательная воронка у бычковых, 2 – присасывательный диск у слизняка

Видоизмененные в колючки брюшные плавники колюшковых 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

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, сообщаящим рыбам поступательное движение (Рис. 29).

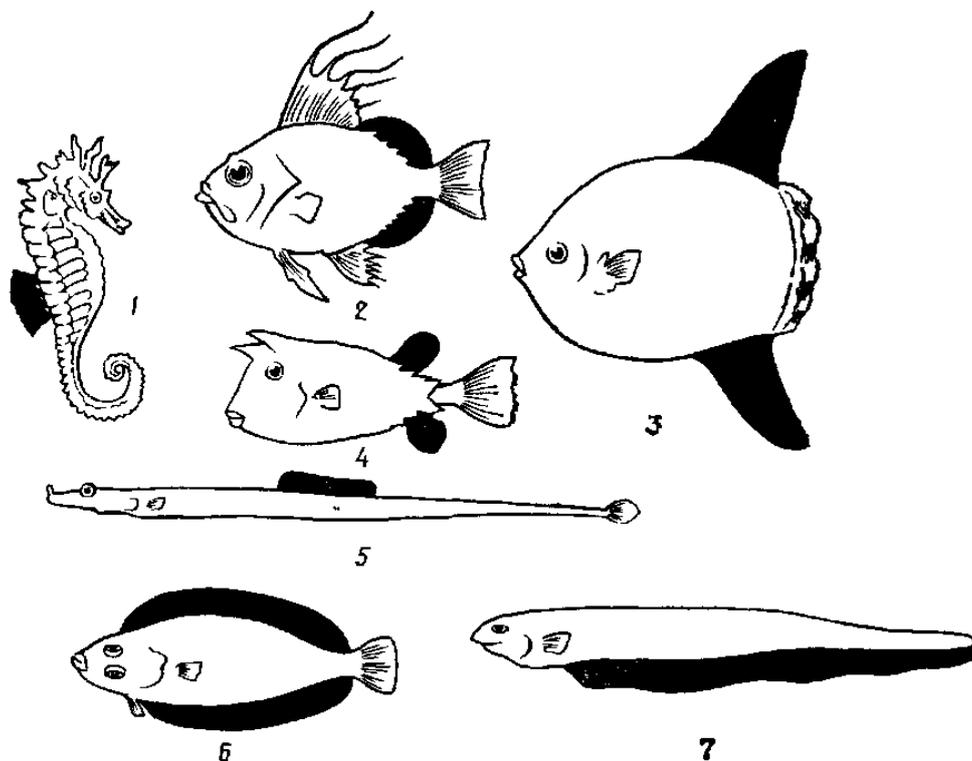


Рис. 29 форма ундулирующих плавников у различных рыб:

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

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. 30).

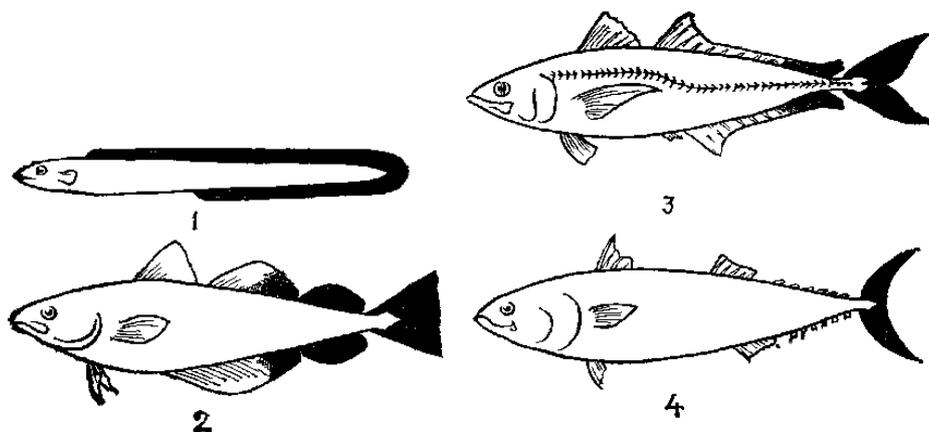


Рис. 30 Топография пассивной локомоторной функции непарных плавников у различных рыб: 1 – угорь, 2 – треска, 3 – ставрида, 4 - тунец

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. Этих рыб называют колючеперыми. 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-хвостоклов. Анального плавника не имеют скаты и акулы отряда Squaliformes.

Спинной плавник может видоизменяться (Рис. 31). 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.

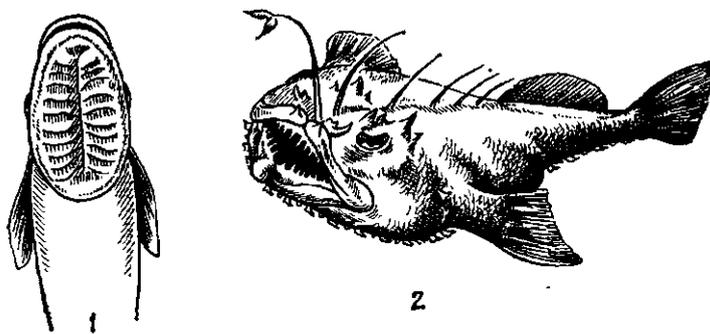


Рис. 31 Видоизмененный первый спинной плавник у рыбы-прилипалы (1) и удильщика (2)

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. 32).

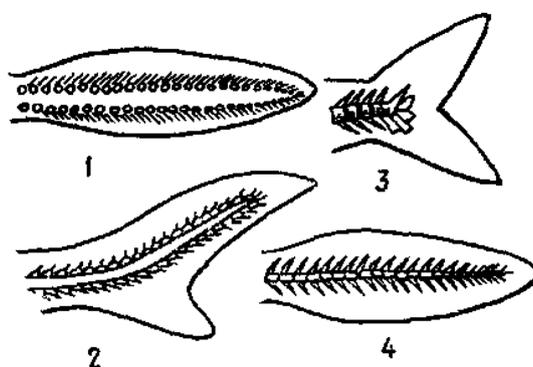


Рис. 32 Формы хвостового плавника:

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, неравнолопастный. 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. 33).

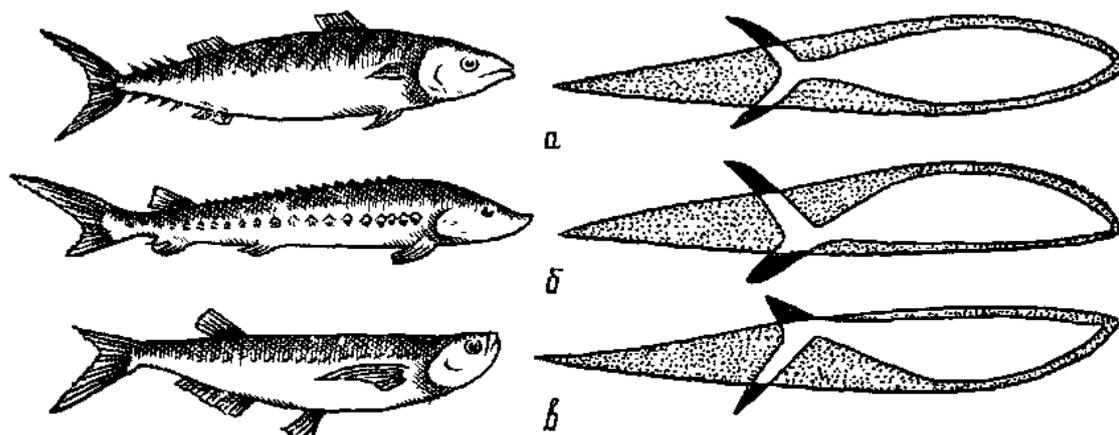


Рис. 33 Схема расположения лопастей хвостового плавника относительно зоны вихрей и слоя трения при разной форме тела:

а – при симметричном профиле (изоцеркия), б – при более выпуклом контуре профиля (эпицеркия), в – при более выпуклом нижнем контуре профиля (гипоцеркия). Зона вихрей и слой трения заштрихованы.

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 удлинятся в равной мере — изобатность, изоцеркия (Рис. 33, 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 удлинится верхняя лопасть — эпибатность, эпицеркия (Рис. 33, б).

При наличии у рыб более выпуклой брюшной и прямой спинной поверхностей (чехонь) удлинится нижняя лопасть хвостового плавника, так как зона вихрей и слой трения более развиты с нижней стороны тела — гипобатность, ги-поцеркия (Рис. 33, 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).

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 быстро плавающих рыб за спинным и анальным плавниками нередко находятся маленькие плавнички, состоящие из нескольких лучей. Они выполняют функцию гасителей завихрений, образующихся при движении рыбы, что способствует увеличению скорости рыбы (скомброидные, макрелещуковые). На хвостовом плавнике сельдей и сардин располагаются удлиненные чешуи (*alae*), выполняющие функцию обтекателей.

По бокам хвостового стебля у акул, ставридовых, скумбриевых, рыб-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. 34).

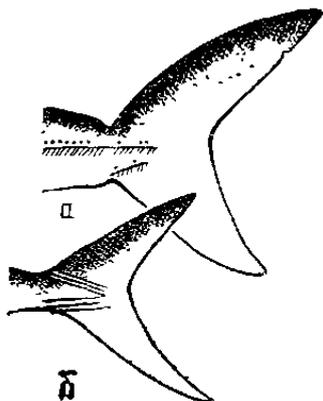


Рис. 34 Кили на хвостовом стебле у рыб:
а – у сельдевой акулы, б – у скумбрии

Лабораторная работа №2

"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:

1. 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 сейсмодатчиками каналами и бычков с генипорами.
2. 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.
3. 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
4. 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* 11) — 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, нототениевые—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. 35).

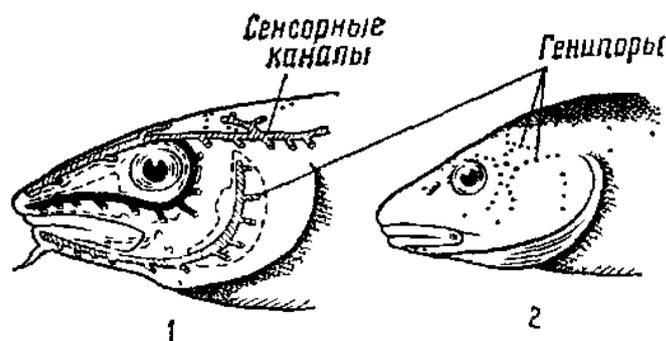


Рис. 35 Генипоры и сенсорные каналы:

1 — на голове трески, 2 — на голове наваги

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: $56 \text{ ---} * 61$, 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 просчетом чешуи только вдоль боковой линии. В этом случае формула язя будет иметь следующий вид: $56 \text{ ---} 61$.

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. 36).

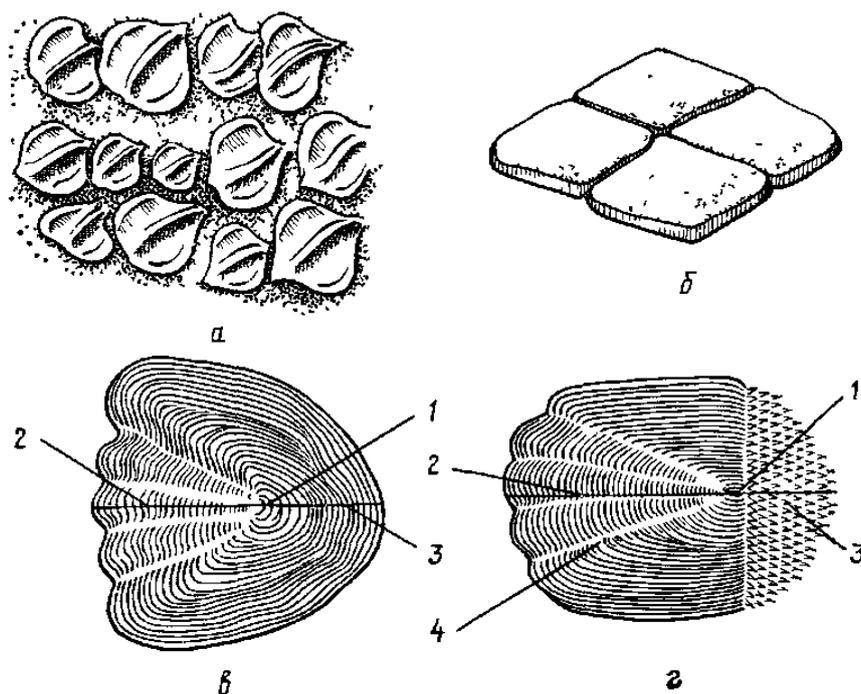


Рис. 36 Типы чешуи:

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 космоидная чешуя. По своему происхождению космоидная 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 космоидной. 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 (Рис. 36). Центр чешуи необязательно 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, укляя). 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).

Лабораторная работа №3

"Работа с определителем"

Материал и оборудование:

Набор для определения: фиксированные представители различных групп круглоротых и рыб; эмалированная ванночка; препаровальные иглы — 2 шт.; пинцет; лупа (ув. 4—6^x) (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", -МУ 1964; Г.У. Линдберг "Определитель и характеристика семейств рыб мировой фауны", -Л., 1971.

Задание:

1. При выполнении работы нужно определить последовательно семейство и род, к которым принадлежит данная рыба.
2. По указанию преподавателя определить два вида некоторых представителей. Кратко записать основные признаки каждого семейства, представителей которого определили.

В качестве итогового занятия по разделу «Внешнее строение и формы тела рыб» предлагается работа с определителями, где, рассматривая

морфологические особенности разных таксономических групп, студенты на практике применяют полученные знания.

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 угре-образное. 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 основные признаки семейства.

ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ ПО МОДУЛЮ

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

1) Какая рыба не относится к пелагофильным рыбам?	
a) Чехонь	
b) Лосось	
c) Толстолобик	
d) Треска	
e) Камбала	
2) Какая из рыб не погибает сразу после размножения?	
a) Осетр	
b) Кета	
c) Горбуша	
d) Голомянка	
e) Невские миноги	
3) Какие рыбы не относятся к живородящим?	
a) Бельдюга	
b) Голомянка	
c) Морской окунь	
d) Скат	
e) Все ответы верны	
4) Какая рыба имеет высокую индивидуальную плодовитость?	
a) Сельдь	
b) Окунь	
c) Щука	
d) Лещ	
e) Белуга	
5) От чего не зависит численность рыбы:	
a) от продолжительности жизни;	
b) от времени наступления половой зрелости;	
c) от условий икрометания;	
d) конкуренции других видов;	
e) верного ответа нет.	
6) Через какое время развивается икра у лососей, если нерест происходит	

осенью?	
a) Через 1 месяц	
b) 2 - 3 месяца	
c) 4 – 5 месяцев	
d) 5 - 6 месяцев	
e) 6 - 7 месяцев	
7) Какое название надотряда неверно?	
a) Хрящевые ганоиды	
b) Костные ганоиды	
c) Кистеперые рыбы	
d) Костистые рыбы	
e) Многоперы	
8) Сколько видов миног существует?	
a) 9	
b) 15	
c) 20	
d) 24	
e) 26	
9) Какую длину имеет карликовая акула?	
a) 10 см	
b) 15 см	
c) 20 см	
d) 25 см	
e) 30 см	
10) Выберите акулу, относящуюся к важным промысловым видам?	
a) Китовая	
b) Пилонос	
c) Тигровая	
d) Катран	
e) Песчаная	
11) В каком году у берегов Африки была выловлена кистеперая рыба?	
a) 1918 г	
b) 1928 г	
c) 1930 г	
d) 1935 г	
e) 1938 г	
12) Где не сохранились двоякодышащие рыбы?	
a) Австралии	

b) Северной Америке	
c) Африке	
d) Южной Америке	
e) Нет верного ответа	
13) К какому подклассу относится более 90 % ныне живущих рыб?	
a) Пластиножаберные	
b) Цельноголовые	
c) Лучеперые	
d) Кистеперые	
e) Двоякодышщие	
14) Какая рыбы из осетровых занимает первое место по интенсивности роста?	
a) Осетр	
b) Севрюга	
c) Белуга	
d) Стерлядь	
e) Верного ответа нет	
15) Выберите семейство, относящиеся к отряду сельдеобразных, которое не являются для России основным в промысле рыбы:	
a) анчоусовые;	
b) лососевые;	
c) корюшковые;	
d) сельдевые;	
e) все ответы верны.	
16) Какого цвета кости сарганообразных рыб?	
a) Белые	
b) Желтые	
c) Зеленые	
d) Серые	
e) Верного ответа нет	

Пономарев А.К.
Ихтиология
Учебно-практическое пособие
Модуль 2

Подписано к печати:
Тираж:
Заказ №:

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

Кафедра биоэкологии и ихтиологии

Модульный обучающий комплекс МГУТУ

Система вузовской учебной документации

ПОНОМАРЕВ А.К.

ИХТИОЛОГИЯ

*Учебно-практическое пособие для студентов
всех форм и видов обучения, по специальности
1109001 - Водные биоресурсы и аквакультура*

МОДУЛЬ 3



www.mgutm.ru

Москва, 2009

УДК 639.3

© Пономарев А.К. *Ихтиология: Учебно-практическое пособие. Модуль 3. / Сер. Система вузовской учебной документации. –М.: МГУТУ, 2009. -80с. Изд. 2-е, дополнен.*

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

Рассмотрено на заседании кафедры «Биоэкологии и ихтиологии» МГУТУ протокол №7 от 19.04.2009г и рекомендовано в качестве учебно-практического пособия.

Рекомендовано Институтом информатизации образования РАО.

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

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

Учебно-практическое пособие предназначено для студентов всех форм и видов обучения, по специальности 1109001 - Водные биоресурсы и аквакультура

Автор (составитель): к.б.н., доцент Пономарев А.К.

Рецензенты:

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

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

Редактор: Коновалова Л.Ф.

© Московский государственный университет технологий и управления, 2009.

109004, Москва, Земляной вал, 73.

кафедра "Биоэкологии и Ихтиологии", 2009.

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

ПУТЕВОДИТЕЛЬ ПО МОДУЛЬНОЙ СТРУКТУРЕ ДИСЦИПЛИНЫ *ИХТИОЛОГИЯ*

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

<p>Методика модульно-рейтинговой оценки качества подготовки специалистов. Путеводитель по модульной структуре дисциплины. Рабочая программа по освоению дисциплины. Рубежный контроль: РК1: Методические указания по написанию контрольной работы. РК2: Методические указания по написанию курсовой работы. Лабораторно-практические работы. Рекомендуемая литература. Обобщающий (итоговый) контроль</p>	<p>Уч-МП</p>
<p>Анатомия и физиология рыб. Форма тела, внешние признаки и покровы. Внутренний скелет и мускулатура. Нервная система и органы чувств. Нервная система. Органы чувств. Внутренние органы. Органы пищеварения. Пищеварительные железы. Органы дыхания. Органы выделения. Половые органы. Рыбы и внешняя среда. Влияние на рыб биотических факторов. Влияние на рыб абиотических факторов.</p>	<p>Уч-ПП Модуль 1</p>
<p>Систематика рыб. Надкласс бесчелюстные. Подкласс миксины. Отряд миксинообразные. Подкласс миноги. Отряд миногообразные. Семейство миноговые. Надкласс челюстноротые, отряд рыбы. Класс хрящевые рыбы. Подкласс пластиножаберные. Надотряд акулы. Семейство колючие акулы. Надотряд скаты. Подкласс цельноголовые. Класс костные рыбы. Подклассы: кистеперые, двоякодышащие, лучеперые. Надотряды: многоперы, хрящевые ганоиды, хрящекостные. Семейство осетровые. Надотряды: костные ганоиды, костистые рыбы. Отряд сельдеобразные. Семейства: сельдевые, анчоусовые, лососевые, корюшковые. Отряд светящиеся анчоусы. Семейство светящиеся анчоусы. Отряд щукообразные. Семейство щуковые. Отряд угреобразные. Семейство речные угри. Отряд карпообразные. Семейства: карповые, сомовые. Отряд сарганообразные. Семейства: саргановые, макрелешуковые. Отряд трескообразные. Семейство тресковые. Отряд макрурообразные, или долгохвостообразные. Отряд окунеобразные. Семейства: серрановые, или каменные окуни; окуневые; султанковые, или барабулевы; ставридовые; помадазиевые, или рыбы-ворчуны; спаровые, или морские караси; горбылевые; губановые; нототениевые; белокровные рыбы; зубатковые; бельдюговые; скумбриевые; тунцовые; мечерылые; бычковые; скорпеновые; терпуговые; строматеевые. Отряд камбалообразные. Семейства: ромбовые, или калкановые; камбаловые. Отряд кефалеобразные. Семейство кефалевые.</p>	<p>Уч-ПП Модуль 2</p>
<p>Биология рыб. Питание: возрастные изменения в питании, качественная и количественная характеристика питания, сезонные изменения в питании, суточный рацион рыб, избирательная способность в питании, пищевые отношения между рыбами. Рост и возраст: рост рыб и методы его вычисления, возраст рыб и методы его определения. Миграции: кормовые миграции, нерестовые миграции, зимовальные миграции, вертикальные миграции, методы изучения миграций. Размножение: шкалы зрелости, икрометание, характеристика выметываемой икры, места нереста рыб, забота о потомстве, плодовитость рыб, развитие икры.</p>	<p>Уч-ПП Модуль 3</p>

Где: Уч-МП – учебно-методическое пособие;

Уч-ПП – учебно-практическое пособие.

Ваше текущее местоположение затенено серым цветом.

Выдержка из методики модульно-рейтинговой оценки знаний

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

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

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

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

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

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

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

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ И ТЕРМИНОВ	6
ТЕМА 1: БИОЛОГИЯ РЫБ	7
ПИТАНИЕ	7
<i>Возрастные изменения в питании.</i>	7
<i>Качественная и количественная характеристика питания.</i>	8
<i>Сезонные изменения в питании.</i>	9
<i>Суточный рацион рыб.</i>	10
<i>Избирательная способность в питании.</i>	11
<i>Пищевые отношения между рыбами.</i>	12
РОСТ И ВОЗРАСТ	13
<i>Рост рыб и методы его вычисления.</i>	13
<i>Возраст рыб и методы его определения.</i>	15
МИГРАЦИИ	16
<i>Кормовые миграции.</i>	17
<i>Нерестовые миграции.</i>	18
<i>Зимовальные миграции.</i>	19
<i>Вертикальные миграции.</i>	20
<i>Методы изучения миграций.</i>	21
РАЗМНОЖЕНИЕ	22
<i>Шкалы зрелости.</i>	24
<i>Икрометание.</i>	25
<i>Характеристика выметываемой икры.</i>	27
<i>Места нереста рыб.</i>	27
<i>Забота о потомстве.</i>	29
<i>Плодовитость рыб.</i>	30
<i>Развитие икры.</i>	31
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ:	32
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА ПО ТЕМЕ:	32
ЛАБОРАТОРНЫЕ (ПРАКТИЧЕСКИЕ) ЗАНЯТИЯ	34
ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ ПО МОДУЛЮ	72

КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ И ТЕРМИНОВ

Активные миграции – перемещения самих рыб, нередко против течения.

Анадромные миграции – такие перемещения, при которых рыбы кормятся в море, а для размножения рыб движутся вверх по реке или из морских просторов к берегам.

Годовик – перезимовавший сеголеток в первой половине календарного года. Обозначается знаком «1».

Двухгодовик — перезимовавший двухлеток в первой половине календарного года. Обозначается знаком «2».

Двухлеток — рыба, прожившая два вегетационных периода, т. е. годовик, доживший до второй половины лета или до осени. Обозначается знаком «1+».

Донные рыбы – это рыбы, питающиеся донными животными, или бентосом.

Замор – массовая гибель рыбы от удушья.

Катадромные миграции – это движение рыб вниз по реке.

Комменсализм – это такие взаимоотношения между животными, когда одно животное извлекает пользу от другого, для которого это сожительство безразлично.

Кормовой коэффициент – это отношение съеденного рыбой корма к приросту массы.

Коэффициент пищевого сходства – эта сумма меньших величин из спектра питания сравниваемых рыб.

Миграции – массовое перемещение рыб по определенным путям и в определенное время года.

Общий индекс наполнения – отношение всего содержимого желудка и кишечника к массе рыбы.

Отолит – слуховой камушек.

Пассивные миграции – это перенос течением икринок или личинок рыб на большие расстояния.

Сеголеток – рыбы, рождения данного года со второй половины лета. Обозначается знаком «0»

Симбиоз – мирное сожительство.

Склериты (стрии) – это валики, образованные верхним известковым слоем чешуи.

Спектр питания – процент частных индексов по отношению к общему индексу.

Спектр питания – это процентный состав организмов в пищеварительном тракте.

Стайность – приспособление рыбы для поиска пищи, нахождения миграционных путей, защиты от хищников.

Трехлеток — двухгодовик со второй половины лета. Обозначается знаком «2+»

Частный индекс наполнения – отношение массы отдельных заглоченных видов организмов в пищевом комке к массе рыбы.

ТЕМА 1: Биология рыб

Питание

По характеру питания взрослых рыб делят на три группы: растительноядных, животнойядных и хищных.

Растительноядные рыбы питаются водными растениями (краснопёрка, толстолобик, белый амур). Животнойядные питаются беспозвоночными животными (стерлядь, вобла, лещ, хамса, сиги, зубатка и др.).

Хищные питаются рыбами, а также другими позвоночными животными — лягушками, водоплавающей птицей (белуга, гупец, пелагида, щука, судак, сом, налим, жерех и др.).

Необходимо отметить, что это деление условное. Мирные животнойядные рыбы иногда питаются молодью и нередко своей собственной. В то же время многие типичные хищники не пренебрегают беспозвоночными, наконец, очень многие рыбы ведут смешанное питание.

Например, карп — всеядная рыба. Он охотно поедает как растительный, так и животный корм. Из морских рыб всеядна морская камбала, которая питается главным образом беспозвоночными (мелкие моллюски, черви, ракообразные), но иногда и рыбой.

Рыб в зависимости от мест их питания можно разделить на пелагических и донных. Пелагических рыб в свою очередь делят на мирных и хищных.

Пищей мирных пелагических рыб (каспийские кильки, ряпушка, хамса, шпрот и др.) служит планктон. Хищные пелагические рыбы (судак, тунец, пелагида и многие акулы) питаются планктонойядными рыбами. К донным относятся рыбы, питающиеся донными животными, или бентосом.

Бентосоядных рыб по характеру питания можно разделить на ракоедов (лещ, шемая), моллюскоедов (вобла, зубатка, усач, шип), червеедов (стерлядь).

Возрастные изменения в питании.

В зависимости от запаса желтка личинки одних видов рыб переходят на самостоятельное питание раньше, другие позже. Карповые, сельдевые, окуневые начинают питаться через несколько дней после выхода из икринки, лососевые через несколько недель.

Пищей молоди рыб на ранних стадиях жизни служат мельчайшие организмы на микроскопических водорослей и простейших. Затем наступает переход на питание более крупными организмами, в основном представителями планктона: коловратками, ракообразными и только в дальнейшем происходит

дифференцировка рыб на растительноядных, мирных животнойядных и хищных.

У всех рыб характер питания с возрастом меняется. Каспийский осетр длиной до 50—60 см питается в основном гаммаридами, длиной более 60 см — рыбой и корофиидами. При этом с увеличением длины удельное значение рыбы в питании осетра повышается (Желтенкова, 1951).

Молодь леща питается планктоном. Взрослый лещ переходит к донному питанию в основном ракообразными. Молодь снетка питается планктоном, а взрослые особи истребляют молодь рыб, причем даже собственную.

Молодь хищных рыб сначала питается планктоном, главным образом ракообразными, затем переходит на питание молодью рыб. Из пресноводных рыб раньше всего этот переход совершается у щуки и жереха.

В связи с этим следует отметить ранний нерест щуки и жереха. Поэтому их мальки могут питаться личинками более поздно икромечущих рыб, главным образом карповых. Окунь питается более продолжительное время планктоном, позднее переходит на рыбную пищу.

Качественная и количественная характеристика питания.

Качественная характеристика состава пищи рыб не представляет особых трудностей, если водоем хорошо изучен в гидробиологическом отношении. В этом случае легко могут быть определены организмы, служащие пищей для рыб.

Изучение количественной характеристики питания рыб, т. е. количества потребляемой рыбой пищи, является более сложным и трудоемким. Для этого содержимое пищеварительного тракта или желудка взвешивают и массу содержимого выражают в процентах или децимиллях (‰) массы тела рыбы.

Отношение всего содержимого желудка и кишечника к массе рыбы называется *общим индексом наполнения*. Иногда вычисляют *частные индексы*, представляющие отношение массы отдельных заглоченных видов организмов в пищевом комке к массе рыбы.

Индексы наполнения пищеварительного тракта дают возможность судить об интенсивности питания рыбы. Процент частных индексов по отношению к общему индексу называется *спектром питания* рыб.

При полевых исследованиях степень наполнения желудка у некоторых рыб обозначают условными цифрами: 0 — пусто, 1—единично, 2 — малое наполнение, 3 — среднее наполнение, 4 — много, полный желудок или отдел кишечника, 5—масса, растянутый желудок.

Сезонные изменения в питании.

Интенсивность питания рыбы в значительной степени зависит от температуры. Каждый вид наиболее активно питается в определенном промежутке температур: форель при 14—16° С, сазан 23—25° С, щука 15—16° С. Выше и ниже определенной температуры рыбы вообще прекращают питаться.

Холодолобивая ручьевая форель начинает питаться после повышения температуры выше 2° С, а прекращает питаться при 24—25° С. Теплолюбивый карп начинает питаться при температуре воды 7—8° С.

Повышение температуры вызывает ускорение переваривания пищи рыбой. В связи с этим повышается интенсивность приема пищи у рыб при более высоких температурах.

Поэтому теплолюбивые рыбы — вобла, судак, сазан и др. — наиболее интенсивно питаются летом. К осени интенсивность питания снижается, а зимой питание почти совсем прекращается, однако не у всех рыб. Многие тресковые усиленно питаются при низких температурах воды. Так, сайка активнее всего питается при температуре минус 2° С.

В течение года у многих рыб наблюдаются сезонные изменения в качественном составе пищи. Такие изменения связаны главным образом не только с температурой среды, но и с особенностью жизни этих рыб, их миграциями, а также с миграциями кормовых объектов.

Имеет немаловажное значение и концентрация пищи в различные сезоны года. Так, пикша в Баренцевом море, у Мурманского побережья, весной и в начале лета питается в основном мелкой рыбой и икрой мойвы, в остальное время года — донными животными (иглокожими, червями).

У некоторых рыб при понижении температуры наступает своеобразное оцепенение, или зимняя спячка. Судак, сом, лещ и сазан в Каспийском бассейне залегают на зиму в глубоких местах дельты Волги. Во время спячки рыбы не питаются. Холодолобивый налим не питается и впадает в оцепенение-спячку в связи с высокой температурой.

Некоторые рыбы прекращают питаться в период хода на нерест и во время самого нереста. Нерестовое голодание ведет к истощению, зато после нереста у рыбы наступает период усиленного питания.

Атлантические лососи не принимают пищу в нерестовый период от нескольких месяцев до одного года и более. Дальневосточная кета во время хода из моря к местам нереста также не питается. Исследования показали, что самки теряли жир в среднем от 11,3% при входе в реку до 3—4% при подходе к месту размножения.

Нерестовое голодание свойственно не всем рыбам. Некоторые рыбы, особенно морские, продолжают усиленно питаться в течение всего нерестового

периода (например, каспийские кильки, хамса).

Суточный рацион рыб.

Количество потребляемого рыбой в день корма зависит от многих факторов. Суточное потребление пищи является различным у отдельных видов. У одних и тех же видов этот рацион изменяется и зависит от возраста рыбы, качества корма, сезона года, состояния рыбы, концентрации кормящихся рыб (Таблица 1).

Обычно молодые рыбы потребляют относительно больше пищи, чем старые. Суточное потребление корма личинками карпа равно их массе, т.е. 100%. Количество потребляемого за день корма зависит и от качества корма. Различное количество съедаемого корма находится в непосредственной связи с его калорийностью и иногда усвояемостью.

Каспийская вобла при 20°C потребляет моллюсков (дрейсена) в количестве 28,4% массы своего тела, а ракообразных (мизиды) только 17% (Бокова, 1940). Пищевая ценность ракообразных — мизид — выше, чем моллюсков (дрейсен).

Суточный рацион не одинаков и в различные сезоны года (Бокова, 1938).

Таблица 1

Суточный рацион рыбы в зависимости от времени года, %

Температура, С	Время года	Средний суточный рацион (в % от массы рыбы)
16,0	Весна (IV-V)	24
23,5	Лето (VI)	35
15,4	Осень (IX-X)	12
7,5	Зима (XI-XII)	1,5

Интенсивность потребления корма зависит от состояния рыбы. Во время нереста многие рыбы прекращают питаться. Более упитанные рыбы съедают меньше корма, чем слабо упитанные.

Так, по данным Г.В. Никольского (1971), в Аральском море осенью менее упитанный лещ (коэффициент упитанности 2,3) питается вдвое интенсивнее более упитанного (коэффициент упитанности 2,5).

Суточное потребление пищи зависит от концентрации кормящихся рыб. При этом молодь при больших концентрациях питается более интенсивно, чем при малых. У взрослой рыбы наоборот при значительных концентрациях снижается интенсивность питания.

У рыбы часть принимаемого и усваиваемого корма идет на поддержание ее жизненных функций: обмен веществ, движение, дыхание. Этот корм называют поддерживающим. Его требуется тем больше, чем больше сама рыба. Продуцирующий корм идет на увеличение массы тела рыбы.

Для ведения рационального рыбного хозяйства старые крупные рыбы, поглощающие много поддерживающего корма, являются невыгодными. Поэтому наиболее целесообразно производить лов леща в Каспийском бассейне с четырехлетнего возраста.

В более старшем возрасте у леща наблюдается падение темпа роста и потребляемый им корм будет использоваться на поддержание жизненных функций, а не на увеличение его массы.

О ценности того или иного корма для данного вида рыбы судят по величине кормового коэффициента. *Кормовой коэффициент* — это отношение съеденного рыбой корма к приросту массы. Для взрослого судака кормовой коэффициент равен 7, т.е. чтобы получить единицу прироста, требуется 7 единиц корма.

Избирательная способность в питании.

Условно пищу по отношению к ней рыбы можно разделить на излюбленную, заменяющую и вынужденную. При благоприятных условиях рыба выбирает излюбленную пищу, которая составляет основное содержимое кишечника.

При недостатке или отсутствии излюбленной пищи рыба переходит на питание заменяющей. В случае нехватки последней она питается вынужденной пищей. У воibly излюбленная пища — моллюски с тонкими раковинами (адакна) и мелкие ракообразные; заменяющая — мелкие моллюски с твердыми раковинами (дрейсена, монодакна), вынужденная — крупные моллюски с прочной раковиной.

Для определения избирательности рыбы к тому или иному объекту питания вычисляют индекс избирательной способности рыбы путем деления процента объекта питания в пищеварительном тракте рыбы на процент, этого же объекта в природном сообществе (Таблица 2).

Для бентосоядных рыб процент объектов питания в природном сообществе устанавливают при помощи анализа проб, взятых со дна дночерпателем, для планктоноядных — планктонной сетью, для хищных — тралом.

Если индекс избирательной способности более единицы, то, очевидно, рыба выбирает кормовой объект среди других, если менее, то избегает его.

Лещ во всех южных морях в противоположность воibly слабо поедает

моллюсков. Так, степень избирания лещом основных пищевых организмов (Комарова, 1951), индекс избирательности приведен ниже:

Таблица 2

Индекс (степень) избирательности лещом основных пищевых организмов

Территория	Черви	Моллюски	Ракообразные
Азовское море	7,7	0,20	2,2
Северный Каспий	6,2	0,20	13,6
Аральское море	0,3	0,13	27,0

Для азовского леща излюбленной пищей являются черви, заменяющей — ракообразные и вынужденной — моллюски. В Северном Каспии излюбленной пищей леща были ракообразные, заменяющей — черви, вынужденной — моллюски.

Пищевые отношения между рыбами.

Отдельные виды рыб могут питаться одними и теми же пищевыми организмами. Если места обитания у них совпадают, то конкуренция между ними из-за пищи может быть значительной, особенно при общем недостатке корма.

Для суждения о том, насколько совпадает состав пищи у различных видов рыб, А.А. Шорыгин предложил определять у сравниваемых рыб коэффициент совпадения пищи, или пищевого сходства.

Коэффициент пищевого сходства — это сумма меньших величин из спектра питания сравниваемых рыб. Спектром питания называют процентный состав организмов в пищеварительном тракте рыб.

Степень совпадения состава пищи у осетра Северного Каспия (Желтенкова, 1951) с бычком-песчаником 49,6%, с судаком 29,7%, с лещом 26,4%, с воблой 9,6%. Отсюда, очевидно, можно предположить, что более напряженные пищевые отношения у осетра с бычком (коэффициент пищевого сходства 49,6) и значительно меньше с воблой (коэффициент пищевого сходства 9,6).

Коэффициент пищевого сходства имеет относительное значение, так как сходство в пище изменяется в зависимости от возраста рыбы, сезона года.

Вопросы, связанные с питанием рыб, имеют огромное хозяйственное значение.

Рост и возраст

Рост рыб и методы его вычисления.

Под ростом рыбы подразумевают увеличение ее длины или массы с каждым годом жизни. Особенностью роста рыбы является постоянный не прекращающийся рост ее длины и увеличение массы в течение всей жизни. Однако увеличение длины и массы рыбы с наступлением более старшего возраста замедляется.

Наиболее значительное замедление роста рыб происходит у них с момента достижения половой зрелости и наступлением периода икрометания.

По размерам и продолжительности жизни рыбы весьма разнообразны. Наиболее крупная рыба — гигантская акула *Cetorhinus maximus* длиной до 15 м и массой в несколько тонн.

Из промысловых рыб в России наиболее крупные рыбы — белуга, достигающая массы 1,5 т, сом — 250 кг. Наиболее мелкая рыбка — крошечные бычки в озерах Филиппинских островов, достигающие длины 10—11 мм. В России наименьшей рыбкой является бычок-берга длиной 26—31 мм.

Продолжительность жизни разных видов рыб также весьма различна. Недолговечны многие, обычно мелкие рыбы. Таковы некоторые бычки, живущие около года, хамса, тюлька. Некоторые рыбы погибают после первого нереста. Таковы все дальневосточные лососи. Долговечны белуги, живущие до 100 лет. Щука, сазан, сом, палтусы достигают возраста 30 лет и более.

Характерной чертой роста рыб является его периодичность. Наиболее быстро рыбы растут во время интенсивного питания, что у большинства рыб наблюдается летом.

Медленнее всего растет рыба или сокращает свой рост зимой в результате сокращения или прекращения питания. Значительное влияние на скорость роста рыб оказывают условия внешней среды: температура, свет, химизм воды, плотность населения, а главным образом количество корма.

При прудовом рыборазведении широко применяется искусственный подкорм рыбы для улучшения ее роста. Рост рыб одного и того же вида часто значительно различается в отдельных водоемах. Это объясняется различием в сроках откорма, количестве и качестве пищи и др. Примером может служить лещ, который в северных районах Европы растет значительно медленнее, чем на юге.

Одни и те же виды рыб в Азовском море растут быстрее, чем в Каспийском, так как кормовые ресурсы в Азовском море лучше. Однако в отдельные годы рост рыб в одних и тех же водоемах бывает то более быстрым, то более медленным в зависимости от изменений количества и качества пищи и

численности рыб.

Очень хорошим примером резкого изменения скорости роста в связи с изменением характера и условий питания является лосось. Первые годы жизни атлантический лосось проводит в реке и растет очень медленно, питается главным образом личинками насекомых. Уйдя в море после 2—4-летнего пребывания в реке, лосось резко увеличивает свой рост. В море он питается рыбой.

У некоторых видов рыб наблюдается различие в размерах в зависимости от объема водоемов. Как правило, в морях по сравнению с реками и озерами обитает значительно большее количество видов рыб крупных размеров. В. В. Васнецов объясняет это тем, что крупным видам рыб требуется большее количество пищи, а в морях пищи больше, чем в пресных водах.

Треска Баренцева моря достигает длины 1,5 м, а треска меньшего водоема — Белого моря — мелкая, длиной 25—35 см. Проходной морской лосось крупнее озерного проходного лосося. Караси в больших прудах крупнее карасей в малых. Рыбы в больших аквариумах растут быстрее рыб в маленьких аквариумах.

Из внутренних факторов, влияющих на рост рыб, наиболее важное значение имеет физиологическое состояние, связанное с половым созреванием рыб. Обычно с наступлением зрелости рост рыбы сильно замедляется, о чем было указано выше. Промысел также оказывает воздействие на рост рыб. Разрезая густое рыбное население, он создает лучшие условия для откорма. Это приводит к увеличению скорости роста и ускорению наступления половой зрелости рыб.

Линейный и весовой рост можно вычислить путем измерения и взвешивания разновозрастных групп рыб. Сопоставляя размеры рыб разного возраста, пойманных в одно и то же время, можно получить представление о приростах, скорости роста, затухании или усилении роста в отдельные годы и другие сведения о жизни рыб. Для того чтобы узнать рост данной рыбы в предыдущие годы ее жизни, применяют метод обратного расчисления роста.

Первоначально этот метод был предложен норвежским ученым Леа (1910), который обратил внимание на соотношение между длиной сельди и ее чешуи и пришел к заключению, что чешуя с возрастом увеличивается прямо пропорционально длине рыбы по формуле

$$\frac{l_n}{l} = \frac{V_n}{V}, \quad \text{отсюда} \quad l_n = \frac{l}{V} V_n$$

где l — длина рыбы в момент поимки;

V — длина чешуи от центра до края;

V_n — длина чешуи от центра до кольца n ;

l_n — искомая длина рыбы во время образования кольца n .

Дальнейшие исследования (Вовк, 1955) показали, что связь между ростом рыбы и ее чешуей специфична для каждого вида и всегда криволинейна. Имея точную, раз установленную для данного вида корреляционную зависимость, ее необходимо брать в основу расчисления роста. Корреляционная зависимость находится графически.

Возраст рыб и методы его определения.

Благодаря тому, что рыба растет неравномерно в течение года, на ее плотных частях тела (чешуе, костях, отолитах) образуются так называемые годовые кольца, по которым определяют возраст рыб. Эти кольца рассматривают как границы между периодами замедленного и нового усиленного роста, т.е. между периодами относительного покоя и интенсивного роста рыбы.

Определение возраста по чешуе производится у костистых рыб, т. е. по костной чешуе, а не плакоидной или ганоидной.

Костная чешуйка состоит из двух слоев: верхнего известкового (гиалодентинового) и нижнего волокнистого. Нижний слой состоит из отдельных волокнистых пластинок. Эти пластинки постепенно увеличиваются в диаметре. Верхние — старые маленькие, а нижние молодые — самые большие. Поэтому чешуя похожа на сильно сплюснутый конус. Верхний известковый слой чешуи образует валики, называемые *склеритами*, или *стриями*.

У карповых, лососевых, окуневых и некоторых других рыб валики на чешуе представлены концентрически расположенными рядами, склеритами. У тресковых эти валики состоят из отдельных образований. Для чешуи сельдевых рыб характерно неконцентрическое расположение склеритов, которые носят название стрий. Эти стрии идут под углом к краям чешуи и не распространяются на заднюю ее часть.

Сужение ширины склеритов или промежутков между ними в период задержки роста и последующее расширение в период усиленного роста ведет к образованию на чешуе широких и узких зон роста. Граница между зонами узких (зимних) и широких (летних) зон роста называется годовым кольцом.

Определение возраста, как по чешуе, так и по костям и отолитам производится под лупой или под микроскопом при малом увеличении. Кроме годовых колец и зон роста, на чешуе некоторых рыб можно обнаружить другие знаки, образующиеся после определенных событий в жизни рыбы. Это нерестовые отметки (или кольца), мальковые кольца, речные и морские зоны роста у лососей, миграционные кольца и другие так называемые дополнительные кольца.

По дополнительным кольцам у некоторых рыб можно узнать, в каком

возрасте наступила половая зрелость, сколько раз рыба нерестовала, какое время пробыла в одних районах обитания и какое в других, как она росла в эти периоды и т.д.

У бесчешуйных осетровых и сомов возраст определяют по шлифам твердого луча грудного плавника. При помощи лобзика или специального прибора для приготовления спилов костей выпиливают тонкие пластинки, на которых под оптическим прибором видны годовые кольца. Помещение шлифов в просветляющую жидкость (ксилол, бензол, толуол) улучшает видимость колец.

В настоящее время многие ихтиологи определяют возраст рыб по спилам твердых лучей не только у бесчешуйных рыб, но и у остальных, так как этот метод дает более точные результаты (АзНИИРХ).

Возраст тресковых, анчоусовых, камбаловых рыб определяют по отолитам (слуховым камешкам).

Рыбы одного возраста образуют возрастную группу, имеющую свои обозначения и названия:

Сеголеток — рыба рождения данного года со второй половины лета. В первой половине года ее называют мальком. Обозначается сеголеток знаком «0»

Годовик — перезимовавший сеголеток в первой половине календарного года. Обозначается знаком «1».

Двухлеток — рыба, прожившая два вегетационных периода, т. е. годовик, доживший до второй половины лета или до осени. Обозначается знаком «1+».

Двухгодовик — перезимовавший двухлеток в первой половине календарного года. Обозначается знаком «2».

Трехлеток — двухгодовик со второй половины лета. Обозначается знаком «2+» и т.д.

Знание возраста и особенностей роста рыбы является в настоящее время необходимым условием при изучении биологии рыб, учете их численности, прогнозировании возможных уловов, установлении хозяйственной ценности отдельных видов.

Миграции

Миграциями называются массовые перемещения рыб по определенным путям и в определенное время года. Редкие рыбы ведут малоподвижный образ жизни, обитая все время в определенном небольшом районе. К таким рыбам относятся некоторые бычки семейства Go-biidae.

Большинство рыб предпринимает более или менее протяженные

перемещения, собираясь иногда в очень большие стаи или косяки. Эти косяки облавливаются рыбаками в определенных районах, в которые рыба приходит или через которые она проходит.

Миграции рыб делят на пассивные и активные:

Пассивные миграции — это перенос течением икринок или личинок рыб на большие расстояния. Примером пассивных миграций может служить снос личинок мурманской сельди струями Нордкапского течения от мест нереста у северо-западного побережья Норвегии (у Лофотенских островов) в Баренцево море.

Активные миграции — перемещения самих рыб, нередко против течения. Среди активных миграций различают миграции кормовые, вызываемые поисками пищи и кормовых мест; нерестовые к определенным местам для икрометания, зимовальные в определенные районы для зимовки.

Кроме таких миграций, производящихся в горизонтальном направлении, миграции этих же типов могут быть и вертикальными, т. е. с глубины к поверхности воды или наоборот.

Нерестовые миграции делят на анадромные и катадромные:

Анадромные миграции - такие перемещения, при которых рыбы кормятся в море, а для размножения рыбы движутся вверх по реке или из морских просторов к берегам. Такие миграции совершают миноги, осетровые, лососевые и др.

Катадромные миграции - это движения рыб вниз по реке. Так, например, угорь кормится в реках, а для икрометания уходит в море.

Приведем примеры, характеризующие отдельные типы миграций.

Кормовые миграции.

Примеров активных миграций рыб с целью питания очень много. Треска Баренцева моря после икрометания у берегов Норвегии начинает двигаться на восток. Черноморская скумбрия на летний период для питания планктоном и мелкой рыбой мигрирует из Мраморного моря в Черное.

Во второй половине лета косяки молодой и взрослой скумбрии достигают северных берегов Черного моря, где в июле — сентябре являются объектом промысла. С похолоданием черноморская скумбрия уходит обратно через Босфор в Мраморное море, где зимует и размножается.

Более или менее значительные передвижения в поисках пищи предпринимают океанические сельди, шпроты, сардины, анчоусы и ряд других стайных рыб. Наиболее далекие миграции совершают тунцы, меч-рыбы, некоторые акулы, переходящие из одних океанов в другие в погоне за пищей.

Нерестовые миграции.

Наиболее изучены нерестовые миграции проходных рыб, в частности миграции дальневосточных лососей. Летом и осенью стаи дальневосточных лососей входят в Амур и другие реки морей Дальнего Востока.

Горбуша входит в реки в возрасте двух лет, кета трех — пяти лет. В реке у них начинается образовываться «брачный наряд» — тело уплощается с боков, у самцов горбуши образуется горб, челюсти становятся длиннее, изгибаются, на них появляются мощные зубы, кожа утолщается и приобретает яркую окраску.

Среди кеты, входящей в Амур, различают две биологические формы, или расы, — летнюю и осеннюю. Осенняя кета крупнее летней и входит в Амур позже — с июля до середины сентября. Летняя кета мельче и входит в реки раньше. Ход летней кеты в Амуре — с июня до середины августа, однако и осенняя и летняя кета размножаются в том же году. Летняя кета в основном нерестится в августе, осенняя — в октябре.

Осенняя кета поднимается по Амуру гораздо выше летней, ее нерестилища расположены на расстоянии до 3500 км от устья реки. Нерест один раз в жизни. Мальки кеты и горбуши, вышедшей из икры весной, долго в реке не задерживаются и в том же году скатываются в море.

Из рыб Каспийского моря большие нерестовые миграции совершают белорыбица, осетр и некоторые другие рыбы.

У некоторых осетровых, благородного лосося, речной миноги и других рыб имеются озимые и яровые расы, различающиеся по срокам захода в реки. Так, лосось, входящий в реки Белого моря, представлен двумя формами — озимой и яровой.

Озимая форма (осенняя семга, или залёдка) входит в реку осенью с недоразвитыми половыми продуктами, зимует в холодной воде и нерестится осенью следующего года. Яровая форма (межень, или тинда) входит из моря в реку летом и размножается осенью этого же года. Образование у рыб различных форм является важным приспособлением для более полного освоения пригодных для размножения мест в реке.

Наиболее интересен миграционный цикл речного угря *Anguilla anguilla*. Он обитает в реках, впадающих в моря, связанные с Атлантическим океаном. Особенно многочислен в реках, впадающих в Балтийское море.

Самки угря живут в реке, самцы придерживаются устьев рек и предустьевых пространств моря. Выйдя для размножения из пресной воды в море, угорь изменяется: глаза увеличиваются в 4 раза, кости становятся рыхлыми, окраска брюха из желтой превращается в серебристую, пищеварительные органы атрофируются. В пресной или сильно опресненной воде угорь живет до 9—12 лет и более.

По рекам угри спускаются летом (с весны до осени), движутся в

безлунные ночи. Все европейские речные угри мигрируют для размножения в Атлантический океан и нерестятся в Саргассовом море. Нерест происходит на глубинах. После нереста все угри гибнут. Икра у угрей пелагическая, всплывает в поверхностные слои воды и из нее выходят личинки.

Личинки угрей от мест нереста переносятся струями Гольфстрима через весь Атлантический океан (пассивные миграции). Постепенно личинки изменяются, претерпевают сложное превращение, растут. За три года они переносятся течением к берегам Европы и начинают превращаться в настоящих маленьких угорьков.

Нерестовые миграции совершает и баренцевоморская треска. По окончании нагула она перемещается из восточной части Баренцева моря к Лофотенским островам. Норвежская сельдь из группы атлантическо-скандинавских сельдей нагуливается в Норвежском море, размножается у берегов Норвегии.

Дальневосточные камбалы зимуют на больших глубинах, а для икрометания подходят в прибрежную зону. Пути нерестовых миграций пресноводных рыб короче, чем проходных или морских. Пресноводные рыбы для размножения поднимаются выше по рекам или идут из озер в реки (проходной сиг, подуст, налим и др.).

Зимовальные миграции.

У проходных рыб они нередко являются началом нерестовых миграций. Озимые формы проходных рыб (осетровых, атлантического лосося и др.) перемещаются с мест нагула в море на зимовку в реки, где они собираются на глубоких ямах. В Северном Каспии, Аральском и Азовском морях вобла, тарань, лещ, судак, сазан, сом и другие полупроходные рыбы после окончания периода нагула мигрируют к берегам и в низовья рек на места зимовки.

Важное значение для промысла имеют зимовальные миграции азовской хамсы осенью из Азовского моря через Керченский пролив в Черное море. Азовская хамса — пелагическая, планктоноядная рыба. После откорма в Азовском море она собирается осенью в большие стаи и выходит через Керченский пролив на зимовку в Черное море, где концентрируется на глубине 70—150 м у южных берегов Кавказа. Весной, поднявшись к поверхности, она мигрирует обратно в Азовское море для нереста и нагула. Основной период лова хамсы — осень при проходе и выходе ее из Керченского пролива в Черное море.

Зимовальную миграцию совершают лишь особи, подготовленные к миграции, т.е. достигшие определенной упитанности и жирности.

Вертикальные миграции.

Примером вертикальных миграций с целью размножения могут служить миграции байкальской голомянки *Comerphorus baicalensis*, обитающей на глубине 700 м. Перед выметом личинок самка всплывает в верхние слои воды. После размножения она погибает.

Вертикальные миграции для зимовки существуют у многих пелагических рыб: балтийского шпрота, черноморской и каспийской сельди, средиземноморской скумбрии.

У многих рыб наблюдаются вертикальные суточные регулярные перемещения с глубин на поверхность и обратно, чаще всего в связи с питанием и защитой от врагов. Такие вертикальные передвижения обусловлены суточными (или сезонными) передвижениями тех животных организмов, которыми рыбы питаются.

Суточные вертикальные перемещения наблюдаются у атлантических сельдей, которые поднимаются ночью в поверхностные слои воды, а днем опускаются на дно. Но такие перемещения не называют миграцией.

Приведенные типы миграций нельзя рассматривать изолированно. Миграции у каждой рыбы связаны одна с другой, переходят одна в другую. Все типы миграций у рыбы представляют собой отдельные этапы общего миграционного годового цикла.

Миграции рыб вызываются тем, что мы называем у животных инстинктом. Этот инстинкт к миграциям, свойственный каждому виду рыб с его особенностями, выработался и закрепился в течение многих тысячелетий.

В.В. Васнецов (1953) рассматривает нерестовые миграции проходных рыб как приспособление к лучшим условиям питания и размножения. В море пищи больше, поэтому для некоторых костистых рыб, особенно достигающих крупных размеров, выгоднее жить в море, а не в реках. Однако условия размножения в море, особенно для рыб, обладающих донной икрой, например лососевых, осетровых, неблагоприятны. В море много врагов икры. Поэтому некоторые относительно крупные пресноводные рыбы (лососи, осетры) превратились в процессе эволюции в проходных.

Жизнь в море обеспечивает большое количество пищи, размножение в реке — более хорошие условия для сохранения икры и личинок. В реке икра находится в большей безопасности по сравнению с морем — меньше хищников; имеются удобные места для закапывания ее в грунт. Такое выгодное распределение мест откорма и размножения позволяет проходным рыбам отличаться большой численностью.

Наиболее трудно объяснить причины возникновения столь протяженных нерестовых миграций у речного угря. П.Ю. Шмидт объясняет образование миграционного цикла угря в результате похолодания, наблюдавшегося в

ледниковый период.

Область нереста угря самая теплая в Атлантическом океане и с более высокой соленостью. Если угорь направляется в область наиболее высоких температур, то, естественно, предположить, что такие температуры имелись в ледниковый период в восточной части Атлантики.

С началом наступления ледника теплые воды и приуроченные к ним места икрометания угрей были отодвинуты на запад и заняли современное положение.

Миграции позволяют рыбам увеличивать их численность. Скопления рыб в одном месте привели бы к напряжению в пищевых отношениях, уменьшению роста, отсюда — к более позднему созреванию. Позднее созревание вызвало бы уменьшение темпа размножения и снижение численности. Молодь рыб, совершающая миграции с целью питания, в отличие от взрослых особей откармливается в других районах, что также позволяет виду шире освоить места нагула и места размножения.

Замечено, что виды или подвиды рыб, совершающих большие миграции, многочисленнее, чем близкие виды или подвиды, миграции которых небольшие. Например, атлантическая треска, совершающая большие миграционные передвижения по сравнению с дальневосточной треской, многочисленнее ее. Численность корюшки выше численности снетка.

Методы изучения миграций.

Наиболее простой способ изучения миграций — это анализ изменения промысловых уловов рыбы в отдельных местах лова. Сопоставляя повышение и понижение уловов в отдельных районах промысла, можно получить представление о перемещениях рыбы.

Наилучшим методом для изучения миграций рыб служит мечение их различным способом. Мечение взрослых рыб может быть серийным и индивидуальным. Особые методы применяют для мечения молоди. Основные требования, предъявляемые к меткам, состоят в том, чтобы они несильно повреждали рыбу, были легкими и прочными, хорошо заметными. Метки, употребляемые при мечении рыб, разнообразны.

Скобочная метка Гильберта — металлическая узкая изогнутая пластинка с острием на одной стороне и отверстием для него на другой — укрепляется на жаберную крышку при помощи особых щипцов типа плоскогубцев. При наложении этой метки с помощью щипцов на жаберную крышку острие метки прокалывает жаберную крышку, входит в отверстие метки на обратной стороне и плотно загибается сжатием щипцов.

Метка для плоских рыб Петерсена состоит из двух, обычно эбонитовых или целлулоидных дисков с отверстием посередине, соединяемых проволокой. У

камбал эта метка накладывается под основанием спинного плавника. Метка для угря — металлическая заостренная пластинка — втыкается в его кожу (кожа угря крепкая и толстая, поэтому метка в ней хорошо держится).

Для мечения сельдевых употребляют внутренние металлические метки в виде пластинки. При помощи специального приспособления — «пистолета для мечения» — их вводят в брюшную полость рыбы. Обнаруживают такие метки специальными электромагнитами.

В настоящее время широко используется гидростатическая метка Э. Леа, представляющая собой герметически закрывающийся целлулоидный цилиндр, в который вкладывается записка с соответствующим текстом. Эта метка прикрепляется у основания спинного плавника. Все перечисленные и многие другие типы меток имеют номера и служат для индивидуального мечения рыб.

Наряду с индивидуальным широко применяется и серийное (групповое) мечение, которое рассчитано на сравнительно короткий срок. В таких случаях метят группы рыб какой-либо простой одинаковой меткой — путем окраски или обрезания части плавников, или куса жаберной крышки, вылушивания части жучек у осетровых, мечения радиоактивными изотопами и т. д.

Размножение

Время наступления половой зрелости у разных видов рыб различно. Наблюдается широкая амплитуда в сроках наступления половой зрелости у рыб — от нескольких месяцев до многих лет. Наиболее поздно созревает белуга в возрасте 14—18 лет и осетр — 10—16 лет. В то же время немало рыб, созревающих очень рано. Так, хамса, тюлька, снеток и некоторые бычки созревают в возрасте одного года, т. е. на втором году жизни.

Обычно время наступления половой зрелости связано с достижением особью определенных размеров, поэтому рыбы одного и того же вида становятся половозрелыми в разном возрасте. Одни особи достигают половой зрелости раньше, другие — позже. В этом случае время созревания зависит от условий питания: чем лучше питание, тем быстрее растет рыба, а следовательно, скорее становится половозрелой.

Климатические условия также оказывают влияние на скорость созревания: чем продолжительнее теплый период года, тем длительнее период интенсивного питания. Примером могут служить лещи различных водоемов. В низовьях Волги лещ достигает половой зрелости в основном на 3-м году жизни, в Средней Волге — на 4—5-м году, а в озерах Финляндии даже на 10-м году. Однако и в одном и том же водоеме, как правило, рыбы созревают в различном возрасте.

Так, по нерестовым отметкам на отолитах атлантической трески

Роллефсен установил, что половая зрелость у нее наступает в возрасте от 6 до 15 лет. У большинства промысловых рыб половая зрелость наступает в разное время: самцы созревают раньше самок на 1—2 года. Так, атлантический лосось живет в море, а для размножения входит в реки.

Молодь, вышедшая из икры, уходит в море по достижении 1—5 лет. После 1—4-годового пребывания в море лосось снова возвращается в реки для нереста. Однако некоторая часть самцов созревает впервые в 2—3-летнем возрасте, не уходя в море, при длине около 10 см и массе 10—15 г.

Самки же становятся половозрелыми только после прохождения морского периода жизни. Длина зрелых лососей, входящих из моря в реки для размножения, колеблется от 40 до 120 см. Самки волжской сельди созревают в 3 года, а самцы — в 2 года.

У большинства наших промысловых рыб внешних различий между полами в обычное время не наблюдается и определение пола без вскрытия почти невозможно. Однако у некоторых рыб имеются внешние вторичные половые отличия.

Самцы акул и скатов имеют птеригоподии (копулятивный орган). У самцов мойвы грудные и анальные плавники больших размеров, чем у самок, имеется боковой киль из особой чешуи. Легко отличается от самки по строению брюшных плавников и самец линия. У него более утолщенный первый луч брюшного плавника.

Самцы полярной камбалы имеют ктеноидную чешую, самки циклоидную. Самок камбал от самцов можно отличить по положению полости тела, определяемой на просвет. У самок эта полость заходит в хвостовую часть рыбы, у самцов она короче.

В нерестовый период многие рыбы приобретают брачный наряд, по которому самцы легко отличаются от самок. Брачный наряд может быть в виде «жемчужной сыпи» на голове и теле, например у самцов кутума, воблы, голавля, некоторых сигов. «Жемчужная сыпь» — роговые наросты эпителия — после нереста бесследно исчезает.

Самцы рыба в период размножения приобретают ярко-оранжевый цвет брюшка и черноточечную окраску чешуи на спине. Особенно характерен «брачный наряд» у лососей. Из серебристых эти рыбы становятся темными, кожа утолщается и изменяется окраска их тела, челюсти выпячиваются, загибаются и на них образуются длинные клыковидные зубы, изменяется структура костей головы.

У некоторых дальневосточных лососей, например у горбуши, на спине образуется горб. «Брачный наряд» свойствен и самкам лососей, но у них он менее ярко выражен, чем у самцов.

Причиной образования брачного наряда является влияние гормонов, продуцируемых развивающимися половыми органами. Обычно самки рыб

крупнее самцов в одном и том же возрасте (судак, плотва, чехонь и др.). Однако у некоторых рыб наблюдается и обратная картина. Так, самцы крупнее самок у большинства дальневосточных лососей, многих бычков, мойвы.

Шкалы зрелости.

Созревание половых клеток у каждого вида приурочено к определенному периоду года — весне, лету, осени, зиме. Для определения стадий развития или зрелости половых клеток существуют особые таблицы, так называемые шкалы зрелости. Они разрабатывались для многих видов рыб.

Шкалы зрелости составляются на основе характеристики стадий зрелости. В них приводятся только макроскопические признаки. В настоящее время разработано большое количество шкал зрелости применительно к различным видам рыб.

Наиболее распространенной является шести бальная шкала зрелости, которая дает общее представление о ходе развития железы и созревания половых клеток.

1-я стадия — ювенальная. Молодые особи, ни разу не нерестившиеся. У многих особей пол по виду половой железы не отличим. Половые железы имеют вид тонких прозрачных тяжей иногда желтоватого или розового цвета. У самок окуня половая железа непарная. У самок сига и лососей головной участок половой железы заметно утолщен.

2-я стадия — стадия покоя. Половые клетки или еще не начали развиваться или уже выметаны. Половые железы очень малого размера. Икра без увеличения (невооруженным глазом) не заметна. Молоки прозрачны. Вдоль яичника проходит крупный кровеносный сосуд, дающий боковые ответвления.

3-я стадия — стадия созревания. Икра заметна простым глазом, идет быстрое увеличение половых желез. Икринки непрозрачные. Молоки из прозрачных становятся бледно-розовыми

4-я стадия — стадия зрелости. Икра и молоки созрели. Половые железы достигли максимального объема и массы, но при легком надавливании на брюшко икра и молоки еще не вытекают.

5-я стадия — стадия размножения. Икра или молоки вытекают при встряхивании рыбы или легком нажиме на брюшко.

6-я стадия — стадия выбоя. Икра или молоки выметаны. Половое отверстие воспалено. Половые железы небольшого размера, дряблые. Часто у самок они с единичными остаточными икринками, а у самцов с остатками спермы. Яичники часто багрово-красного цвета. Такой цвет яичников связан с небольшими кровоизлияниями, возникающими при разрыве фолликулов.

Одним из признаков, характеризующих степень зрелости половых желез,

является их масса. Так как масса гонад зависит от размеров тела, то берут отношение массы гонады к массе тела рыбы, выраженное в процентах и называемое коэффициентом зрелости.

У рыб с весенним икрометанием (щука, судак, сазан, вобла и др.) коэффициент зрелости наиболее высок весной, уменьшается летом и снова увеличивается осенью. У рыб с осенне-зимним икрометанием (семга, навага) коэффициент зрелости наиболее высок осенью.

Продолжительность отдельных стадий зрелости у различных видов рыб разнообразна. Время наступления половой зрелости зависит от продолжительности 1-й и 2-й стадии зрелости. Кроме того, в зависимости от сроков перехода яичников в 4-ю стадию и времени интенсивного прохождения 3-й стадии зрелости половые циклы самок могут быть разделены на три основных типа (Чернышев, 1960).

У лососевых и сиговых, нерестящихся осенью (I тип), и у некоторых речных (пескарь, корюшка) и большинства морских рыб с весенне-летним икрометанием (II тип) самая продолжительная 3-я стадия зрелости. У большинства речных и части морских рыб с весенне-летним икрометанием — самая длительная (III тип) 4-я стадия зрелости.

Соотношение полов для большей части рыб близко один к одному. Однако в период хода на нерест у многих рыб вначале обычно наблюдается больше самцов, а к концу увеличивается число самок. Самцы более активны. Они достигают половой зрелости раньше, поэтому обычно в младших возрастных группах зрелого стада преобладают самцы, а в старших самки.

Вследствие этих закономерностей в те годы, когда в стаде зрелых рыб (в нерестовой популяции) больше старых особей, процент самок выше; понижение среднего возраста ведет к увеличению процента самцов. У воблы на местах размножения преобладают самцы.

Такое явление существует благодаря тому, что самки, отнерестившись, уходят с нерестилищ, а самцы задерживаются и участвуют в нересте со многими самками. Общее же соотношение полов близко один к другому.

Икрометание

Сроки икрометания в течение года чрезвычайно разнообразны. Сроки нереста некоторых промысловых рыб нашей фауны можно распределить по периодам года на:

- 1) весенненерестующих — щука, хариус, стерлядь и др.;
- 2) летненерестующих — хамса, барабуля, линь и др.;
- 3) осенненерестующих — лососи атлантические и дальневосточные, сиви, белорыбица;

4) зимненерестующих — налим, навага.

Обычно рыб распределяют на 2 группы: с весенне-летним (окунь, судак, вобла, сазан и др.) и осенне-зимним икрометанием (налим, белорыбица, сиви).

Для одних и тех же видов рыб сроки икрометания не одинаковы. В более южных широтах время икрометания наступает раньше, чем в северных. Каждый вид в пределах сезона икрометания имеет свои сроки нереста, зависящие от температуры воды.

Так, донские судак и лещ мечут икру весной. Средняя продолжительность нереста этих рыб около 1,5 месяца. Массовый нерест судака происходит на Дону при температуре воды 14—15°C, а леща при температуре 15—18°C.

У многих рыб икрометание начинается утром и к полудню прекращается (сазан, лещ и др.). Донская сельдь мечет икру во второй половине дня, причем наиболее интенсивно перед заходом солнца. У азовского рыбца и шемаи нерест происходит ночью.

По П.А. Дрягину (1949), всех рыб в отношении созревания и продолжительности выметывания икры можно разделить на 2 группы. Первая группа включает рыб с единовременным икрометанием, вторая — с порционным. У рыб с единовременным, или разовым, икрометанием икра созревает одновременно.

Срок выметывания икры может быть очень коротким. Таков он у самок воблы, окуня и других рыб, у которых процесс выметывания икры заканчивается в одно утро. У других рыб процесс икрометания может протекать в течение ряда суток (у лещей, сазана). У рыб, обладающих порционным икрометанием, икра окончательно созревает и выметывается в течение длительного времени отдельными порциями.

Первоначально порционность икрометания была установлена К. А. Киселевичем у каспийских сельдей. В яичнике каспийских сельдей икринки разных размеров: крупные, средние и мелкие. В период икрометания сначала созревают икринки первой порции, т.е. крупные. После этого в яичнике подрастает следующая порция средних икринок, которые увеличиваются в размерах и созревают. И, наконец, созревает и выметывается последняя, третья, порция. Каждая порция у сельдей выметывается приблизительно через 7—11 дней. Порционное икрометание установлено и у других рыб — уклей, густеры, карася, каспийской кильки, хамсы.

Некоторые виды рыб, например лещ, в одних водоемах обладают единовременным икрометанием, в других порционным. Порционность икрометания является полезным свойством рыб. Благодаря порционности икрометания самки могут вместить в полости тела большее количество икринок, чем при единовременном икрометании. Таким образом, повышается индивидуальная плодовитость.

Кроме того, выметывание икринок порциями, в различное время, при разных условиях среды создает лучшие возможности для выживания икры и личинок. При случайной гибели помета одной порции потомство особи имеет шансы сохраниться при других порциях. Лучше обеспечивается питание молоди.

Интересно отметить, что порционность икрометания характерна главным образом для рыб тропиков и субтропиков. Карп, обладающий однократным икрометанием, перевезенный в водоемы Явы, в условиях тропического климата стал созревать очень рано и нереститься круглый год через каждые 8 недель.

Характеристика выметываемой икры.

После выметывания рыбой икры в воду оболочка ее набухает и отстает от желтка, вследствие чего икринки увеличиваются в размерах. По свойству оболочек икру разделяют на липкую и свободную.

Оболочка липкой икры после попадания в воду и оплодотворения приобретает клейкость. При помощи такой оболочки икринки прилипают к подводным предметам или друг к другу.

Свободная икра такой липкой оболочкой не обладает. Она откладывается рыбами на дно водоема (донная или демерсальная икра), зарывается в песок или гравий или находится во взвешенном состоянии в воде (пелагическая или плавающая икра).

Пелагическая икра характерна главным образом для морских рыб, а у пресноводных встречается реже. Донная икра имеется как у морских, так и у пресноводных рыб.

Величина икринок отличается большим разнообразием. Крупными яйцеклетками обладают акулы и скаты — яйца их достигают длины 8 см и более. Размеры икринок костистых рыб колеблются от 0,5 до 7,0 мм в диаметре. Крупные икринки у лососей — 5—7 мм в диаметре, средние у щуки — 2,5—3,0 мм, окуня — 2,0—2,5 мм, мелкие у воблы — 1,2 мм, камбалы лиманды — 0,64—0,92 мм.

Места нереста рыб.

Для икрометания рыб требуются определенные места, так как этот процесс происходит у каждого вида по-разному. Места икрометания у рыб чрезвычайно разнообразны. Морские рыбы откладывают икру от зоны прилива и до больших глубин. Например, пинагор мечет икру в зоне приливов, а угорь уходит для нереста на глубины более 1000 м.

У промысловых рыб икрометание чаще всего происходит у берегов на более мелких местах-отмелях, банках. Такой нерест у берегов наблюдается у

атлантических и тихоокеанских сельдей, обладающих липкой донной икрой. Икра помещается на растительность или камни, крупный песок.

У трески и пикши нерестилища также расположены у берегов. Икра у них пелагическая. Морская камбала, наоборот, для нереста откочевывает от берегов на большие глубины, где выметывает пелагическую икру, всплывающую в верхние слои воды.

Проходные рыбы живут в море, а размножаются в реках или наоборот живут в реках, а размножаются в море. Места икрометания у проходных рыб строго специфичны для каждого вида. Лососевые помещают икру в вырытые ими углубления дна, которые засыпают, образуя гнезда.

Осетровые откладывают свою липкую икру в русло реки на камни и гальку. Проходные южные сельди выметывают икру в толще воды. Икра у них плавающая, переносится струями реки.

С.Г. Крыжановский (1948) условно в зависимости от мест кладки икры рыбами выделяет среди них экологические группы:

Литофильные («лито» — камень) помещают икру на камни. К этой группе относятся осетровые, лососевые, усачи, азовская шема и др.

Фитофильные («фито» — растение) — помещают свою липкую икру на растения. Наиболее многочисленная группа среди карповых (сазан, лещ, карась и др.).

Псаммофильные («псаммо» — песок) откладывают икру на песок или на корни и пучки растительности, произрастающей на песчаном грунте реки. Развитие личинок после выклева происходит на песке. Таковы пескарь, некоторые гольцы и др.

Пелагофильные («пелаго» — толща воды) выметывают пелагическую икру в толще воды. К этой группе относятся чехонь, толстолобик, треска, камбала и др.

Остракофильные («острако» — моллюск) откладывают икру в мантийную полость моллюска. Таковы горчаки.

Значительное количество пресноводных и проходных рыб мечут икру на весенних разливах рек, где благоприятные температурные условия для развития икры и больше пищи для молоди.

Если рыба не найдет мест, благоприятных для икрометания, она может и не отнереститься. Икра претерпевает жировое перерождение. Так, например, стерлядь живет и размножается в реке. Посаженная в озера и пруды, она быстро растет, но половые железы у нее, как правило, не развиваются.

Число икрометаний и посленерестовая гибель некоторых рыб. Некоторые рыбы после наступления половой зрелости участвуют в нересте каждый год до конца своей жизни. Однако известны рыбы, икрометание которых после наступления половой зрелости не ежегодное, а через два и даже

большее число лет. Это осетровые, муксун и др.

Изучая нерестовые отметки у осетра, Ф.И. Вовк пришел к выводу, что у самцов интервал между 1 и 2-м нерестом равен 2—6 годам, чаще 4 года, у самок 3—7 лет, чаще 6 лет. У белуги, имеющей наибольшую продолжительность жизни, а также наиболее удаленные от моря нерестилища, эти интервалы должны быть самыми длительными. С наступлением старости белуги могут становиться «яловыми». Яловые очень крупные и жирные белуги имеют неразвитые половые железы.

Угри, дальневосточные лососи (кета, горбуша и др.), голомянки, невские миноги мечут икру только раз в жизни и после размножения погибают.

Забота о потомстве

Забота о потомстве очень распространена у рыб. Например, лосось закапывает икру в гравий.

Бычки в Азовском море, как и в других бассейнах, строят особые гнезда под камнями. Самки откладывают в них икру, которую самец охраняет, главным образом от нападения и поедания беспозвоночными хищниками. Самец часто гибнет при этом от истощения.

Макропод *Macropodus opercularis* — обычная аквариумная рыбка — строит на поверхности воды гнездо из пены. Водяные пузырьки, из которых строится гнездо, обволакиваются пленкой, выделяемой изо рта рыбы. Гнездо с икрой охраняет самец.

Некоторые рыбы после оплодотворения вынашивают икру на своем теле; например игла-рыба и морской конек. У самцов морских игл на брюшной стороне тела имеется яйцевой мешок в виде двух складок, прикрывающих отложенную туда самкой икру. У самца морского конька края яйцевого мешка зарастают, внутри развиваются сосуды, приносящие кислород.

У пресноводных рыб из рода *Tilapia* икру (в количестве до 100 шт.) вынашивает самка в ротовой полости. Икра в ротовой полости для лучшей аэрации находится в движении. Самка в этот период, длящийся 10—15 дней, не питается.

У морских рыб рода *Arogon* вынашивают икру в ротовой полости как самка, так и самец. Икринки в ротовой полости образуют компактную массу, сцепляясь друг с другом роговидными выростами.

Живорождение — забота о потомстве в наиболее совершенном ее виде. Живорождение широко распространено у акул и скатов и реже встречается у костистых рыб. Значительная часть карпозубых *Cyprinodontiformes* — живородящие рыбы. Их самцы имеют копулятивный орган — видоизмененные лучи анального плавника, так называемый гоноподий. Живородящие рыбы в

наших водах — бельдюга, голомянки, морской окунь Баренцева моря и др.

Как правило, чем выше и совершеннее забота о потомстве, тем ниже абсолютная плодовитость рыбы, поэтому живородящие рыбы обычно имеют небольшое количество эмбрионов.

Плодовитость рыб.

Количество зрелой икры, находящейся в яичниках рыбы, называется индивидуальной, абсолютной или общей плодовитостью. Иногда говорят о *видовой плодовитости* рыб, под которой подразумевается количество икринок, выметываемых в течение всей жизни одной особью.

Плодовитость рыб колеблется очень сильно как у отдельных видов, так у одних и тех же видов из разных водоемов и при различных размерах рыб. Высокая индивидуальная плодовитость свойственна луне-рыбе (300 млн. икринок), треске (9 млн. икринок), белуге (4 млн. икринок), морской щуке (12—28 млн. икринок), калкану (14 млн. икринок.).

Средняя, наиболее обычная, плодовитость характерна для мурманской сельди (14—23 тыс. икринок), воблы (10—150 тыс. икринок), леща (68—390 тыс. икринок), окуня (10—200 тыс. икринок), щуки (17—215 тыс. икринок).

Малая плодовитость характерна для трехиглой колюшки (60—400 икринок), горбуши (1500 икринок), бычка-кругляка (200—4000 икринок).

С увеличением возраста, а следовательно, и размера рыб общее число икринок в яичнике, т. е. индивидуальная плодовитость, повышается. Так, у щуки при длине 36—40 см плодовитость равна 16,6 тыс. икринок, 56—60 см — 79,7 тыс. икринок, 76—80 см — 156,1 тыс. икринок.

На плодовитость рыб значительно влияют внешние условия среды: температура, количество кислорода, условия питания и др.

Наиболее плодотворной рыбой считается луна-рыба (300 млн. икринок), но численность этой рыбы очень мала. Высокая плодовитость обычно не обеспечивает высокой видовой выживаемости. При низкой плодовитости численность вида может быть очень высокой (например, у горбуши, колюшки, бычка-кругляка) и наоборот при высокой плодовитости — низкой (например, у белуги).

Численность рыб зависит от многих других факторов, влияющих на выживаемость: продолжительности жизни, времени наступления половой зрелости, условий икрометания, конкуренции других видов, количества врагов и т.д.

Развитие икры.

Развитие икры начинается после проникновения сперматозоида через имеющееся в оболочке икринки отверстие (микропиле) и соединения его ядра с ядром яйцеклетки. Продолжительность развития выметанной икры тесно связана с температурой воды и другими факторами. Икра рыб с весенне-летним икрометанием развивается в течение нескольких дней.

Наоборот икра рыб с осенним икрометанием имеет цикл развития в несколько месяцев. Например, у щуки — нерест весной, развитие икры 7—24 суток; у линя нерест летом, развитие икры 3—5 суток; у налима нерест зимой, развитие икры 1 месяц; у лососей нерест осенью, развитие икры 5—6 месяцев. Понижение температуры воды ведет к замедлению процесса развития икры, а повышение к ускорению его.

Для каждого вида рыб существуют пределы температуры, выше и ниже которых икра не развивается и погибает. Продолжительность развития икры обычно определяют так называемыми градусоднями, которые характеризуют ту сумму тепла, которая необходима для полного развития икры в условиях, близких к оптимальным.

Например, развитие икры форели происходит при 10°C 41 день, т. е. 410 градусодней; при 5°C — 82 дня, т. е. 410 градусодней.

У одних видов рыб (например, у севрюги) икра быстрее развивается на свету, у других (например, у форели) развитие ее на свету замедляется.

Самой благоприятной соленостью, при которой развивается икра рыб, является соленость среды обитания рыбы в период нереста, однако икра рыб может развиваться и при иных соленостях, отличающихся от нормальной для данного вида солености.

У проходной волжской сельди нерест в природных условиях происходит в пресной воде. Однако икра может развиваться и при довольно высокой солености — до 25%, но эмбрионы при высокой солености уродливые.

Вылупившаяся из икры молодая рыбка мало похожа на взрослую особь. Она называется *предличинкой* и имеет желточный мешок, за счет запаса желтка которого она питается. После рассасывания желточного пузыря до окончательного формирования всех признаков взрослой рыбы молодую рыбку называют личинкой. Личинки постепенно принимают форму взрослой рыбы, превращаясь в дальнейшем в мальков (Расе, Казакова, 1958).

После окончания рассасывания желточного пузыря личинка переходит к самостоятельному питанию. Этот период является наиболее критическим в жизни рыбы. Она начинает питаться одноклеточными водорослями и мельчайшими животными.

При недостатке соответствующей по размерам и количеству пищи может происходить массовая гибель личинок. В период предличиночной и

личиночной стадии рыбки имеют ряд особенностей, не свойственных взрослым формам. Так, личинки речного угря имеют уплощенную форму. Такая форма способствует парению в воде в миграционный период жизни.

Пресноводные предличинки некоторых рыб имеют особый цементный орган на голове, при помощи которого они прикрепляются к растениям или даже к поверхностной пленке воды. Дыхание у предличинок осуществляется через развитую сосудистую систему желточного пузыря.

Вопросы для самоконтроля:

- 1. На какие группы по характеру питания делят взрослых рыб и в чем их особенности?*
- 2. Какие выделяют характеристики питания, и что они из себя представляют?*
- 3. Как меняется питание у рыб в связи с возрастом и сменой сезонов года?*
- 4. Что подразумевают под ростом и возрастом рыбы, и каковы методы их определения?*
- 5. Какие виды миграции рыб вы знаете?*
- 6. Каковы методы изучения миграций рыб?*
- 7. Когда наступает половозрелость различных рыб?*
- 8. На основе чего составляется шкала зрелости?*
- 9. Сколь разнообразны сроки икрометания в течение года?*
- 10. Чем характеризуется выметываемая икра?*
- 11. Где нерестится рыбы?*
- 12. Как рыбы заботятся о потомстве?*
- 13. Сильно ли колеблется плодовитость рыб?*
- 14. Что происходит с икрой после проникновения сперматозоида в оболочку икринки и соединения его ядра с ядром яйцеклетки?*

Рекомендуемая литература по теме:

1. Привезенцев Ю.А., Власов В.А. Рыбоводство: Учебник для вузов. / Сер.: Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений. – М.: Мир, 2007. -456с.
2. Головина Н.А., Стрелков Ю., Воронин В. Ихтиопатология: Учебник для вузов. / Сер.: Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений. –М.: Мир, 2003. -456с.
3. Пономарев С.В. Индустриальная аквакультура: Учебник для вузов. – Астрахань.: ГУП ИПК Волга, 2006. -312с.
4. Иванов А.А. Физиология рыб: Учебник для вузов. / Сер.: Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений. –М.: Мир, 2003. -280с.
5. Дорохов С.М., Пахомов С.Н. Прудовое рыбоводство: Учебник. -М.: Высшая школа, 1981. –285с.

6. Сабодаш В.М. Эффективное прудовое рыбоводство. Настольная книга рыбоведа. / Сер.: Приусадебное хозяйство. –М.: АСТ, Сталкер, 2007. -176с.
7. Никифоров-Никишин А.Л., Бородин А.Л., Козлов В.И. Аквакультура: Учебник для вузов. / Сер.: Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений. –М.: КолосС, 2006. -448с.
8. Чебанов М.С., Галич Е.В., Чмырь Ю.Н. Руководство по разведению и выращиванию осетровых рыб. -М.: Росинформагротех РФ, 2004. -136с.
9. Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб. В 3-х частях: Руководство для специалистов ветеринарных и рыбохозяйственных НИИ. –М.: АМБ-агро, 1999. -235с.

ЛАБОРАТОРНЫЕ (ПРАКТИЧЕСКИЕ) ЗАНЯТИЯ

Лабораторная работа №1

"Анатомические особенности хрящевых ганоидов (хрящекостных рыб)"

Материал и оборудование:

Фиксированный в формалине (спирте) и вскрытый представитель семейства осетровых и элементы скелета осетровых (по одному на 2—3 студентов).

Таблицы: Общее расположение внутренних органов, пищеварительная система, кровеносная система; Мочеполовая система самца и самки; Головной мозг; Скелет.

Препаровальный инструмент: пинцет, препаровальная игла, булавки канцелярские (по одному набору на 2—3 студентов).

Ванночки с парафином (одна на 2—3 студентов).

Задание:

Учитывая трудность получения материала, занятие проводится на вскрытой фиксированной рыбе семейства Осетровые.

Главное внимание уделяется топографии внутренних органов.

Из систем органов рассматриваются органы, доступные невооруженному глазу и не требующие препарирования. Детальное знакомство с анатомией этой группы рыб дается в лекционном курсе.

При выполнении работы необходимо рассмотреть внешнее и внутреннее строение рыбы.

Изучая внешнее строение, нужно обратить внимание на: форму тела, рыло, усики, положение и характер рта, носовые отверстия, глаза, жаберную крышку и жаберные перепонки, брызгальца, плавники, тип хвостового плавника, костные жучки и ганоидную чешую, анальное и половое отверстия.

Изучая внутреннее строение, нужно обратить внимание на расположение внутренних органов:

- ♣ Пищеварительная система: ротовая полость; глотка; пищевод; желудок; средняя и задняя кишка; спиральный клапан; печень; желчный пузырь; поджелудочная железа; пилорическая железа.
- ♣ Органы дыхания: жаберная крышка; жаберные щели; жаберные дуги; жаберные лепестки и тычинки.
- ♣ Сердечно-сосудистая система: сердце (предсердие и желудочек); венозный синус; артериальный конус; селезенка.
- ♣ Мочеполовая система: почки; мочеточники; яичники; яйцеводы; семенники; семяпроводы.
- ♣ Нервная система и органы чувств: передний мозг с обонятельными долями; промежуточный мозг; средний мозг; мозжечок; продолговатый мозг; лимфоидный орган; органы осязания; обоняния; зрения и боковой линии.

На готовых препаратах и по рисункам нужно рассмотреть: скелет головы (мозговой и висцеральный); осевой скелет; скелет парных плавников и их поясов; скелет непарных плавников.

Вводные замечания. Хрящевые ганоиды (отряд Осетрообразные —

Acipen-seriformes) сохраняют в своем строении ряд примитивных черт. Внешне это можно видеть на строении: роострума и брызгалец; горизонтально расположенных, по отношению к телу, парных плавников; гетероцеркального хвостового плавника; анального отверстия, которое находится вблизи брюшных плавников.

Из внутренних органов примитивное строение можно наблюдать у: хрящевого осевого черепа; челюстной дуги, представленной небно-квадратным и меккелевым хрящами; артериального конуса в сердце и спирального клапана в кишечнике. Указанные черты сближают хрящевых ганоидов с пластинчатожаберными (Elasmobranchii).

В то же время они обладают признаками, по которым их относят к костным рыбам. В скелете хрящекостных рыб имеются окостенения: покровные кости черепа; сошник; парасфеноид и вторичные челюсти; жаберная крышка; ключица.

Сочетание в скелете хрящевых и костных элементов определило первое название этих рыб — хрящекостные. Наличие остатков ганоидной чешуи и фулькр на верхней лопасти хвоста (свидетельство древности происхождения) определило второе название — хрящевые ганоиды.

Внешнее строение. У осетровых тело торпедообразное. Как и у всех рыб, оно подразделяется на голову, туловище и хвостовой отдел. Голова имеет форму конуса. Форма рыла (rostrum) может быть конической, туповатой, заостренной, мечевидной, закругленной или лопатовидной. Это является видовым признаком.

На нижней стороне рыла впереди рта расположены две пары усиков, или щупалец (cirri). Их форма у различных видов осетровых неодинакова. У стерляди и шипа они бахромчатые, у севрюги без бахромок, а у калуги — сплюснутые с боков, без листовидных придатков. Усики являются видовым признаком.

Рот (stoma) у всех осетровых нижний. У представителей рода *Acipenser* он в виде небольшой поперечной щели, а у белуг (род *Huso*) — большой полулунный. Рот окружен мясистыми губами в виде валиков на верхней и нижней челюстях. Он выдвижной, и, если потянуть за верхнюю челюсть, выдвигается ротовая воронка вместе с челюстным аппаратом. Это имеет приспособительное значение для всасывания пищи со дна. По бокам головы расположены носовые отверстия, или ноздри (nans), позади них глаза (oculus).

Жаберная крышка (operculum) закрывает жаберный аппарат по бокам головы. Ее окаймляет жаберная перепонка, которая у осетров приращена к межжаберному промежутку isthmus, а у белуг образует свободную складку.

Брызгальце (spiraculum) в виде маленького булавочного отверстия расположено позади глаз, на верхнем крае жаберной крышки. Брызгальце отсутствует у лопатоносов и лжелопатоносов.

По телу осетровых проходят пять продольных рядов костных жучек.

Один ряд расположен на спине, два с боков и два на брюшной стороне тела. Число жучек и их размеры — важный систематический признак.

Так, у стерляди боковых жучек 57—71, у русского осетра 24—50. Между рядами жучек имеются костные пластинки различной формы, и величины. У сибирского осетра между спинными и боковыми жучками пластинки мелкие, звездчатые, у русского осетра крупнее; у стерляди — в виде острых конических щитков.

Грудные плавники расположены позади жаберной крышки, почти горизонтально по отношению к туловищу. Первый луч плавника имеет вид костного шипа, степень развития которого у различных видов неодинакова. Сильно развит он у атлантического и амурского осетров, слабо у сахалинского осетра. Остальные лучи плавников (лепидотрихии) — костные кожного происхождения.

Брюшные плавники несколько сдвинуты назад, к хвостовому отделу, так же как и грудные, состоят из лепидотрихии. Спинной плавник отнесен назад, к хвостовому и располагается над анальным. Анальный плавник находится позади анального отверстия. Хвостовой плавник гетероцеркальный, эпибатный. Его верхняя лопасть покрыта ганоидной чешуей, а по верхней грани лопасти лежат фулькры. Анальное (anus) и половое (foramen genitale) отверстия находятся между брюшными плавниками одно за другим.

Внутреннее строение. На вскрытой рыбе можно рассмотреть расположение органов в теле в естественном состоянии (Рис. 1).

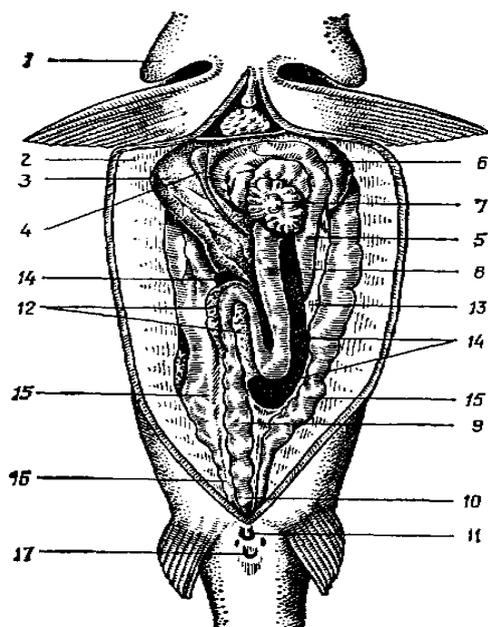


Рис. 1 Общая топография внутренних органов стерляди:

- 1 – сердце, 2 – брюшная полость, 3 – печень, 4 – желчный пузырь, 5 – кардиальный отдел желудка, 6 – пилорический отдел желудка, 7 – пилорическая железа, 8 – двенадцатиперстная кишка, 9 – спиральный клапан, 10 – прямая кишка, 11 – анальное отверстие, 12 – поджелудочная железа, 13 – плавательный пузырь, 14 – селезенка, 15 – семенники, 16 – половой проток, 17 – половое отверстие

Для этого следует положить рыбу в ванночке на бок брюшной стороной к себе и отвести лоскут кожи вверх, прикрепив его булавками к парафину.

Внутренние органы помещаются в околосоердечной и брюшной полостях. Околосоердечная полость лежит ближе к голове и отделена от брюшной поперечной перегородкой. В ней находится сердце (cor).

В переднем отделе брюшной полости видна многолопастная печень (hepar), охватывающая желудок (gaster) спереди и с боков так, что видна лишь его задняя часть. От желудка отходит дифференцированный на отделы кишечник. В передней его части расположена пилорическая железа (glandula pylorica) бобовидной формы, к которой примыкает У-образная крупная селезенка (lien).

На спинной стороне тела над пищеварительным трактом лежит плавательный пузырь. Его можно видеть, отведя переднюю петлю кишечника. В глубине брюшной полости вдоль позвоночника тянутся продолговатые почки (ren).

Значительную часть полости тела у взрослой рыбы занимают гонады. Рассмотрев топографию внутренних органов, переходим к более подробному знакомству с отдельными органами. Пользуясь пинцетом и препаровальной иглой, последовательно рассматриваем внутреннее строение осетровых.

Пищеварительная система. Выдвижной беззубый (зубы есть только у личинок) рот осетровых ведет в ротоглоточную полость (cavum oropharyngeus), состоящую из передней — ротовой и задней — жаберной полостей. За ней следует пищевод (oesophagus) (Рис. 2), начало которого можно увидеть, отвернув желудок и печень.

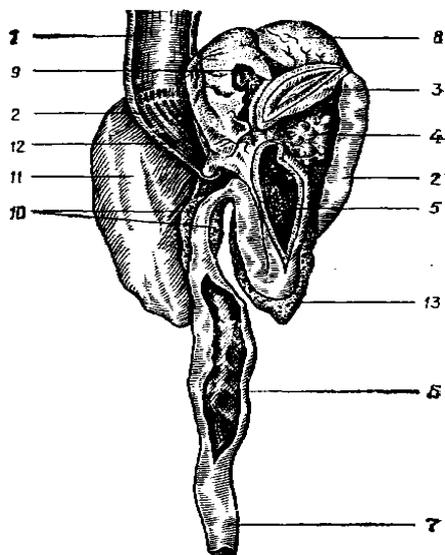


Рис. 2 Общий вид органов пищеварения стерляди:

1 – пищевод, 2 – кардиальный отдел желудка, 3 – пилорический отдел желудка, 4 – пилорическая железа, 5 – двенадцатиперстная кишка, 6 – спиральная кишка со спиральным клапаном, 7 – прямая кишка, 8 – печень, 9 – желчный пузырь, 10 – поджелудочная железа, 11 – плавательный пузырь, 12 – отверстие плавательного пузыря, 13 – селезенка

Пищевод переходит в желудок (*gaster*), состоящий из двух отделов: переднего—кардиального (*gaster cardium*) и заднего — пилорического (*gaster pylorus*). Пилорический отдел ведет в среднюю кишку.

На границе пилорического отдела и начала средней кишки расположена пилорическая железа (*glandula pylorica*). Полагают, что она представляет собой многочисленные пилорические придатки, связанные соединительной тканью и кровеносными сосудами в один орган, открывающийся в кишечник широким отверстием.

Передний отдел средней кишки — двенадцатиперстная кишка (*duodenum*). В заднем отделе средней кишки — спиральной кишке (*colon*) расположен спиральный клапан с 7— 8 витками. Он образован закругленной складкой слизистой оболочки кишечной трубки. Далее находится прямая кишка (*rectum*), или короткий отдел, заканчивающийся анальным отверстием (*anus*).

Из пищеварительных желез в передней части брюшной полости находится многодольчатая печень (*hepar*). В ее передней доле расположен желчный пузырь (*vesica fellea*), который желчным протоком открывается в двенадцатиперстную кишку у основания пилорической железы.

Поджелудочная железа (*pancreas*) не всегда дифференцирована от лопастей печени, поэтому ее нередко называют *hepatopancreas*. У крупных осетровых поджелудочная железа может быть обособленной и располагаться в виде двух продольных лопастей в месте перехода пилорического отдела желудка в двенадцатиперстную кишку.

Органы дыхания. Органами дыхания хрящевых ганоидов, как и других рыб, являются жабры эктодермального происхождения. Снаружи жаберная полость прикрыта жаберной крышкой. Под жаберной крышкой лежат жабры. Каждая жабра состоит из жаберной дуги (*arcus branchialis*), по наружному краю которой расположены в два ряда жаберные лепестки (*fulum branchialis*), отделенные друг от друга жаберными перегородками.

В отличие от пластиножаберных, у которых жаберные перегородки доходят до краев жаберных отверстий, у хрящевых ганоидов они редуцированы и не достигают края жаберных лепестков.

От внутренней стороны жаберных дуг отходят жаберные тычинки, расположенные, как и лепестки, в два ряда. На внутренней поверхности жаберной крышки можно увидеть оперкулярную жабру (*branchia opercularis*) — полужабру подъязычной дуги.

Сердечно-сосудистая система. На вскрытом представителе осетровых можно рассмотреть сердце (*cor*), которое находится в околосоудной полости, заключено в околосоудную сумку и состоит из четырех отделов. Передний отдел — артериальный конус (*conus arteriosus*) (Рис. 3), от которого вперед отходит брюшная аорта (*aorta ventralis*).

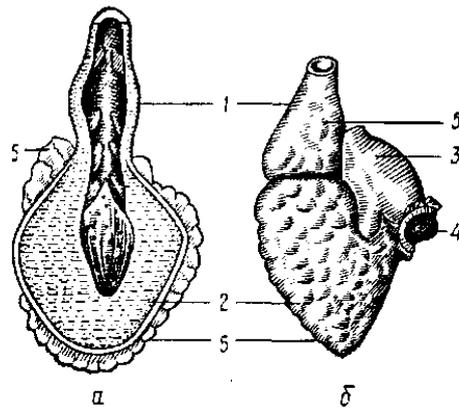


Рис. 3 Сердце осетра:

а – в разрезе, б – вид сбоку: 1 – артериальный конус, 2 – желудочек, 3 – предсердие, 4 – венозный синус, 5 – лимфоидная железа

Второй отдел сердца — толстостенный желудочек (*ventriculus*), наружная поверхность которого, как и поверхность артериального конуса, покрыта пузыревидными расширениями. Это лимфоидная железа, типичная для осетровых. Под желудочком находится предсердие (*atrium*), сообщающееся с самым задним отделом сердца — венозным синусом (*sinus venosus*), имеющим вид тонкостенного мешка.

Кроветворным органом, видимым на вскрытой рыбе, является селезенка (*lien*) — большой орган, огибающий справа и слева петлю двенадцатиперстной кишки и подстилающий ее, что можно увидеть, приподняв кишку.

Мочеполовая система. Мочеполовая система осетровых сохраняет черты строения хрящевых рыб и несет новые — костистых.

Как и у хрящевых, у них имеются яйцеводы с воронками, открывающимися в полость тела (Рис. 4). С костистыми их сближает наружное оплодотворение, высокая плодовитость и отсутствие клоаки.

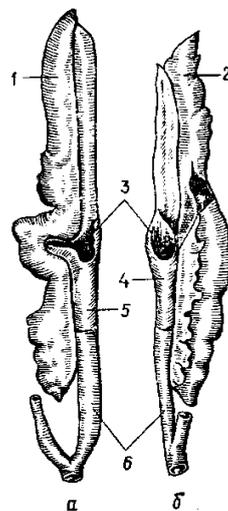


Рис. 4 Половые органы самца (а) и самки (б) стерляди:

1 – семенники, 2 – яичники, 3 – воронка яйцевода, 4 – яйцевод, 5 – семяпровод, 6 – мочеполовой канал

Почки в виде парных плоских удлинённых тел лежат по бокам позвоночника, сливаясь позади плавательного пузыря. Он пронизан кровеносными сосудами, образующими воротную систему почек.

Мочеточниками (ureter) и семяпроводами (vas deferens) служат первичные почечные протоки. Начинаясь у переднего края почки отдельными канальцами, они образуют общий проток. К нему на уровне заднего конца плавательного пузыря присоединяется воронка яйцевода, образованная у осетровых рыб мезонефрическим каналом. Через эту воронку и выводной канал целомная жидкость выводится наружу.

Яичники (ovarium)—парные гонады самки — расположены по бокам полости тела и прикреплены к ее дорзальной стенке брыжейками. Выводными протоками яичников служат яйцеводы (oviductus), лежащие на наружной стороне гонад в виде широких трубок. В полость тела они открываются широкими воронками на уровне нижней половины гонады. Наружу яйцеводы открываются общим отверстием позади ануса.

Семенники (testis)—парные половые железы самцов — также находятся по бокам полости тела. В отличие от зернистой структуры яичника семенники имеют дольчатую структуру. От семенников отходят семявыносящие канальца (vas efferens), впадающие в верхнюю часть почки.

Нервная система и органы чувств. На готовом препарате мозга осетровой рыбы и по таблицам рассматривается общая топография нервной системы в черепной области. Головной мозг хрящевых ганоидов состоит из пяти отделов (Рис. 5).

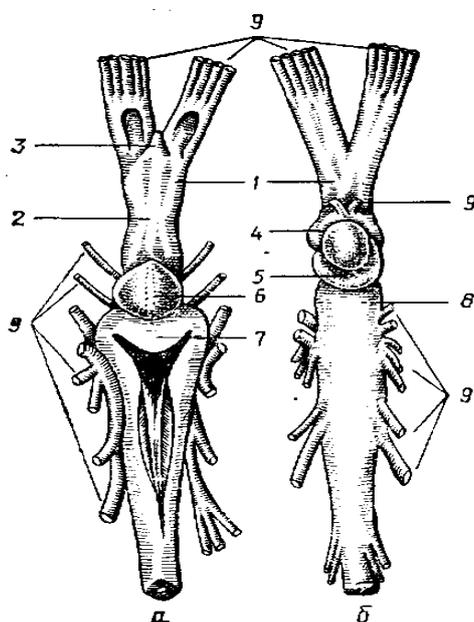


Рис. 5 Головной мозг стерляди:

а – вид сверху, б – вид снизу: 1 – передний мозг, 2 – промежуточный мозг, 3 – эпифиз, 4 – воронка промежуточного мозга, 5 – гипофиз, 6 – средний мозг, 7 – мозжечок, 8 – продолговатый мозг, 9 – нервы

Передний мозг (telencephalon) небольшой, не разделен на полушария. Спереди от него отходят парные обонятельные доли, задний верхний отдел прикрыт крышей промежуточного мозга (diencephalon). От промежуточного мозга вперед на ножке отходит пинеальный орган, или эпифиз (epiphysis). На дне мозговой воронки нижнего отдела промежуточного мозга находится нижняя мозговая железа, или гипофиз (hypophysis).

За промежуточным мозгом расположен слабо дифференцированный средний мозг (mesencephalon) со зрительными долями, к которым сзади примыкает мозжечок (cerebellum), представляющий собой утолщенную переднюю стенку продолговатого мозга и его ромбовидной ямки.

Последний отдел головного мозга — продолговатый мозг (myelencephalon) переходит в спинной. Крыша продолговатого мозга прикрыта сверху лимфоидным органом грушевидной формы.

У разных видов осетровых отделы головного мозга развиты по-разному, что связано с их образом жизни и деятельностью отдельных органов чувств. Для мозга стерляди характерно сильное развитие обонятельных мешков и обонятельных нервов. Соответственно значительно развит и передний мозг, где сосредоточены обонятельные центры. Хорошо развит средний мозг и мозжечок. У севрюги хорошо развит передний и промежуточный мозг, а зрительные доли в среднем мозге по сравнению со стерлядью развиты слабее.

Основными органами чувств, позволяющими осетровым ориентироваться в окружающей среде, являются органы системы боковой линии и органы обоняния, а органы зрения развиты слабо.

Органы системы боковой линии представлены каналами и ямками, или фолликулами. Боковой канал (canalis lateralis) проходит в боковых рядах жучек вдоль всего тела. На поверхность он открывается отверстиями в промежутках между жучками. На голове кожные органы чувств очень сложны и представлены чувствующими каналами, бугорками и ямками (Рис. 6).

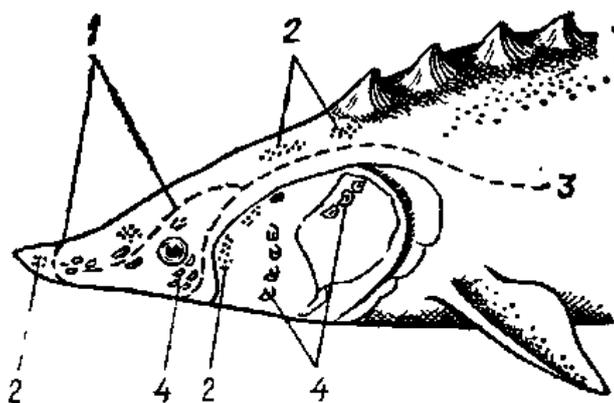


Рис. 6 Схема расположения кожных органов чувств боковой линии на голове стерляди и др.: 1 – чувствующие каналы с погруженными в них невромастами, 2 – чувствующие бугорки, 3 – боковая линия тела, 4 – чувствующие ямки

Орган обоняния осетровых в виде парных носовых отверстий расположен впереди глаз. Обонятельные мешки хорошо развиты. Снаружи обонятельный мешок прикрыт кожистой пленкой с двумя отверстиями — ноздрями.

Органы зрения — глаза имеют типичное для рыб строение. Органами осязания служат усики, на которых расположены вкусовые почки.

Скелет рыб. Он рассматривается по препаратам и таблицам. Скелет осетровых, как и всех рыб, разделяется на отделы: скелет головы, туловища, скелет парных плавников и их поясов, непарных плавников.

Скелет головы. Как и у других рыб, он представлен двумя отделами черепа: осевым (мозговая коробка) и висцеральным (скелет ротового и жаберного аппаратов) (Рис. 7).

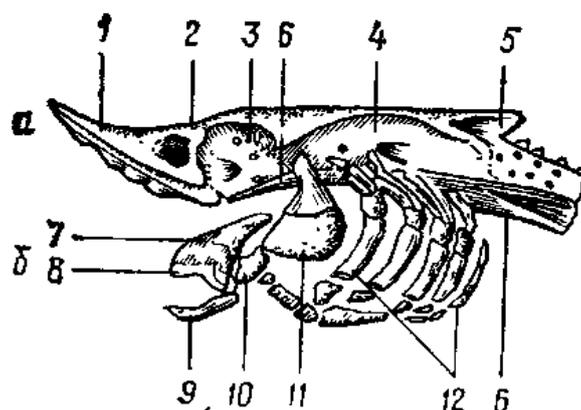


Рис. 7 Хрящевой череп стерляди:

а – мозговой, б – висцеральный: 1 – рострум, 2 – обонятельный отдел, 3 – глазничный отдел, 4 – слуховой отдел, 5 – затылочный отдел, 6 – парасфеноид, 7 – крыловидная кость, 8 – челюстно-предчелюстная кость, 9 – зубная кость, 10 – симплектикум, 11 – гиомандибуляре, 12 – скелет жаберного аппарата

Мозговой череп, или нейрокраниум (*neurocranium*), у осетровых полностью хрящевой, лишь у рыб старших возрастов в нем появляются небольшие окостенения. Он имеет вид коробки, в которой различается несколько отделов.

Передняя часть черепа — ростральный отдел, или рострум, характеризуется наличием сильно развитого непарного конической формы рострального хряща. Позади основания рострума находятся обонятельные капсулы — обонятельный отдел (этмоидальный — *pars ethmoidales*).

Сзади него расположены обширные углубления боковых стенок черепа — глазницы, или орбиты (*orbita*), составляющие глазничный отдел (*pars orbitalis*). За глазницами идет слуховой, или височный, отдел (*pars otica, s. temporalis*), в хрящевых стенках которого заключены слуховые капсулы.

Слуховой отдел короткий и переходит в затылочный, где прирастает позвоночник. В основании черепа залегает непарное покровное окостенение —

парасфеноид (*parasphenoideum*), который впереди упирается в непарный сошник (*vomer*). У осетровых основание черепа широкое; в области глазниц черепная коробка расширена — тип черепа платибазальный.

Сверху череп покрыт большим числом кожных костей, образующих сплошной панцирь с отверстиями для глаз и ноздрей. По своему развитию и строению эти кожные кости представляют собой такие же разросшиеся чешуи, как и жучки, расположенные на спине и боках осетровых.

Некоторые из этих костей по своему расположению можно сравнить с наиболее постоянными покровными костями черепа высших рыб (лобные — *frontale*; теменные — *parietale* и др.).

Висцеральный череп (*splanchnocranium*) представлен у осетровых подвижными, расчлененными хрящевыми дугами. Передняя дуга — челюстная (*arcus mandibularis*) состоит из верхней и нижней челюстей. Они составляют выдвигной ротовой аппарат.

Верхняя челюсть образована парным небно-крыловидно-квадратным хрящом (*cartilage palato-pterygoquadrate*). С нижней стороны верхней челюсти лежит покровная крыловидная кость (*pterygoideum*). Передняя часть верхней челюсти покрыта вторичной верхней челюстью — челюстно-предчелюстной костью (*maxillo-praemaxillare*).

Нижняя челюсть (*mandibula*) представлена меккелевым хрящом (*cartilago Meckeli*) и вторичными челюстями — покровными зубными костями (*dentariae*). У старых осетров внутренняя сторона меккелева хряща несет дополнительные покровные кости — пластинчатую (*spleniale*) и угловую (*angulare*).

Позади челюстной дуги располагается подъязычная, или гиоидная, дуга (*arcus hyoideus*). Она состоит из верхнего отдела — гиомандибулярного хряща (*hyomandibulare*), или подвеска, и симплектикума (*symplicticum*).

Часть гиомандибулярного хряща окостеневает. Нижний его конец подвижно сочленяется с симплектикумом, а последний передним концом сочленяется с задним концом верхней челюсти. Таким образом, у осетровых рыб наблюдается четко выраженная гиостилия.

За гиоидной дугой идут пять пар жаберных дуг. Первые три расчленены на четыре скелетных членика, четвертая и пятая дуги неполные. Верхние концы жаберных дуг подвешены к основанию осевого черепа двойными фарингобраниальными хрящиками; нижние — к непарным хрящам — копулам, соединяющим жаберные дуги на брюшной стороне.

Жаберная крышка осетровых несет окостенения. Самое крупное — подкрышечная кость (*suboperculum*); ниже ее расположены два окостенения меньших размеров: верхнее и нижнее.

Осевой скелет туловища. Основу осевого скелета туловища хрящевых ганюидов составляет хорда, или спинная струна (*chorda dorsalis*) (Рис. 8).

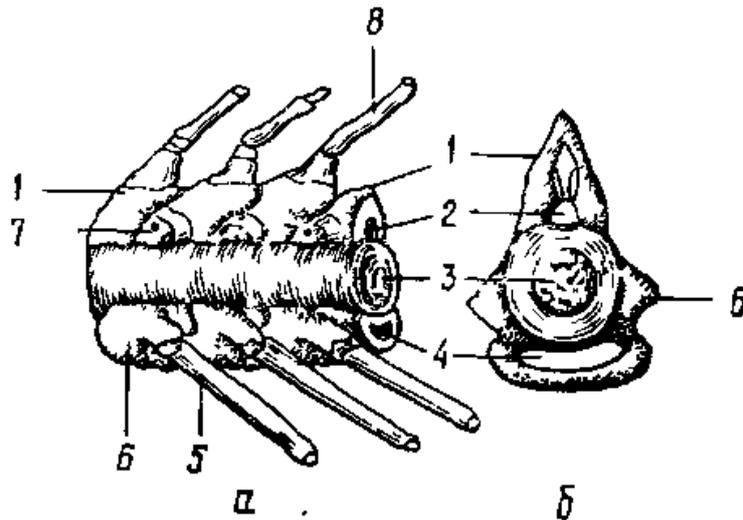


Рис. 8 Позвоночник осетровой рыбы:

а — вид сбоку, *б* — поперечный разрез: 1 — верхняя каудальная дуга; 2 — невральный канал, 3 — хорда, 4 — гемальный канал; 5 — ребра; 6 — нижняя задняя дуга, 7 — верхние краниальные дуги; 8 — спинной остистый отросток

Снаружи она одета плотно прилегающим соединительно-тканым футляром. Тела позвонков отсутствуют. На оболочке хорды расположены хрящевые верхние и нижние дуги позвонков.

Верхние каудальные дуги (*arcus superior caudalis*), или базидорзалии (*basidorsale*), правой и левой сторон, сливаясь, окружают спинной мозг и над ним образуют сужающийся вырост, который окостеневает и служит местом прикрепления непарного спинного остистого отростка (*processus spinosus dorsalis*).

Между основаниями верхних каудальных дуг залегают небольшие вставочные хрящики — верхние краниальные дуги (*arcus superior cranialis*), или интердорзалии (*interdorsale*).

С вентральной стороны хорды находится нижняя задняя дуга, или, базивентралия (*arcus ventralis posterior, s. basi ventrale*).

Между нижними задними дугами по бокам залегают небольшие хрящики — нижние передние дуги (*arcus ventralis anterior*), или вставочные пластинки — интервентралии (*interventrale*).

В туловищном отделе нижние дуги позвонков образуют поперечные отростки (*processus transversus*), к которым прикрепляются ребра (*costal*, хорошо развитые в переднем отделе туловища. Соседняя их часть окостеневшая, а концы хрящевые.

Имеются и небольшие гемальные отростки, охватывающие спинную аорту, которые в хвостовой части смыкаются, образуя гемальный канал (*canalis haemalis*).

Скелет парных плавников (Рис. 9).

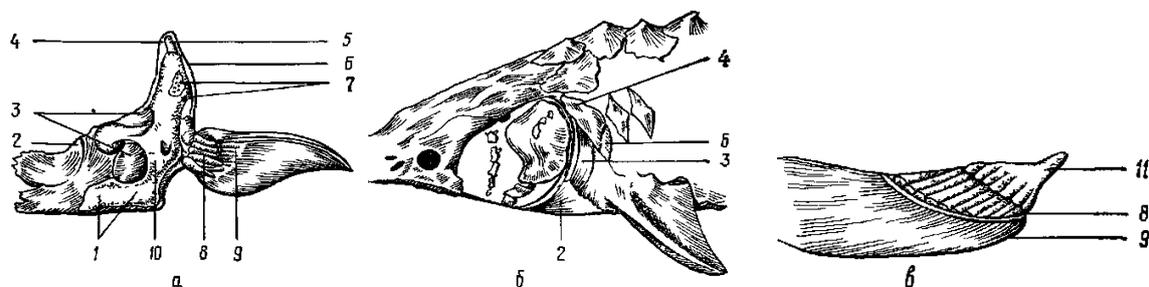


Рис. 9 Скелет парных плавников стерляди:

а – грудной плавник, правый с внутренней стороны; б – грудной плавник, левый с наружной стороны; в – брюшной плавник. 1 – коракоидный отдел, 2 – ключица, 3 – клейтрум, 4 – надклейтрум, 5 - надлопаточный хрящ, 6 – подклейтрум, 7 – лопаточный отдел, 8 – хрящевые лучи, 9 – лепидотрихии, 10 – мезокаракоид, 11 - базиптериgium

Пояс грудных плавников представлен хрящом, в котором можно выделить: вентральную часть — коракоидный отдел (*pars, coracoidea*), дорзальную часть — лопаточный отдел (*pars, scapularis*) и мезокаракоид (*mesocoracoideum*). Над лопаточным отделом лежит небольшой надлопаточный хрящ (*cartilago suprascapularis*). Это элементы первичного пояса.

Снаружи он покрыт вторичными кожными окостенениями. Коракоидную часть первичного пояса прикрывает парная ключица (*clavicula*) — мощная покровная кость. Среднюю часть хрящевого пояса снаружи и спереди покрывает клейтрум (*cleithrum*).

Верхнюю часть лопаточного отдела и надлопаточный хрящ пояса прикрывают надклейтрум (*supracleithrum*) и задняя клейтрум (*postcleithrum*). Надклейтрум верхним концом причленяется к наружной крыше черепа.

Скелет грудного плавника состоит из внутреннего и наружного скелета.

Внутренний скелет образован небольшим (обычно 8) числом хрящевых лучей, из которых некоторые непосредственно причленяются к поясу, а некоторые сидят на небольшом основном хряще, лежащем у заднего края плавника.

Наружный скелет плавника составляют костные, расчлененные кожные лучи — лепидотрихии, причленяющиеся к дистальным концам хрящевых лучей внутреннего скелета плавника. Первый луч грудного плавника хорошо развит и служит элементом, по которому определяется возраст рыб.

Тазовый пояс осетровых не связан с осевым скелетом туловища. Он представлен двумя крупными лопатовидными хрящами — базиптеригиями (*basipterygium*). К их дистальным концам прикрепляются хрящевые лучи внутреннего скелета брюшного плавника.

Внутренний скелет брюшного плавника, как и грудного, состоит из хрящевых, у старых рыб частично окостеневающих, радиальных лучей (не более 10). Наружный скелет также представлен лепидотрихиями.

Скелет непарных плавников. Внутренний скелет спинного и анального

плавников состоит из хрящевых расчлененных лучей (radialia) (Рис. 10).

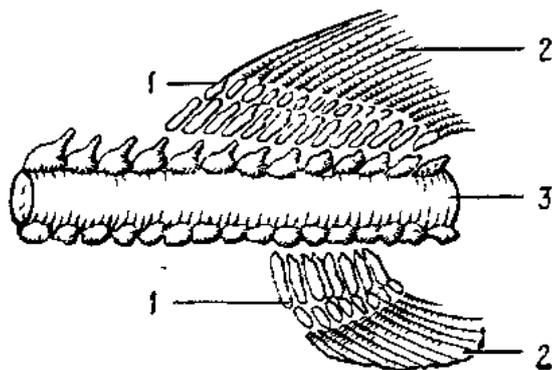


Рис. 10 Скелет спинного и анального плавников стерляди:

1 – хрящевой лучи, 2 – лепитохондрии, 3 - хорда

Основания их соединительной тканью связаны с остистыми отростками позвонков. Наружный скелет плавников представлен лепидотрихиями—кожными костными лучами. Число лепидотрихии преобладает над числом радиалий.

Хвостовой плавник гетероцеркальный. Его внутренний скелет составляет утончающаяся хорда, входящая в верхнюю лопасть. Наружный скелет верхней лопасти плавника представлен фулькрами (fulcrum) и с боков ганоидными чешуями. Внутренний скелет нижней лопасти хвостового плавника составляют слабо выраженные радиалий, а наружный — лепидотрихии.

Лабораторная работа №2

"Анатомические 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 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.

Задание:

Основываясь на знании внешних признаков рыб, рекомендуется самостоятельно рассмотреть особенности внешнего строения вышеуказанных видов рыб и заполнить таблицы, представленные ниже:

Таблица А

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 (11)				
Тип чешуи (определить под лупой)				
Положение брюшных плавников, количество спинных плавников				
Формула спинного плавника				
Формула анального плавника				

Таблица Б

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				

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.

Общая топография внутренних органов. Под жаберной крышкой лежат четыре пары жаберных дуг (*arcus branhialis*) (Рис. 11). За ними в околосердечной полости, стенки которой выстланы перикардием (*pericardium*), находится двухкамерное сердце (*cor*).

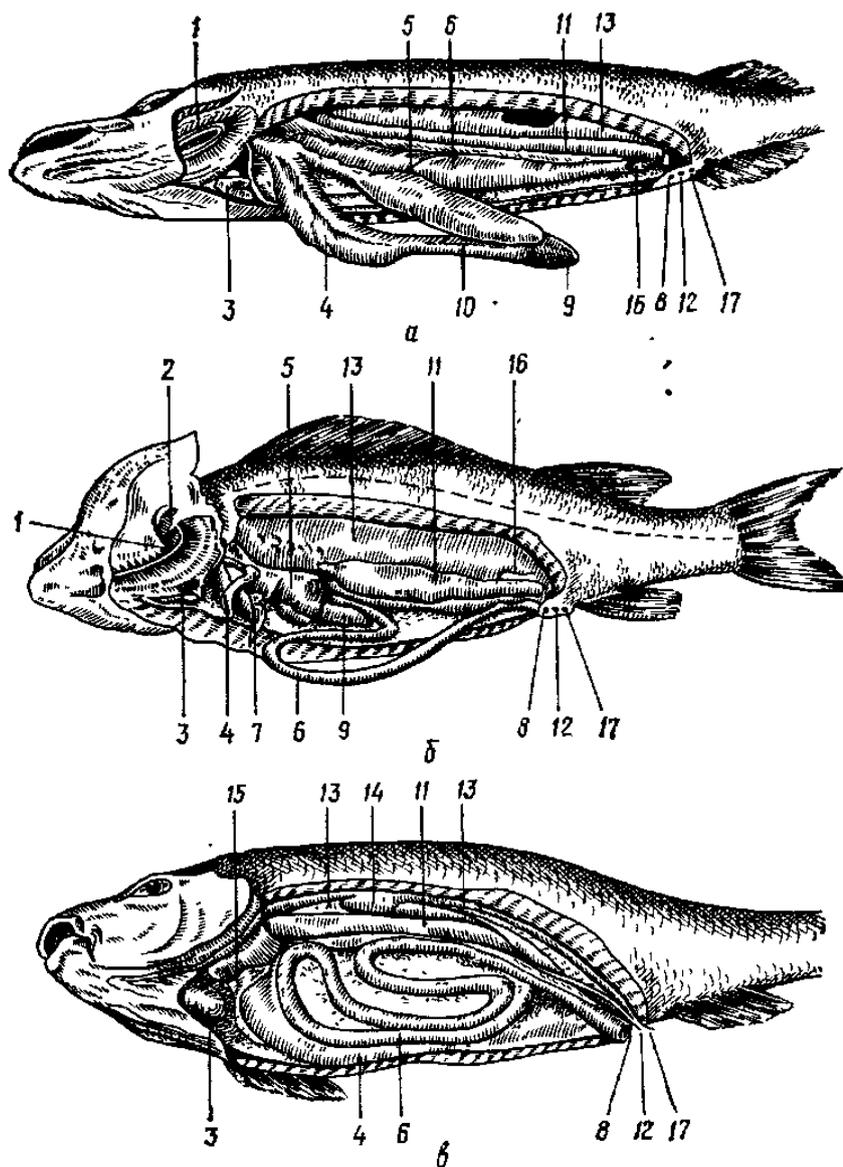


Рис. 11 Общая топография внутренних органов костистых рыб:

а – щука; б – 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 – мочеполовой пузырь, 17 – мочевое отверстие

Перикардий одевает отделы сердца снаружи и называется здесь эпикардием (epicardium). 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.

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 околосердечной 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-бурая 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 закрыто-пузырных 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 (геп), 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 околосердечной полости.

Органы дыхания. У костистых рыб органами дыхания служат жабры 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. 12). На поперечном разрезе она имеет U-образную форму.



Рис. 12 Жаберный аппарат костистой рыбы:

1 – первая жаберная дужка, 2 – жаберные тычинки, 3 – жаберные лепестки

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.

Пищеварительная система. У костистых рыб пищеварительный тракт начинается ротовым отверстием (*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. 13). Глоточные зубы карпа имеют вид трех рядов крупных белых бугорков с жевательной поверхностью.

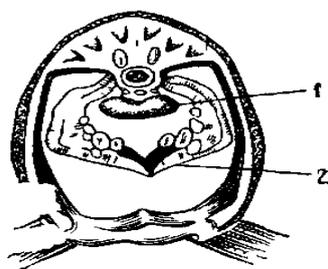


Рис. 13 Глоточный аппарат у карповых рыб:

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. 14).

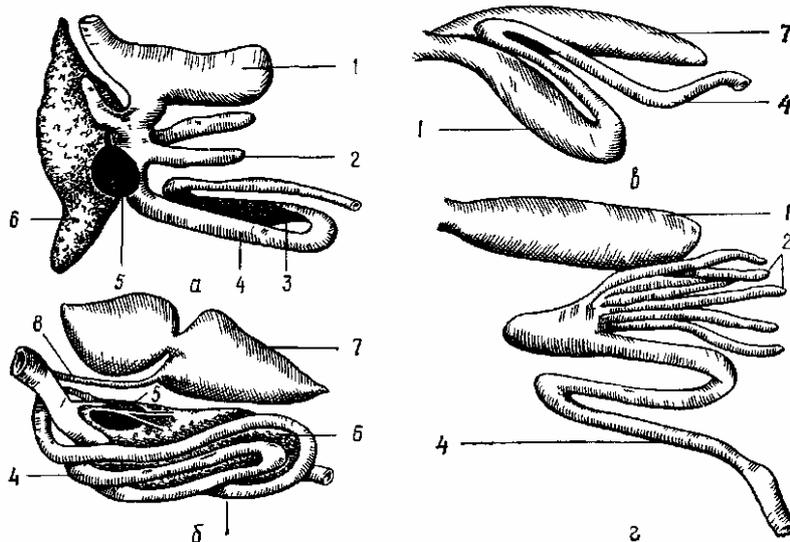


Рис. 14 Часть пищеварительного тракта и плавательный пузырь рыб:

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

Стенки желудка хищников толстые мускулистые и эластичные; желудок, наполненный пищей, способен сильно растягиваться. У карпа желудок отсутствует.

Кишечник (intestnum) окуня, налима и щуки слабо дифференцирован на двенадцатиперстную (duodenum), тонкую (intestnum) 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 бледно-окрашенная 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. 15).

Кровь в сердце 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 поперечнополосатой 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.

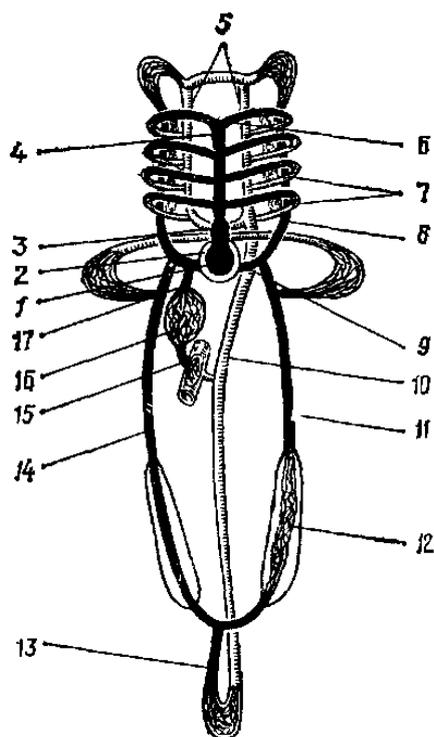


Рис. 15 Кровеносная система костистой рыбы:

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.)

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. 16).

Почки (геп) костистых рыб мезонефрические (туловищные) лежат по бокам позвоночника над плавательным пузырем. Передние, несколько расширенные концы образуют головную почку, хорошо выраженную у окуня и карпа.

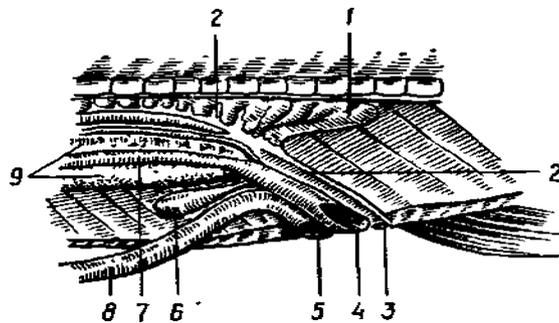


Рис. 16 Выводные каналы мочеполовой системы щуки:

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

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 мочевого 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. 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. 17).

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.

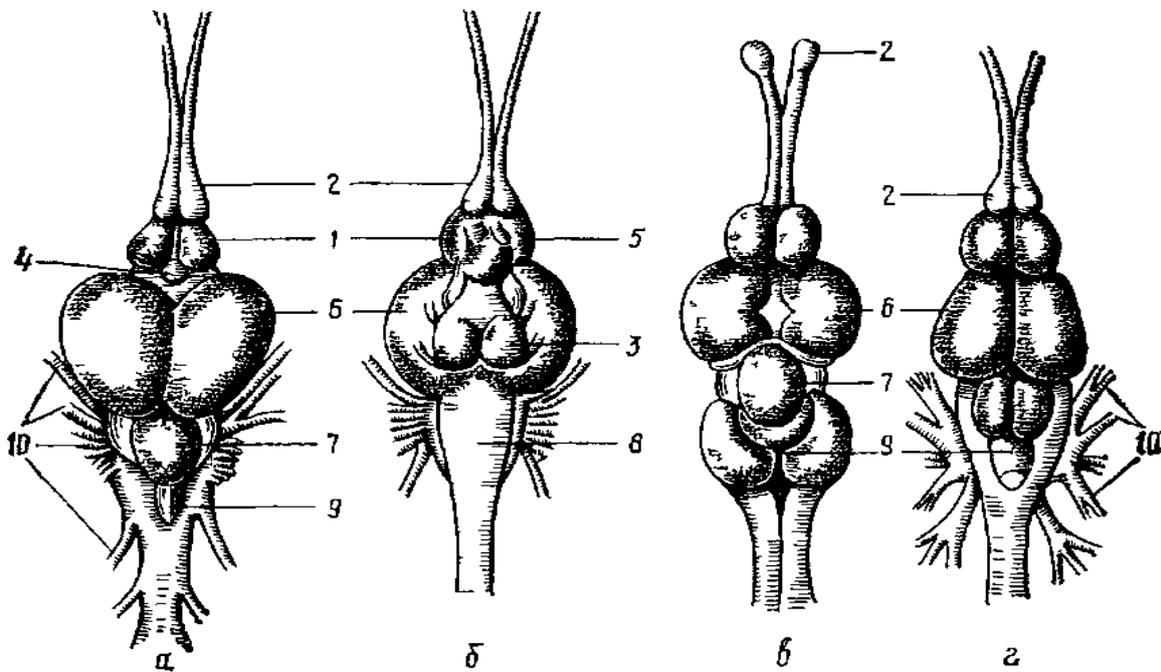


Рис. 17 Головной мозг костистых рыб:

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 ямка продолговатого мозга, 10 – головные нервы

К переднему краю мозга примыкают небольшие продолговато-овальные обонятельные луковицы (*bulbus olfactonus*), 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. 18). Дно мешков складчатое с обонятельными клетками. От обонятельных мешков к переднему мозгу отходит обонятельный нерв.

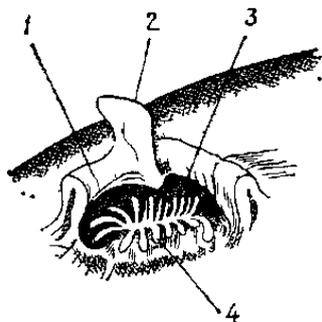


Рис. 18 Носовая полость рыбы:

1 – переднее носовое отверстие, 2 – складки 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 полукружными 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. 19). У других рыб каналы проходят в толще покровных костей и внешне не видны.

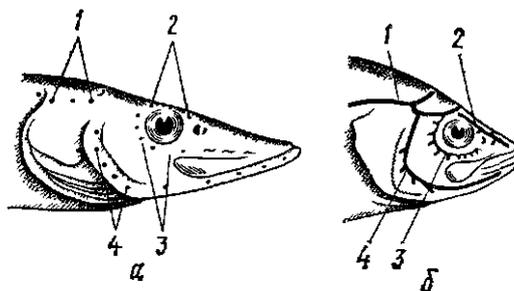


Рис. 19 Схема сейсмочувствительной системы на голове щуки (а) и окуня (б):
1 – заглазничный канал, 2 – надглазничный канал, 3 – подглазничный канал, 4 – гиомандибулярный канал

Лабораторная работа №3

"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).

Задание:

1. 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.

2. 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.
3. Изучение строения скелета рекомендуется начинать с самой сложной структуры — черепа. По рисункам, таблицам и готовым препаратам рассматривается общее расположение костей черепа.
4. 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.
5. 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 приложении к этой теме.
6. Расположенные по отделам кости висцерального и мозгового черепа, плечевого пояса (после проверки выполненной работы преподавателем) подключают на лист и подписывают.
7. Закончив работу со скелетом головы, следует перейти к изучению осевого скелета и скелета тазового пояса и плавников по макетам.
8. Строение скелета рассматривается на примере судака (окуня). Для сравнения приводятся некоторые особенности в строении скелета щуки, карпа, налима.

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.

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

Мозговой череп судака (окуня) тропи базального типа: с узким основанием и сближенными стенками глазниц (Рис. 20).

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.

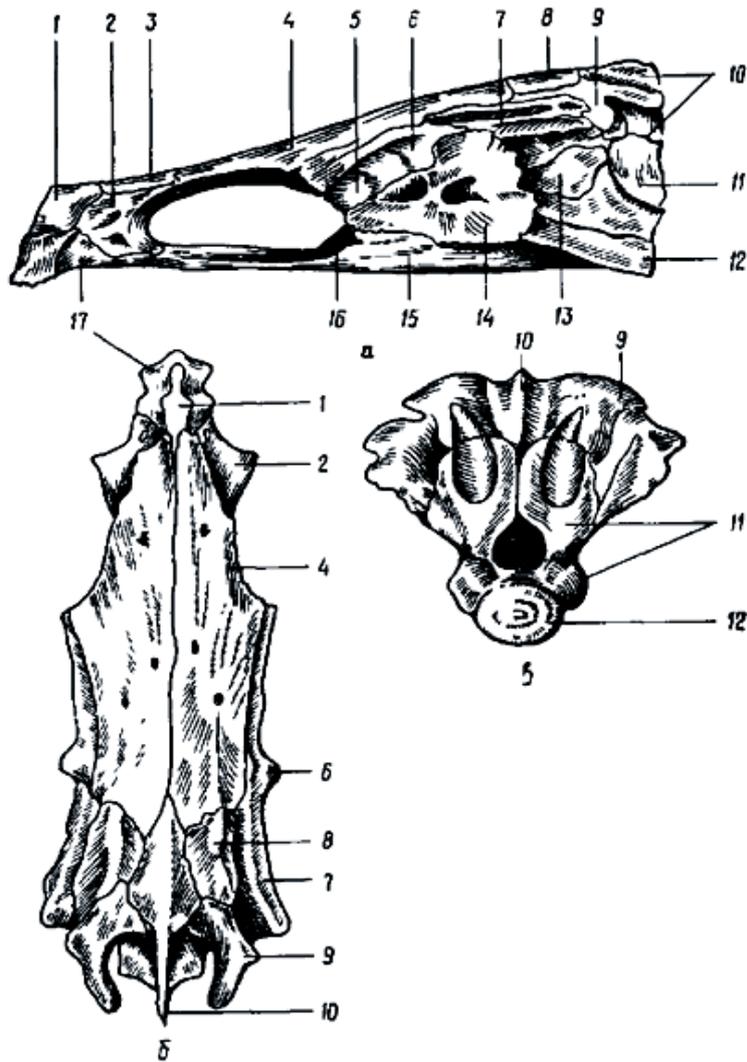


Рис. 20 Осевой череп судака:

а – вид сбоку, б – вид спереди, 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 – переднеушная кость, 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 (*pteroiticum*) и верхнеушная (*epioticum*).

Затылочный отдел состоит из четырех костей, окаймляющих большое затылочное отверстие: основной (*basioecipitale*), с которой сочленяется позвоночник; двух боковых (*exoccipitale-occipitale 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 небно-квадратному хрящу пластинчато-жаберных, образована парными несущими зубы небными (*palatinum*) костями, тремя крыловидными — наружной (*ectopterygoideum*), внутренней (*entopterygoideum*), задней (*metapterygoideum*)—и квадратной (*quadratum*) (Рис. 20).

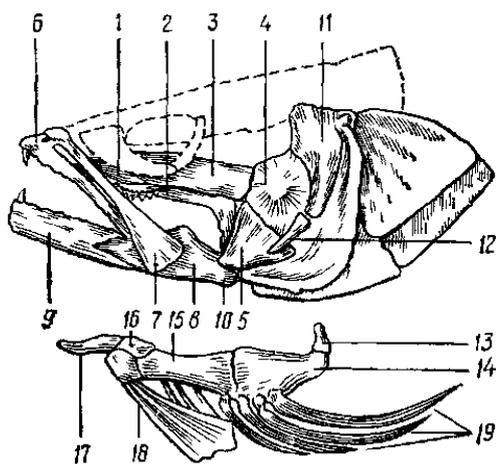


Рис. 21 Висцеральный отдел черепа судака:

- 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 — сочленовная 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

Небная кость имеет смешанное происхождение; внутренняя и наружная крыловидные развиваются как покровные на небно-квадратном хряще, задняя крыловидная и квадратная — хондральные кости.

Вторичная верхняя челюсть — хватательный аппарат, который состоит из покровных костей: парных предчелюстных, жаберной перепонки, или межчелюстных (*praemaxillare*) и верхнечелюстных (*maxileare*). 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 (*hypohyale*). 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 (*pharyn-gobranchiale*), верхнежаберные (*epibranchiale*), среднежаберные (*ceratobranchiale*) и нижнежаберные (*hypobranchiale*) (Рис. 22).

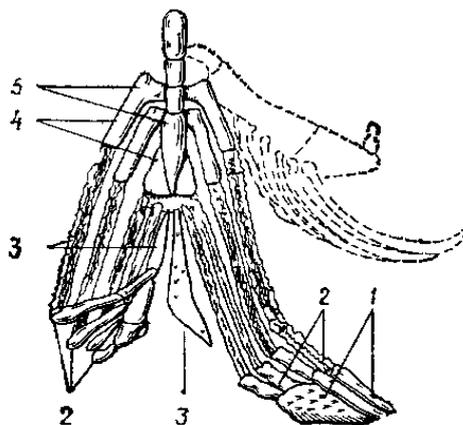


Рис. 22 Жаберный аппарат судака:

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

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.

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. 23).

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*).

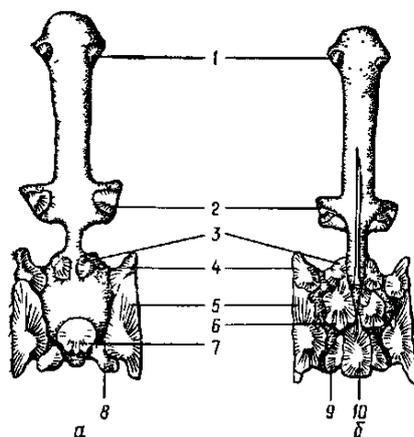


Рис. 23 Осевой череп щуки:

а – вид сверху, б – 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

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 роострума 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. 24).

Кости черепа плотно соединены между собой; количество хряща незначительное. Носовые кости короткие, округлые, расположены по бокам от сошника и средней обонятельной кости с широкими крыловидными образованиями. Сошник короткий и не несет зубов. В глазничном отделе имеются глазоклиновидные 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.

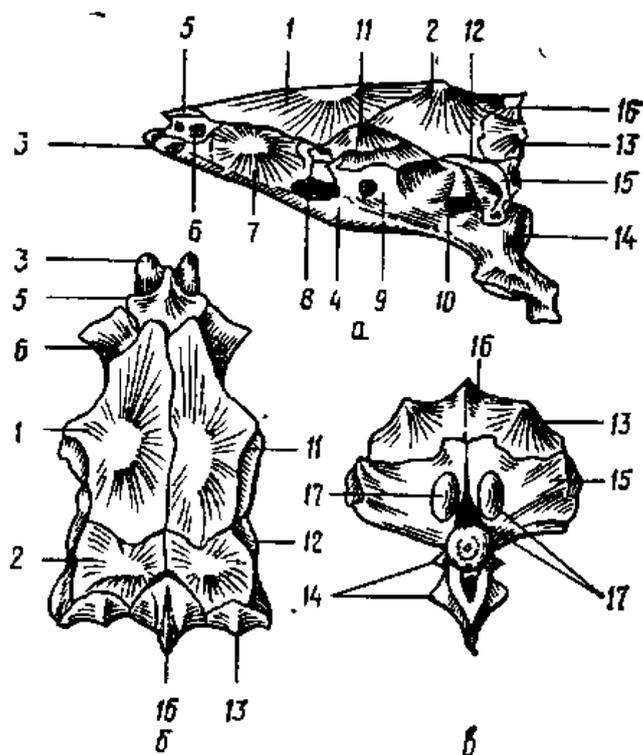


Рис. 24 Осевой череп карпа:

а – вид сбоку, б – 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

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 тропи базального 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. 25).

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 невыдвигающимися 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 удлинённая, 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).

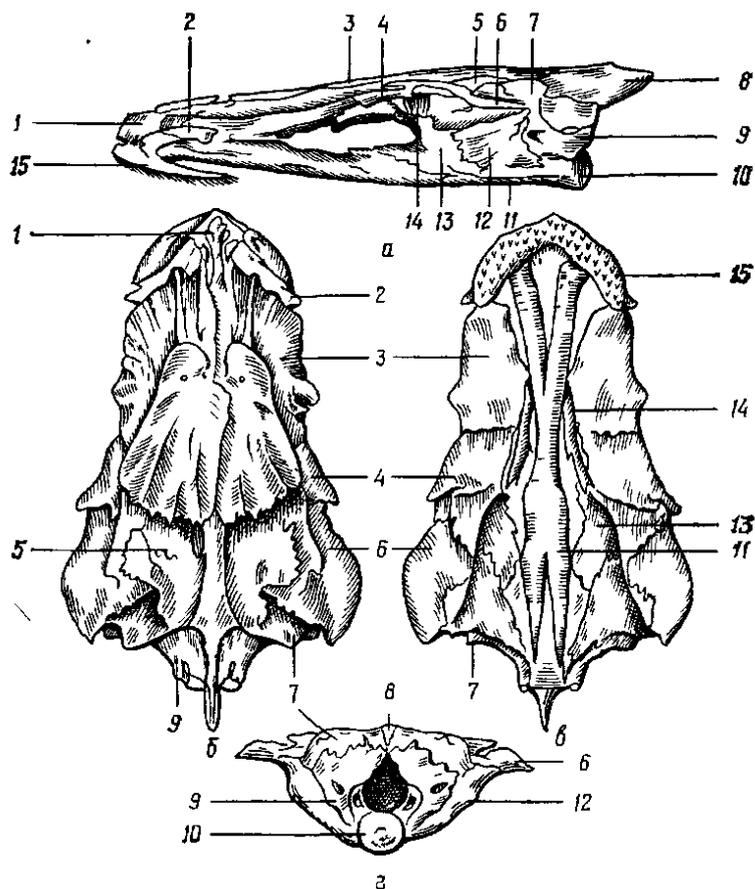


Рис. 25 Череп тропибазального типа:

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

Если боковые обонятельные кости являются покровными, то они называются предлобными (praetrontale). 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 (позвоночник). 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 ниже (Рис. 26).

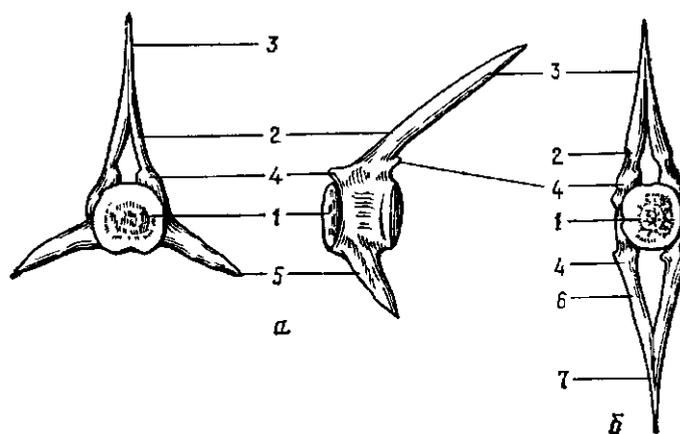


Рис. 26 Строение туловищного (а) и хвостового (б) позвонков костистой рыбы (вид спереди и сбоку): 1 – тело позвонка, 2 – невральная дуга, 3 – верхний остистый отросток, 4 – сочленовный отросток, 5 – парапофиз, 6 – гемальная дуга, 7 – нижний остистый отросток

Каждый позвонок имеет тело позвонка (*corpus vertebrae*), от верхней (спинной) части которого отходят верхние невральные 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 костистым 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. 27).

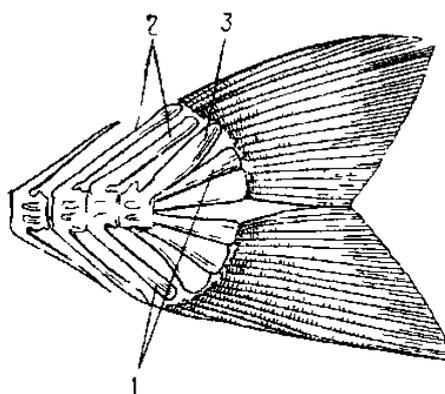


Рис. 27 Скелет хвостового плавника костистой рыбы:
1 – гипуралии, 2 – уронеуралии, 3 - уростиль

Измененные нижние дуги называют гипуралиями (*hypuralia*), верхние — 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 скелеса входят мускульные косточки (*epiple-uralia*), 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. 28).

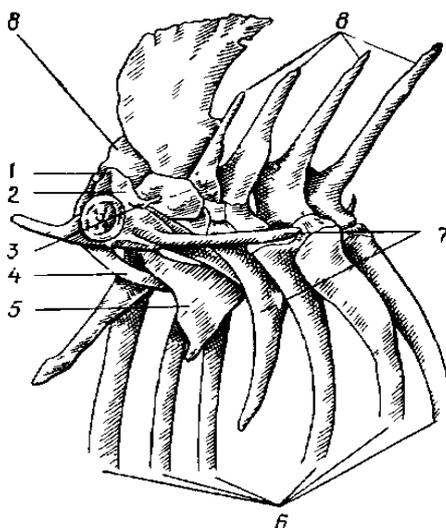


Рис. 28 Веберов аппарат (вид сбоку):

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

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.

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. 29).

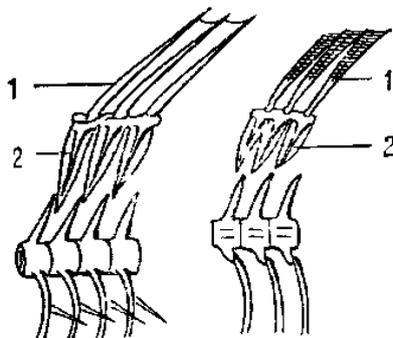


Рис. 29 Скелет непарного спинного плавника костистой рыбы с прилегающим отделом позвоночника: 1 – лучи плавника –лепидотрихии (слева – твердые, справа – мягкие); 2 - птеригофоры

У всех костистых рыб наблюдается соответствие числа птеригофор числу плавниковых лучей. Число лучей в плавниках и их характер является систематическим признаком.

Хвостовой плавник состоит из лепидотрихий, опирающихся на видоизмененные элементы последних позвонков — уростиль и гипуралии. 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. 30).

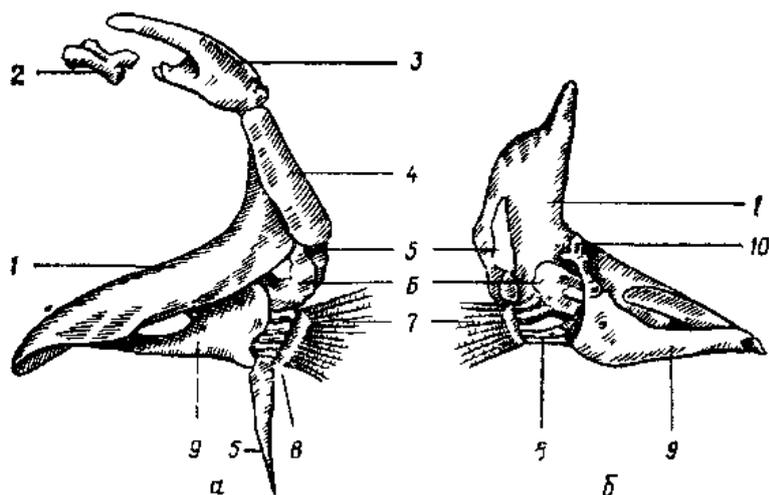


Рис. 30 Плечевой пояс костистой рыбы с грудным плавником:

а – судака, б – карпа: 1 – ключица, 2 – надтеменная кость, 3 – задневисочная кость, 4 – надключичная кость, 5 – подключичная кость, 6 – лопатка, 7 – лучи плавника (лепидотрихии), 8 – радиалии, 9 – каракоид, 10 – мезакаракоид

Хондральными являются: лопатка (scapula) и коракоид (coracoideum). Покровные кости: клейтрум (cleithrum), надклейтрум (supracleithrum), заднеключичная (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. 31).

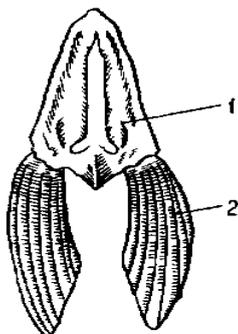


Рис. 31 Тазовый пояс костистой рыбы с брюшным плавником:

1 — тазовая кость, 2 — лучи плавника

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.

У щуки на месте задневисочной кости расположены две: верхняя называется задневисочной, а нижняя — надвисочной костью (supratemporalis). 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. Лепидотрихий спинного и анального плавников в основном ветвистые.

Первые 2—3 (4) луча неветвистые членистые; последние из них часто 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 уроневральи, нижней — на гипуральи.

ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ ПО МОДУЛЮ

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

1) Выберите группу рыб, относящихся только к животнoядным:	
a) белуга, стерлядь, вобла;	
b) красноперка, толстолобик;	
c) пелагида, щука, судак;	
d) хамса, сиви, зубатка;	
e) белый амур, лещ, налим.	
2) При какой длине каспийский осетр начинает питаться рыбой и коофидами?	
a) 25 - 30 см	
b) 34 – 40 см	
c) 42 - 58 см	
d) 50 – 56 см	
e) 61 – 67 см.	
3) В каком промежутке температур наиболее активно питается сазан?	
a) 10 – 12° С	
b) 12 - 13° С	
c) 14 – 16° С	
d) 23 - 25° С	
e) 20 - 27° С	
4) Ручьевая форель начинает питаться после повышения температуры выше скольких градусов?	
a) 1° С	
b) 2° С	
c) 4° С	
d) 6° С	
e) 7° С	
5) В зависимости от чего изменяется рацион рыб? Выберите неверный ответ.	
a) От возраста рыбы	
b) Качества корма	
c) Состояние рыбы	
d) Концентрации кормящихся рыб	
e) Все ответы верны	
6) Кто является излюбленной пищей азовского леща?	
a) Ракообразные	
b) Моллюски	
c) Черви	

d) Молодь рыб	
e) Икринки	
7) С какой из рыб у осетра наиболее напряженные пищевые отношения?	
a) Лещом	
b) Воблой	
c) Судаком	
d) Бычком-песчаником	
e) Все ответы неверны	
8) Какую длину имеет самая маленькая рыбка России?	
a) 10 – 11 мм	
b) 12 -13 мм	
c) 16 -18 мм	
d) 20 -23 мм	
e) 26 – 31 мм	
9) Сколько лет живет белуга?	
a) 1 год	
b) 10 лет	
c) 30 лет	
d) 70 лет	
e) 100 лет	
10) Главным образом на скорость роста рыб оказывают:	
a) температура;	
b) свет;	
c) химизм воды;	
d) количество корма;	
e) плотность населения.	
11) Кто объясняет обитание большого количества крупных рыб в морях по сравнению с озерами большим содержанием пищи в морях, чем в пресных водах?	
a) Васильев	
b) Васнецов	
c) Репин	
d) Рокотов	
e) Шорыгин	
12) Для чешуи каких рыб характерно неконцентрическое расположение склеритов?	
a) Карповых	
b) Лососевых	
c) Сельдевых	
d) Окуневых	
e) Тресковых	
13) По чему не определяется возраст рыб под микроскопом?	
a) По чешуе	

b) По костям	
c) По отолитам	
d) По размеру тела	
e) Все ответы верны	
14) Возраст сомов определяется по:	
a) костям;	
b) отолитам;	
c) чешуе;	
d) шлифам твердого грудного плавника;	
e) верного ответа нет.	
15) Каково значение возраста и особенностей роста рыбы?	
a) Необходимо при изучении биологии рыб	
b) Нужно при учете их численности	
c) Помогает прогнозировать возможные уловы	
d) Устанавливает хозяйственную ценность отдельных видов	
e) Дает возможность различать виды рыб	
16) Какие миграции не относятся к активным миграциям?	
a) Кормовые	
b) Нерестовые	
c) Летние	
d) Зимовальные	
e) Вертикальные	
17) Как закрепляется метка для мечения у камбал?	
a) Втыкается в кожу.	
b) Накладывается под основанием спинного плавника.	
c) Укрепляется на жаберную крышку.	
d) «Пистолетом для мечения» вводят в брюшную полость.	
e) Прикрепляется у основания спинного плавника.	
18) Какая рыба созревает в возрасте 10- 16 лет?	
a) Белуга	
b) Лещ	
c) Тюлька	
d) Треска	
e) Камбала	
19) У каких рыб брачный наряд имеет вид «жемчужной сыпи»?	
a) Горбуши	
b) Рыбца	
c) Лососи	
d) Воблы	
e) Скатов	
20) Какие рыбы относятся только к летненерестующимся?	

a) Щука, барабуля	
b) Хамса, линь	
c) Лосось атлантическая, хамса	
d) Линь, щука	
e) Стерлядь, хариус	
21) Какая рыба не относится к группе с весенне-летним икрометанием?	
a) Окунь	
b) Судак	
c) Вобла	
d) Налим	
e) Сазан	
22) Кем первоначально была установлена порционность икрометания у каспийской сельди?	
a) Дрягиным	
b) Киселевичем	
c) Шарыгиным	
d) Васнецовым	
e) Роллефсеном	
23) Какая рыбы не относится к группе с порционным икрометанием?	
a) Карась	
b) Каспийская килька	
c) Хамса	
d) Густер	
e) Окунь	
24) Через сколько дней у сельди выметывается каждая порция икры?	
a) 2 – 5	
b) 6 – 8	
c) 4 – 7	
d) 7 - 11	
e) 9 – 12	
25) Какой размер имеют яйца акул?	
a) 5 см	
b) 6 -7 см	
c) 7 - 8 см	
d) не более 8 см	
e) 8 – 9 см	
26) На какую глубину уходит угорь для нереста?	
a) 650 м	
b) 704 м	
c) 820 м	
d) 970 м	
e) 1003 м	

Пономарев А.К.
Ихтиология
Учебно-практическое пособие
Модуль 3

Подписано к печати:
Тираж:
Заказ №:

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

Кафедра биоэкологии и ихтиологии

Ихтиол. -14.11.3117.зчн.плн.
Ихтиол. -14.11.3117.очн.плн.
Ихтиол. -14.11.3117.зчн.скр.
Ихтиол. -14.11.3117.вчр.плн.

Афонич Р.В.

ИХТИОЛОГИЯ

*Лабораторный практикум
для студентов всех форм и видов обучения, по
специальности 311700 - Водные биоресурсы и
аквакультура*



www.msta.ru

Москва, 2006

УДК 639.3

© Афонич Р.В. Ихтиология. Лабораторный практикум. –М.: МГУТУ, 2006.

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

Рассмотрено на заседании кафедры «Биоэкологии и ихтиологии» МГУТУ протокол №1 от 12.01.2005г и рекомендовано в качестве лабораторного практикума.

Лабораторный практикум для студентов всех форм и видов обучения, по специальности 311700 - Водные биоресурсы и аквакультура

Автор: к.б.н., доцент Афонич Р.В.

Рецензенты:

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

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

Редактор: Коновалова Л.ф.

© Московский государственный университет технологий и управления, 2006.

109004, Москва, Земляной вал, 73.

кафедра "Биоэкологии и Ихтиологии", 2006.

117149, Москва, ул. Болотниковская, 15. тел: (095) 317-2936, 317-2927

СОДЕРЖАНИЕ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1. ОСНОВНЫЕ ЧАСТИ И ФОРМЫ ТЕЛА РЫБ.....	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2. ВНЕШНЕЕ СТРОЕНИЕ ГОЛОВНОГО ОТДЕЛА РЫБ.....	8
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3. ПЛАВНИКИ РЫБ, ИХ ОБОЗНАЧЕНИЯ, СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ	14
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4. БОКОВАЯ ЛИНИЯ И ТИПЫ ЧЕШУИ РЫБ	25
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5. РАБОТА С ОПРЕДЕЛИТЕЛЕМ.....	30
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6. АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ХРЯЩЕВЫХ ГАНОИДОВ (ХРЯЩЕКОСТНЫХ РЫБ)	32
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7. АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОСТИСТЫХ РЫБ (ТОПОГРАФИЯ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ).....	45
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8. СКЕЛЕТ КОСТИСТОЙ РЫБЫ.....	57
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	70

Лабораторная работа №1. Основные части и формы тела рыб

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 перепонок; горло — расстояние от места прикрепления или срастания между собой жаберных перепонок до основания грудных плавников. Кроме того, в нижней части головы различают место соединения костей нижней челюсти, называемое симфизисом (Рис. 1).

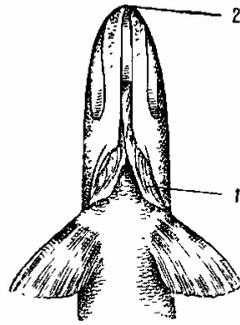


Рис. 1 Нижняя сторона головы рыбы:
1 – жаберные перепонки, 2 - симфизис

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).

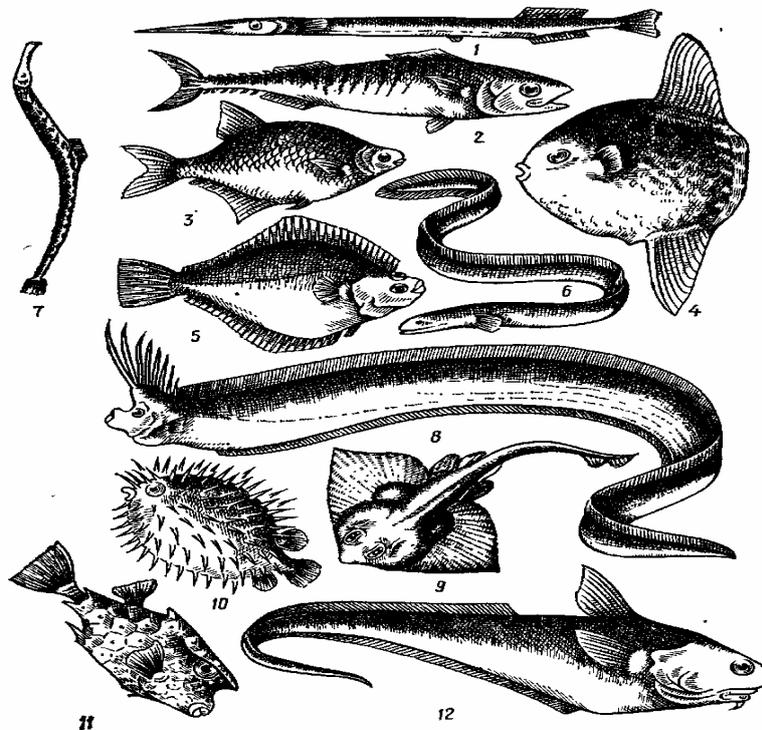


Рис. 2 Форма тела у рыб:

- 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

Торпедовидная (ее часто называют веретенной) — 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. 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 (*Molamola 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 (*Pleulonectiformes*), помогая им хорошо маскироваться на дне.

В движении этих рыб большую роль играют волнообразные изгибания длинных спинного и анального плавников.

Все эти рыбы, кроме черного ската (*Reinhardtius hippoglossoides Walb*), плавают на одной стороне тела. Уплощенное 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.*); уплощенное 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*).

Макруровидное — тело рыбы высокое в передней части, суженное с задней, особенно хвостовом отделе. Голова крупная, массивная, глаза большие. Свойственна глубоководным малоподвижным рыбам — макрурусообразным (*Macrurus*), химерообразным (*Chimaeriformes*)

Астеролепидное (или кузовковидное) — 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*)—рыбе-шару (*Sphaeroides*), рыбе-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 зостеры, в зарослях которой они обитают. Рыбы лишены боковой подвижности и перемещаются с помощью ундулирующего действия спинного плавника.

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 (*Pelcus cultratus* L.), имеют заостренное, сжатое с боков брюшко с острым килем (Рис. 3).

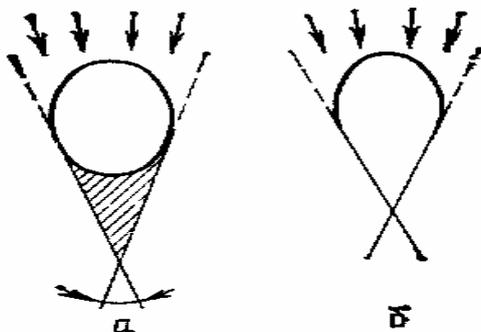


Рис. 3 Схема образования демаскирующей тени на брюхе рыбы (а), при наличии брюшного киля он занимает собой область тени (б). Стрелками показано направление светового потока.

У крупных подвижных пелагических хищников — скумбрий (*Scomber*), рыбы-меча (*Xiphias gladius* L.), тунцов (*Thunnus*) — киль обычно не развивается. 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).



Рис. 4 Характерные формы поперечного сечения тела придонных рыб

Лабораторная работа №2. 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:

1. 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).
2. 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).

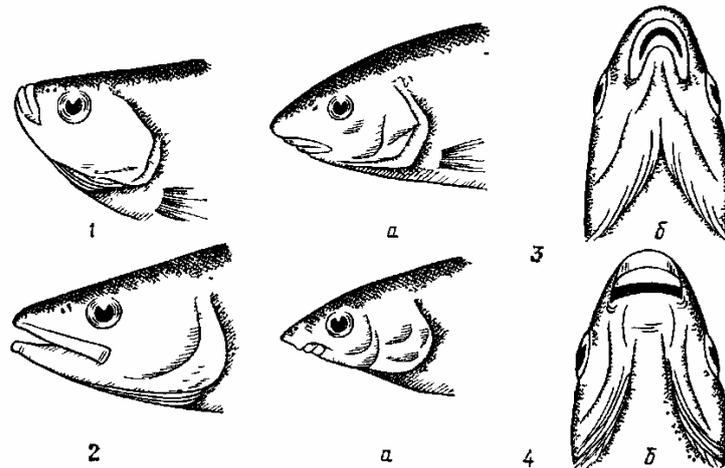


Рис. 5 Различные формы рта:

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 рострума, выступающего над нижней челюстью вперед и выполняющего гидродинамические функции. Таково же, возможно, происхождение нижнего положения 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 уклеи (*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).

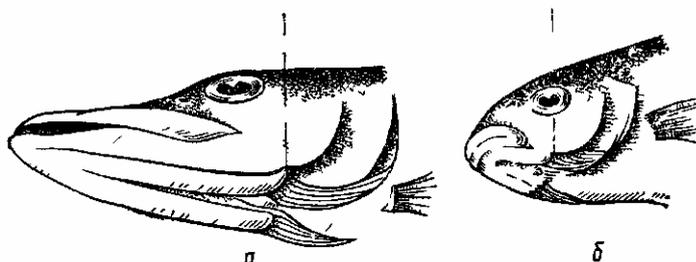


Рис. 6 Определение величины рта рыбы (пунктирная линия проведена как перпендикуляр от конца нижней челюсти): а – большой, б - небольшой

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 большой 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 (*Bahstidae*) и Скало-зубовые (*Tetraodontidae*), питаются кораллами, имеют очень маленький рот.

По своему характеру рот бывает выдвигающей и невыдвигающей.

Выдвигающей рот - характеризуется подвижным соединением верхней челюсти с черепом, благодаря чему при раскрывании рта верхняя челюсть

может выбрасываться вперед. Рот такого типа свойствен рыбам, потребляющим планктон (сельдевые), или мелкий бентос (сазан, лещ), или детрит (кефали).

Невыдвижной 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 закрытие 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).

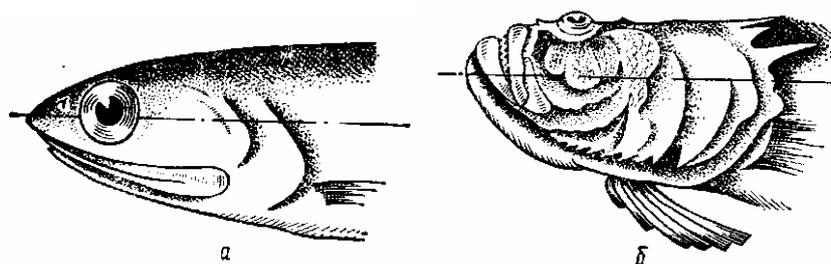


Рис. 7 Расположение глаз у хамсы (а) и звездочета (б) (пунктиром обозначена продольная ось рыбы)

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).

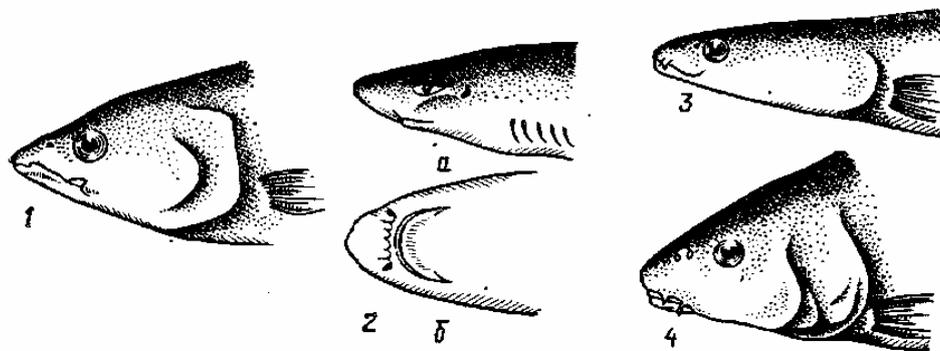


Рис. 8 Схема расположения ноздрей у рыб:

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, число которых может быть различно: у миксин от 1 до 15 пар; у миног 7 пар; у диул 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 выюновых (*Cobitidae*) их несколько пар, у барабулевых (*Mullidae*) — одна пара, а у большинства тресковых (*Gadidae*) — один непарный усик. Усики могут быть короткими (лечь, сазан) или длинными (сом); у некоторых глубоководных рыб они развиты очень сильно, например у удильщика рода *Linophryne* (Рис. 9).

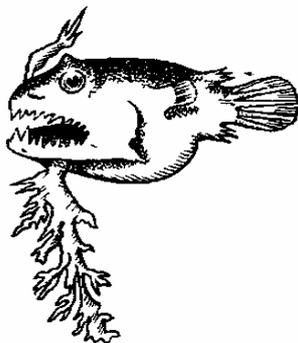


Рис. 9 Удильщик рода *Linophryne*, с усовидным придатком на нижней челюсти

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.

Лабораторная работа №3. 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:

1. 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.
2. 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.
3. Составить формулы спинного и анального плавников для видов рыб, указанных преподавателем, и перечислить виды рыб, имеющиеся в наборе, с различными формами хвостового плавника.
4. 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 P (*pinna pectoralis*) и брюшные V (*pinna ventralis*); к непарным — спинной D (*pinna dorsalis*), анальный A (*pinna analis*) и хвостовой C (*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).

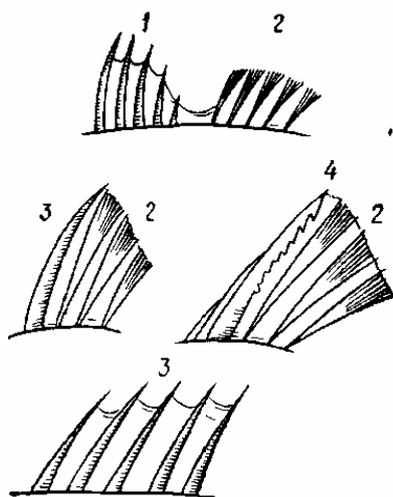


Рис. 10 Лучи плавников:

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: A 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 роstrум 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).

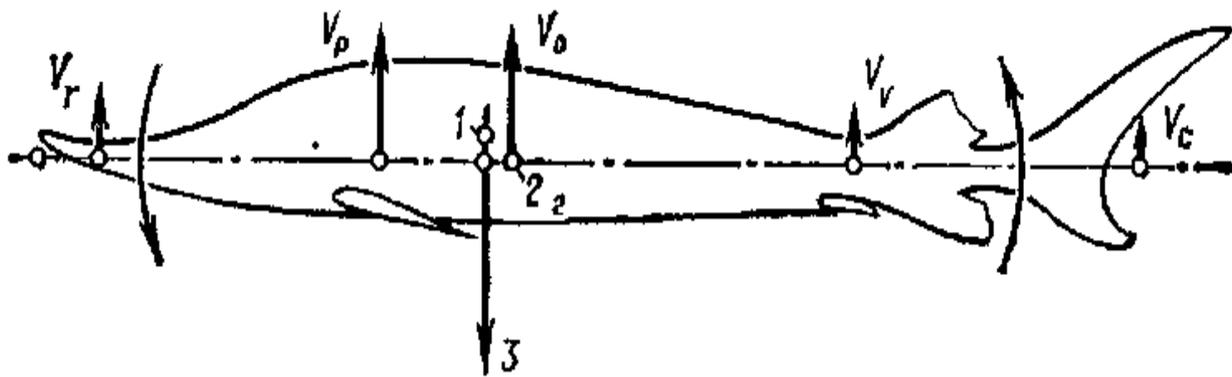


Рис. 11 Схема вертикальных сил, возникающих при поступательном движении акулы или осетровой рыбы в направлении продольной оси тела:

1 – центр тяжести, 2 – центр динамического давления, 3 – сила остаточной массы, V_0 – подъемная сила создаваемая корпусом, V_p – подъемная сила создаваемая грудными плавниками, V_r – подъемная сила создаваемая брюшными плавниками, V_c – подъемная сила создаваемая хвостовым плавником. Стрелки показывают действие вращательного момента

Если акуле удалить грудные плавники, она будет поднимать голову вверх, чтобы удержать 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 (*Alopias*) и синея акулы (*Prionace*) грудные плавники развиты хорошо, а рострум небольшой.

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).

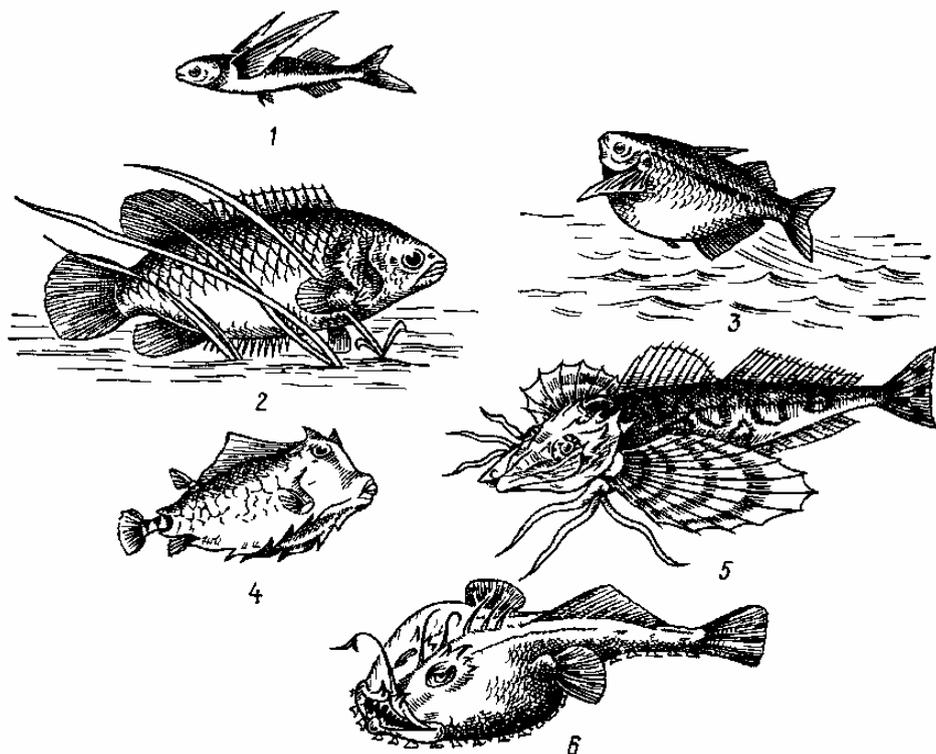


Рис. 12 Формы грудных плавников рыб:

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

У летучих рыб длина лучей может составлять до 81 % длины тела, что позволяет 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 удильщикообразные 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 (*Hyrrosampus*), 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).

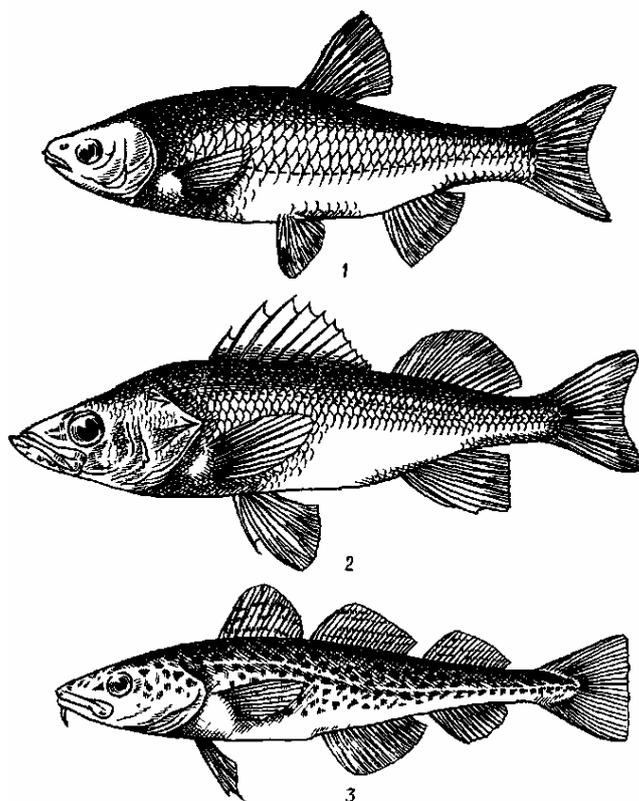


Рис. 13 Положение брюшных плавников:
1 – абдоминальное, 2 – торакальное, 3 - югулярное

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: звездчатовым (*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. Брюшные плавники могут видоизменяться. С помощью их некоторые рыбы прикрепляются к грунту (Рис. 14), образуя либо присасывательную воронку (бычковые), либо присасывательный диск (пинагоровые, слизняковые).

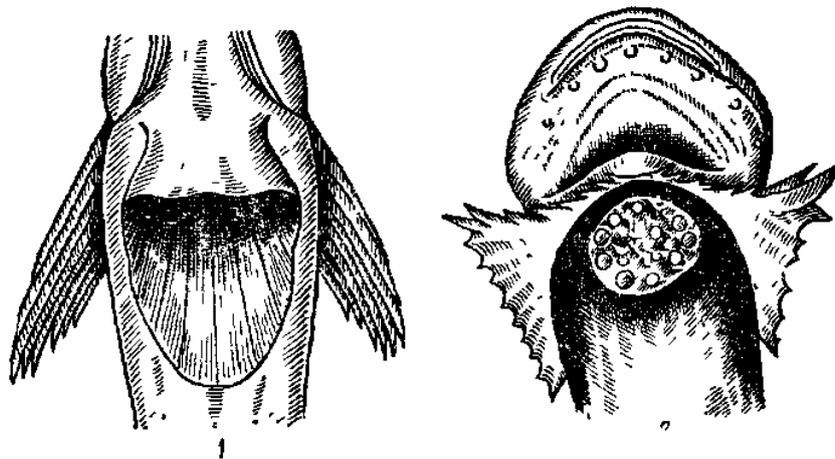


Рис. 14 Видоизменение брюшных плавников:

1 – присасывательная воронка у бычковых, 2 – присасывательный диск у слизняка

Видоизмененные в колючки брюшные плавники колюшковых 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

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, сообщаящим рыбам поступательное движение (Рис. 15).

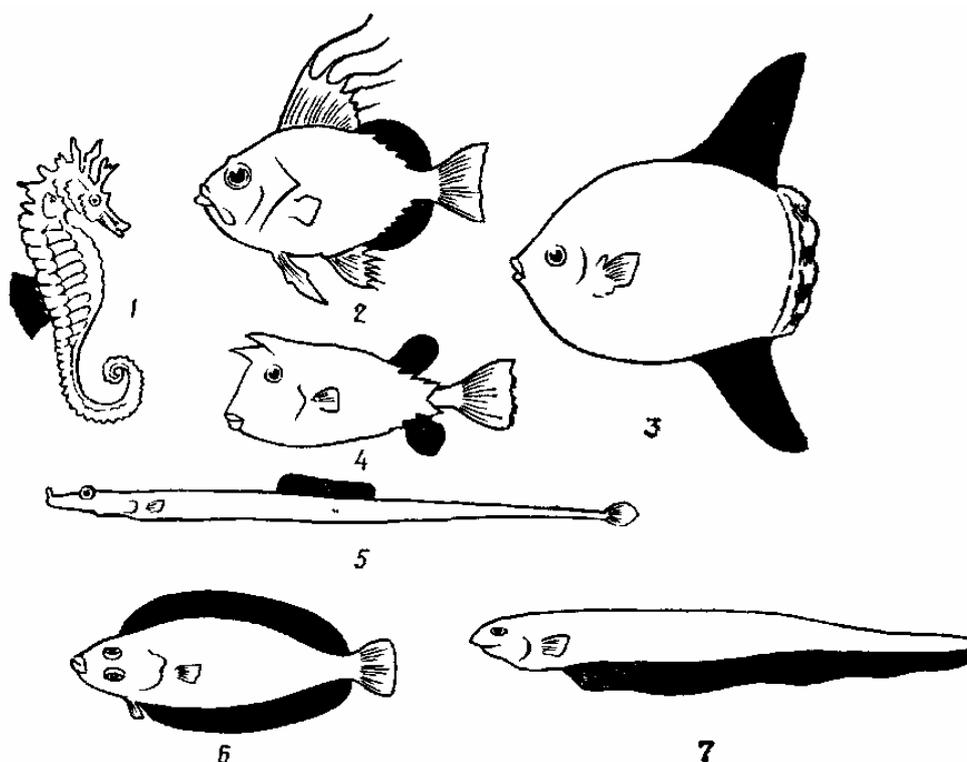


Рис. 15 форма ундулирующих плавников у различных рыб:

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

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).

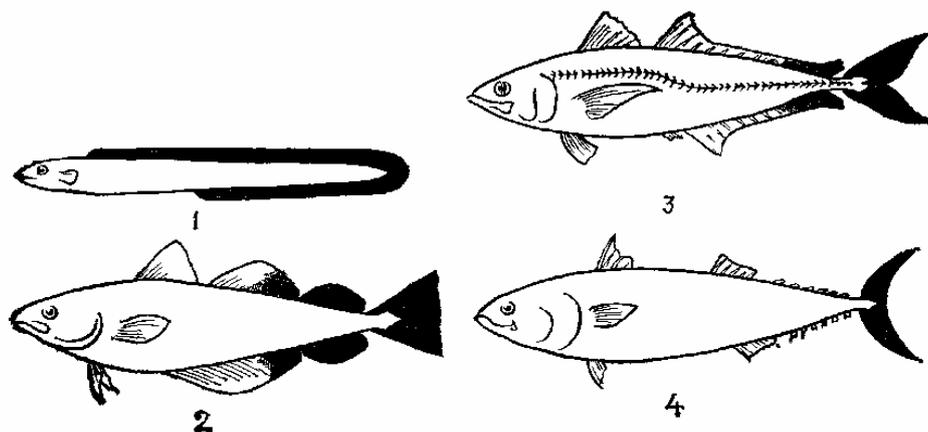


Рис. 16 Топография пассивной локомоторной функции непарных плавников у различных рыб: 1 – угорь, 2 – треска, 3 – ставрида, 4 - тунец

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. Этих рыб называют колючеперыми. 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-хвостоклов. Анального плавника не имеют скаты и акулы отряда Squaliformes.

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.

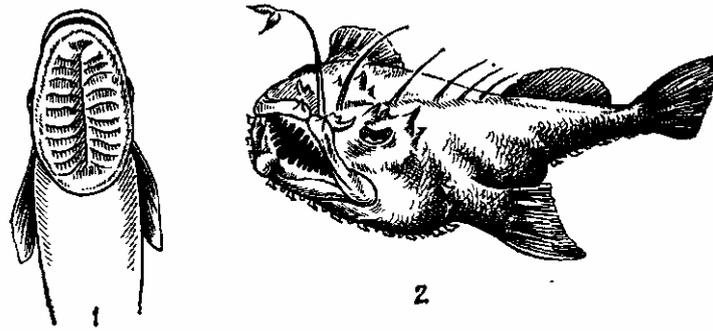


Рис. 17 Видоизмененный первый спинной плавник у рыбы-прилипалы (1) и удильщика (2)

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).

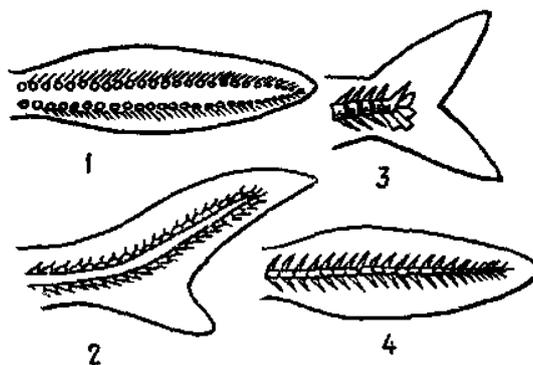


Рис. 18 Формы хвостового плавника:

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, неравнолопастный. 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).

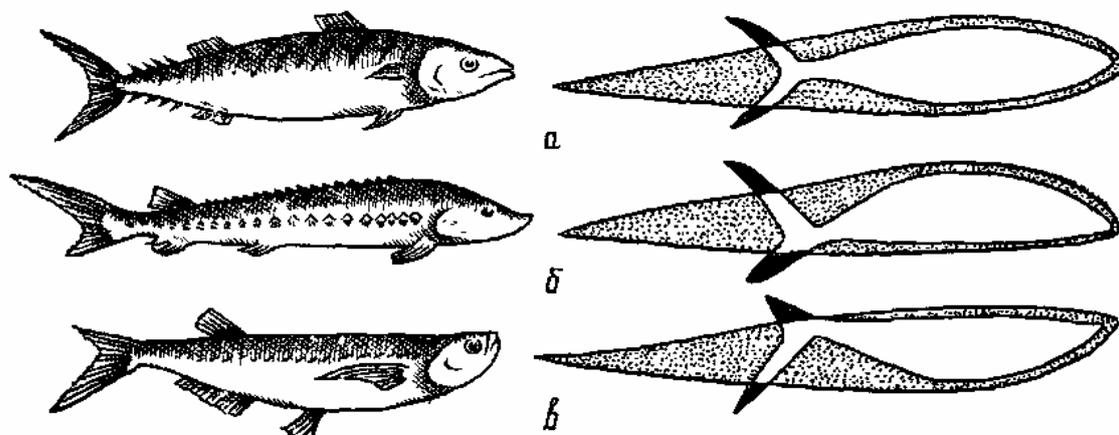


Рис. 19 Схема расположения лопастей хвостового плавника относительно зоны вихрей и слоя трения при разной форме тела:

а – при симметричном профиле (изоцеркия), б – при более выпуклом контуре профиля (эпицеркия), в – при более выпуклом нижнем контуре профиля (гипоцеркия). Зона вихрей и слой трения заштрихованы.

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 удлинняются в равной мере — изобатность, изоцеркия (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 удлинняется верхняя лопасть — эпибатность, эпицеркия (Рис. 19, б).

При наличии у рыб более выпуклой брюшной и прямой спинной поверхностей (чехонь) удлинняется нижняя лопасть хвостового плавника, так как зона вихрей и слой трения более развиты с нижней стороны тела — гипобатность, ги-поцеркия (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).

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 быстро плавающих рыб за спинным и анальным плавниками нередко находятся маленькие плавнички, состоящие из нескольких лучей. Они выполняют функцию гасителей завихрений, образующихся при движении рыбы, что способствует увеличению скорости рыбы (скомброидные, макрелещуковые). 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).

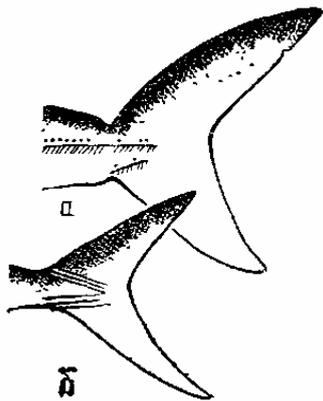


Рис. 20 Кили на хвостовом стебле у рыб:
а – у сельдевой акулы, б – у скумбрии

Лабораторная работа №4. 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:

1. 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.
2. 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.
3. 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

4. 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* 11) — 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, нототениевые—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).

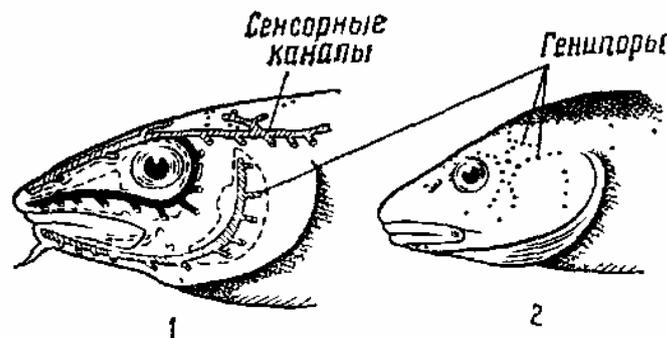


Рис. 21 Генипоры и сенсорные каналы:
1 – на голове трески, 2 – на голове наваги

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: $56 \text{ ---- } * 61$, 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 просчетом чешуи только вдоль боковой линии. В этом случае формула язя будет иметь следующий вид: $56-61$.

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).

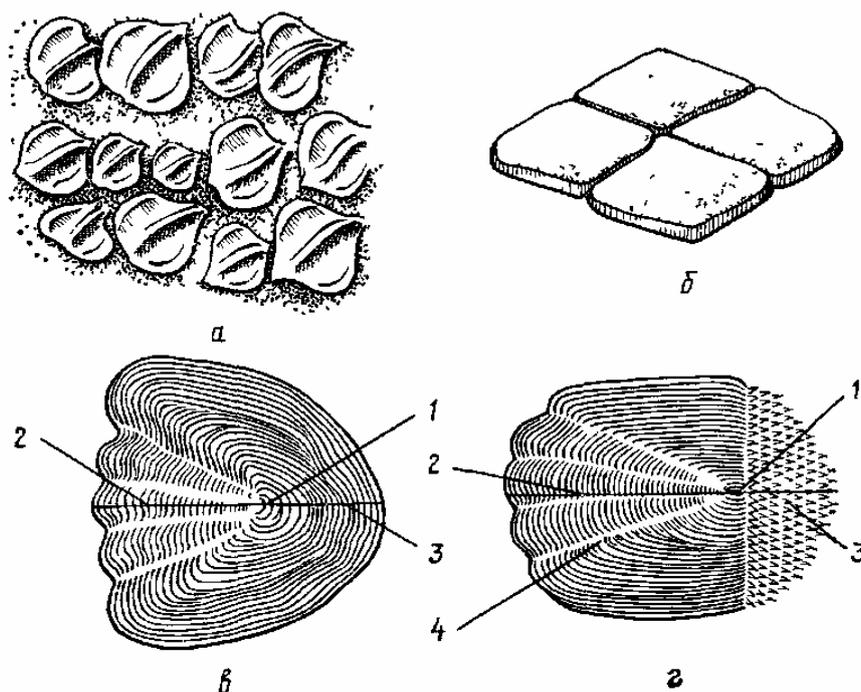


Рис. 22 Типы чешуи:

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 космоидная чешуя. По своему происхождению космоидная 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 космоидной. 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, черепацеобразное 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 (Рис. 22). Центр чешуи необязательно 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).

Лабораторная работа №5. Работа с определителем

Материал и оборудование:

Набор для определения: фиксированные представители различных групп круглоротых и рыб; эмалированная ванночка; препаровальные иглы — 2 шт.; пинцет; лупа (ув. 4—6^x) (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", -МУ 1964; Г.У. Линдберг "Определитель и характеристика семейств рыб мировой фауны", -Л., 1971.

Задание:

1. При выполнении работы нужно определить последовательно семейство и род, к которым принадлежит данная рыба.
2. По указанию преподавателя определить два вида некоторых представителей. Кратко записать основные признаки каждого семейства, представителей которого определили.

В качестве итогового занятия по разделу «Внешнее строение и формы тела рыб» предлагается работа с определителями, где, рассматривая морфологические особенности разных таксономических групп, студенты на практике применяют полученные знания.

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 основные признаки семейства.

Лабораторная работа №6. Анатомические особенности хрящевых ганоидов (хрящекостных рыб)

Материал и оборудование:

Фиксированный в формалине (спирте) и вскрытый представитель семейства осетровых и элементы скелета осетровых (по одному на 2—3 студентов).

Таблицы: Общее расположение внутренних органов, пищеварительная система, кровеносная система; Мочеполовая система самца и самки; Головной мозг; Скелет.

Препаровальный инструмент: пинцет, препаровальная игла, булавки канцелярские (по одному набору на 2—3 студентов).

Ванночки с парафином (одна на 2—3 студентов).

Задание:

Учитывая трудность получения материала, занятие проводится на вскрытой фиксированной рыбе семейства Осетровые.

Главное внимание уделяется топографии внутренних органов.

Из систем органов рассматриваются органы, доступные невооруженному глазу и не требующие препарирования. Детальное знакомство с анатомией этой группы рыб дается в лекционном курсе.

При выполнении работы необходимо рассмотреть внешнее и внутреннее строение рыбы.

Изучая внешнее строение, нужно обратить внимание на: форму тела, рыло, усики, положение и характер рта, носовые отверстия, глаза, жаберную крышку и жаберные перепонки, брызгальца, плавники, тип хвостового плавника, костные жучки и ганоидную чешую, анальное и половое отверстия.

Изучая внутреннее строение, нужно обратить внимание на расположение внутренних органов:

- Пищеварительная система: ротовая полость; глотка; пищевод; желудок; средняя и задняя кишка; спиральный клапан; печень; желчный пузырь; поджелудочная железа; пилорическая железа.
- Органы дыхания: жаберная крышка; жаберные щели; жаберные дуги; жаберные лепестки и тычинки.
- Сердечно-сосудистая система: сердце (предсердие и желудочек); венозный синус; артериальный конус; селезенка.
- Мочеполовая система: почки; мочеточники; яичники; яйцеводы; семенники; семяпроводы.
- Нервная система и органы чувств: передний мозг с обонятельными

долями; промежуточный мозг; средний мозг; мозжечок; продолговатый мозг; лимфоидный орган; органы осязания; обоняния; зрения и боковой линии.

На готовых препаратах и по рисункам нужно рассмотреть: скелет головы (мозговой и висцеральный); осевой скелет; скелет парных плавников и их поясов; скелет непарных плавников.

Вводные замечания. Хрящевые ганоиды (отряд Осетрообразные — *Acipen-seriformes*) сохраняют в своем строении ряд примитивных черт. Внешне это можно видеть на строении: рострума и брызгалец; горизонтально расположенных, по отношению к телу, парных плавников; гетероцеркального хвостового плавника; анального отверстия, которое находится вблизи брюшных плавников.

Из внутренних органов примитивное строение можно наблюдать у: хрящевого осевого черепа; челюстной дуги, представленной небно-квадратным и меккелевым хрящами; артериального конуса в сердце и спирального клапана в кишечнике. Указанные черты сближают хрящевых ганоидов с пластинчатожаберными (*Elasmobranchii*).

В то же время они обладают признаками, по которым их относят к костным рыбам. В скелете хрящекостных рыб имеются окостенения: покровные кости черепа; сошник; парасфеноид и вторичные челюсти; жаберная крышка; ключица.

Сочетание в скелете хрящевых и костных элементов определило первое название этих рыб — хрящекостные. Наличие остатков ганоидной чешуи и фулькр на верхней лопасти хвоста (свидетельство древности происхождения) определило второе название — хрящевые ганоиды.

Внешнее строение. У осетровых тело торпедообразное. Как и у всех рыб, оно подразделяется на голову, туловище и хвостовой отдел. Голова имеет форму конуса. Форма рыла (*rostrum*) может быть конической, туповатой, заостренной, мечевидной, закругленной или лопатовидной. Это является видовым признаком.

На нижней стороне рыла впереди рта расположены две пары усиков, или щупалец (*cirri*). Их форма у различных видов осетровых неодинакова. У стерляди и шипа они бахромчатые, у севрюги без бахромок, а у калуги — сплюснутые с боков, без листовидных придатков. Усики являются видовым признаком.

Рот (*stoma*) у всех осетровых нижний. У представителей рода *Acipenser* он в виде небольшой поперечной щели, а у белуг (род *Huso*) — большой полулунный. Рот окружен мясистыми губами в виде валиков на верхней и нижней челюстях. Он выдвигной, и, если потянуть за верхнюю челюсть, выдвигается ротовая воронка вместе с челюстным аппаратом. Это имеет приспособительное значение для всасывания пищи со дна. По бокам головы

расположены носовые отверстия, или ноздри (nans), позади них глаза (oculus).

Жаберная крышка (operculum) закрывает жаберный аппарат по бокам головы. Ее окаймляет жаберная перепонка, которая у осетров приращена к межжаберному промежутку isthmus, а у белуг образует свободную складку.

Брызгальце (spiraculum) в виде маленького булавочного отверстия расположено позади глаз, на верхнем крае жаберной крышки. Брызгальце отсутствует у лопатоносов и лжелопатоносов.

По телу осетровых проходят пять продольных рядов костных жучек. Один ряд расположен на спине, два с боков и два на брюшной стороне тела. Число жучек и их размеры — важный систематический признак.

Так, у стерляди боковых жучек 57—71, у русского осетра 24—50. Между рядами жучек имеются костные пластинки различной формы, и величины. У сибирского осетра между спинными и боковыми жучками пластинки мелкие, звездчатые, у русского осетра крупнее; у стерляди — в виде острых конических щитков.

Грудные плавники расположены позади жаберной крышки, почти горизонтально по отношению к туловищу. Первый луч плавника имеет вид костного шипа, степень развития которого у различных видов неодинакова. Сильно развит он у атлантического и амурского осетров, слабо у сахалинского осетра. Остальные лучи плавников (лепидотрихии) — костные кожного происхождения.

Брюшные плавники несколько сдвинуты назад, к хвостовому отделу, так же как и грудные, состоят из лепидотрихии. Спинной плавник отнесен назад, к хвостовому и располагается над анальным. Анальный плавник находится позади анального отверстия. Хвостовой плавник гетероцеркальный, эпибатный. Его верхняя лопасть покрыта ганоидной чешуей, а по верхней грани лопасти лежат фулькры. Анальное (anus) и половое (foramen genitale) отверстия находятся между брюшными плавниками одно за другим.

Внутреннее строение. На вскрытой рыбе можно рассмотреть расположение органов в теле в естественном состоянии (Рис. 23).

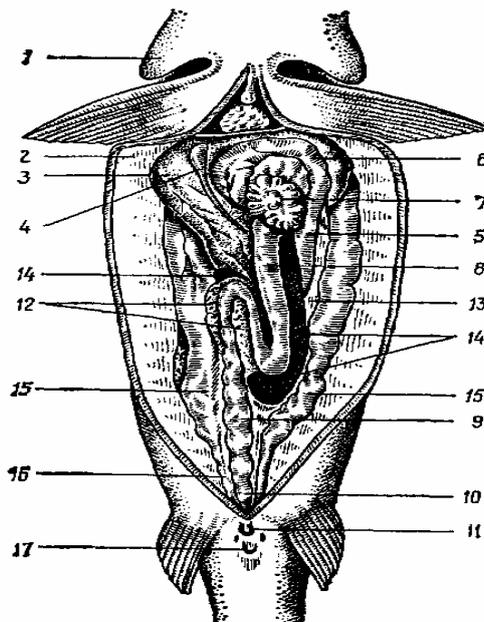


Рис. 23 Общая топография внутренних органов стерляди:

1 – сердце, 2 – брюшная полость, 3 – печень, 4 – желчный пузырь, 5 – кардиальный отдел желудка, 6 – пилорический отдел желудка, 7 – пилорическая железа, 8 – двенадцатиперстная кишка, 9 – спиральный клапан, 10 – прямая кишка, 11 – анальное отверстие, 12 – поджелудочная железа, 13 – плавательный пузырь, 14 – селезенка, 15 – семенники, 16 – половой проток, 17 – половое отверстие

Для этого следует положить рыбу в ванночке на бок брюшной стороной к себе и отвести лоскут кожи вверх, прикрепив его булавками к парафину.

Внутренние органы помещаются в околосоердечной и брюшной полостях. Околосоердечная полость лежит ближе к голове и отделена от брюшной поперечной перегородкой. В ней находится сердце (cor).

В переднем отделе брюшной полости видна многолопастная печень (hepar), охватывающая желудок (gaster) спереди и с боков так, что видна лишь его задняя часть. От желудка отходит дифференцированный на отделы кишечник. В передней его части расположена пилорическая железа (glandula pylorica) бобовидной формы, к которой примыкает U-образная крупная селезенка (lien).

На спинной стороне тела над пищеварительным трактом лежит плавательный пузырь. Его можно видеть, отведя переднюю петлю кишечника. В глубине брюшной полости вдоль позвоночника тянутся продолговатые почки (hep). Значительную часть полости тела у взрослой рыбы занимают гонады.

Рассмотрев топографию внутренних органов, переходим к более подробному знакомству с отдельными органами. Пользуясь пинцетом и препаровальной иглой, последовательно рассматриваем внутреннее строение осетровых.

Пищеварительная система. Выдвижной беззубый (зубы есть только у личинок) рот осетровых ведет в ротоглоточную полость (cavum oropharyngeus), состоящую из передней — ротовой и задней — жаберной полостей. За ней

следует пищевод (oesophagus) (Рис. 24), начало которого можно увидеть, отвернув желудок и печень.

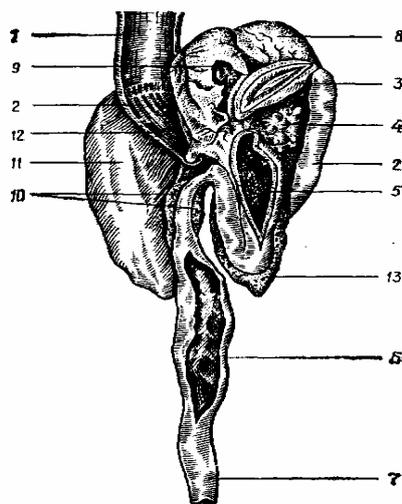


Рис. 24 Общий вид органов пищеварения стерляди:

1 – пищевод, 2 – кардиальный отдел желудка, 3 – пилорический отдел желудка, 4 – пилорическая железа, 5 – двенадцатиперстная кишка, 6 – спиральная кишка со спиральным клапаном, 7 – прямая кишка, 8 – печень, 9 – желчный пузырь, 10 – поджелудочная железа, 11 – плавательный пузырь, 12 – отверстие плавательного пузыря, 13 – селезенка

Пищевод переходит в желудок (gaster), состоящий из двух отделов: переднего—кардиального (gaster cardium) и заднего — пилорического (gaster pylorus). Пилорический отдел ведет в среднюю кишку.

На границе пилорического отдела и начала средней кишки расположена пилорическая железа (glandula pylorica). Полагают, что она представляет собой многочисленные пилорические придатки, связанные соединительной тканью и кровеносными сосудами в один орган, открывающийся в кишечник широким отверстием.

Передний отдел средней кишки — двенадцатиперстная кишка (duodenum). В заднем отделе средней кишки — спиральной кишке (colon) расположен спиральный клапан с 7— 8 витками. Он образован закругленной складкой слизистой оболочки кишечной трубки. Далее находится прямая кишка (rectum), или короткий отдел, заканчивающийся анальным отверстием (anus).

Из пищеварительных желез в передней части брюшной полости находится многодольчатая печень (hepar). В ее передней доле расположен желчный пузырь (vesica fellea), который желчным протоком открывается в двенадцатиперстную кишку у основания пилорической железы.

Поджелудочная железа (pancreas) не всегда дифференцирована от лопастей печени, поэтому ее нередко называют hepatopancreas. У крупных осетровых поджелудочная железа может быть обособленной и располагаться в виде двух продольных лопастей в месте перехода пилорического отдела желудка в двенадцатиперстную кишку.

Органы дыхания. Органами дыхания хрящевых ганоидов, как и других рыб, являются жабры эктодермального происхождения. Снаружи жаберная полость прикрыта жаберной крышкой. Под жаберной крышкой лежат жабры. Каждая жабра состоит из жаберной дуги (*arcus branchialis*), по наружному краю которой расположены в два ряда жаберные лепестки (*fulum branchialis*), отделенные друг от друга жаберными перегородками.

В отличие от пластиножаберных, у которых жаберные перегородки доходят до краев жаберных отверстий, у хрящевых ганоидов они редуцированы и не достигают края жаберных лепестков.

От внутренней стороны жаберных дуг отходят жаберные тычинки, расположенные, как и лепестки, в два ряда. На внутренней поверхности жаберной крышки можно увидеть оперкулярную жабру (*branchia opercularis*) — полужабру подъязычной дуги.

Сердечно-сосудистая система. На вскрытом представителе осетровых можно рассмотреть сердце (*cor*), которое находится в околосоудной полости, заключено в околосоудную сумку и состоит из четырех отделов. Передний отдел — артериальный конус (*conus arteriosus*) (Рис. 25), от которого вперед отходит брюшная аорта (*aorta ventralis*).

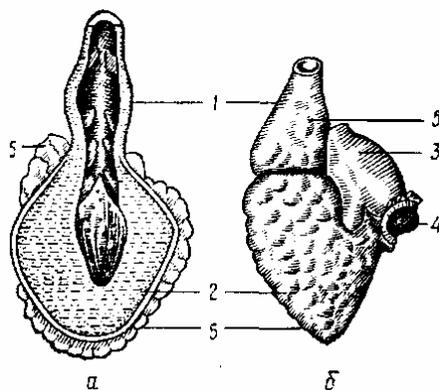


Рис. 25 Сердце осетра:

а – в разрезе, б – вид сбоку: 1 – артериальный конус, 2 – желудочек, 3 – предсердие, 4 – венозный синус, 5 – лимфоидная железа

Второй отдел сердца — толстостенный желудочек (*ventriculus*), наружная поверхность которого, как и поверхность артериального конуса, покрыта пузыревидными расширениями. Это лимфоидная железа, типичная для осетровых. Под желудочком находится предсердие (*atrium*), сообщающееся с самым задним отделом сердца — венозным синусом (*sinus venosus*), имеющим вид тонкостенного мешка.

Кроветворным органом, видимым на вскрытой рыбе, является селезенка (*lien*) — большой орган, огибающий справа и слева петлю двенадцатиперстной кишки и подстилающий ее, что можно увидеть, приподняв кишку.

Мочеполовая система. Мочеполовая система осетровых сохраняет

черты строения хрящевых рыб и несет новые — костистых.

Как и у хрящевых, у них имеются яйцеводы с воронками, открывающимися в полость тела (Рис. 26). С костистыми их сближает наружное оплодотворение, высокая плодовитость и отсутствие клоаки.

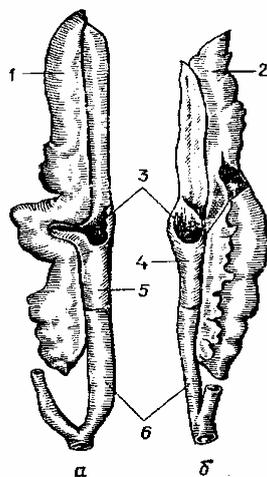


Рис. 26 Половые органы самца (а) и самки (б) стерляди:

1 – семенники, 2 – яичники, 3 – воронка яйцевода, 4 – яйцевод, 5 – семяпровод, 6 – мочеполовой канал

Почки в виде парных плоских удлинённых тел лежат по бокам позвоночника, сливаясь позади плавательного пузыря. Он пронизаны кровеносными сосудами, образующими воротную систему почек.

Мочеточниками (ureter) и семяпроводами (vas deferens) служат первичные почечные протоки. Начинаясь у переднего края почки отдельными канальцами, они образуют общий проток. К нему на уровне заднего конца плавательного пузыря присоединяется воронка яйцевода, образованная у осетровых рыб мезонефрическим каналом. Через эту воронку и выводной канал целомная жидкость выводится наружу.

Яичники (ovarium)—парные гонады самки — расположены по бокам полости тела и прикреплены к ее дорзальной стенке брыжейками. Выводными протоками яичников служат яйцеводы (oviductus), лежащие на наружной стороне гонад в виде широких трубок. В полость тела они открываются широкими воронками на уровне нижней половины гонады. Наружу яйцеводы открываются общим отверстием позади ануса.

Семенники (testis)—парные половые железы самцов — также находятся по бокам полости тела. В отличие от зернистой структуры яичника семенники имеют дольчатую структуру. От семенников отходят семявыносящие канальца (vas efferens), впадающие в верхнюю часть почки.

Нервная система и органы чувств. На готовом препарате мозга осетровой рыбы и по таблицам рассматривается общая топография нервной системы в черепной области. Головной мозг хрящевых ганоидов состоит из пяти отделов (Рис. 27).

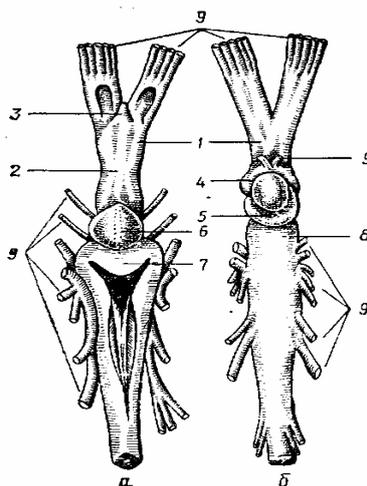


Рис. 27 Головной мозг стерляди:

а – вид сверху, б – вид снизу: 1 – передний мозг, 2 – промежуточный мозг, 3 – эпифиз, 4 – воронка промежуточного мозга, 5 – гипофиз, 6 – средний мозг, 7 – мозжечок, 8 – продолговатый мозг, 9 – нервы

Передний мозг (telencephalon) небольшой, не разделен на полушария. Спереди от него отходят парные обонятельные доли, задний верхний отдел прикрыт крышей промежуточного мозга (diencephalon). От промежуточного мозга вперед на ножке отходит пинеальный орган, или эпифиз (epiphysis). На дне мозговой воронки нижнего отдела промежуточного мозга находится нижняя мозговая железа, или гипофиз (hypophysis).

За промежуточным мозгом расположен слабо дифференцированный средний мозг (mesencephalon) со зрительными долями, к которым сзади примыкает мозжечок (cerebellum), представляющий собой утолщенную переднюю стенку продолговатого мозга и его ромбовидной ямки.

Последний отдел головного мозга — продолговатый мозг (myelencephalon) переходит в спинной. Крыша продолговатого мозга прикрыта сверху лимфоидным органом грушевидной формы.

У разных видов осетровых отделы головного мозга развиты по-разному, что связано с их образом жизни и деятельностью отдельных органов чувств. Для мозга стерляди характерно сильное развитие обонятельных мешков и обонятельных нервов. Соответственно значительно развит и передний мозг, где сосредоточены обонятельные центры. Хорошо развит средний мозг и мозжечок. У севрюги хорошо развит передний и промежуточный мозг, а зрительные доли в среднем мозге по сравнению со стерлядью развиты слабее.

Основными органами чувств, позволяющими осетровым ориентироваться в окружающей среде, являются органы системы боковой линии и органы обоняния, а органы зрения развиты слабо.

Органы системы боковой линии представлены каналами и ямками, или фолликулами. Боковой канал (canalis lateralis) проходит в боковых рядах жучек вдоль всего тела. На поверхность он открывается отверстиями в промежутках между жучками. На голове кожные органы чувств очень сложны и

представлены чувствующими каналами, бугорками и ямками (Рис. 28).

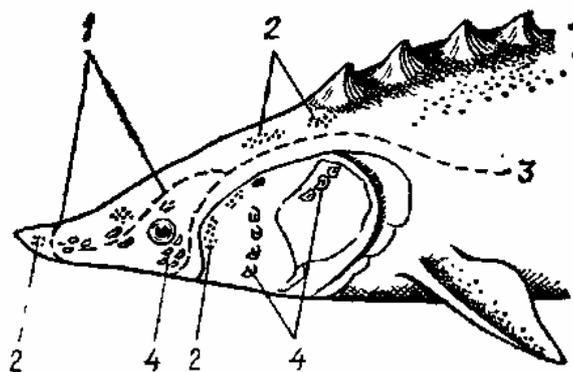


Рис. 28 Схема расположения кожных органов чувств боковой линии на голове стерляди и др.: 1 – чувствующие каналы с погруженными в них невромастами, 2 – чувствующие бугорки, 3 – боковая линия тела, 4 – чувствующие ямки

Орган обоняния осетровых в виде парных носовых отверстий расположен впереди глаз. Обонятельные мешки хорошо развиты. Снаружи обонятельный мешок прикрыт кожистой пленкой с двумя отверстиями — ноздрями.

Органы зрения — глаза имеют типичное для рыб строение. Органами осязания служат усики, на которых расположены вкусовые почки.

Скелет рыб. Он рассматривается по препаратам и таблицам. Скелет осетровых, как и всех рыб, разделяется на отделы: скелет головы, туловища, скелет парных плавников и их поясов, непарных плавников.

Скелет головы. Как и у других рыб, он представлен двумя отделами черепа: осевым (мозговая коробка) и висцеральным (скелет ротового и жаберного аппаратов) (Рис. 29).

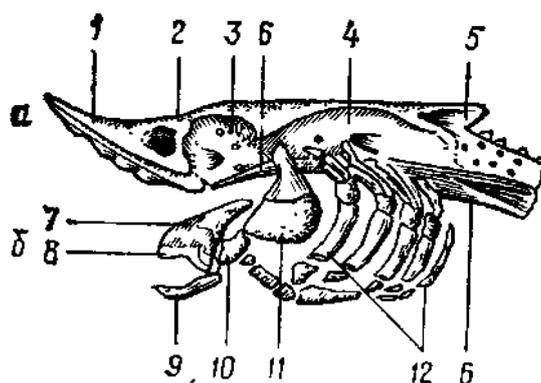


Рис. 29 Хрящевой череп стерляди:

а – мозговой, б – висцеральный: 1 – рострум, 2 – обонятельный отдел, 3 – глазничный отдел, 4 – слуховой отдел, 5 – затылочный отдел, 6 – парасфеноид, 7 – крыловидная кость, 8 – челюстно-предчелюстная кость, 9 – зубная кость, 10 – симплектикум, 11 – гиомандибуляре, 12 – скелет жаберного аппарата

Мозговой череп, или нейрокраниум (*neurocranium*), у осетровых полностью хрящевой, лишь у рыб старших возрастов в нем появляются небольшие окостенения. Он имеет вид коробки, в которой различается несколько отделов.

Передняя часть черепа — ростральный отдел, или рострум, характеризуется наличием сильно развитого непарного конической формы рострального хряща. Позади основания рострума находятся обонятельные капсулы — обонятельный отдел (этмоидальный — *pars ethmoidales*).

Сзади него расположены обширные углубления боковых стенок черепа — глазницы, или орбиты (*orbita*), составляющие глазничный отдел (*pars orbitalis*). За глазницами идет слуховой, или височный, отдел (*pars otica, s. temporalis*), в хрящевых стенках которого заключены слуховые капсулы.

Слуховой отдел короткий и переходит в затылочный, где прирастает позвоночник. В основании черепа залегает непарное покровное окостенение — парасфеноид (*parasphenoideum*), который впереди упирается в непарный сошник (*vomer*). У осетровых основание черепа широкое; в области глазниц черепная коробка расширена — тип черепа платибазальный.

Сверху череп покрыт большим числом кожных костей, образующих сплошной панцирь с отверстиями для глаз и ноздрей. По своему развитию и строению эти кожные кости представляют собой такие же разросшиеся чешуи, как и жучки, расположенные на спине и боках осетровых.

Некоторые из этих костей по своему расположению можно сравнить с наиболее постоянными покровными костями черепа высших рыб (лобные — *frontale*; теменные — *parietale* и др.).

Висцеральный череп (*splanchnocranium*) представлен у осетровых подвижными, расчлененными хрящевыми дугами. Передняя дуга — челюстная (*arcus mandibularis*) состоит из верхней и нижней челюстей. Они составляют выдвигной ротовой аппарат.

Верхняя челюсть образована парным небно-крыловидно-квадратным хрящом (*cartilage palato-pterygoquadrate*). С нижней стороны верхней челюсти лежит покровная крыловидная кость (*pterygoideum*). Передняя часть верхней челюсти покрыта вторичной верхней челюстью — челюстно-предчелюстной костью (*maxillo-praemaxillare*).

Нижняя челюсть (*mandibula*) представлена меккелевым хрящом (*cartilago Meckeli*) и вторичными челюстями — покровными зубными костями (*dentariae*). У старых осетров внутренняя сторона меккелева хряща несет дополнительные покровные кости — пластинчатую (*spleniale*) и угловую (*angulare*).

Позади челюстной дуги располагается подъязычная, или гиоидная, дуга (*arcus hyoideus*). Она состоит из верхнего отдела — гиомандибулярного хряща (*hyomandibulare*), или подвеска, и симплектикума (*symplicticum*).

Часть гиомандибулярного хряща окостеневает. Нижний его конец подвижно сочленяется с симплектикумом, а последний передним концом сочленяется с задним концом верхней челюсти. Таким образом, у осетровых

рыб наблюдается четко выраженная гиостилия.

За гиоидной дугой идут пять пар жаберных дуг. Первые три расчленены на четыре скелетных членика, четвертая и пятая дуги неполные. Верхние концы жаберных дуг подвешены к основанию осевого черепа двойными фарингобранхиальными хрящиками; нижние — к непарным хрящам — копулам, соединяющим жаберные дуги на брюшной стороне.

Жаберная крышка осетровых несет окостенения. Самое крупное—подкрышечная кость (*suboperculum*); ниже ее расположены два окостенения меньших размеров: верхнее и нижнее.

Осевой скелет туловища. Основу осевого скелета туловища хрящевых ганоидов составляет хорда, или спинная струна (*chorda dorsalis*) (Рис. 30).

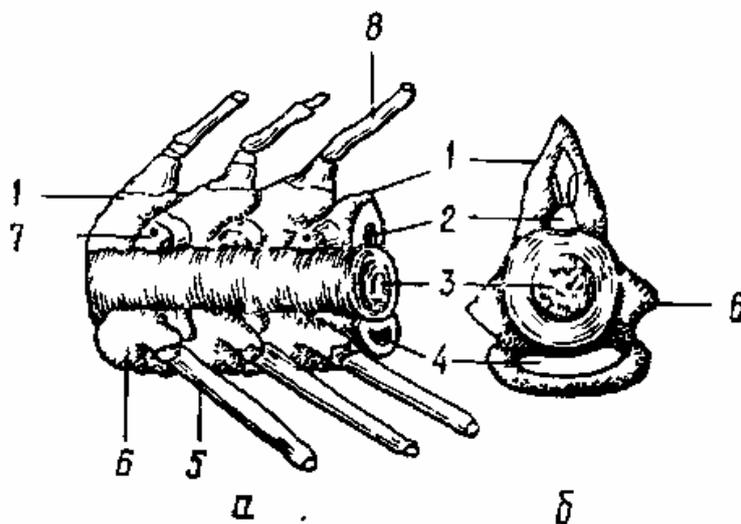


Рис. 30 Позвоночник осетровой рыбы:

а — вид сбоку, *б* — поперечный разрез: 1 — верхняя каудальная дуга; 2 — невральный канал, 3 — хорда, 4 — гемальный канал; 5 — ребра; 6 — нижняя задняя дуга, 7 — верхние краниальные дуги; 8 — спинной остистый отросток

Снаружи она одета плотно прилегающим соединительно-тканным футляром. Тела позвонков отсутствуют. На оболочке хорды расположены хрящевые верхние и нижние дуги позвонков.

Верхние каудальные дуги (*arcus superior caudalis*), или базидорзалии (*basidorsale*), правой и левой сторон, сливаясь, окружают спинной мозг и над ним образуют сужающийся вырост, который окостеневает и служит местом прикрепления непарного спинного остистого отростка (*processus spinosus dorsalis*).

Между основаниями верхних каудальных дуг залегают небольшие вставочные хрящики — верхние краниальные дуги (*arcus superior cranialis*), или интердорзалии (*interdorsale*).

С вентральной стороны хорды находится нижняя задняя дуга, или, базивентралия (*arcus ventralis posterior, s. basi ventrale*).

Между нижними задними дугами по бокам залегают небольшие хрящики — нижние передние дуги (*arcus ventralis anterior*), или вставочные пластинки — интервентралии (*interventrale*).

В туловищном отделе нижние дуги позвонков образуют поперечные отростки (*processus transversus*), к которым прикрепляются ребра (*costal*, хорошо развитые в переднем отделе туловища. Соседняя их часть окостеневшая, а концы хрящевые.

Имеются и небольшие гемальные отростки, охватывающие спинную аорту, которые в хвостовой части смыкаются, образуя гемальный канал (*canalis haemalis*).

Скелет парных плавников (Рис. 31).

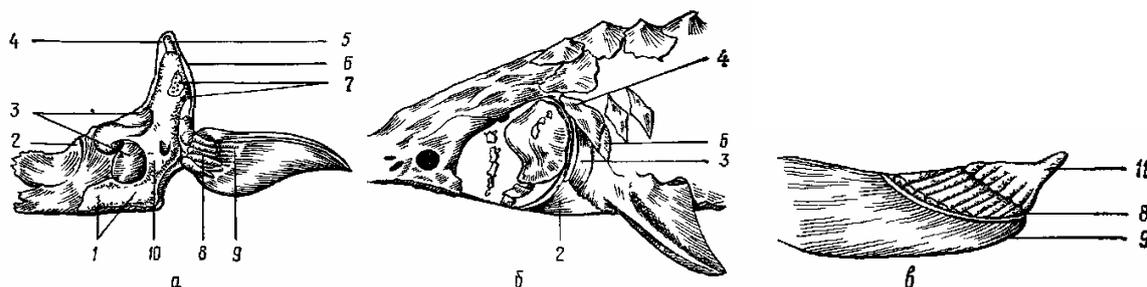


Рис. 31 Скелет парных плавников стерляди:

а – грудной плавник, правый с внутренней стороны; б – грудной плавник, левый с наружной стороны; в – брюшной плавник. 1 – коракоидный отдел, 2 – ключица, 3 – клейтрум, 4 – надклейтрум, 5 - надлопаточный хрящ, 6 – подклейтрум, 7 – лопаточный отдел, 8 – хрящевые лучи, 9 – лепидотрихии, 10 – мезокаракоид, 11 - базиптериgium

Пояс грудных плавников представлен хрящом, в котором можно выделить: вентральную часть — коракоидный отдел (*pars, coracoidea*), дорзальную часть — лопаточный отдел (*pars, scapularis*) и мезокаракоид (*mesocoracoideum*). Над лопаточным отделом лежит небольшой надлопаточный хрящ (*cartilago suprascapularis*). Это элементы первичного пояса.

Снаружи он покрыт вторичными кожными окостенениями. Коракоидную часть первичного пояса прикрывает парная ключица (*clavicula*) — мощная покровная кость. Среднюю часть хрящевого пояса снаружи и спереди покрывает клейтрум (*cleithrum*).

Верхнюю часть лопаточного отдела и надлопаточный хрящ пояса прикрывают надклейтрум (*supracleithrum*) и задняя клейтрум (*postcleithrum*). Надклейтрум верхним концом причленяется к наружной крыше черепа.

Скелет грудного плавника состоит из внутреннего и наружного скелета.

Внутренний скелет образован небольшим (обычно 8) числом хрящевых лучей, из которых некоторые непосредственно причленяются к поясу, а некоторые сидят на небольшом основном хряще, лежащем у заднего края плавника.

Наружный скелет плавника составляют костные, расчлененные кожные лучи — лепидотрихии, причленяющиеся к дистальным концам хрящевых лучей

внутреннего скелета плавника. Первый луч грудного плавника хорошо развит и служит элементом, по которому определяется возраст рыб.

Тазовый пояс осетровых не связан с осевым скелетом туловища. Он представлен двумя крупными лопатовидными хрящами — базиптеригиями (*basipterygium*). К их дистальным концам прикрепляются хрящевые лучи внутреннего скелета брюшного плавника.

Внутренний скелет брюшного плавника, как и грудного, состоит из хрящевых, у старых рыб частично окостеневающих, радиальных лучей (не более 10). Наружный скелет также представлен лепидотрихиями.

Скелет непарных плавников. Внутренний скелет спинного и анального плавников состоит из хрящевых расчлененных лучей (*radialia*) (Рис. 32).

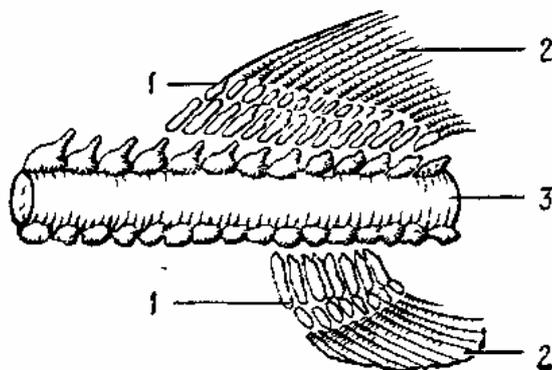


Рис. 32 Скелет спинного и анального плавников стерляди:

1 – хрящевой лучи, 2 – лепитохондрии, 3 - хорда

Основания их соединительной тканью связаны с остистыми отростками позвонков. Наружный скелет плавников представлен лепидотрихиями—кожными костными лучами. Число лепидотрихии преобладает над числом радиалий.

Хвостовой плавник гетероцеркальный. Его внутренний скелет составляет утончающаяся хорда, входящая в верхнюю лопасть. Наружный скелет верхней лопасти плавника представлен фулькрами (*fulcrum*) и с боков ганоидными чешуями. Внутренний скелет нижней лопасти хвостового плавника составляют слабо выраженные радиалий, а наружный — лепидотрихии.

Лабораторная работа №7. Анатомические 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 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.

Задание:

Основываясь на знании внешних признаков рыб, рекомендуется самостоятельно рассмотреть особенности внешнего строения вышеуказанных видов рыб и заполнить таблицы, представленные ниже:

Таблица А

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 (11)				
Тип чешуи (определить под лупой)				
Положение брюшных плавников, количество спинных плавников				
Формула спинного плавника				
Формула анального плавника				

Таблица Б

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				

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.

Общая топография внутренних органов. Под жаберной крышкой лежат четыре пары жаберных дуг (*arcus branhialis*) (Рис. 33). За ними в околосоердечной полости, стенки которой выстланы перикардием (*pericardium*), находится двухкамерное сердце (*cor*).

Перикардий одевает отделы сердца снаружи и называется здесь эпикардием (*epicardium*). В брюшной части околосоердечной полости лежит мускулистый желудочек (*ventriculus*), из-под него выступают с двух сторон темно-красные края предсердия (*atrium*). У карпа предсердие почти целиком закрывает желудочек.

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.

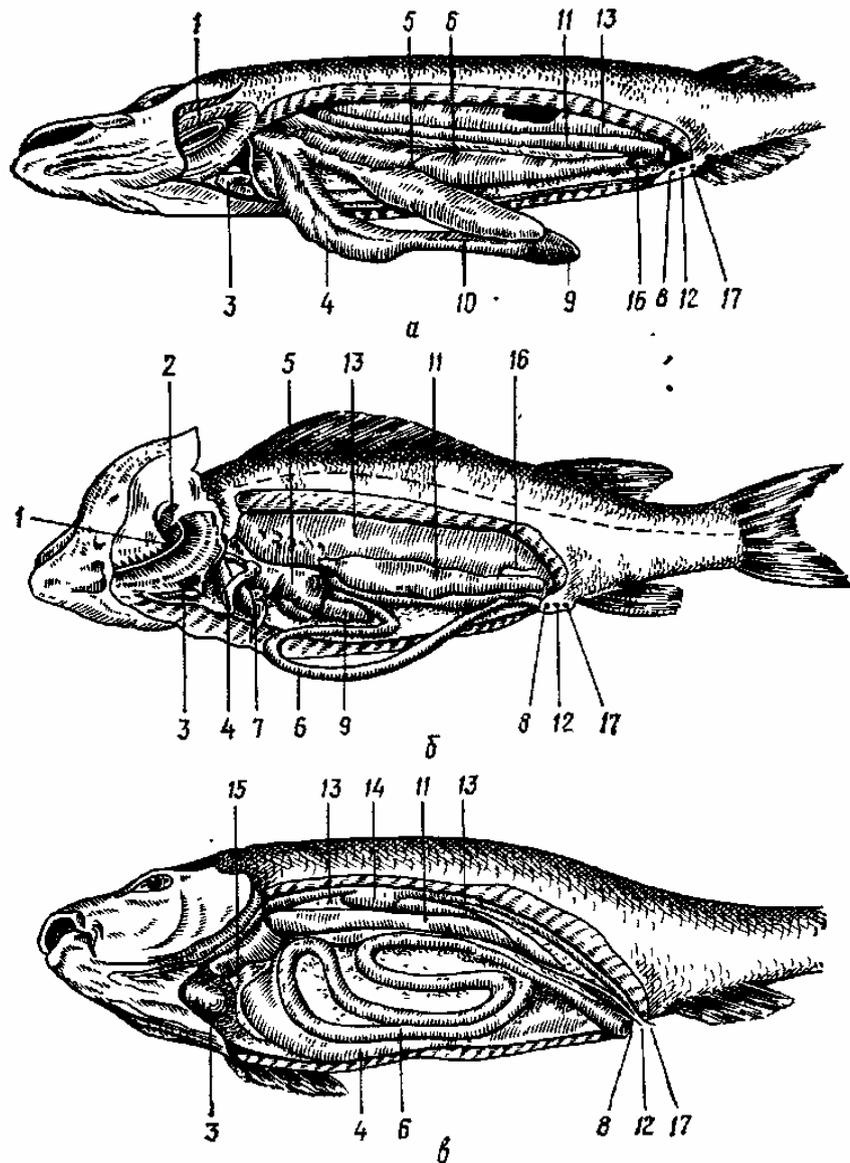


Рис. 33 Общая топография внутренних органов костистых рыб:

а – щука; б – 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 – мочеполовой пузырь, 17 – мочевое отверстие

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-бурая 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 закрыто-пузырных 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 (*hep*), 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 околосердечной полости.

Органы дыхания. У костистых рыб органами дыхания служат жабры 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.

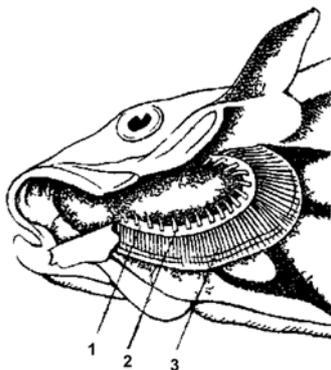


Рис. 34 Жаберный аппарат костистой рыбы:

1 – первая жаберная дужка, 2 – жаберные тычинки, 3 – жаберные лепестки

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.

Пищеварительная система. У костистых рыб пищеварительный тракт начинается ротовым отверстием (*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 (*caelum 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.

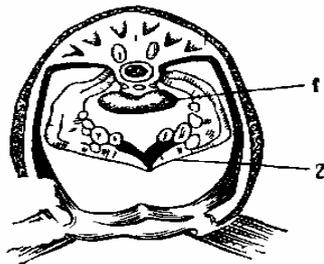


Рис. 35 Глоточный аппарат у карповых рыб:

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.

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.

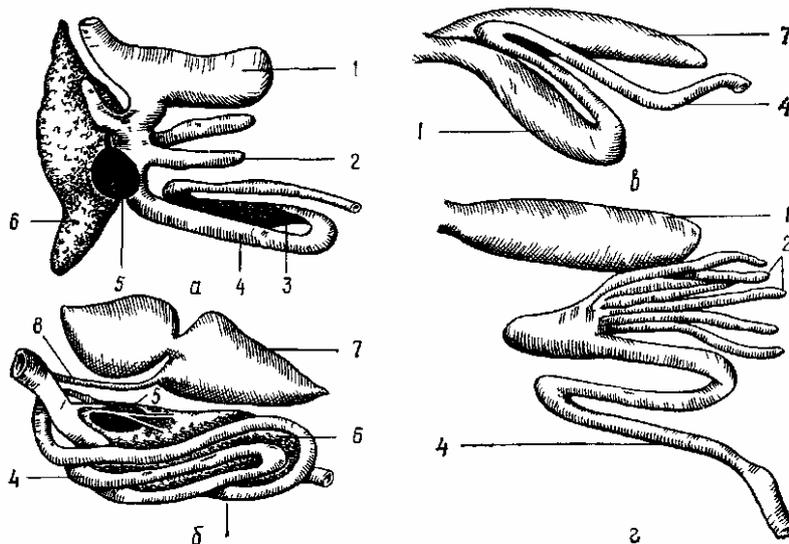


Рис. 36 Часть пищеварительного тракта и плавательный пузырь рыб:

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

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 бледно-окрашенная 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 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 поперечнополосатой 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*).

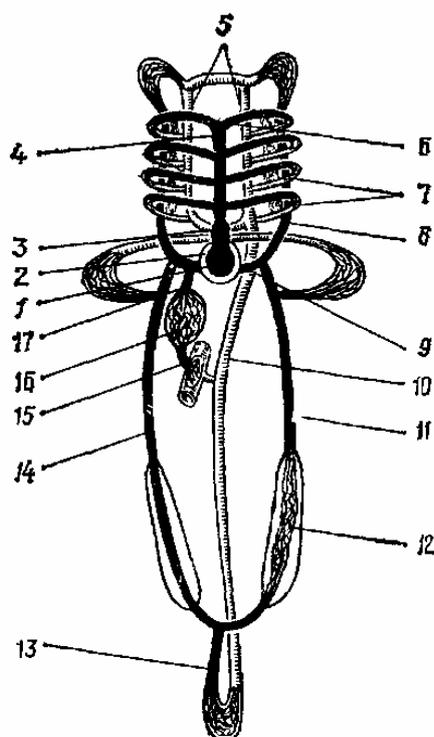


Рис. 37 Кровеносная система костистой рыбы:

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.)

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).

Почки (геп) костистых рыб мезонефрические (туловищные) лежат по бокам позвоночника над плавательным пузырем. Передние, несколько расширенные концы образуют головную почку, хорошо выраженную у окуня и карпа.

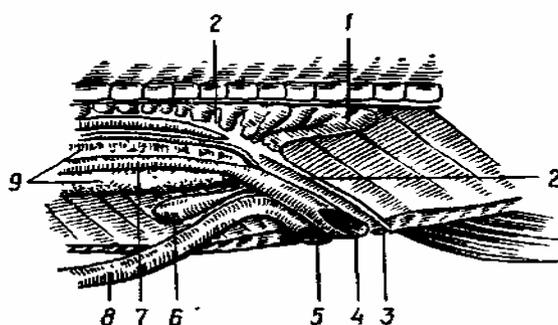


Рис. 38 Выводные каналы мочеполовой системы щуки:

1 – почки, 2 – мочеточник, 3 – наружное отверстие мочеточника, 4 – половое отверстие, 5 – анальное отверстие, 6 – мочевой пузырь, 7 – семяпровод, 8 – кишечник, 9 – семенник

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. 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).

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.

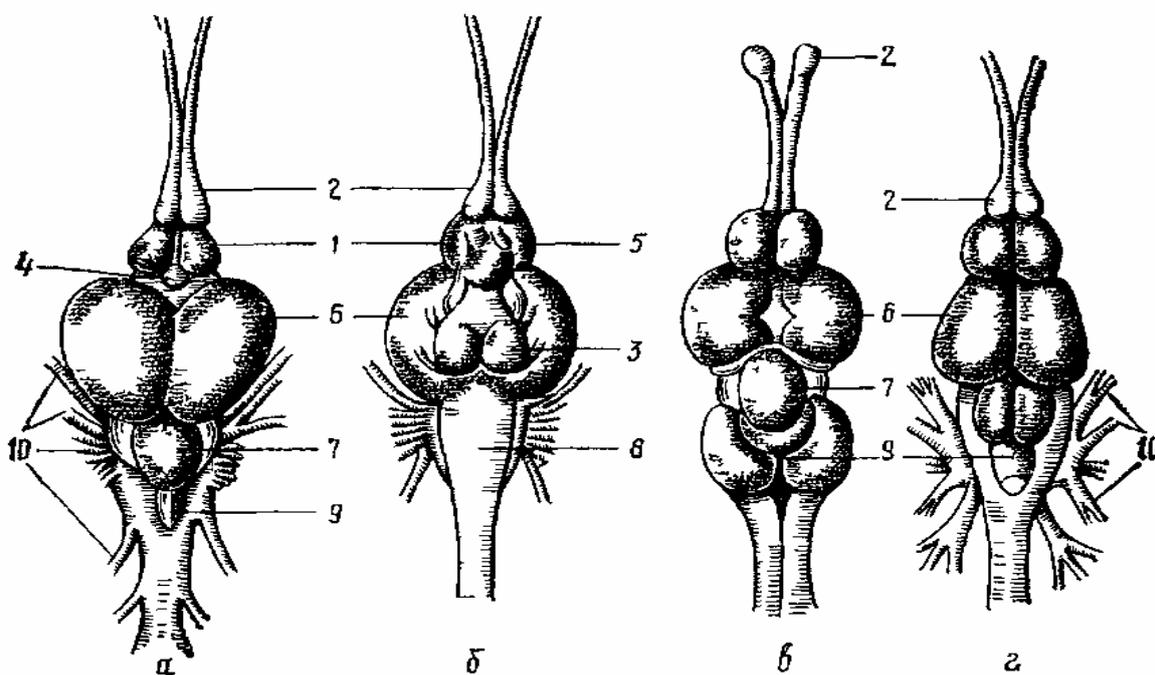


Рис. 39 Головной мозг костистых рыб:

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 ямка продолговатого мозга, 10 – головные нервы

К переднему краю мозга примыкают небольшие продолговато-овальные обонятельные луковицы (*bulbus olfactonus*), 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.

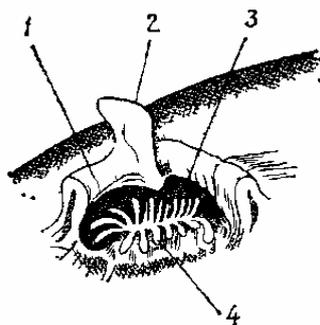


Рис. 40 Носовая полость рыбы:

1 – переднее носовое отверстие, 2 – складки 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 полукружными 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.

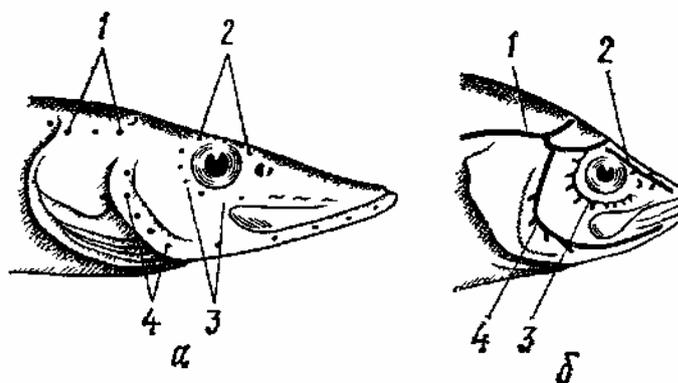


Рис. 41 Схема сейсмочувствительной системы на голове щуки (а) и окуня (б):

1 – заглазничный канал, 2 – надглазничный канал, 3 – подглазничный канал, 4 – гиомандибулярный канал

Лабораторная работа №8. 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).

Задание:

1. 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.
2. 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.
3. Изучение строения скелета рекомендуется начинать с самой сложной структуры — черепа. По рисункам, таблицам и готовым препаратам рассматривается общее расположение костей черепа.
4. 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.
5. 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 приложении к этой теме.
6. Расположенные по отделам кости висцерального и мозгового черепа, плечевого пояса (после проверки выполненной работы преподавателем) подключают на лист и подписывают.
7. Закончив работу со скелетом головы, следует перейти к изучению осевого скелета и скелета тазового пояса и плавников по макетам.
8. Строение скелета рассматривается на примере судака (окуня). Для сравнения приводятся некоторые особенности в строении скелета щуки, карпа, налима.

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 поллой 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.

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.

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 (basioccipitale), с которой сочленяется позвоночник; двух боковых (exoccipitale-occipitale laterale) и верхней (supraoccipitale). Последняя несет гребень для прикрепления мышц.

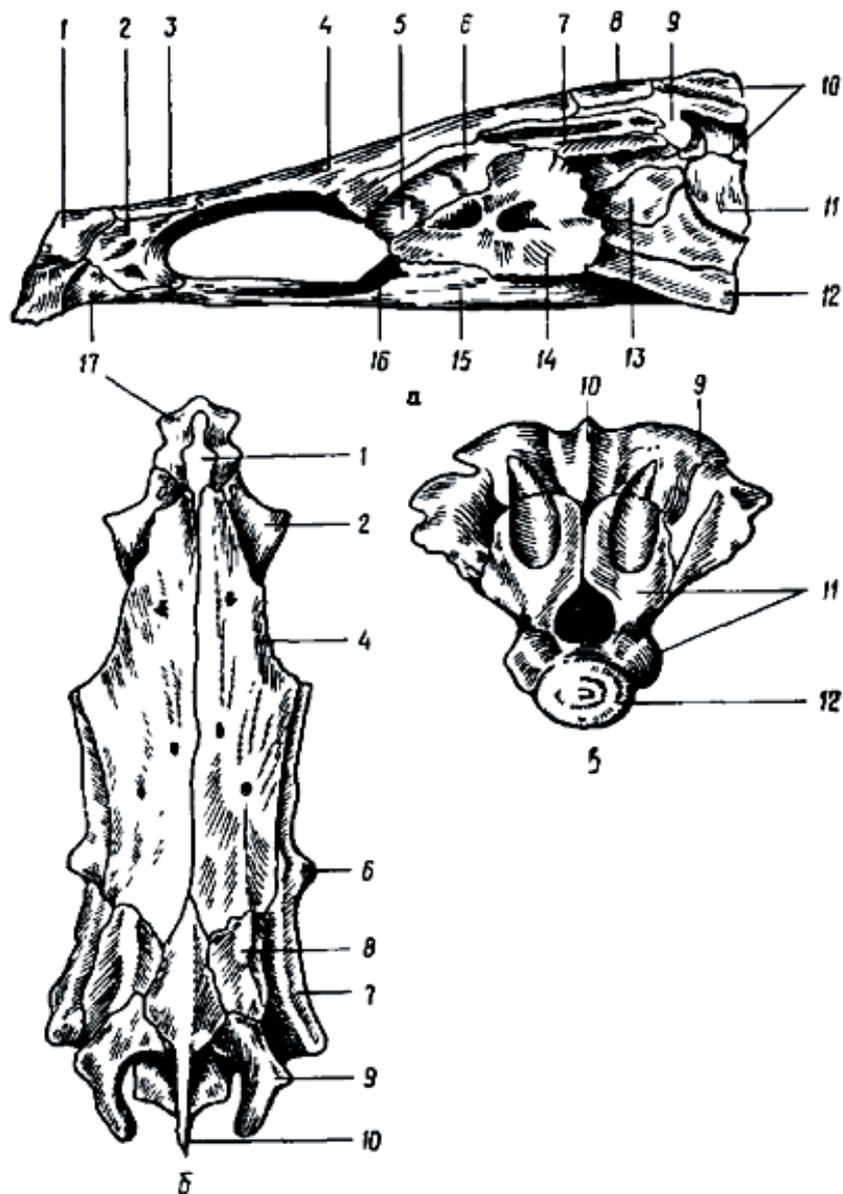


Рис. 42 Осевой череп судака:

а – вид сбоку, б – вид спереди, 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 – верзезатылочная кость, 11- боковая затылочная кость, 12 – основная затылочная кость, 13 – заднеушная кость, 14 – переднеушная кость, 15 – переднеушная кость, 16 – основная клиновидная кость, 17 - сошник

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 пластинчатожаберных, образована парными несущими зубы небными (*palatinum*) костями, тремя крыловидными — наружной (*ectopterygoideum*), внутренней (*entopterygoideum*), задней (*metapterygoideum*)—и квадратной (*quadratum*) (Рис. 42).

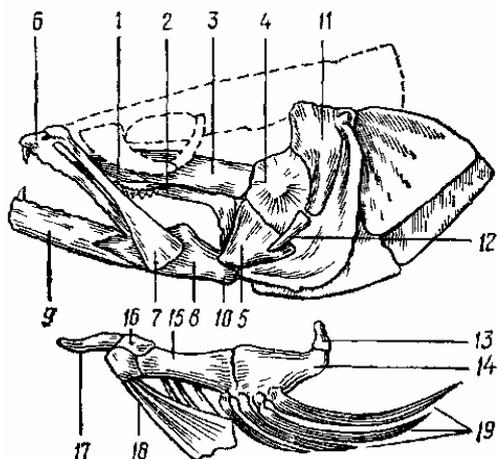


Рис. 43 Висцеральный отдел черепа судака:

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 — сочленовная 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

Небная кость имеет смешанное происхождение; внутренняя и наружная крыловидные развиваются как покровные на небо-квадратном хряще, задняя крыловидная и квадратная — хондральные кости.

Вторичная верхняя челюсть — хватательный аппарат, который состоит из покровных костей: парных предчелюстных, жаберной перепонки, или межчелюстных (*praemaxillare*) и верхнечелюстных (*maxileare*). 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 (*pharyn-gobranchiale*), верхнежаберные (*epibranchiale*), среднежаберные (*ceratobranchiale*) и нижнежаберные (*hypobranchiale*) (Рис. 44).

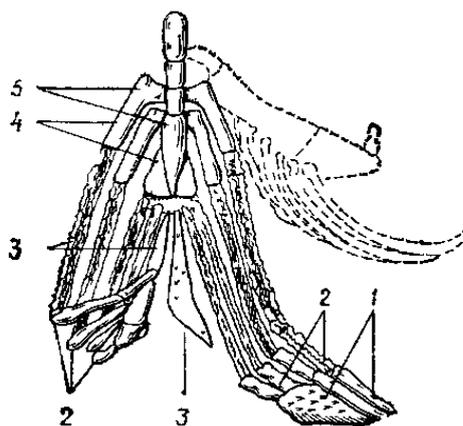


Рис. 44 Жаберный аппарат судака:

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

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.

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

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

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*).

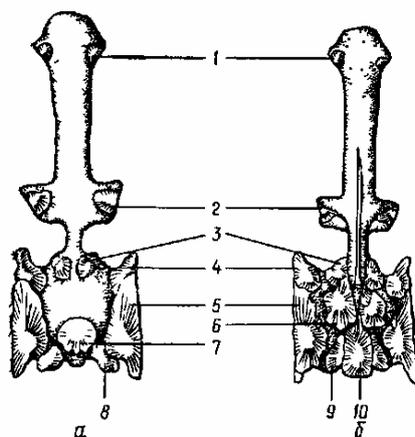


Рис. 45 Осевой череп шуки:

а – вид сверху, б – 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

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 сошника и средней обонятельной кости с широкими крыловидными

образованиями. Сошник короткий и не несет зубов. В глазничном отделе имеются глазоклиновидные 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.

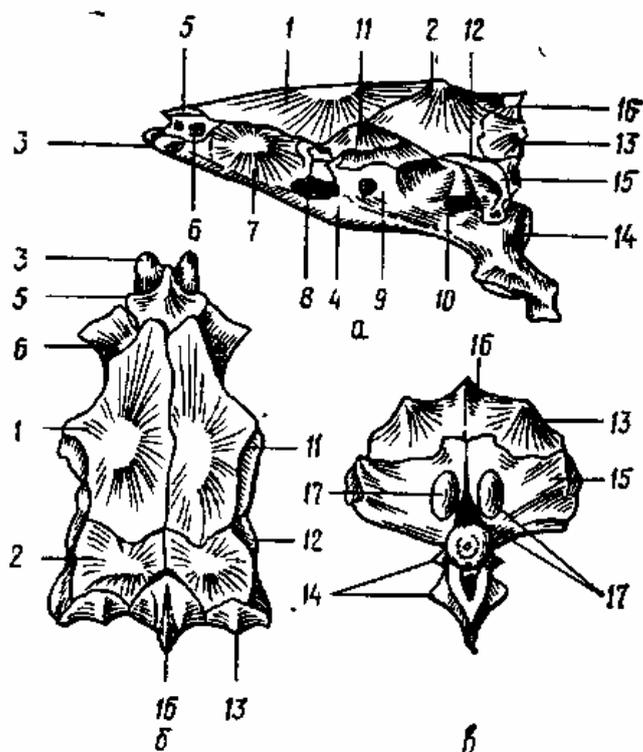


Рис. 46 Осевой череп карпа:

а – вид сбоку, б – 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

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).

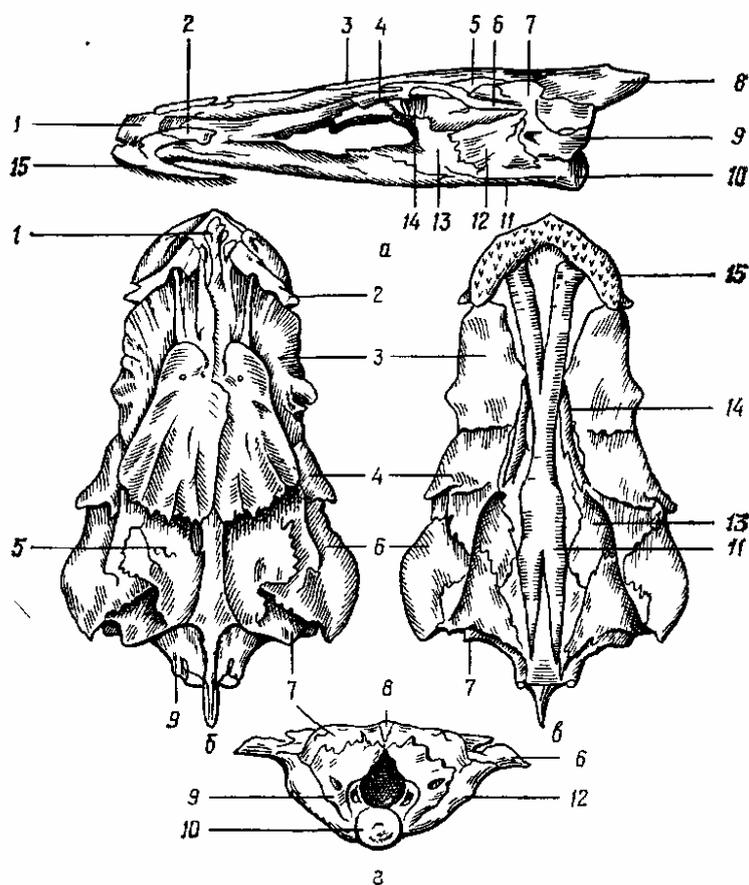


Рис. 47 Череп тропибазального типа:

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 невыдвигающимися 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 удлинённая, 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 (*praetrontale*). 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 (позвоночник). 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 ниже (Рис. 48).

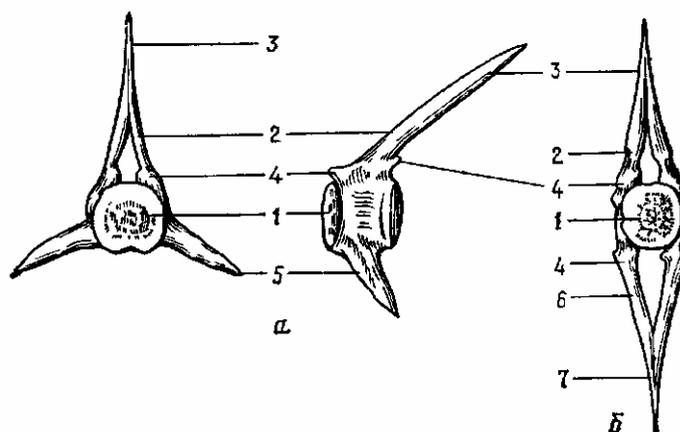


Рис. 48 Строение туловищного (а) и хвостового (б) позвонков костистой рыбы (вид спереди и сбоку): 1 – тело позвонка, 2 – нервная дуга, 3 – верхний остистый отросток, 4 – сочленовный отросток, 5 – парапофиз, 6 – гемальная дуга, 7 – нижний остистый отросток

Каждый позвонок имеет тело позвонка (*corpus vertebrae*), от верхней (спинной) части которого отходят верхние невральные 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 костистым 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).

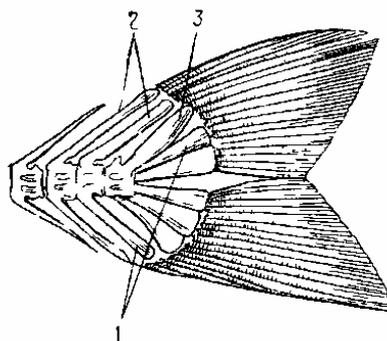


Рис. 49 Скелет хвостового плавника костистой рыбы:

1 – гипуралии, 2 – уроневралии, 3 - уростиль

Измененные нижние дуги называют гипуралиями (*hypuralia*), верхние — уроневралиями (*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 скелеса входят мускульные косточки (*epiple-uralia*), 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).

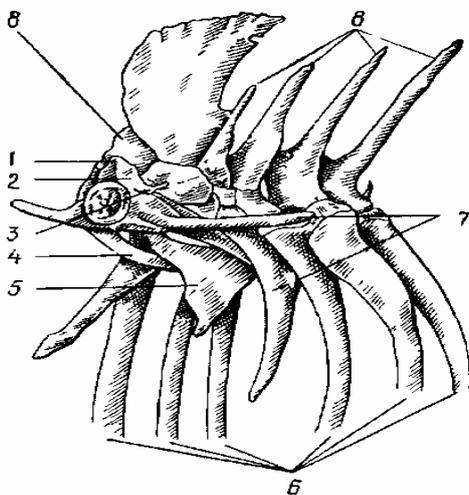


Рис. 50 Веберов аппарат (вид сбоку):

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

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.

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).

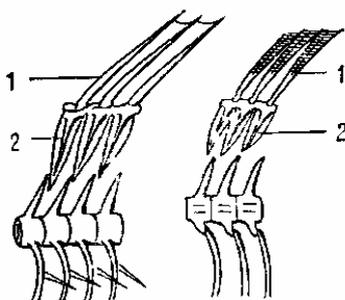


Рис. 51 Скелет непарного спинного плавника костистой рыбы с прилегающим отделом позвоночника: 1 – лучи плавника –лепидотрихии (слева – твердые, справа – мягкие); 2 - птеригофоры

У всех костистых рыб наблюдается соответствие числа птеригофор числу плавниковых лучей. Число лучей в плавниках и их характер является систематическим признаком.

Хвостовой плавник состоит из лепидотрихий, опирающихся на видоизмененные элементы последних позвонков — уростиль и гипуралии. 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).

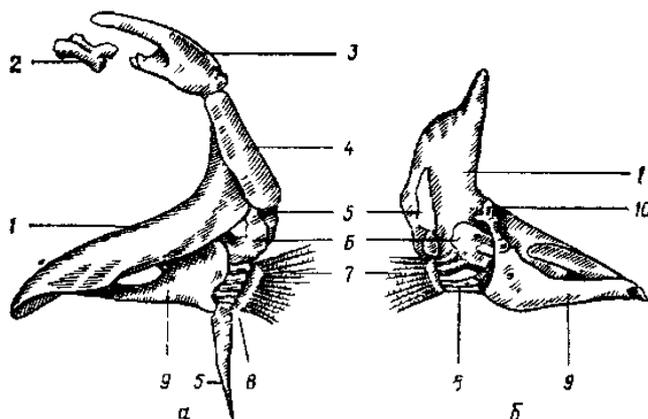


Рис. 52 Плечевой пояс костистой рыбы с грудным плавником:
а – судака, б – карпа: 1 – ключица, 2 – надтеменная кость, 3 – задневисочная кость, 4 – надключичная кость, 5 – подклюничная кость, 6 – лопатка, 7 – лучи плавника (лепидотрихий), 8 – радиалии, 9 – каракоид, 10 - мезакаракоид

Хондральными являются: лопатка (scapula) и кораконд (coracoideum). Покровные кости: клейтрум (cleithrum), надклейтрум (supracleithrum),

заднелючичная (postcleithrum), задневисочная (posttemporale) и надтеменная (supratemporale).

Элементы первичного пояса неподвижно соединены с клейтрумом, а заднетемные 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).

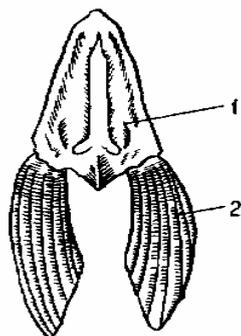


Рис. 53 Тазовый пояс костистой рыбы с брюшным плавником:

1 — тазовая кость, 2 — лучи плавника

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.

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. Лепидотрихий спинного и анального плавников в основном ветвистые.

Первые 2—3 (4) луча неветвистые членистые; последние из них часто 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 уроневральи, нижней — на гипуральи.

Рекомендуемая литература

1. Моисеев П.А., Азизова Н.А., Куранова И.И. Ихтиология. -М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. -380с.
2. Аполлова Т.А., Мухордова Л.Л., Скорняков В.И. Практикум по ихтиологии. Учебное пособие. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1986. -234с.
3. Моисеев П.А. Биологические ресурсы Мирового океана. -М: Легкая и пищевая промышленность, 1969. -339с.
4. Никольский Г.В. Частная ихтиология. - М.: Высшая школа, 1971. - 436с.
5. Никольский Г.В. Экология рыб. -М.: Высшая школа, 1974. -366с.
6. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. -М.: Пищевая промышленность, 1966. -376 с.
7. Рыбы. “Жизнь животных” (под ред. Т.С.Расса), т.4. -М.: Просвещение, 1971. -655с.
8. Строганов Н.С. Экологическая физиология рыб. - М.: МГУ, 1962. -444с.

Афонич Р.В.
Ихтиология
Лабораторный практикум

Подписано к печати:
Тираж:
Заказ №:

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

В контрольных работах ответы должны сопровождаться схемами и рисунками. Переводить рисунки и схемы из учебников и пособий через копировальную бумагу недопустимо.

В тетради в клетку следует писать через строку. Дополнительные листы в тетради нужно приклеить или пришить. Страницы работы должны быть с полями и пронумерованы, вопросы четко выделены, подчеркнуты. Необходимо указать номер варианта, номера контрольных вопросов, а в скобках их порядковые номера. В конце работы приводится использованная литература, ставится дата и подпись.

Контрольная работа должна содержать развернутые ответы на 5 вопросов. Вопросы своего варианта студент выбирает из прилагаемой таблицы по своему шифру.

Две последние цифры шифра составляют номер варианта. Если шифр однозначный, то впереди ставится "0".

Выполняя контрольные работы по частной ихтиологии, обязательно приводите систематическое положение рыб от типа с латинскими названиями, а при описании отрядов, семейств, родов и видов также указывайте их латинские названия.

Вопросы к контрольной работе:

1. Каковы основные задачи современной ихтиологии?
2. Современное использование биологических ресурсов гидросферы.
3. Опишите современный мировой морской промысел рыб.
4. Укажите объем вылова водных объектов Россией до революции и в последние годы. За счет чего развивалось советское рыболовство в послевоенные годы? Перечислите основные группы промысловых рыб в мировом промысле и в России.
5. История рыболовства в России до революции.
6. Какими работами в области изучения рыб известны Лепехин, Паллас, Бер и Данилевский?
7. Какое значение в развитии рыбохозяйственных исследований имеют академики Книпович и Берг?
8. Назовите крупных российских ученых в области ихтиологии и укажите основные их работы.
9. Форма тела рыб и пластические признаки.
10. Опишите расположение на голове рта, носовых отверстий, глаз, жаберных отверстий.
11. Плавники, их размеры, форма, количество, положение и функции. Формула плавников.
12. Способы и скорость движения рыб.
13. Опишите строение кожи у круглоротых и рыб.
14. Железистые клетки, расположение. Значение слизи.
15. Различия в строении кожи у быстроплавающих и медленноплавающих рыб.
16. Пигментные клетки. Окраска рыб, ее изменение и биологическое значение.

17. Чешуя рыб. Типы и строение.
18. Ядовитые железы и их значение.
19. Светящиеся органы и биолюминесценция.
20. Натужный и внутренний скелет рыб. Опишите наружный скелет осетровых. Дайте деление внутреннего скелета рыб на отделы.
21. На какие отделы подразделяется внутренний скелет рыб? Особенности строения осевого скелета у круглоротых, хрящевых рыб, двоякодышащих, хрящекостных и костистых.
22. Деление скелета черепа на отделы. Особенности строения черепной коробки у основных групп рыб.
23. Нарисуйте схему расположения костей черепной коробки костистой рыбы и напишите их названия.
24. Строение висцерального скелета у круглоротых, хрящевых рыб, двоякодышащих и костистых.
25. Строение плавников и их поясов.
26. Строение туловищной мускулатуры круглоротых и рыб. Значение сегментного строения туловищной мускулатуры.
27. Белые и красные мышцы рыб. Их функции.
28. Особенности строения пищеварительного тракта у рыбообразных и отдельных групп рыб (кратко).
29. Строение и функции зубов у рыбообразных и рыб. Глоточные зубы. Формула глоточных зубов.
30. Зависимость между качественным составом пищи, длиной кишечника и характером жаберных тычинок.
31. Значение для пищеварения спирального клапана и пилорических придатков. У каких рыб имеются? Строение и функции печени и поджелудочной железы.
32. Какими способами достигается у рыб гидростатическое равновесие?
33. Плавательный пузырь, его строение у отдельных групп рыб. Основные функции его.
34. Каким образом изменяется удельный вес рыбы при вертикальных перемещениях?
35. Различия в происхождении и строение жаберного аппарата у рыбообразных, пластиножаберных, цельноголовых и костистых рыб.
36. Механизм жаберного дыхания костистой рыбы.
37. Строение жабр костистой рыбы.
38. Дополнительные органы дыхания рыб.
39. Особенности строения крови рыб.
40. Кроветворение у рыб.
41. Строение сердца рыб.
42. Кровеносная система костистых рыб и особенности ее строения у хрящевых и двоякодышащих. Приведите схему.
43. Лимфатическая система рыб.
44. Органы выделения рыб. Что представляют собой предпочка и туловищная почка?
45. Строение туловищной почки.
46. Опишите образование мочи у рыб.

47. Выводные протоки почек и связь выделительной системы с половой.
48. Зависимость строения почек от особенностей осморегуляции рыб.
49. Строение воспроизводительной системы у круглоротых и основных групп рыб.
50. Функции нервной системы и ее структура.
51. Отделы головного мозга и их функции.
52. Взаимосвязь строения отделов головного мозга рыб с их образом жизни.
53. Отделы головного мозга и черепномозговые нервы рыб.
54. Строение и функции спинного мозга рыб.
55. Перечислите органы чувств рыб. Что включают в себя органы химической рецепции?
Опишите органы обоняния.
56. Перечислите органы чувств рыб. Что включают в себя органы химической рецепции?
Опишите органы химической необонятельной рецепции.
57. Перечислите органы чувств рыб. Опишите кожные органы чувств.
58. Перечислите органы чувств рыб. Опишите электрические рецепторы и электрические органы рыб.
59. Перечислите органы чувств рыб. Опишите строение органа зрения рыб.
60. Перечислите органы чувств рыб. Чем отличается орган зрения рыб от органа зрения наземных позвоночных животных?
61. Перечислите органы чувств рыб. Особенности зрительной способности рыб (не строение глаза).
62. Перечислите органы чувств рыб. Строение органа равновесия и слуха.
63. Перечислите органы чувств рыб. С помощью каких органов осуществляют рыбы восприятие звуков и что повышает чувствительность внутреннего слуха?
64. Перечислите органы чувств рыб. Опишите органы чувств системы боковой линии.
65. Значение желез внутренней секреции. Перечислите их у рыб. Строение и функции щитовидной железы.
66. Значение желез внутренней секреции. Перечислите их у рыб. Строение и функции адреналовой железы и телец Станниуса.
67. Значение желез внутренней секреции. Перечислите их у рыб. Строение и функции гипофиза.
68. Значение желез внутренней секреции. Перечислите их у рыб.
69. Строение и функции каудальной нейросекреторной системы, функции островковых клеток и внутрисекреторная деятельность половых желез.

Таблица вариантов контрольной работы:

Предпоследняя цифра шифра	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	3, 9, 17, 24, 60	4, 10, 23, 33, 49	6, 11, 22, 31, 42	7, 12, 26, 32, 50	2, 13, 20, 33, 48	1, 14, 29, 33, 44	2, 15, 21, 35, 64	8, 16, 23, 31, 69	4, 17, 26, 32, 51	6, 18, 32, 41, 52
1	4, 10, 24, 33, 53	1, 11, 20, 26, 61	3, 15, 21, 27, 54	2, 16, 22, 28, 53	8, 17, 23, 31, 56	7, 9, 22, 38, 57	6, 11, 21, 21, 58	8, 11, 20, 26, 59	10, 17, 29, 37, 60	13, 23, 28, 33, 62

2	2, 14, 29, 31, 41	15, 20, 30, 37, 61	1, 16, 22, 32, 63	4, 17, 21, 29, 64	6, 15, 28, 38, 65	4, 13, 20, 27, 67	8, 12, 21, 26, 69	11, 15, 22, 32, 45	4, 13, 22, 28, 43	8, 17, 24, 27, 50
3	1, 17, 23, 26, 42	2, 13, 22, 37, 51	4, 15, 21, 32, 35	2, 11, 20, 32, 39	8, 10, 24, 30, 37	6, 17, 21, 26, 44	7, 11, 19, 33, 48	2, 17, 32, 42, 52	2, 15, 20, 26, 49	3, 12, 25, 34, 43
4	13, 21, 32, 39, 50	12, 17, 25, 33, 44	11, 22, 27, 38, 45	10, 21, 26, 33, 53	9, 22, 29, 35, 48	8, 17, 23, 28, 33	16, 22, 32, 40, 47	15, 21, 30, 37, 49	11, 23, 32, 41, 54	10, 20, 26, 42, 45
5	15, 21, 26, 38, 48	17, 23, 27, 40, 55	16, 23, 28, 39, 50	15, 21, 26, 35, 42	13, 25, 33, 42, 56	13, 20, 31, 34, 44	12, 17, 23, 37, 42	11, 22, 32, 35, 57	10, 23, 30, 41, 45	9, 17, 29, 37, 58
6	9, 22, 26, 37, 68	10, 22, 28, 41, 59	11, 23, 29, 40, 48	12, 18, 30, 42, 50	4, 13, 21, 31, 41	6, 14, 22, 32, 42	15, 22, 26, 37, 60	8, 16, 23, 26, 67	17, 20, 28, 39, 42	18, 22, 28, 36, 66
7	10, 20, 28, 35, 48	3, 11, 21, 29, 62	2, 15, 22, 30, 63	4, 15, 23, 31, 64	17, 24, 32, 42, 49	9, 21, 26, 41, 45	10, 22, 28, 37, 65	11, 25, 26, 34, 48	10, 24, 31, 37, 66	13, 23, 28, 38, 50
8	4, 20, 29, 35, 65	10, 21, 30, 43, 45	11, 22, 31, 42, 50	2, 11, 15, 32, 65	8, 12, 15, 28, 44	11, 18, 27, 42, 49	13, 23, 26, 37, 50	10, 22, 34, 37, 63	15, 25, 29, 34, 64	8, 24, 29, 35, 41
9	11, 22, 26, 32, 42	11, 23, 27, 33, 62	15, 22, 28, 34, 52	13, 22, 31, 41, 69	3, 12, 21, 26, 50	3, 15, 24, 33, 48	2, 17, 23, 32, 68	8, 11, 24, 36, 64	11, 17, 24, 31, 49	12, 20, 29, 34, 67

ЛИТЕРАТУРА:

Основная:

1. Моисеев П.А., Азизова Н.А., Куранова И.И., 1981. Ихтиология. Москва, «Легкая и пищевая промышленность».
2. Апполова Т.А., Мухордова Л.Л., Скорняков В.И. «практикум по ихтиологии». Учебное пособие – М. Легкая промышленность, 1986.

Дополнительная:

3. Моисеев П.А. «Биологические ресурсы мирового океана» Москва, «Пищевая промышленность», 1969-339с.
4. Никольский Г.В., 1974. Экология рыб. Москва. «Пищевая промышленность», 1974-336с.
5. Никольский Г.В., 1974. Частная ихтиология. Москва. «Высшая школа», 1967-436с.
6. Правдин И.Ф. «Руководство по изучению рыб», М. «Пищевая промышленность», 1966-376с.
7. Строганов И.С. «Экологическая физиология рыб», М. Издательство МГУ, 1968-441с.
8. Азизова Н.А., Моисеев П.А. 1981. «Система промысловых рыб», М. Издательство ВНИРО, 1996-32с.
9. Микулин А.Е. «Систематическое положение и зоогеография рыбообразных и рыб» (Учебное пособие).
10. Лебедев В.Д., Спановская В.Д., Саваитова К.А., Соколов Л.И., Цепкин Е.А. «Рыбы СССР», М. 1969-448с.

11. Махлин М.Л., Микулин А.Е. «Разведение и выращивание водных организмов» (методические рекомендации). Систематика аквариумных рыб, М. Типография БИР им. В.В. Куйбышева, 1990-86с.

Обобщающий (итоговый) контроль

Примерные вопросы ИТОГОВОГО (обобщающего контроля) по факту освоения дисциплины:

1. Условия на Земле в период возникновения хордовых.
2. Карпозубообразные. Систематическое положение. Особенности строения, биологии, распространения.
3. Характеристика строения, систематическое положение, особенности возникновения, биологии и распространения Многоперов.
4. Характеристика Берикоидных рыб. Происхождение. Отряды.
5. Характеристика строения, систематическое положение, особенности возникновения и биологии Палеонисков.
6. Опахообразные, происхождение, систематическое положение, особенности строения и биологии.
7. Характеристика типа хордовых, подтипы.
8. Сарганообразные. Происхождение. Систематическое положение. Особенности строения, биологии, распространения, подотряды.
9. Характеристика строения, систематическое положение, особенности возникновения, биология и распространение Костных ганоидов.
10. Камбалообразные, подотряды. Происхождение, систематическое положение, особенности строения и биологии, представители.
11. Характеристика подтипа Черепных, надклассы.
12. Происхождение, эволюционное значение Солнечникообразных. Особенности строения и биологии.
13. Характеристика строения, систематическое положение, особенности возникновения, биологии и распространения Костных ганоидов.
14. Четырехзубообразные, подотряды, особенности строения и биологии.
15. Араваноидные рыбы, систематическое положение. Отряды. Особенности биологии и распространения.
16. Характеристика Скорпеноидных рыб, отряды. Скорпенообразные, подотряды. Происхождение, особенности строения и биологии.
17. Причины возникновения и условия развития бесчелюстных. Классы бесчелюстных.
18. Колюшкообразные, подотряды. Происхождение, особенности строения и биологии.
19. Араванообразные, систематическое положение, особенности строения, биологии, распространения, подотряды.
20. Характеристика Ганоидных рыб, отряды.

21. Миксины и миноги. Особенности их биологии.
22. Надотряд Ганоидных рыб, отряды. Долгохвостообразные. Происхождение, особенности строения и биологии.
23. Надотряды инфракласса Костистых рыб.
24. Надотряд Ганоидных рыб, отряды. Трескообразные, семейства. Происхождение, особенности строения, биологии, распространения.
25. Характеристика надкласса Челюстноротых. Классы Челюстноротых и особенности условий их обитания.
26. Характеристика Батрахоидных рыб, отряды. Удильщикообразные.
27. Клюпеоидные рыбы, отряды. Особенности их строения, биологии, распространения.
28. Бычковидные. Систематическое положение, особенности строения и биологии.
29. Характеристика Тарпонообразных.
30. Собачковидные. Систематическое положение, особенности строения и биологии.
31. Происхождение Сельдеобразных, систематическое положение, подотряды, особенности биологии и распространения.
32. Скумбриевидные. Систематическое положение, особенности строения и биологии.
33. Происхождение Лососеобразных, систематическое положение, подотряды, особенности биологии и распространения.
34. Нототениевидные. Систематическое положение, особенности строения, биологии, распространения.
35. Причины и условия возникновения Хрящевых рыб, подклассы, надотряды. Причины выхода Хрящевых рыб в морские воды и особенности их морского филогенетического развития.
36. Мечерыловидные. Систематическое положение, особенности строения и биологии.
37. Семейства Лососевидных. Особенности биологии дальневосточных и европейских лососей, представители.
38. Змееголовообразные. Сходство и различия с Лабиринтовыми.
39. Характеристика Хрящевых рыб, акулы и скаты, особенности их биологии.
40. Надотряд Циприноидных рыб, отряды. Карпообразные, подотряды. Подотряд Карповидные, семейства. Семейство Карповых, представители. Особенности биологии.
41. Семейства Щуковидных, особенности биологии и распространения.
42. Кефалеобразные, подотряды. Происхождение, особенности строения и биологии.
43. Причины возникновения, систематическое положение, особенности строения и биологии Химер.

44. Надотряд Циприноидных рыб, отряды. Карпообразные, подотряды. Подотряд Карповидные, семейства. Особенности строения, биологии, распространения.
45. Ангвилоидные рыбы. Отряды. Особенности строения и биологии. Цикл жизни речного угря.
46. Лабиринтовидные. Систематическое положение. Особенности строения, биологии, распространения.
47. Ангвилоидные рыбы. Отряды. Особенности строения и биологии. Мешкоротообразные.
48. Песчанковидные и Шиндлериевидные. Систематическое положение, особенности строения и биологии.
49. Причины и условия возникновения Костных рыб, их систематическое положение, подклассы, инфраклассы
50. Окуневидные, основные семейства.
51. Особенности строения Циприноидных рыб, отряды.
52. Прилипаловидные. Происхождение, систематическое положение, особенности строения и биологии.
53. Надотряд Циприноидных рыб, отряды. Карпообразные, подотряды. Особенности строения, биологии, распространения.
54. Происхождение Окунеобразных, подотряды.
55. Особенности возникновения и анатомического строения двоякодышащих и кистеперых, их систематическое положение и особенности распространения.
56. Надотряд Циприноидных рыб, отряды. Карпообразные, подотряды. Особенности строения, биологии, распространения.
57. Характеристика Лучеперых, инфраклассы. Особенности возникновения Лучеперых и пути развития.
58. Надотряд Перкоидных рыб, отряды. Характеристика. Происхождение.
59. Надотряды инфракласса Ганоидных рыб, особенности строения биологии и распространения.
60. Надотряд Циприноидных рыб, отряды. Сомообразные, основные семейства. Особенности строения, биологии, распространения.

Федеральное агентство по образованию
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по дисциплине Ихтиология
для студентов 3,4 курса, специальность 110901 факультета ТМ

- 1 Условия на Земле в период возникновения хордовых.
- 2 Карпозубообразные. Систематическое положение. Особенности строения, биологии, распространения.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.
Заведующий кафедрой _____

Федеральное агентство по образованию
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

по дисциплине Ихтиология
для студентов 3,4 курса, специальность 110901 факультета ТМ

- 1 Характеристика строения, систематическое положение, особенности возникновения, биологии и распространения Многоперов.
- 2 Характеристика Берикоидных рыб. Происхождение. Отряды.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.
Заведующий кафедрой _____

Федеральное агентство по образованию
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

по дисциплине Ихтиология
для студентов 3,4 курса, специальность 110901 факультета ТМ

- 1 Характеристика строения, систематическое положение, особенности возникновения и биологии Палеонисков.
- 2 Опахообразные, происхождение, систематическое положение, особенности строения и биологии.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.
Заведующий кафедрой _____

Федеральное агентство по образованию
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4

по дисциплине Ихтиология
для студентов 3,4 курса, специальность 110901 факультета ТМ

- 1 Характеристика типа хордовых, подтипы.
- 2 Сарганообразные. Происхождение. Систематическое положение. Особенности строения, биологии, распространения, подотряды.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.
Заведующий кафедрой _____

Федеральное агентство по образованию
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5

по дисциплине Ихтиология
для студентов 3,4 курса, специальность 110901 факультета ТМ

- 1 Характеристика строения, систематическое положение, особенности возникновения, биология и распространение Костных ганоидов.
- 2 Камбалообразные, подотряды. Происхождение, систематическое положение, особенности строения и биологии, представители.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.
Заведующий кафедрой _____

Федеральное агентство по образованию
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6

по дисциплине Ихтиология
для студентов 3,4 курса, специальность 110901 факультета ТМ

- 1 Характеристика подтипа Черепных, надклассы.
- 2 Происхождение, эволюционное значение Солнечникообразных. Особенности строения и биологии.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.
Заведующий кафедрой _____

Федеральное агентство по образованию
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7

по дисциплине Ихтиология
для студентов 3,4 курса, специальность 110901 факультета ТМ

- 1 Характеристика строения, систематическое положение, особенности возникновения, биологии и распространения Костных ганоидов.
- 2 Четырехзубообразные, подотряды, особенности строения и биологии.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.
Заведующий кафедрой _____

Федеральное агентство по образованию
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8

по дисциплине Ихтиология
для студентов 3,4 курса, специальность 110901 факультета ТМ

- 1 Араваноидные рыбы, систематическое положение. Отряды. Особенности биологии и распространения.
- 2 Характеристика Скорпеноидных рыб, отряды. Скорпенообразные, подотряды. Происхождение, особенности строения и биологии.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.
Заведующий кафедрой _____

Федеральное агентство по образованию
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9

по дисциплине Ихтиология
для студентов 3,4 курса, специальность 110901 факультета ТМ

- 1 Причины возникновения и условия развития бесчелюстных. Классы бесчелюстных.
- 2 Колушкообразные, подотряды. Происхождение, особенности строения и биологии.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.
Заведующий кафедрой _____

Федеральное агентство по образованию
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10

по дисциплине Ихтиология
для студентов 3,4 курса, специальность 110901 факультета ТМ

- 1 Араванообразные, систематическое положение, особенности строения, биологии, распространения, подотряды.
- 2 Характеристика Ганоидных рыб, отряды.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.
Заведующий кафедрой _____

Федеральное агентство по образованию
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11

по дисциплине Ихтиология
для студентов 3,4 курса, специальность 110901 факультета ТМ

- 1 Миксины и миноги. Особенности их биологии.
- 2 Надотряд Ганоидных рыб, отряды. Долгохвостообразные. Происхождение, особенности строения и биологии.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.
Заведующий кафедрой _____

Федеральное агентство по образованию
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 12

по дисциплине Ихтиология
для студентов 3,4 курса, специальность 110901 факультета ТМ

- 1 Надотряды инфракласса Костистых рыб.
- 2 Надотряд Ганоидных рыб, отряды. Трескообразные, семейства. Происхождение, особенности строения, биологии, распространения.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.
Заведующий кафедрой _____

Федеральное агентство по образованию
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 13

по дисциплине Ихтиология
для студентов 3,4 курса, специальность 110901 факультета ТМ

- 1 Характеристика надкласса Челюстноротых. Классы Челюстноротых и особенности условий их обитания.
- 2 Характеристика Батрахонидных рыб, отряды. Удильщикообразные.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.
Заведующий кафедрой _____

Федеральное агентство по образованию
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 14

по дисциплине Ихтиология
для студентов 3,4 курса, специальность 110901 факультета ТМ

- 1 Клюпеоидные рыбы, отряды. Особенности их строения, биологии, распространения.
- 2 Бычковидные. Систематическое положение, особенности строения и биологии.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.
Заведующий кафедрой _____

Федеральное агентство по образованию
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15

по дисциплине Ихтиология
для студентов 3,4 курса, специальность 110901 факультета ТМ

- 1 Характеристика Тарпонообразных.
- 2 Собачковидные. Систематическое положение, особенности строения и биологии.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.
Заведующий кафедрой _____

Федеральное агентство по образованию
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 16

по дисциплине Ихтиология
для студентов 3,4 курса, специальность 110901 факультета ТМ

- 1 Происхождение Сельдеобразных, систематическое положение, подотряды, особенности биологии и распространения.
- 2 Скумбриевидные. Систематическое положение, особенности строения и биологии.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.

Заведующий кафедрой _____

Федеральное агентство по образованию
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 17

по дисциплине Ихтиология
для студентов 3,4 курса, специальность 110901 факультета ТМ

- 1 Происхождение Лососеобразных, систематическое положение, подотряды, особенности биологии и распространения.
- 2 Нототениевидные. Систематическое положение, особенности строения, биологии, распространения.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.

Заведующий кафедрой _____

Федеральное агентство по образованию
МОСКОВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 18

по дисциплине Ихтиология
для студентов 3,4 курса, специальность 110901 факультета ТМ

- 1 Причины и условия возникновения Хрящевых рыб, подклассы, надотряды. Причины выхода Хрящевых рыб в морские воды и особенности их морского филогенетического развития.
- 2 Мечерыловидные. Систематическое положение, особенности строения и биологии.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.

Заведующий кафедрой _____

Федеральное агентство по образованию
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 19

по дисциплине Ихтиология
для студентов 3,4 курса, специальность 110901 факультета ТМ

- 1 Семейства Лососевидных. Особенности биологии дальневосточных и европейских лососей, представители.
- 2 Змееголовообразные. Сходство и различия с Лабиринтовыми.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.
Заведующий кафедрой _____

Федеральное агентство по образованию
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 20

по дисциплине Ихтиология
для студентов 3,4 курса, специальность 110901 факультета ТМ

- 1 Характеристика Хрящевых рыб, акулы и скаты, особенности их биологии.
- 2 Надотряд Циприноидных рыб, отряды. Карпообразные, подотряды. Подотряд Карповидные, семейства. Семейство Карповых, представители. Особенности биологии.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.
Заведующий кафедрой _____

Федеральное агентство по образованию
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 21

по дисциплине Ихтиология
для студентов 3,4 курса, специальность 110901 факультета ТМ

- 1 Семейства Щуковидных, особенности биологии и распространения.
- 2 Кефалеобразные, подотряды. Происхождение, особенности строения и биологии.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.
Заведующий кафедрой _____

Федеральное агентство по образованию
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 22

по дисциплине Ихтиология
для студентов 3,4 курса, специальность 110901 факультета ТМ

- 1 Причины возникновения, систематическое положение, особенности строения и биологии Химер.
- 2 Надотряд Циприноидных рыб, отряды. Карпообразные, подотряды. Подотряд Карповидные, семейства. Особенности строения, биологии, распространения.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.

Заведующий кафедрой _____

Федеральное агентство по образованию
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 23

по дисциплине Ихтиология
для студентов 3,4 курса, специальность 110901 факультета ТМ

- 1 Ангилоидные рыбы. Отряды. Особенности строения и биологии. Цикл жизни речного угря.
- 2 Лабиринтовидные. Систематическое положение. Особенности строения, биологии, распространения.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.

Заведующий кафедрой _____

Федеральное агентство по образованию
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 24

по дисциплине Ихтиология
для студентов 3,4 курса, специальность 110901 факультета ТМ

- 1 Ангилоидные рыбы. Отряды. Особенности строения и биологии. Мешкоротообразные.
- 2 Песчанковидные и Шиндлериевидные. Систематическое положение, особенности строения и биологии.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.

Заведующий кафедрой _____

Федеральное агентство по образованию
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 25

по дисциплине Ихтиология
для студентов 3,4 курса, специальность 110901 факультета ТМ

- 1 Причины и условия возникновения Костных рыб, их систематическое положение, подклассы, инфраклассы
- 2 Окуневидные, основные семейства.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.
Заведующий кафедрой _____

Федеральное агентство по образованию
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 26

по дисциплине Ихтиология
для студентов 3,4 курса, специальность 110901 факультета ТМ

- 1 Особенности строения Циприноидных рыб, отряды.
- 2 Прилипаловидные. Происхождение, систематическое положение, особенности строения и биологии.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.
Заведующий кафедрой _____

Федеральное агентство по образованию
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 27

по дисциплине Ихтиология
для студентов 3,4 курса, специальность 110901 факультета ТМ

- 1 Надотряд Циприноидных рыб, отряды. Карпообразные, подотряды. Особенности строения, биологии, распространения.
- 2 Происхождение Окунеобразных, подотряды.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.
Заведующий кафедрой _____

Федеральное агенство по образованию
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 28

по дисциплине Ихтиология
для студентов 3,4 курса, специальность 110901 факультета ТМ

- 1 Особенности возникновения и анатомического строения двоякодышащих и кистеперых, их систематическое положение и особенности распространения.
- 2 Надотряд Циприноидных рыб, отряды. Карпообразные, подотряды. Особенности строения, биологии, распространения.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.

Заведующий кафедрой _____

Федеральное агенство по образованию
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 29

по дисциплине Ихтиология
для студентов 3,4 курса, специальность 110901 факультета ТМ

- 1 Характеристика Лучеперых, инфраклассы. Особенности возникновения Лучеперых и пути развития.
- 2 Надотряд Перкоидных рыб, отряды. Характеристика. Происхождение.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.

Заведующий кафедрой _____

Федеральное агенство по образованию
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 30

по дисциплине Ихтиология
для студентов 3,4 курса, специальность 110901 факультета ТМ

- 1 Надотряды инфракласса Ганоидных рыб, особенности строения биологии и распространения.
- 2 Надотряд Циприноидных рыб, отряды. Сомообразные, основные семейства. Особенности строения, биологии, распространения.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры " 15 " января 2007 г.

Заведующий кафедрой _____

Тестовые вопросы по курсу «Ихтиология»

1) Какие рыбы имеют веретенообразную форму тела?	
a) Лосось, треска, скумбрия, сельдевые	
b) Речная щука, сарган, панцирная щука	
c) Сельдяной король, сабля-рыба.	
d) Миноги, миксины, угорь	
e) Еж-рыбы, пинагор	
2) Какие рыбы имеют стреловидную форму тела?	
a) Лосось, треска, скумбрия, сельдевые	
b) Речная щука, сарган, панцирная щука	
c) Сельдяной король, сабля-рыба.	
d) Миноги, миксины, угорь	
e) Еж-рыбы, пинагор	
3) Какие рыбы имеют угревидную форму тела?	
a) Лосось, треска, скумбрия, сельдевые	
b) Речная щука, сарган, панцирная щука	
c) Сельдяной король, сабля-рыба.	
d) Миноги, миксины, угорь	
e) Еж-рыбы, пинагор	
4) Какие рыбы имеют плоскую форму тела?	
a) Лосось, треска, скумбрия, сельдевые	
b) Речная щука, сарган, панцирная щука	
c) Сельдяной король, сабля-рыба.	
d) Миноги, миксины, угорь	
e) Скот, камбала	
5) Какие рыбы имеют лентовидную форму тела?	
a) Лосось, треска, скумбрия, сельдевые	
b) Речная щука, сарган, панцирная щука	
c) Сельдяной король, сабля-рыба.	
d) Миноги, миксины, угорь	
e) Еж-рыбы, пинагор	
6) Какие рыбы имеют шаровидную форму тела?	
a) Лосось, треска, скумбрия, сельдевые	
b) Речная щука, сарган, панцирная щука	
c) Сельдяной король, сабля-рыба.	
d) Миноги, миксины, угорь	
e) Еж-рыбы, пинагор	
7) Измерение тело рыбы необходимо для:	
a) установления промысловой длины;	
b) установления ячеи орудий лова;	
c) определения видовой принадлежности;	
d) определения видовой принадлежности, установления ячеи орудий лова;	
e) установления промысловой длины, установления ячеи орудий лова, определения видовой принадлежности.	
8) Длина по Смиту это:	
a) расстояние от вершины рыла до начала средних лучей хвостового плавника;	

b) расстояние от вершины рыла до конца средних лучей хвостового плавника;	
c) расстояние от вершины рыла до крайних лучей хвостового плавника;	
d) расстояние от жаберной щели до конца чешуйчатого покрова или до начала средних лучей хвостового плавника для бесчешуйных рыб;	
e) расстояние по вертикали от самой высокой точки спины до брюшка.	
9) Длина туловища это:	
a) расстояние от вершины рыла до начала средних лучей хвостового плавника;	
b) расстояние от вершины рыла до конца средних лучей хвостового плавника;	
c) расстояние от вершины рыла до крайних лучей хвостового плавника;	
d) расстояние от жаберной щели до конца чешуйчатого покрова или до начала средних лучей хвостового плавника для бесчешуйных рыб;	
e) расстояние по вертикали от самой высокой точки спины до брюшка.	
10) Промысловая длина это:	
a) расстояние от вершины рыла до начала средних лучей хвостового плавника;	
b) расстояние от вершины рыла до конца средних лучей хвостового плавника;	
c) расстояние от вершины рыла до крайних лучей хвостового плавника;	
d) расстояние от жаберной щели до конца чешуйчатого покрова или до начала средних лучей хвостового плавника для бесчешуйных рыб;	
e) расстояние по вертикали от самой высокой точки спины до брюшка.	
11) Длина всей рыбы это:	
a) расстояние от вершины рыла до начала средних лучей хвостового плавника;	
b) расстояние от вершины рыла до конца средних лучей хвостового плавника;	
c) расстояние от вершины рыла до крайних лучей хвостового плавника;	
d) расстояние от жаберной щели до конца чешуйчатого покрова или до начала средних лучей хвостового плавника для бесчешуйных рыб;	
e) расстояние по вертикали от самой высокой точки спины до брюшка.	
12) Рот по положению ротовой щели может быть:	
a) верхним;	
b) нижним, верхним;	
c) конечным;	
d) конечным, верхним, нижним;	
e) верхним, конечным.	

13) Где расположены носовые отверстия ската?	
a) на верхней стороне головы;	
b) на нижней стороне головы;	
c) по бокам головы;	
d) на нижней и верхней стороне головы;	
e) не имеет отверстий.	
14) Брызгальца у акул расположены:	
a) позади глаз;	
b) впереди глаз;	
c) у рыла акулы;	
d) возле хвоста;	
e) по бокам тела.	
15) Какой размер ноздрей у рыб, плавающих быстро?	
a) Очень большие	
b) Относительно большие	
c) Маленькие	
d) Средние	
e) Обычные	
16) К парным плавникам относятся:	
a) грудные, анальные;	
b) брюшные, спинные;	
c) анальные, спинные;	
d) спинные, брюшные;	
e) грудные, брюшные.	
17) Где расположены брюшные плавники у тресковых?	
a) На брюхе	
b) По бокам	
c) На горле	
d) На спине	
e) Отсутствуют	
18) У каких рыб дифицеркальный тип хвостового плавника?	
a) Цельноголовых	
b) Осетра, белуги	
c) Сазана, окуня	
d) Белуги, акулы	
e) Двоякодышащих и цельноголовых	
19) У каких рыб гомоцеркальный тип хвостового плавника?	
a) Цельноголовых	
b) Осетра, белуги	
c) Сазана, окуня	
d) Белуги, акулы	
e) Двоякодышащих и цельноголовых	
20) У каких рыб гетероцеркальный тип хвостового плавника?	
a) Цельноголовых	
b) Осетра, белуги	
c) Сазана, окуня	
d) Двоякодышащих	
e) Двоякодышащих и цельноголовых	
21) Сколько типов слизевых клеток расположено в эпидермисе кожи рыб?	
a) Пять	

b) Четыре	
c) Три	
d) Два	
e) Шесть	
22) Какие функции не выполняет слизь?	
a) Предохраняет рыбу от вредных воздействий внешней среды	
b) Осаждает муть вокруг рыбы	
c) Уменьшает сопротивление водной среды	
d) Способствует быстрому свертыванию крови	
e) Способствует проникновению в организм рыбы вредных веществ	
23) В чем у собаки-рыбы не содержится сильного яда?	
a) Печени	
b) Мясе	
c) Икре	
d) Молоке	
e) Коже	
24) Какого цвета пигмент содержится в меланофорах?	
a) Красного	
b) Желтого	
c) Зеленого	
d) Черного	
e) Синего	
25) «Кожным зубом» называется чешуя:	
a) ганоидная;	
b) плакоидная;	
c) костная;	
d) циклоидная;	
e) ктеноидная.	
26) Кристаллы чего придают серебристую окраску многим рыбам?	
a) Тимина	
b) Цитозина	
c) Гуанина	
d) Аденина	
e) Урацила	
27) Какого отдела нет у рыбообразных?	
a) Зрительного	
b) Слухового	
c) Затылочного	
d) Вкусового	
e) Обонятельного	
28) Какая непарная кость помещается сверху черепа рыбы?	
a) Сошник	
b) Парасфеноид	
c) Лобная	
d) Верхняя затылочная	
e) Нижняя затылочная	
29) Сколько сантиметров длина волокон поперечнополосатой мышцы?	
a) 5 - 6 см	
b) 7 - 8 см	

c) 9 – 10 см	
d) 10 – 12 см	
e) 13 -14 см	
30) Какого напряжения достигает электрическая батарея ската?	
a) 30 В	
b) 40 В	
c) 50 В	
d) 60 В	
e) 70 В	
31) Сколько пар нервов отходит от головного мозга рыбы?	
a) 10	
b) 12	
c) 14	
d) 16	
e) 20	
32) Сколько полукружных каналов в слуховом аппарат у миксин?	
a) Три	
b) Два	
c) Один	
d) Четыре	
e) Пять	
33) Из скольких отделов образуются филогенетические почки?	
a) Двух	
b) Трех	
c) Четырех	
d) Пяти	
e) Шести	
34) У какой рыбы развитие икры на свету замедляется?	
a) Севрюги	
b) Камбалы	
c) Сельди	
d) Форели	
e) Карпа	
35) Для какой рыбы насыщенность воды кислородом не должна быть высокой?	
a) Лососи	
b) Сиги	
c) Форели	
d) Сазана	
e) Судака	
36) Какие рыбы имеют веретенообразную форму тела?	
a) Лосось, треска, скумбрия, сельдевые	
b) Речная щука, сарган, панцирная щука	
c) Сельдяной король, сабля-рыба.	
d) Миноги, миксины, угорь	
e) Еж-рыбы, пинагор	
37) Какие рыбы имеют стреловидную форму тела?	
a) Лосось, треска, скумбрия, сельдевые	
b) Речная щука, сарган, панцирная щука	
c) Сельдяной король, сабля-рыба.	
d) Миноги, миксины, угорь	

е) Еж-рыбы, пинагор	
38) Какая рыба не относится к пелагофильным рыбам?	
а) Чехонь	
б) Лосось	
в) Толстолобик	
г) Треска	
д) Камбала	
39) Какая из рыб не погибает сразу после размножения?	
а) Осетр	
б) Кета	
в) Горбуша	
г) Голомянка	
д) Невские миноги	
40) Какие рыбы не относятся к живородящим?	
а) Бельдюга	
б) Голомянка	
в) Морской окунь	
г) Скат	
д) Все ответы верны	
41) Какая рыба имеет высокую индивидуальную плодовитость?	
а) Сельдь	
б) Окунь	
в) Щука	
г) Лещ	
д) Белуга	
42) От чего не зависит численность рыбы:	
а) от продолжительности жизни;	
б) от времени наступления половой зрелости;	
в) от условий икрометания;	
г) конкуренции других видов;	
д) верного ответа нет.	
43) Через какое время развивается икра у лососей, если нерест происходит осенью?	
а) Через 1 месяц	
б) 2 - 3 месяца	
в) 4 - 5 месяцев	
г) 5 - 6 месяцев	
д) 6 - 7 месяцев	
44) Какое название надотряда неверно?	
а) Хрящевые ганоиды	
б) Костные ганоиды	
в) Кистеперые рыбы	
г) Костистые рыбы	
д) Многоперы	
45) Сколько видов миног существует?	
а) 9	
б) 15	
в) 20	
г) 24	
д) 26	
46) Какую длину имеет карликовая акула?	

a) 10 см	
b) 15 см	
c) 20 см	
d) 25 см	
e) 30 см	
47) Выберите акулу, относящуюся к важным промысловым видам?	
a) Китовая	
b) Пилонос	
c) Тигровая	
d) Катран	
e) Песчаная	
48) В каком году у берегов Африки была выловлена кистеперая рыба?	
a) 1918 г	
b) 1928 г	
c) 1930 г	
d) 1935 г	
e) 1938 г	
49) Где не сохранились двоякодышащие рыбы?	
a) Австралии	
b) Северной Америке	
c) Африке	
d) Южной Америке	
e) Нет верного ответа	
50) К какому подклассу относится более 90 % ныне живущих рыб?	
a) Пластиножаберные	
b) Цельноголовые	
c) Лучеперые	
d) Кистеперые	
e) Двоякодышащие	
51) Какая рыбы из осетровых занимает первое место по интенсивности роста?	
a) Осетр	
b) Севрюга	
c) Белуга	
d) Стерлядь	
e) Верного ответа нет	
52) Выберите семейство, относящиеся к отряду сельдеобразных, которое не являются для России основным в промысле рыбы:	
a) анчоусовые;	
b) лососевые;	
c) корюшковые;	
d) сельдевые;	
e) все ответы верны.	
53) Какого цвета кости сарганообразных рыб?	
a) Белые	
b) Желтые	
c) Зеленые	
d) Серые	
e) Верного ответа нет	
54) Выберите группу рыб, относящихся только к животноядным:	
a) белуга, стерлядь, вобла;	

b) красноперка, толстолобик;	
c) пелагида, щука, судак;	
d) хамса, сиви, зубатка;	
e) белый амур, лещ, налим.	
55) При какой длине каспийский осетр начинает питаться рыбой и коофидами?	
a) 25 - 30 см	
b) 34 - 40 см	
c) 42 - 58 см	
d) 50 - 56 см	
e) 61 - 67 см.	
56) В каком промежутке температур наиболее активно питается сазан?	
a) 10 - 12° C	
b) 12 - 13° C	
c) 14 - 16° C	
d) 23 - 25° C	
e) 20 - 27° C	
57) Ручьевая форель начинает питаться после повышения температуры выше скольких градусов?	
a) 1° C	
b) 2° C	
c) 4° C	
d) 6° C	
e) 7° C	
58) В зависимости от чего изменяется рацион рыб? Выберите неверный ответ.	
a) От возраста рыбы	
b) Качества корма	
c) Состояние рыбы	
d) Концентрации кормящихся рыб	
e) Все ответы верны	
59) Кто является излюбленной пищей азовского леща?	
a) Ракообразные	
b) Моллюски	
c) Черви	
d) Молодь рыб	
e) Икринки	
60) С какой из рыб у осетра наиболее напряженные пищевые отношения?	
a) Лещом	
b) Воблой	
c) Судаком	
d) Бычком-песчаником	
e) Все ответы неверны	
61) Какую длину имеет самая маленькая рыбка России?	
a) 10 - 11 мм	
b) 12 - 13 мм	
c) 16 - 18 мм	
d) 20 - 23 мм	
e) 26 - 31 мм	
62) Сколько лет живет белуга?	
a) 1 год	
b) 10 лет	

с) 30 лет	
д) 70 лет	
е) 100 лет	
63) Главным образом на скорость роста рыб оказывают:	
а) температура;	
б) свет;	
с) химизм воды;	
д) количество корма;	
е) плотность населения.	
64) Кто объясняет обитание большого количества крупных рыб в морях по сравнению с озерами большим содержанием пищи в морях, чем в пресных водах?	
а) Васильев	
б) Васнецов	
с) Репин	
д) Рокотов	
е) Шорыгин	
65) Для чешуи каких рыб характерно неконцентрическое расположение склеритов?	
а) Карповых	
б) Лососевых	
с) Сельдевых	
д) Окуневых	
е) Тресковых	
66) По чему не определяется возраст рыб под микроскопом?	
а) По чешуе	
б) По костям	
с) По отолидам	
д) По размеру тела	
е) Все ответы верны	
67) Возраст сомов определяется по:	
а) костям;	
б) отолидам;	
с) чешуе;	
д) шлифам твердого грудного плавника;	
е) верного ответа нет.	
68) Каково значение возраста и особенностей роста рыбы?	
а) Необходимо при изучении биологии рыб	
б) Нужно при учете их численности	
с) Помогает прогнозировать возможные уловы	
д) Устанавливает хозяйственную ценность отдельных видов	
е) Дает возможность различать виды рыб	
69) Какие миграции не относятся к активным миграциям?	
а) Кормовые	
б) Нерестовые	
с) Летние	
д) Зимовальные	
е) Вертикальные	
70) Как закрепляется метка для мечения у камбал?	
а) Втыкается в кожу.	
б) Накладывается под основанием спинного плавника.	
с) Укрепляется на жаберную крышку.	

d) «Пистолетом для мечения» вводят в брюшную полость.	
e) Прикрепляется у основания спинного плавника.	
71) Какая рыба созревает в возрасте 10- 16 лет?	
a) Белуга	
b) Лещ	
c) Тюлька	
d) Треска	
e) Камбала	
72) У каких рыб брачный наряд имеет вид «жемчужной сыпи»?	
a) Горбуши	
b) Рыбца	
c) Лососи	
d) Воблы	
e) Скатов	
73) Какие рыбы относятся только к летнерестующимся?	
a) Щука, барабуля	
b) Хамса, линь	
c) Лосось атлантическая, хамса	
d) Линь, щука	
e) Стерлядь, хариус	
74) Какая рыба не относится к группе с весенне-летним икрометанием?	
a) Окунь	
b) Судак	
c) Вобла	
d) Налим	
e) Сазан	
75) Кем первоначально была установлена порционность икрометания у каспийской сельди?	
a) Дрягиным	
b) Киселевичем	
c) Шарыгиным	
d) Васнецовым	
e) Роллефсенем	
76) Какая рыбы не относится к группе с порционным икрометанием?	
a) Карась	
b) Каспийская килька	
c) Хамса	
d) Густер	
e) Окунь	
77) Через сколько дней у сельди выметывается каждая порция икры?	
a) 2 – 5	
b) 6 – 8	
c) 4 – 7	
d) 7 - 11	
e) 9 – 12	
78) Какой размер имеют яйца акул?	
a) 5 см	
b) 6 -7 см	
c) 7 - 8 см	
d) не более 8 см	
e) 8 – 9 см	

79) На какую глубину уходит угорь для нереста?	
a) 650 м	
b) 704 м	
c) 820 м	
d) 970 м	
e) 1003 м	
80) В каком море обитает самая крупная мидия, раковина которой достигает 20 см?	
a) Красное море	
b) Черное море	
c) Японское море	
d) Средиземное море	
e) Желтое море	
81) Какой длины может достигать наиболее крупная тихоокеанская устрица?	
a) 9 см	
b) 12 см	
c) 28 см	
d) 31 см	
e) 38 см	
82) До скольких метров длиной могут встречаться кальмары-гиганты?	
a) До 10	
b) До 12	
c) До 14	
d) До 16	
e) До 17	
83) Почему кукумарию называют «морской картошкой»?	
a) Имеет форму картошки	
b) Похожа по вкусу на картошку	
c) По цвету напоминает картошку	
d) Принимает форму шара, после извлечения из воды	
e) Нет верного ответа	
84) Какие представители десятиногих раков не относятся к ползающим?	
a) Камчатский краб	
b) Лангусты	
c) Омары	
d) Креветки	
e) Речные раки	
85) Какой из крабов относится к крабоидам?	
a) Краб стригун	
b) Волосатый краб	
c) Камчатский краб	
d) Травяной краб	
e) Каменный краб	
86) В среднем, до скольких раз теряется органическое вещество у растительных объектов при переходе в каждое следующее звено пищевого ряда?	
a) 10 - 20	
b) 25 - 40	
c) 30 - 45	
d) 35 - 40	
e) 20 - 40	

ПАСПОРТ НА УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНУЮ БАЗУ

№	Наименование	Тип, марка	Кол-во	Наименование лаб. работы
1	Плакаты по анатомии рыб.		17	на лекциях
2	Плакаты по систематике рыб.		63	на лекциях
3	Слайды по систематике рыб.		690	на лекциях
4	Карта земного шара		3	на лекциях
5	Коллекция основных промысловых рыб		91	на всех лабораторных работах.
6	Проектор для демонстрации слайдов		1	на всех лабораторных работах.