

*Кафедра природообустройства и водопользования*

# **ИХТИОЛОГИЯ И РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО (Часть 1)**

**Учебно-методическая разработка  
по курсу  
«Ихтиология и рыбное хозяйство»**

**Казань - 2018**

Утверждена на заседании каф. природообустройства и водопользования КФУ протокол № 4 от 6 июня 2018 г.

Печатается по решению Учебно-методической комиссии Института управления, экономики и финансов КФУ

**Ихтиология и рыбное хозяйство. Часть 1:** учебно-методическая разработка по курсу «Ихтиология и рыбное хозяйство»; сост.: Н.Г. Назаров, Р.И. Замалетдинов. – Казань: КФУ, 2018. – 36 с.

Учебно-методическая разработка предназначена для студентов каф. Природообустройства и водопользования Института управления, экономики и финансов КФУ, изучающих курс «Ихтиология и рыбное хозяйство» (бакалавры по направлению 20.03.02 «Природообустройство и водопользование», профиль «Природообустройство», 3 курс). Разработка может использоваться при проведении практических занятий по курсу.

В учебно-методической разработке предлагаются варианты практических заданий, даются примеры их решения. Практические задания подкрепляют лекционные материалы по курсу «Ихтиология и рыбное хозяйство», темы 1-3. Иллюстрируют возможность применения полученных теоретических знаний на практике.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Работа 1. Определение основных частей и форм тела рыб.....	5
Работа 2. Внешнее строение головного отдела рыб .....	11
Работа 3. Определение плавников рыб .....	18
Работа 4. Боковая линия и типы чешуи рыб .....	30
Литература.....	36

## Введение

Согласно современным оценкам, общее число видов растений, животных и микроорганизмов на Земле колеблется от 5 до 30 млн. видов. Из этого числа описаны и имеют научные названия только 2 млн. Наши знания о биологическом разнообразии все еще не полны, и истинные цифры по числу видов значительно больше того, что известно. Многие группы описаны всего на две трети, по крайней мере, более 80-90% всех видов вирусов, грибов и бактерий не имеют научного описания. Таким образом, флора и фауна Земли описана еще не в полной мере, и, согласно оценке международных экспертов, только общее исследование биологического разнообразия на Земле должно занять не менее 50 лет.

Ихтиология представляет собой раздел зоологии, изучающий рыб и круглоротых (миног, миксин). Рыбы являются наиболее многочисленной группой позвоночных животных, которая насчитывает более 20 тыс. видов. Это способствовало выделению из зоологии отдельного раздела ихтиологии - науки о рыбах (от греч. «*ἰχθύς*» - рыба, «*λόγος*» - понятие, учение).

Целью изучения дисциплины "Ихтиология и рыбное хозяйство" является овладение знаниями о строении, систематике и экологии рыб, методах и особенностях ведения рыбного хозяйства и предъявляемых к нему требований в области природообустройства и водопользования.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- 1) Знать особенности региональной ихтиофауны и путей ее формирования и основы ведения рыбного хозяйства.
- 2) Уметь формировать технологическую базу для ведения рыбного хозяйства.
- 3) Владеть основными методами ведения рыбного хозяйства.

При подготовке учебно-методической разработки автором использованы работы Г. У. Линдберга, А. А. Герда, Т. С. Расса, П. Г. Борисова, Н. С. Овсянникова, Ю. Г. Алеева, Н. Н. Гуртового, Б. С. Матвеева и Ф. Я. Держинского.

## РАБОТА 1

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ЧАСТЕЙ И ФОРМ ТЕЛА РЫБ

**Цель работы:** описать внешние морфологические признаки рыб, изучить основные части и формы тела рыб

**Материал и оборудование.** Наборы фиксированных рыб. Таблица «Форма тела рыб». Инструменты: пинцет, препаровальные иглы, ванночка.

**Теоретическая часть.** Основные части тела рыб. 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 (см. рис. 1).

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.

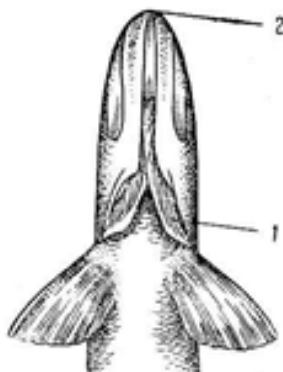


Рисунок 1 – Нижняя сторона головы рыбы:

1 – жаберные перепонки; 2 – симфизис.

Выделяют следующие формы тела у рыб (рис. 2). **Торпедовидная** (ее часто называют веретеновидной) – характеризуется заостренной головой, закругленным, имеющим в поперечном разрезе форму овала телом, утонченным хвостовым стеблем, нередко с дополнительными плавничками. Она свойственна хорошим пловцам, способным к продолжительным перемещениям – тунцам, скумбриям, акулам и др.

**Стреловидная** – кости рыла вытянуты и заострены, тело рыбы по всей длине имеет одинаковую высоту, спинной плавник отнесен к хвостовому и располагается над анальным, чем создается имитация оперения стрелы. Эта форма типична для рыб, не перемещающихся на большие расстояния, держащихся в засаде и развивающих высокие скорости движения на короткий промежуток времени за счет толчка плавников при броске на добычу или уходе от хищника. Это щуки (*Esox*), панцирные щуки (*Lepisosteus*), сарганы (*Belone*) и др.

**Симметрично сжатое с боков** тело – сильно сжато с боков, высокое при относительно небольшой длине и высокое. Это рыбы коралловых рифов – щетинкозубы (*Chaetodon*), зарослей донной растительности – скалярии (*Pterophyllum*). Такая форма тела помогает им легко маневрировать среди препятствий. Симметрично сжатую с боков форму тела имеют и некоторые пелагические рыбы, которым необходимо быстро менять положение в пространстве для дезориентации хищников, – вомеры (*Vomer*) или для маскировки в толще воды при подкарауливании добычи – солнечники (*Zeus*). Такую же форму тела имеют рыба-луна (*Mola mola* L.) и лещ (*Abramis brama* L.).

**Несимметрично сжатое с боков** тело – глаза смещены на одну сторону, что создает асимметрию тела. Она свойственна придонным малоподвижным рыбам отряда камбалообразные (*Pleuronectiformes*), помогая им хорошо маскироваться на дне.

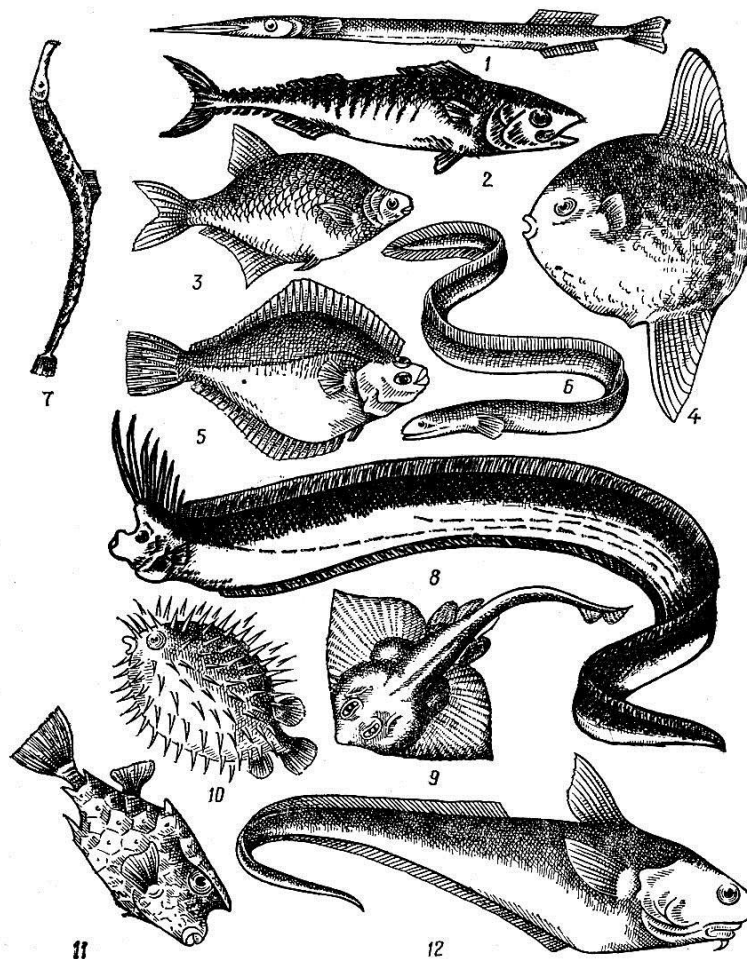


Рисунок 2 – Форма тела рыб:

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

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

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

**Астеролепидная** (или **кузовковидная**) – тело заключено в костный панцирь, что обеспечивает защиту от хищников. Эта форма тела характерна для придонных обитателей, многие из которых встречаются в коралловых рифах, например для кузовков (*Ostracion*).

**Шаровидная** форма свойственна некоторым видам из отряда иглобрюхообразные (*Tetraodontiformes*) – 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 удлинненное, 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 (*Pelecus cultratus* L.), имеют заостренное, сжатое с боков брюшко с острым килем (рис. 3).



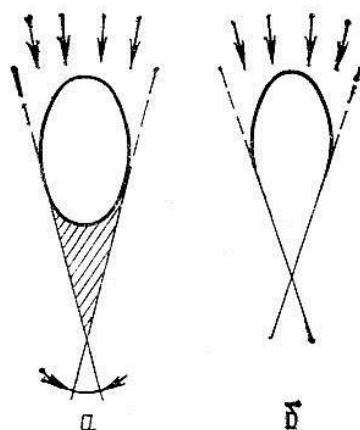


Рисунок 3 – Схема образования демаскирующей тени на брюхе рыбы (а), при наличии брюшного кия он занимает собой область тени (б). Стрелками показано направление светового потока

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).

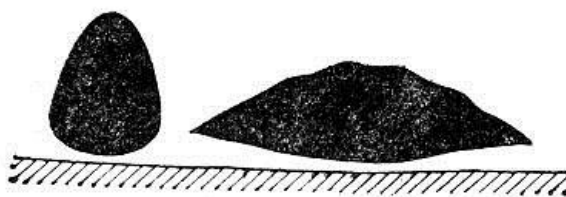


Рисунок 4 – Характерные формы поперечного сечения тела придонных рыб

**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. Ознакомиться с различными формами тела рыбы. Для этого 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.

## РАБОТА 2 ВНЕШНЕЕ СТРОЕНИЕ ГОЛОВНОГО ОТДЕЛА РЫБ

**Цель работы:** изучить признаки внешнего строения головного отдела рыб.

**Материал и оборудование.** Наборы фиксированных рыб. Таблицы «Положение и типы рта», «Органы чувств», «Внешний вид глубоководных рыб». Инструменты: пинцет, препаровальные иглы, ванночка.

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

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

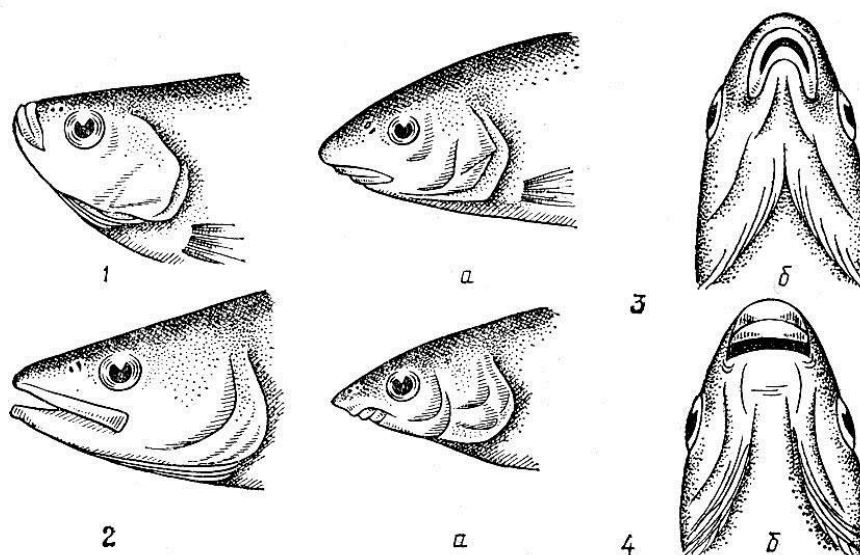


Рисунок 5 – Различные формы рта:

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

**Верхний рот** – нижняя челюсть больше верхней, и ротовое отверстие направлено вверх. Такое положение свойственно рыбам, берущим пищу с верхних горизонтов, главным образом планктофагам – шпротам (*Sprattus*), чехони (*Pelecus*), а также донным хищникам-засадчикам – морскому черту (*Lophius*), сомам (*Silurus*) и звездочетам (*Uranoscopus*).

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

**Нижний рот** – верхняя челюсть больше нижней, ротовое отверстие направлено вниз. Это рыбы-бентофаги, питающиеся донными организмами, – усачи (*Barbus*), барабули (*Mullus*), пескари (*Gobio*). Нижнее положение рта акул не связано с характером питания, а определяется наличием 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. 6).

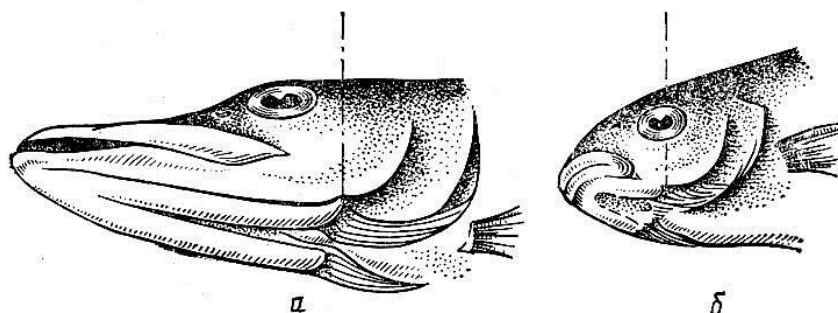


Рисунок 6 – Определение величины рта рыбы (пунктирная линия проведена как перпендикуляр от конца нижней челюсти):  
а – большой; б - небольшой

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

поймки 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 (*Balistidae*) и скалозубовые (*Tetraodontidae*), питаются кораллами, имеют очень маленький рот.

По своему характеру рот бывает **выдвижной** и **невыдвижной**. Выдвижной рот характеризуется подвижным соединением верхней челюсти с черепом, благодаря чему при раскрытии рта верхняя челюсть может выбрасываться вперед. Рот такого типа свойствен рыбам, потребляющим планктон (сельдевые), или мелкий бентос (сазан, лещ), или детрит (кефали).

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 закрывание рта. Это хищники, а также бентофаги, разгрызающие раковины моллюсков, твердые панцири ракообразных и иглокожих.

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

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

Расположение глаз рыбы тесно связано с местом ее обитания и не зависит от характера питания. У придонных и донных рыб глаза расположены либо в верхней части головы – звездочет (*Uranoscopus*), морской черт (*Lophius*), скаты (*Batomorpha*), камбаловые (*Pleuronectidae*), либо выше средней линии тела – барабули (*Mullus*), морские дракончики (*Trachinus*), морские петухи (*Trigla*). Рыбы, ведущие пелагический и

придонно-пелагический образ жизни, имеют глаза, расположенные по бокам головы примерно на уровне продольной оси тела (рис. 7).

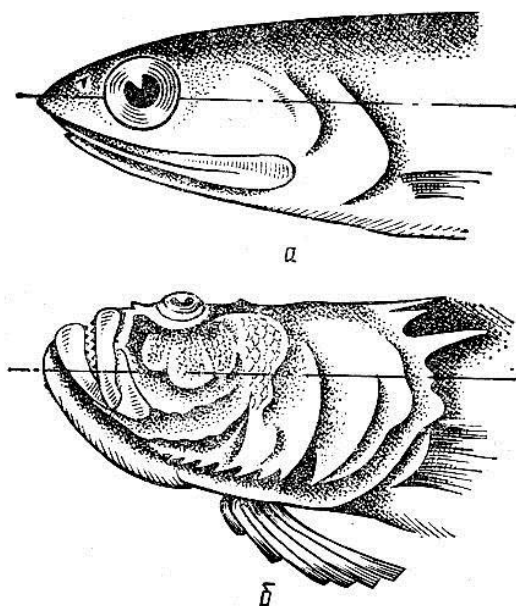


Рисунок 7 – Расположение глаза хамсы (а) и звездочета (б) (пунктиром обозначена продольная ось рыбы)

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

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

На передней части головы рыб находятся парные носовые отверстия, расположенные впереди глаз по обе стороны головы. Они не сообщаются с глоткой и у большинства рыб поделены перегородкой на переднюю и заднюю ноздрю. Перегородка отсутствует у нототениевых (*Nototheniidae*), терпуговых (*Hexagrammidae*). Расположение, форма и величина носовых

отверстий меняется в зависимости от экологии рыб. У большинства рыб с хорошо развитым зрением носовые отверстия расположены на верхней стороне головы между глазами и концом рыла (рис. 8, 1). У пластинчатожаберных рыб ноздри находятся на нижней стороне рыла вблизи ротового отверстия (рис. 8, 2). У таких придонных рыб, как угри (*Anguilla*), мурены (*Muraena*), глубоководная слепая рыба из рода *Typhleotris*, роль зрения незначительна, а значение обоняния велико, передние носовые отверстия имеют форму трубочек и приближены ко рту (рис. 8, 3).

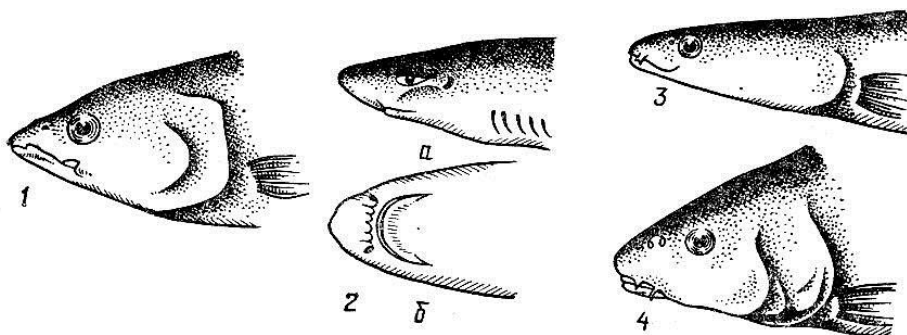


Рисунок 8 – схема расположения ноздрей у рыб:

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

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

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

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

Голова рыбы заканчивается **жаберными отверстиями**, или щелями, число которых может быть различно: у миксин от 1 до 15 пар; у миног 7 пар; у акул от 5 до 7 пар, у химер 1 пара жаберных отверстий, покрытых складкой кожи. У костных рыб имеется 1 пара жаберных щелей, закрытых жаберной крышкой. Рыбы, у которых жаберные перепонки не прирастают к

межжаберному промежутку (белуги, сельдевые), имеют жаберные щели значительного размера, а рыбы, у которых жаберные перепонки прирастают к межжаберному промежутку (карповые) – довольно малые жаберные щели. Очень маленькие жаберные щели у иглобрюхообразных (*Tetraodontiformes*) и угреобразных (*Anguilliformes*) рыб.

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

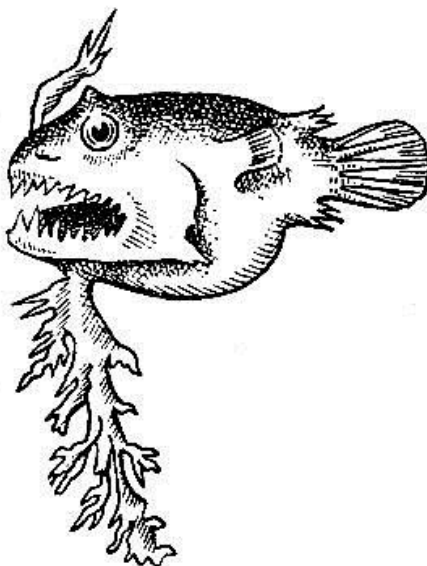


Рисунок 9 – Удильщик рода *Linophryne* с усвидным придатком на нижней челюсти

Кроме того, у некоторых рыб на голове имеются: кожистые выросты, маскирующие рыбу на фоне среды обитания (скорпены, морские собачки); крышечные шипы и колючки, выполняющие защитную функцию (бычки подкаменщики, морские окуни); слизоотделительные 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.

**Задание.** При выполнении работы нужно рассмотреть рот (его положение, характер, размеры), глаза (наличие или отсутствие, положение на голове, величину), носовые отверстия (непарные, парные), жаберные



отверстия (положение, количество), брызгальца (наличие или отсутствие, положение, размеры) и зарисовать головы рыб с различным положением рта (верхний, нижний, конечный), отметив величину рта, указав положение носовых и жаберных отверстий (у осетрообразных нужно отметить брызгальца), и составить, пользуясь набором рыб, перечень видов с различным положением и типом рта, выдвижным и невыдвижным ртом.

### РАБОТА 3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛАВНИКОВ РЫБ

**Цель работы:** научиться определять все типы и формы плавников.

**Материал и оборудование.** Наборы фиксированных рыб. Таблицы: «Положение брюшных плавников», «Модификации плавников», «Типы хвостового плавника», схема положения хвостового плавника различной формы относительно зоны вихрей. Инструменты: препаровальные иглы, пинцет, ванночка.

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

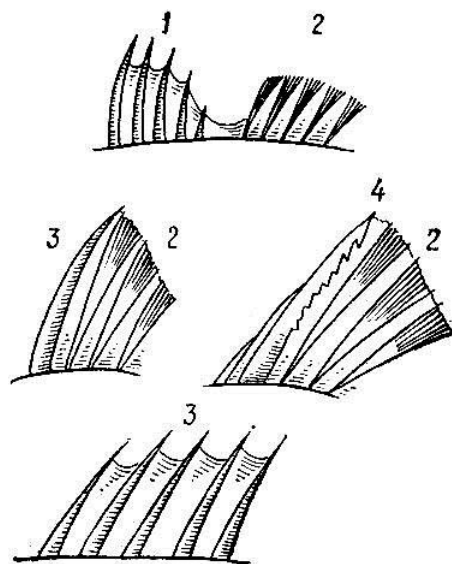


Рисунок 10 – Лучи плавников:

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

Число ветвистых и неветвистых лучей в плавниках, особенно в непарных, – важный систематический признак. Лучи просчитываются, и число их записывается. Нечленистые (колючие) обозначаются римскими цифрами, ветвистые – арабскими. На основании подсчета лучей составляется формула плавника. Так, судак имеет два спинных плавника. В первом из них 13-15 колючих лучей (у разных особей), во втором 1-3 колючки и 19-23 ветвистых луча. Формула спинного плавника судака имеет следующий вид: D XIII-XV, I-III 19-23. В анальном плавнике судака число колючих лучей I-III, ветвистых 11-14. Формула анального плавника судака выглядит так: 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). 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 роstrум у акул и у осетровых рыб функционально связаны, сильное развитие роstrума, 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*), роstrум которых развит сильно, а грудные плавники невелики, тогда как у морской лисицы (*Alopiias*) и синей акулы (*Prionace*) грудные плавники развиты хорошо, а роstrум небольшой.

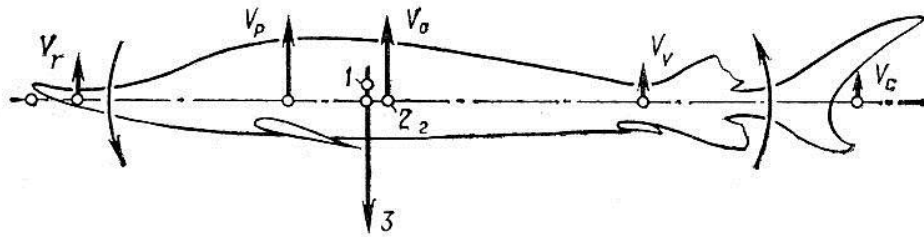


Рисунок 11 – Схема вертикальных сил, возникающих при поступательном движении акулы или осетровой рыбы в направлении продольной оси тела:  
 1 – центр тяжести; 2 – центр динамического давления; 3 – сила остаточной массы;  $V_0$  – подъемная сила, создаваемая корпусом;  $V_p$  – подъемная сила, создаваемая грудными плавниками;  $V_r$  – подъемная сила, создаваемая рострумом;  $V_v$  – подъемная сила, создаваемая брюшными плавниками;  $V_c$  – подъемная сила, создаваемая хвостовым плавником. Изогнутые стрелки показывают действие вращательного момента

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

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

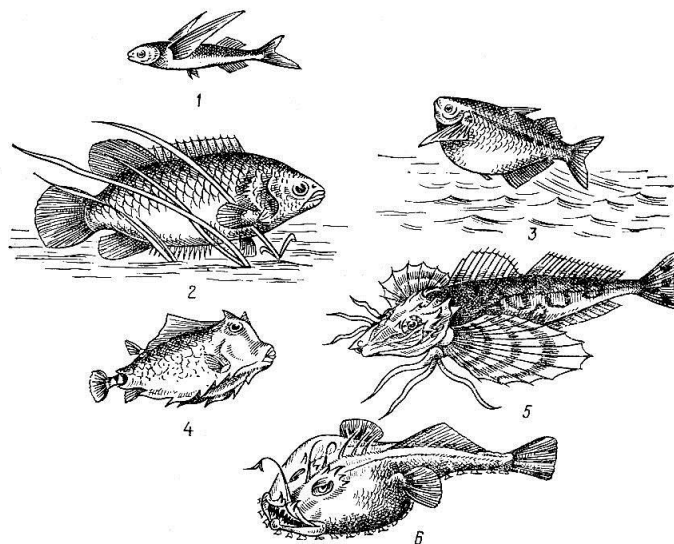


Рисунок 12 – Формы грудных плавников рыб:  
 1 – летучая рыба; 2 – окунь-ползун; 3 – килебрюшка; 4 – кузовок; 5 – морской петух;  
 6 – морской черт

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 (*Hippocampus*), имеющие малые жаберные щели (жаберная крышка скрыта под кожей), могут совершать грудными плавниками круговые движения, создавая отток воды от жабр. При ампутации грудных плавников эти рыбы задыхаются.

**Брюшные** плавники выполняют главным образом функцию равновесия и поэтому, как правило, располагаются вблизи центра тяжести тела рыбы. Их положение меняется с изменением центра тяжести (рис. 13). У низкоорганизованных рыб (сельдеобразные, карпообразные) брюшные плавники расположены на брюхе за грудными плавниками, занимая **абдоминальное** положение. Центр тяжести этих рыб находится на брюхе, что

связано с некомпактным положением внутренних органов, занимающих большую полость. У высокоорганизованных рыб брюшные плавники находятся в передней части тела. Такое положение брюшных плавников называется **торакальными** характерно преимущественно для большинства окунеобразных рыб.

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

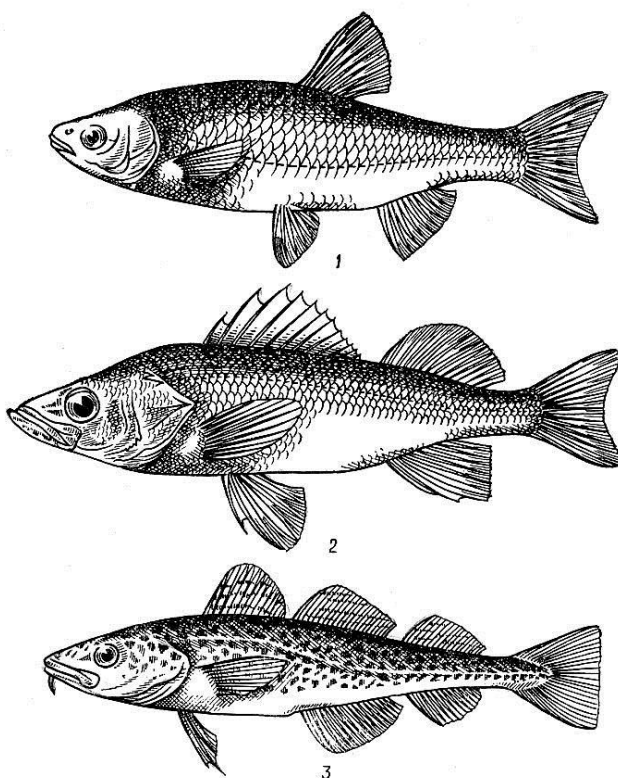


Рисунок 13 – Положение брюшных плавников:  
1 – абдоминальное; 2 – торакальное; 3 – югулярное

Брюшные плавники могут видоизменяться. С помощью их некоторые рыбы прикрепляются к грунту (рис. 14), образуя либо присасывательную воронку (бычковые), либо присасывательный диск (пинагоровые,

слизняковые). Видоизмененные в колючки брюшные плавники 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.

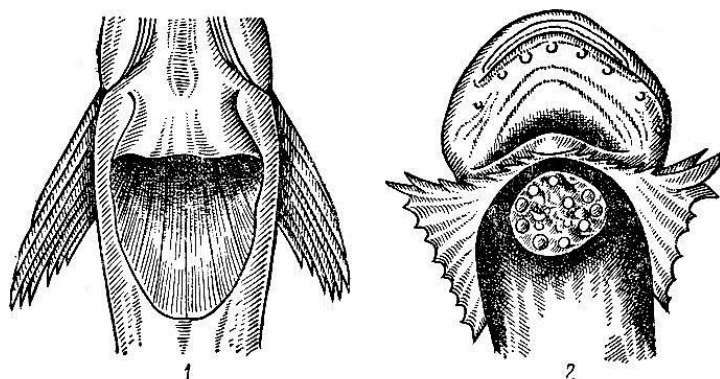


Рисунок 14 – Видоизменение брюшных плавников:

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

**Непарные плавники.** Как уже отмечалось выше, к непарным плавникам относятся *спинной*, *анальный* и *хвостовой*. Спинной и анальный плавники выполняют функцию стабилизаторов, оказывают сопротивление боковому смещению тела при работе хвоста.

Большой спинной плавник парусников при резких поворотах действует как руль, сильно повышая маневренность рыбы при преследовании добычи. Спинной и анальный плавники у некоторых рыб выступают в качестве движителей, сообщающих рыбам поступательное движение (рис. 15).

В основе локомоции при помощи ундулирующих движений плавников лежат волнообразные движения пластинки плавника, обусловленные последовательными поперечными отклонениями лучей. Такой способ движения обычно свойствен рыбам с небольшой длиной тела, неспособным изгибать корпус, – кузовки, рыба-луна. Только за счет ундуляции спинного плавника передвигаются морские коньки и морские иглы. Такие рыбы, как камбалообразные и солнечникообразные, наряду с ундулирующими движениями спинного и анального плавников плавают, латерально изгибая тело.

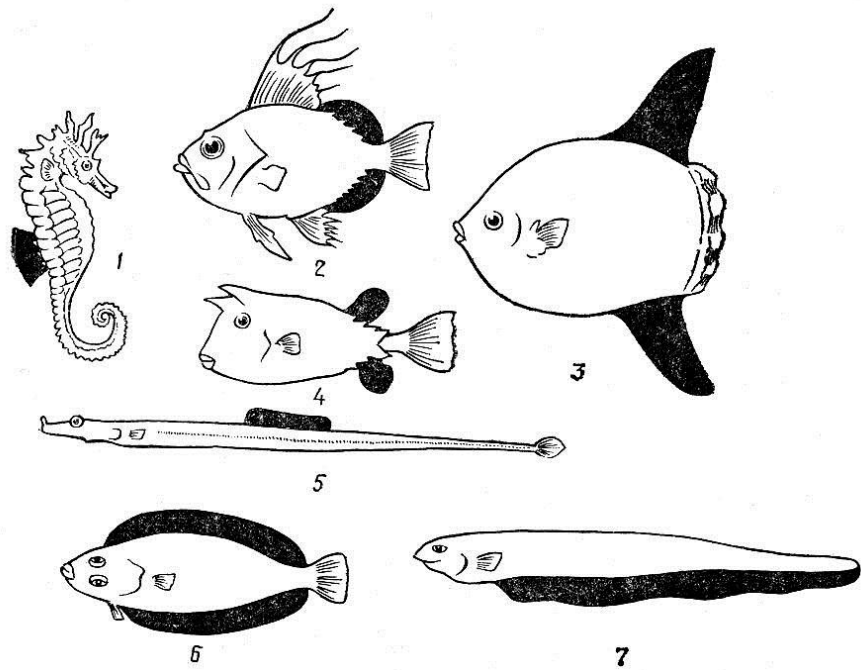


Рисунок 15 – Форма ундулирующих плавников у различных рыб:  
 1 – морской конек; 2 – солнечник; 3 – рыба-луна; 4 – кузовок; 5 – морская игла; 6 – камбала; 7 – электрический угорь

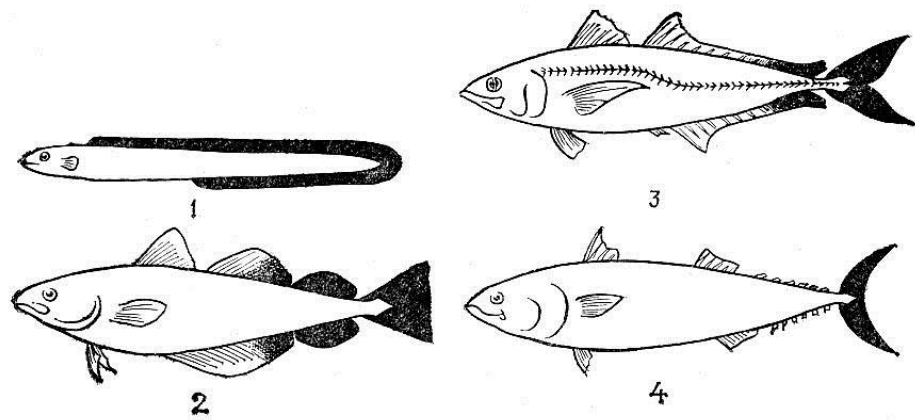


Рисунок 16 – Топография пассивной локомоторной функции непарных плавников у различных рыб:  
 1 – угорь; 2 – треска; 3 – ставрида; 4 – тунец

У медленно плавающих рыб с угревидной формой тела спинной и анальный плавники, сливаясь с хвостовым, образуют в функциональном смысле единый окаймляющий тело плавник, несут пассивную локомоторную функцию, так как основная работа приходится на корпус тела. У быстро двигающихся рыб с увеличением скорости движения локомоторная функция концентрируется в заднем отделе корпуса и на задних частях спинного и анального плавников. Увеличение скорости ведет к потере локомоторной



функции спинным и анальным плавниками, редукции задних их отделов, передние же отделы выполняют функции, не имеющие отношения к локомоции (рис. 16).

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

Сельдеобразные, сарганообразные и другие рыбы имеют один спинной плавник. У высокоорганизованных отрядов костистых рыб (окунеобразные, кефалеобразные), как правило, два спинных плавника. Первый состоит из колючих лучей, которые придают ему определенную поперечную устойчивость. Этим рыб называют 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-хвостоколов. Анального плавника не имеют скаты и акулы отряда *Squaliformes*.

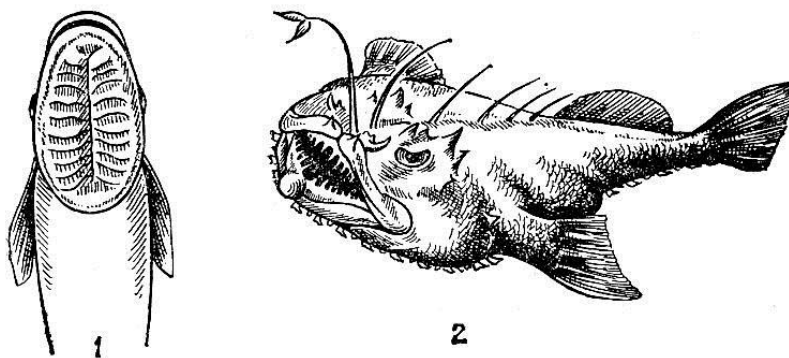


Рисунок 17 – Видоизмененный первый спинной плавник у рыбы-прилипалы (1) и удильщика (2)

Спинной плавник может видоизменяться (рис. 17). Так, у рыбы-прилипалы первый спинной плавник переместился на голову и превратился в присасывательный диск. Он как бы поделен перегородками на ряд самостоятельно действующих более маленьких, а потому относительно более мощных присосок. Перегородки гомологичны лучам первого спинного плавника, они могут отгибаться назад, принимая почти горизонтальное положение, или выпрямляться. За счет их движения и создается эффект присасывания. У удильщикообразных первые разъединенные друг от друга лучи первого спинного плавника превратились в удочку (*ilicium*). У колюшек спинной плавник имеет вид обособленных колючек, выполняющих

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

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

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

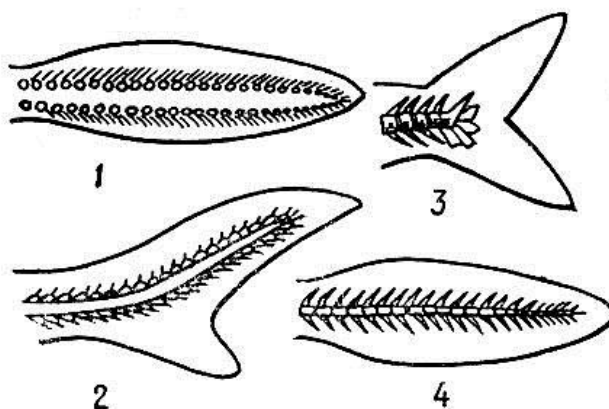


Рисунок 18 – Формы хвостового плавника:

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

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

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

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

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

По соотношению размеров верхней и нижней лопастей хвостовые плавники могут быть эпи-, гипо- и изобатными (церкальными). При эпибатном (эпицеркальном) типе верхняя лопасть длиннее (акулы, осетровые); при гипобатном (гипоцеркальном) верхняя лопасть короче (летучие рыбы, чехонь), при изобатном (изоцеркальном) обе лопасти имеют одинаковую длину (сельди, тунцы) (рис. 19). Деление хвостового плавника на две лопасти связано с особенностями обтекания тела рыбы встречными токами воды. Известно, что вокруг движущейся рыбы образуется слой трения – слой воды, которому движущимся телом сообщается некоторая дополнительная скорость. При развитии рыбой скорости возможны отрыв пограничного слоя воды от поверхности тела рыбы и образование зоны вихрей. При симметричном (относительно его продольной оси) теле рыбы возникающая сзади зона вихрей более или менее симметрична относительно этой оси. При этом для выхода из зоны вихрей и слоя трения лопасти хвостового плавника удлиняются в равной мере – изобатность, изоцеркия (см. рис. 19, а). При асимметричном теле: выпуклая спина и уплощенная брюшная сторона (акулы, осетры), зона вихрей и слой трения сдвинуты вверх относительно продольной оси тела, поэтому в большей степени удлиняется верхняя лопасть – эпибатность, эпицеркия (см. рис. 19, б). При наличии у рыб более выпуклой брюшной и прямой спинной поверхностей (чехонь) удлиняется: нижняя лопасть хвостового плавника, так как зона вихрей и слой трения более развиты с нижней стороны тела – гипобатность, гипоцеркия (см. рис. 19, в). Чем выше скорость движения, тем интенсивнее процесс вихреобразования и толще слой трения и тем сильнее развиты лопасти хвостового плавника, концы которого должны выходить за пределы зоны вихрей и слоя трения, что обеспечивает высокие скорости. У быстро плавающих рыб хвостовой плавник имеет либо полулунную форму – короткий с хорошо развитыми серповидно вытянутыми лопастями (скомброидные), либо вильчатую – выемка хвоста идет почти до основания тела рыбы (ставридовые, сельдевые). У малоподвижных рыб, при медленном движении которых процессы вихреобразования почти не имеют места,

лопасти хвостового плавника обычно короткие – выемчатый хвостовой плавник (сазан, окунь) либо не дифференцирован совсем – закругленный (налим), усеченный (солнечники, рыбы-бабочки), заостренный (капитанские горбыли).

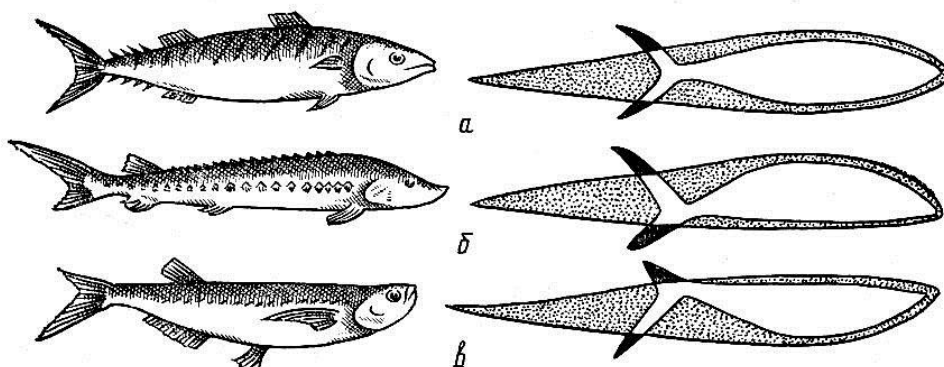


Рисунок 19 – Схема расположения лопастей хвостового плавника относительно зоны вихрей и слоя трения при разной форме тела:

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 заштриховано

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

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

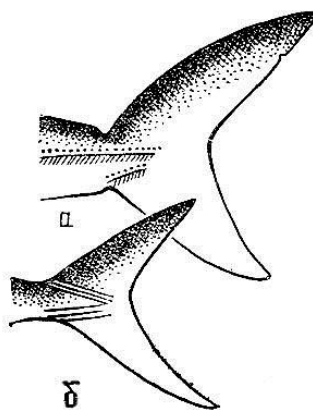


Рисунок 20 – Кили на хвостовом стебле у рыб:  
а – у сельдевой акулы; б – у скумбрии

Они выполняют функцию гасителей завихрений, образующихся при движении рыбы, что способствует увеличению скорости рыбы (скомброидные, макрелешуковые). На хвостовом плавнике сельдей и сардин располагаются удлиненные чешуи (*alae*), выполняющие функцию обтекателей. По бокам хвостового стебля у акул, ставридовых, скумбриевых, рыбы-меча располагаются боковые кили, которые способствуют уменьшению боковой сгибаемости хвостового стебля, что улучшает локомоторную функцию хвостового плавника. Кроме того, боковые кили служат горизонтальными стабилизаторами и уменьшают вихреобразование при плавании рыбы (рис. 20).

**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.

3. Определить все типы и формы хвостового плавника.

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

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

## РАБОТА 4

### БОКОВАЯ ЛИНИЯ И ТИПЫ ЧЕШУИ РЫБ

**Цель работы:** научиться определять формулу боковой линии рыб и типы чешуи.

**Материал и оборудование.** Наборы фиксированных рыб. *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.

**Теоретическая часть.** *Боковая линия* (*Linea lateralis, ll*) – своеобразный орган чувств рыб, воспринимающий низкочастотные колебания воды, представляет собой подкожный канал, выстланный клетками чувствительного эпителия с подходящими к нему нервными окончаниями. С наружной средой канал сообщается отверстиями, пронизывающими чешую или покровы тела. Боковая линия имеет систематическое значение. Ее внешний вид весьма разнообразен. У большинства рыб боковая линия проходит в виде прямой линии по бокам тела от головы до хвостового плавника (лещ, сазан, окунь и др.). Такая боковая линия называется полной. У некоторых видов рыб боковая линия образует резкий изгиб над грудными плавниками (чехонь, белокорый палтус). У корюшковых и верховок боковая линия неполная, она занимает несколько чешуек. Боковая линия может располагаться на брюхе (саргановые) или на спине (песчанки). Терпуговые имеют 4-5 пар боковых линий, но-тотениевые – 1-3. У сельдевых, бычковых и некоторых других рыб боковой линии нет. Функцию ее выполняет сильно развитая система сенсорных каналов на голове или генипоры. Сенсорные каналы и генипоры есть и у рыб с боковой линией (треска, навага) (рис. 21). Характеристику боковой линии можно записать формулой. Для составления формулы боковой линии просчитывается число чешуи вдоль боковой линии, над и под ней. Так, формула боковой линии язя, 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:  $ll = 56-61$ .

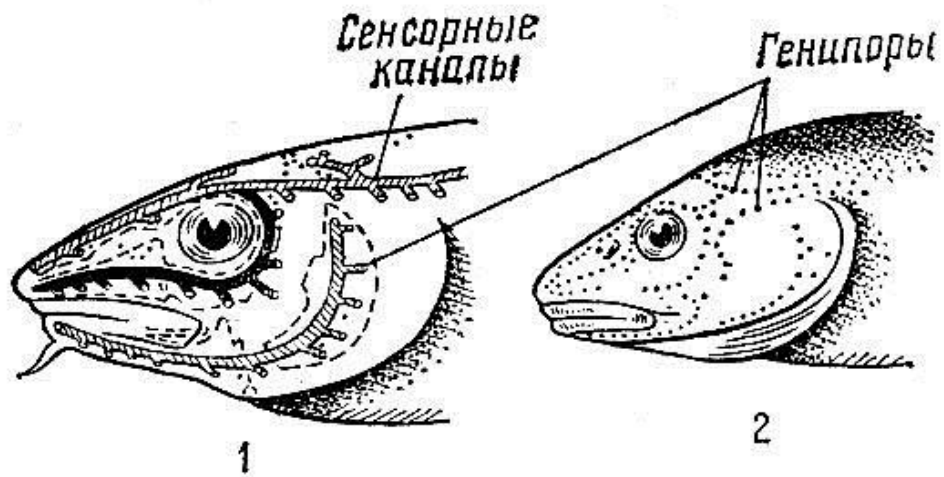


Рисунок 21 – Генипоры и сенсорные каналы:

1 – на голове трески; 2 – на голове наваги

**Типы чешуи рыб.** Одной из характерных особенностей рыб является наличие у них кожных образований – чешуи у рыб выделяют три основных типа чешуи, различающихся как по форме, так и по материалу, из которого они построены. Это *плакоидная*, *ганоидная* и *костная* чешуи (рис. 22).

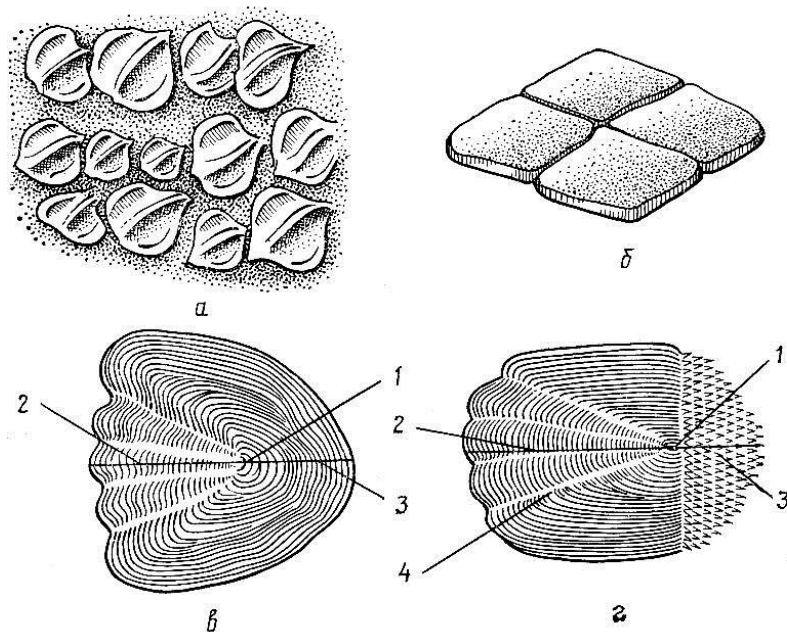


Рисунок 22 – Типы чешуи:

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

Плакоидная чешуя, называемая кожными зубами, состоит из лежащей в коже пластинки и сидящего на ней шипа, покрытого слоем эмали; острие

шипа выдвигается через эпидермис наружу. Основу плакоидной чешуи составляет дентин – твердое органическое вещество с солями кальция. Внутри чешуи находится полость с кровеносными сосудами и нервными окончаниями. Плакоидная чешуя располагается на теле рыб диагональными рядами, причем каждая чешуя свободно лежит в коже и не соединяется с соседней, что не препятствует боковой подвижности рыбы.

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

Многим ископаемым кистеперым, современной латимерии и ископаемым двоякодышащим рыбам свойственна 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 осетрообразных 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, закладываемой 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 годовичное кольцо. Кроме годовых колец в период замедленного роста на чешуе могут образовываться дополнительные кольца. Часть чешуи, прикрытая налегающей соседней чешуей, называется передней, она заметно отличается от свободной неприкрытой – задней и отделяется ясно различимой границей. Передний край чешуи у большинства рыб неровный, волнообразный, что способствует закреплению чешуи в кожном кармашке. На пересечении линии, отделяющей границу передней и задней частей чешуи, и средней продольной диагонали лежит центр чешуи. От него отходят радиальные полоски – каналы питания чешуи (см. рис. 22). Центр чешуи 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 scombroидным 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).

### **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.

3. 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.

4. 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.

5. 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.

## Литература

1. Алеев Ю. Г. Функциональные основы внешнего строения рыбы. – М.: АН СССР, 1963. – 247 с.
2. Алеев Ю. Г. Нектон. – Киев: Наукова думка, 1976. – 390 с.
3. Андрияшев А. П. Рыбы северных морей СССР. – М.; – Л.: АН СССР, 1954. – 564 с.
4. Берг Л. С. Система рыбообразных и рыб, ныне живущих и ископаемых. – 2-е изд. – М.; Л.: АН СССР, 1955. – 289 с.
5. Берг Л. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. – ч. I-III, – 4-е изд. – М.; Л.: АН СССР 1948-1949; ч. I. – 467 с.; ч. II. – 456 с.; ч. III. – 454 с.
6. Биденко М. С., Перова Л. И., Кукуев Е. И. Промысловые рыбы Атлантического океана. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 176 с.
7. Борисов П. Г., Овсянников Н. С. Определитель промысловых рыб СССР. – М.: Пищевая промышленность, 1964. – 318 с.
8. Веселов Е. А. Определитель пресноводных рыб фауны СССР. – М.: Просвещение, 1977. – 238 с.
9. Управление формированием региональных кластеров рыбоводства/Алексеева Н.А., Кузнецова О.В., 2-е изд., стереотипное - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 218 с.: 60x90 1/16 ISBN 978-5-16-104315-8 <http://znanium.com/bookread2.php?book=544351>
10. Пресноводная аквакультура: Учебное пособие/В.А.Власов - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 384 с.: 70x100 1/16 (Переплёт) ISBN 978-5-905554-88-9 <http://znanium.com/bookread2.php?book=50351>
11. <https://studfiles.net/preview/3565208>