

**КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Н.Г. НАЗАРОВ, Р.И. ЗАМАЛЕТДИНОВ**



**ИХТИОЛОГИЯ И РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО**

**Учебное пособие**



**КАЗАНЬ**

**2023**

*Печатается по решению  
Учебно-методической комиссии ИУЭФ КФУ  
(протокол № 9 от 20 апреля 2023 г.)*

**Рецензенты:**

ведущий ихтиолог ФГБУ «Главрыбвод» **Аверьянов Д.Ф.**  
кандидат биологических наук, доцент **Палагушкина О.В.**

**Назаров Н.Г., Замалетдинов Р.И.**

Ихтиология и рыбное хозяйство: учебное пособие / Авторы-составители Н.Г. Назаров, Р.И. Замалетдинов. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2023. – 150 с.

Учебное пособие предназначено 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»). Пособие может использоваться при проведении практических занятий по курсу.

В учебном пособии предлагаются варианты практических заданий, даются примеры их решения. Практические задания подкрепляют лекционные материалы по курсу «Ихтиология и рыбное хозяйство», темы 1-7. Иллюстрируют возможность применения полученных теоретических знаний на практике.

© Авторы-составители Назаров Н. Г., Замалетдинов Р. И., 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение .....</b>	<b>4</b>
<b>ТЕМА 1. ВНЕШНЕЕ СТРОЕНИЕ РЫБ.....</b>	<b>6</b>
<b>ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА ПО ТЕМЕ 1.....</b>	<b>39</b>
<b>ТЕМА 2. СИСТЕМАТИКА РЫБ .....</b>	<b>42</b>
<b>ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА ПО ТЕМЕ 2.....</b>	<b>49</b>
<b>ТЕМА 3. ЭКОЛОГИЯ РЫБ .....</b>	<b>52</b>
<b>ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА ПО ТЕМЕ 3.....</b>	<b>77</b>
<b>ТЕМА 4. ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ РЫБ .....</b>	<b>79</b>
<b>ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА ПО ТЕМЕ 4.....</b>	<b>93</b>
<b>ТЕМА 5. СОВРЕМЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЫБНЫХ РЕСУРСОВ .....</b>	<b>95</b>
<b>ТЕМА 6. ИСТОРИЯ РЫБОВОДСТВА.....</b>	<b>101</b>
<b>ТЕМА 7. СТРУКТУРА РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА.....</b>	<b>106</b>
<b>ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА ПО ТЕМЕ 7.....</b>	<b>130</b>
<b>ТЕМА 8. ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ РЫБ, ВЫРАЩИВАЕМЫХ В ПРУДАХ .....</b>	<b>132</b>
<b>ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА ПО ТЕМЕ 8.....</b>	<b>142</b>
<b>ЛИТЕРАТУРА .....</b>	<b>145</b>

## 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 35 тыс. видов. Это способствовало выделению из зоологии отдельного раздела ихтиологии – науки о рыбах (от греч. «*ἰχθύς*» – рыба, «*λόγος*» – понятие, учение). Развитие ихтиологии неразрывно связано с историей развития рыболовства и рыбоводства.

Обособление ихтиологии как самостоятельной биологической дисциплины произошло раньше, чем других сходных дисциплин и, несомненно, определяется большой практической значимостью объекта исследования и необходимостью разработки специфических методов изучения.

Ихтиология имеет тесную связь с гидрологией, изучающей внешнюю физическую среду обитания рыб, и с гидробиологией, изучающей водные организмы, представляющие кормовую базу рыб.

Развитие ихтиологии, непрерывное накопление и углубление знаний о рыбе, привели к выделению из ихтиологии отдельных разделов или дисциплин, а именно: физиологии рыб, эмбриологии рыб, этологии рыб, сырьевой базы, рыбоводства, рыболовства, технологии рыбных продуктов,

экономики рыбного хозяйства, причем рыбоводство, рыболовство, технология рыбных продуктов и экономика рыбного хозяйства являются непосредственно прикладного, практического значения.

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

Задачей дисциплины является изучение, в первую очередь, отдельных групп и важнейших видов рыб, закономерностей приспособления их к обитанию в различных экологических условиях; знакомство с биологией наиболее массовых промысловых и других видов рыб, их распространением; ознакомление с биологическими основами рационального их использования.

Дисциплина должна дать основу тем знаниям, которые в дальнейшем могли бы быть использованы для решения практических задач рыбного хозяйства.

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.

## ТЕМА 1. ВНЕШНЕЕ СТРОЕНИЕ 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.

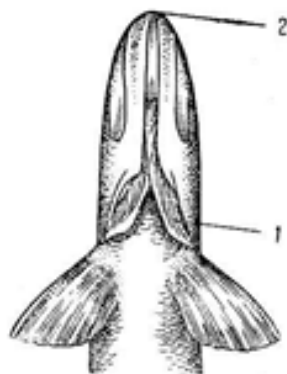


Рисунок 1 – Нижняя сторона головы рыбы:

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.

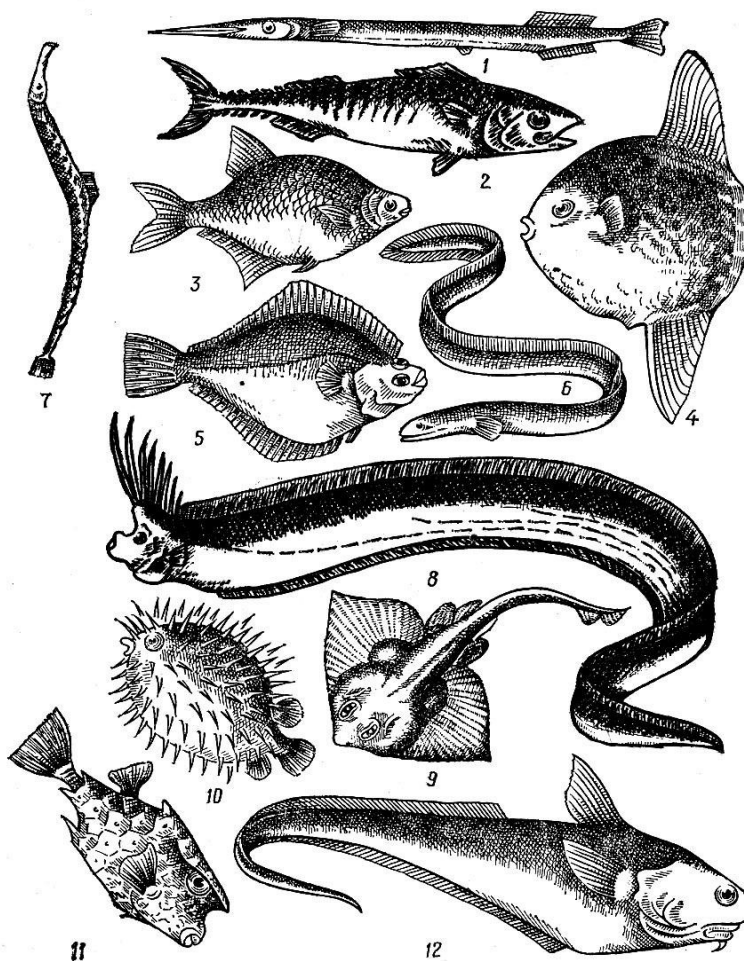


Рисунок 2 – Форма тела рыб:

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

**Симметрично сжатое с боков** тело – сильно сжато с боков, высокое при относительно небольшой длине и высокое. Это рыбы коралловых рифов – щетинкозубы (*Chaetodon*), зарослей донной растительности – скалярии (*Pterophyllum*). Такая форма тела помогает им легко маневрировать среди препятствий. Симметрично сжатую с боков форму тела имеют и некоторые пелагические рыбы, которым необходимо быстро менять положение в пространстве для дезориентации хищников, – вомеры (*Vamer*) или для



маскировки в толще воды при подкарауливании добычи – солнечники (*Zeus*). Такую же форму тела имеют рыба-луна (*Mola mola* L.) и лещ (*Abramis brama* L.).

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

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 форму. Такая форма тела характерна для рыбы-сабли (*Trichiuridae*), сельдяного короля (*Regalecus glesne* Ascanius).

**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 удлиненное, скрытое в костном панцире тело имитирует листья zostеры, в зарослях которой они обитают. Рыбы лишены боковой подвижности и перемещаются с помощью ундулирующего действия спинного плавника.

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).

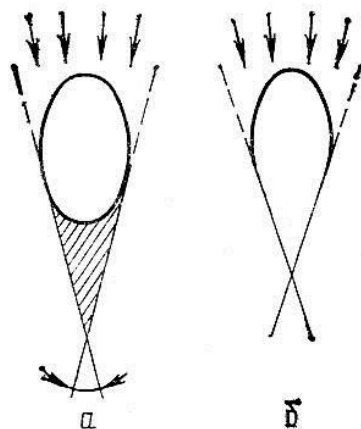


Рисунок 3 – Схема образования демаскирующей тени на брюхе рыбы (а), при наличии брюшного кия он занимает собой область тени (б). Стрелками показано направление светового потока

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).

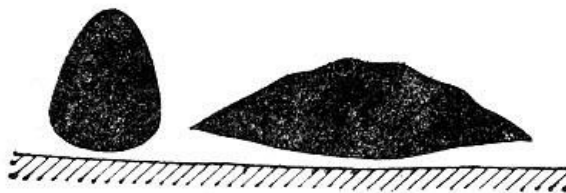


Рисунок 4 – Характерные формы поперечного сечения тела придонных рыб

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).

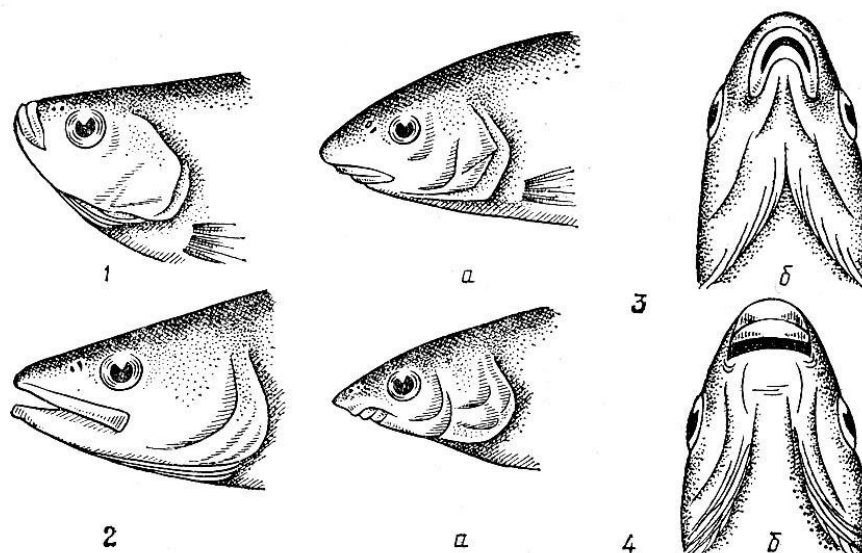


Рисунок 5 – Различные формы рта:

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).

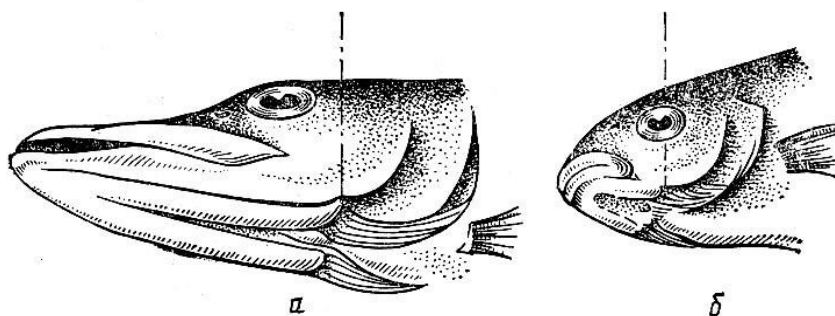


Рисунок 6 – Определение величины рта рыбы (пунктирная линия проведена как перпендикуляр от конца нижней челюсти):

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 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 (*Balistidae*) и скалозубовые (*Tetraodontidae*), питаясь 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 планктоноед* (сельди, ряпушка); *рот перифитоноед* (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).

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).

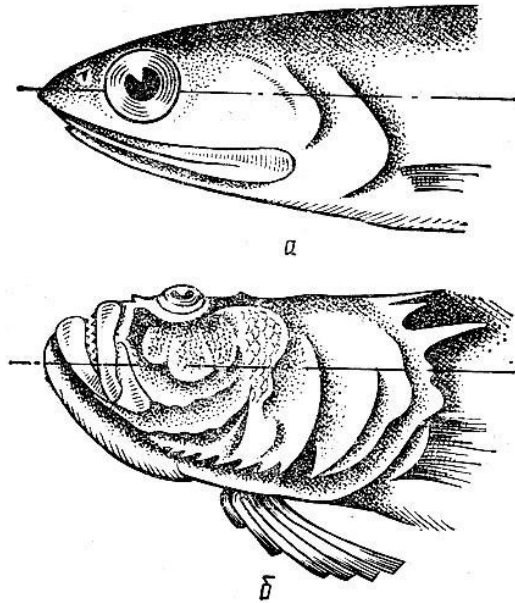


Рисунок 7 – Расположение глаза хамсы (а) и звездочета (б) (пунктиром обозначена продольная ось рыбы)

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).

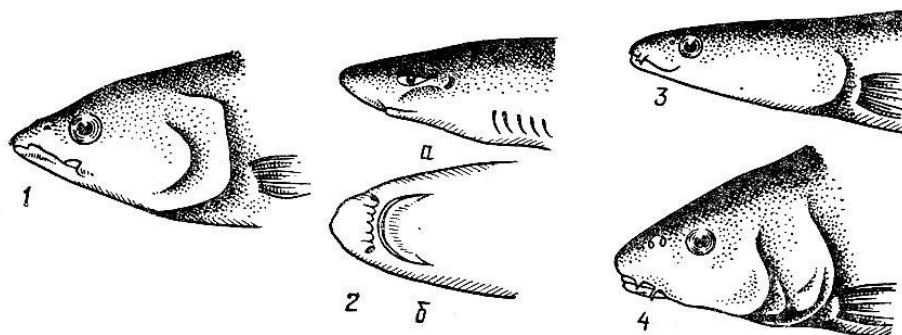


Рисунок 8 – схема расположения ноздрей у рыб:

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 да 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).

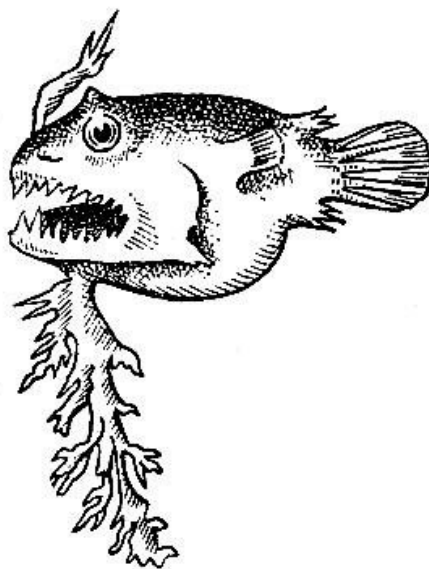


Рисунок 9 – Удильщик рода *Linophryne* с усвидным придатком на нижней челюсти

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); слизееотделительные 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.

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).

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

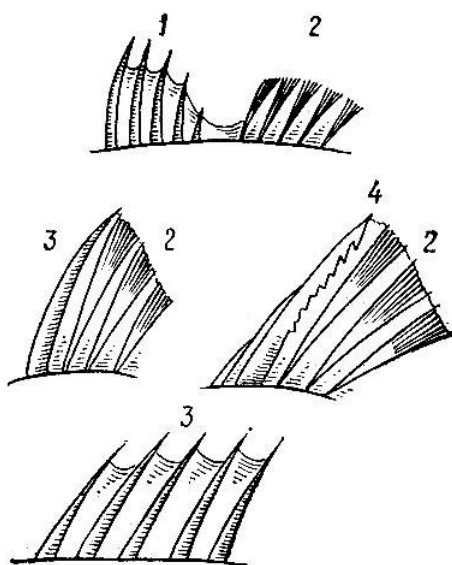


Рисунок 10 – Лучи плавников:

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

**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 рострум акул и осетровых рыб в функциональном отношении составляют единую систему: направленные под небольшим ( $8-10^\circ$ ) 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.

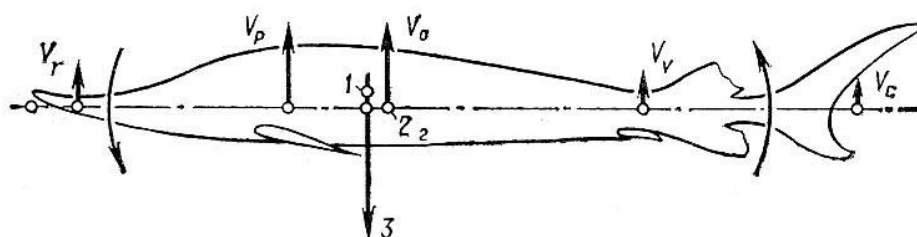


Рисунок 11 – Схема вертикальных сил, возникающих при поступательном движении акулы или осетровой рыбы в направлении продольной оси тела:

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 роstrумом;  $V_v$  – 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.

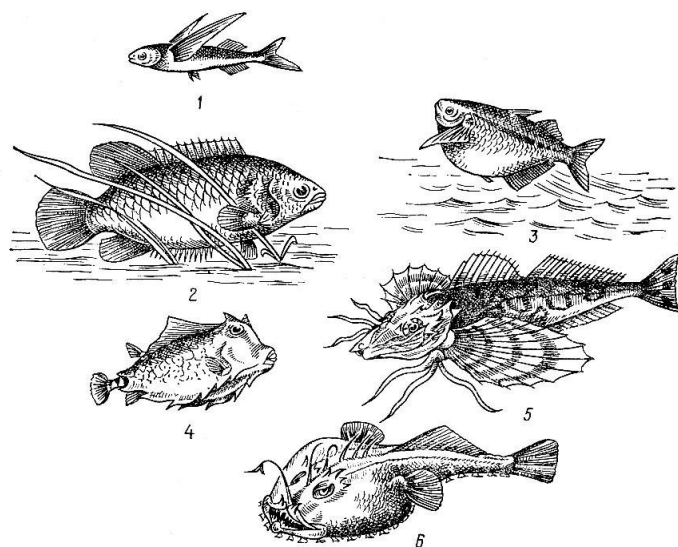


Рисунок 12 – Формы грудных плавников рыб:

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 (*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. 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.

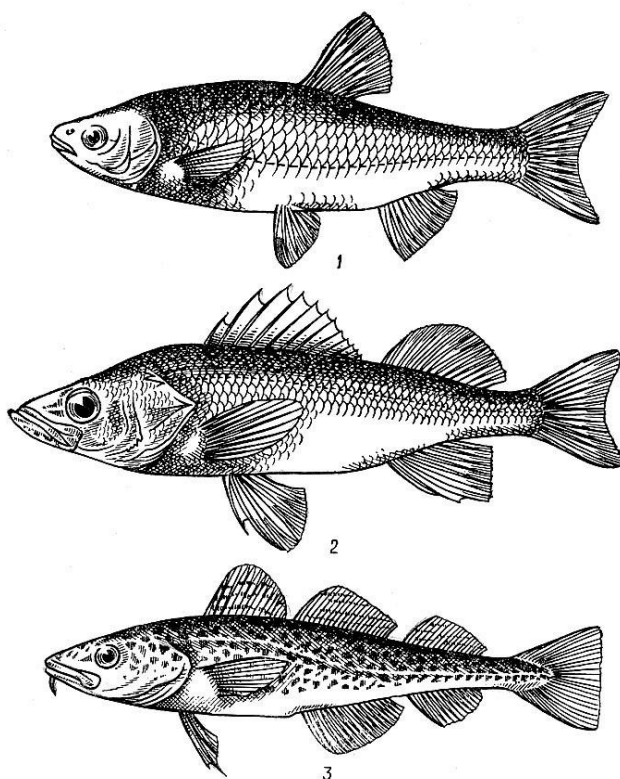


Рисунок 13 – Положение брюшных плавников:

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.

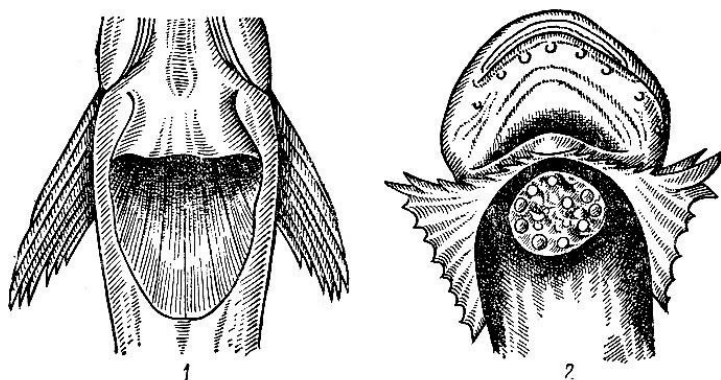


Рисунок 14 – Видоизменение брюшных плавников:

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.

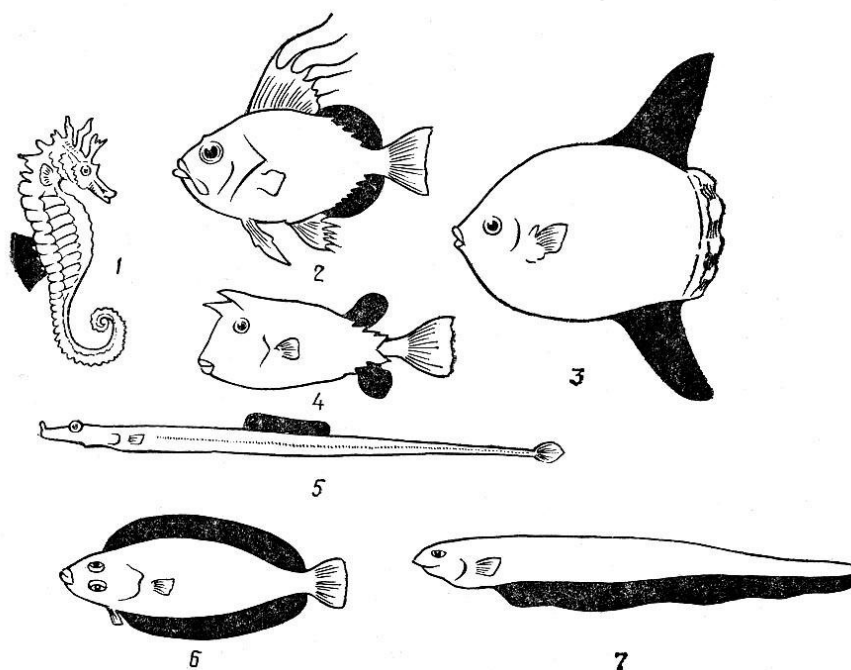


Рисунок 15 – Форма ундулирующих плавников у различных рыб:

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

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).

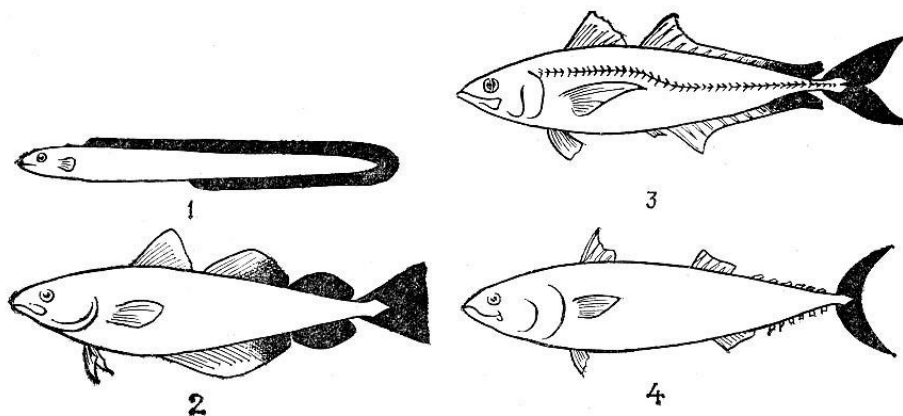


Рисунок 16 – Топография пассивной локомоторной функции непарных плавников у различных рыб:

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

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

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

Спинной и анальный плавники у ряда рыб отсутствуют. Например, спинного плавника нет у электрического угря, локомоторным ундулирующим аппаратом которого служит сильно развитый анальный

плавник; нет его и у скатов-хвостоколов. Анального плавника не имеют скаты и акулы отряда *Squaliformes*.

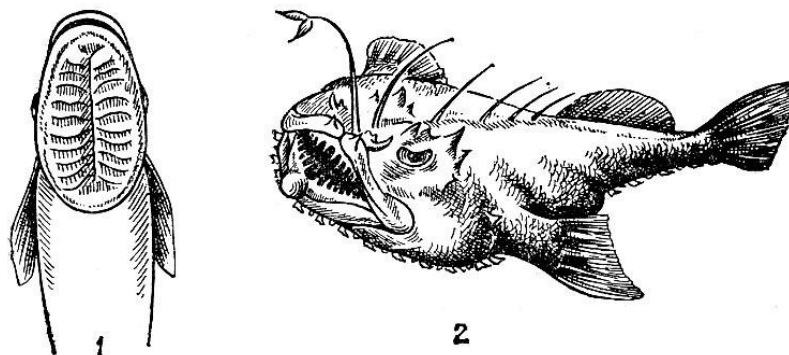


Рисунок 17 – Видоизмененный первый спинной плавник у рыбы-прилипалы (1) и удильщика (2)

Спинной плавник может видоизменяться (рис. 17). Так, у рыбы-прилипалы первый спинной плавник переместился на голову и превратился в присасывательный диск. Он как бы поделен перегородками на ряд самостоятельно действующих более маленьких, а потому относительно более мощных присосок. Перегородки гомологичны лучам первого спинного плавника, они могут отгибаться назад, принимая почти горизонтальное положение, или выпрямляться. За счет их движения и создается эффект присасывания. У удильщикообразных первые разъединенные друг от друга лучи первого спинного плавника превратились в удочку (*ilicium*). У колюшек спинной плавник имеет вид обособленных колючек, выполняющих защитную функцию. У рыб-курков рода *Balistes* первый луч спинного плавника имеет замковую систему. Он выпрямляется и фиксируется неподвижно. Вывести его из такого положения можно нажатием третьего колючего луча спинного плавника. С помощью этого луча и колючих лучей брюшных плавников рыба при опасности укрывается в расщелины, фиксируя тело в полу и потолке убежища.

У некоторых акул задние удлинённые лопасти спинных плавников создают определённую подъёмную 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 scombroидном типе движения, являясь силой, сообщаящей рыбе поступательное движение вперед. Он обеспечивает высокую маневренность рыб при поворотах. Выделяют несколько форм хвостового плавника (рис. 18).

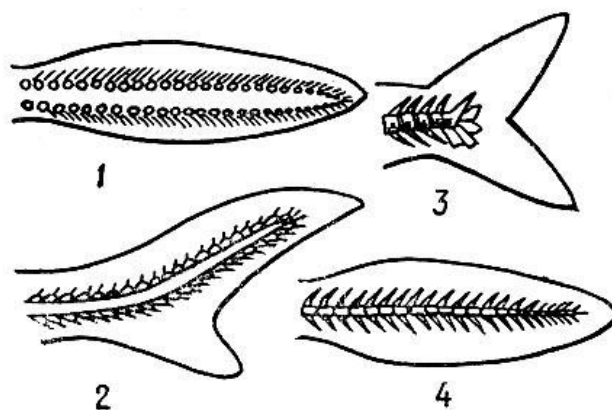


Рисунок 18 – Формы хвостового плавника:

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).

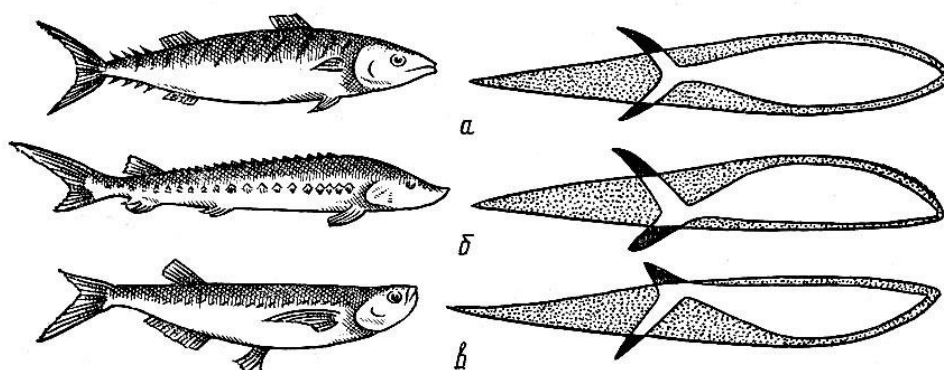


Рисунок 19 – Схема расположения лопастей хвостового плавника относительно зоны вихрей и слоя трения при разной форме тела:

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, харициновые и некоторых сомовидных. На хвостовом стебле у ряда быстро плавающих рыб за спинным и анальным плавниками нередко находятся маленькие плавнички, состоящие из нескольких лучей.

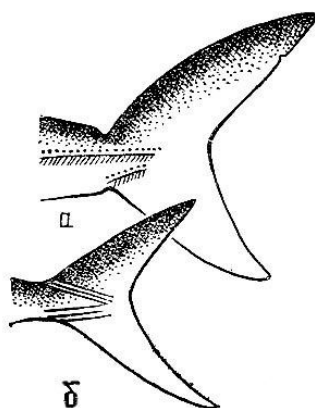


Рисунок 20 – Кили на хвостовом стебле у рыб:  
а – у сельдевой акулы; б – у скумбрии

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).



**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:  $ll = 56-61$ .

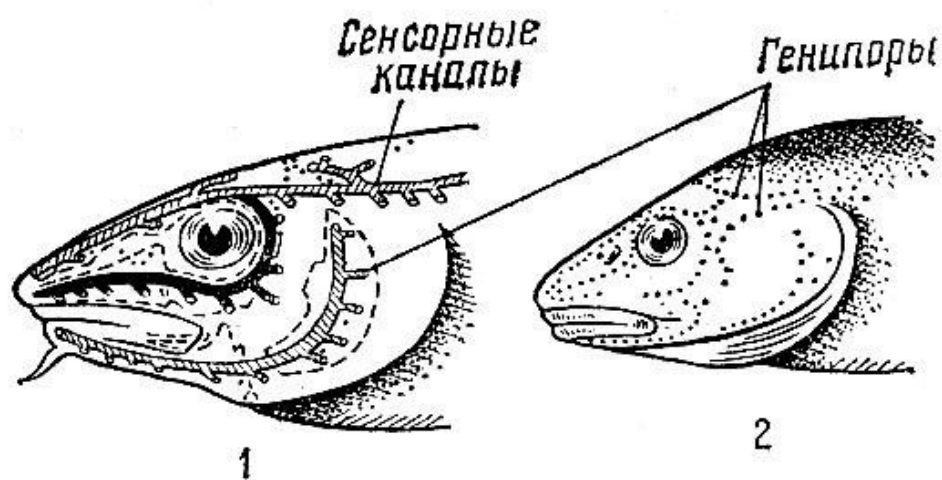


Рисунок 21 – Генипоры и сенсорные каналы:

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).

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.

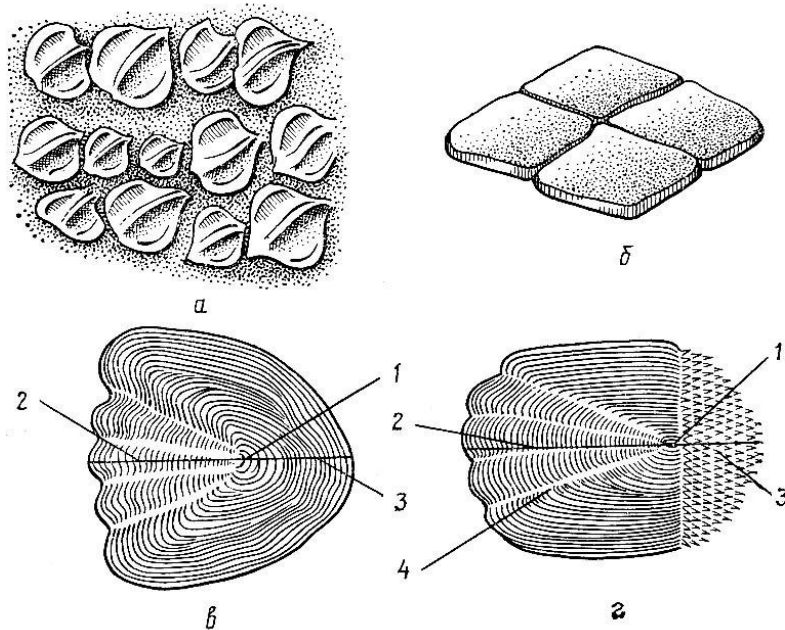


Рисунок 22 – Типы чешуи:

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

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, 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 каждом кармашке. На пересечении линии, отделяющей границу передней и задней частей чешуи, и средней продольной диагонали лежит центр чешуи. От него отходят радиальные полосы – 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 изгибов корпуса, при которых присутствие чешуи затрудняло бы латеральное изгибание тела и с увеличением частоты изгибов чешуя уменьшается в размерах. У скумбриевых в передней части тела, у грудных плавников и на спине, где латеральные изгибы 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, укля). 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).

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА ПО ТЕМЕ 1**

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

**Материал и оборудование.** Наборы фиксированных рыб, препараты чешуи различных видов рыб. Инструменты: микроскоп МБС-9, бинокляр, предметные стекла, препаровальные иглы, пинцет, ванночка. Таблицы: «Форма тела рыб», «Положение и типы рта», «Органы чувств», «Внешний вид глубоководных рыб», «Положение брюшных плавников», «Модификации плавников», «Типы хвостового плавника», «Строение различных типов чешуи рыб», «Строение боковой линии рыб», схема положения хвостового плавника различной формы относительно зоны вихрей. Фотографии чешуи различных видов рыб.

**Задание 1.** Сделать схематический рисунок рыбы и обозначить на нем все участки тела. На 2-3 видах рыб по указанию преподавателя определить границы частей тела всех отделов. 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). Зарисовать контуры рыб, имеющих формы тела торпедовидную, стреловидную, веретенovidную, симметрично и несимметрично сжатую с боков, уплощенную в дорзовентральном направлении, угревидную, лентовидную, астеролепидную, макруревидную, шаровидную, игловидную.

**Задание 2.** При выполнении задания 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, выдвигаемым и невыдвигаемым ртом.

**Задание 3.** При выполнении задания нужно рассмотреть на всех видах рыб набора: парные и непарные плавники, ветвистые и неветвистые, а также членистые и нечленистые лучи плавников, положение грудных плавников и три положения брюшных плавников. Найти рыб, не имеющих парных плавников; с видоизмененными парными плавниками; с одним, двумя и тремя спинными плавниками; с одним и двумя анальными плавниками, а также рыб, не имеющих анального плавника; с видоизмененными непарными плавниками. Определить все типы и формы хвостового плавника. Составить формулы спинного и анального плавников для видов рыб, указанных преподавателем, и перечислить виды рыб, имеющиеся в наборе, с различными формами хвостового плавника. Зарисовать ветвистые и неветвистые, членистые и нечленистые лучи плавников; рыб с тремя положениями брюшных плавников; хвостовые плавники рыб различной формы.

**Задание 4.** При выполнении задания 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 и бычков с генипорами. Составить и записать формулу боковой линии для вида рыбы, указанного преподавателем. Рассмотреть под биноклем на учебных препаратах плакоидную и два типа костной чешуи, ганоидную чешую на верхней лопасти хвостового плавника осетровых, найти фулькры и записать названия рыб, тела которых полностью покрыты ганоидной чешуей.



Зарисовать плакоидную чешую акулы, ганоидную чешую панцирной щуки, хвостовой плавник осетровой рыбы с фулькрами; циклоидную чешую представителя лососевых, карповых и тресковых рыб, ктеноидную окуневых рыб. Отметить центр чешуи, переднюю и заднюю части. Найти рыб с мелкой и крупной чешуей, лишенных чешуи; обратить внимание на форму их тела; увязать размеры чешуи с характером движения рыбы. Найти рыб с костными щитками и пластинками.

## ТЕМА 2. СИСТЕМАТИКА РЫБ

Рыбы, а также и круглоротые, в системе животных занимают самое низкое место среди позвоночных (рис. 23). Они относятся к типу хордовых (благодаря наличию хорды – эластичного тяжа, являющегося у них начальным осевым скелетом, у большинства рыб заменяющегося позвончиком).

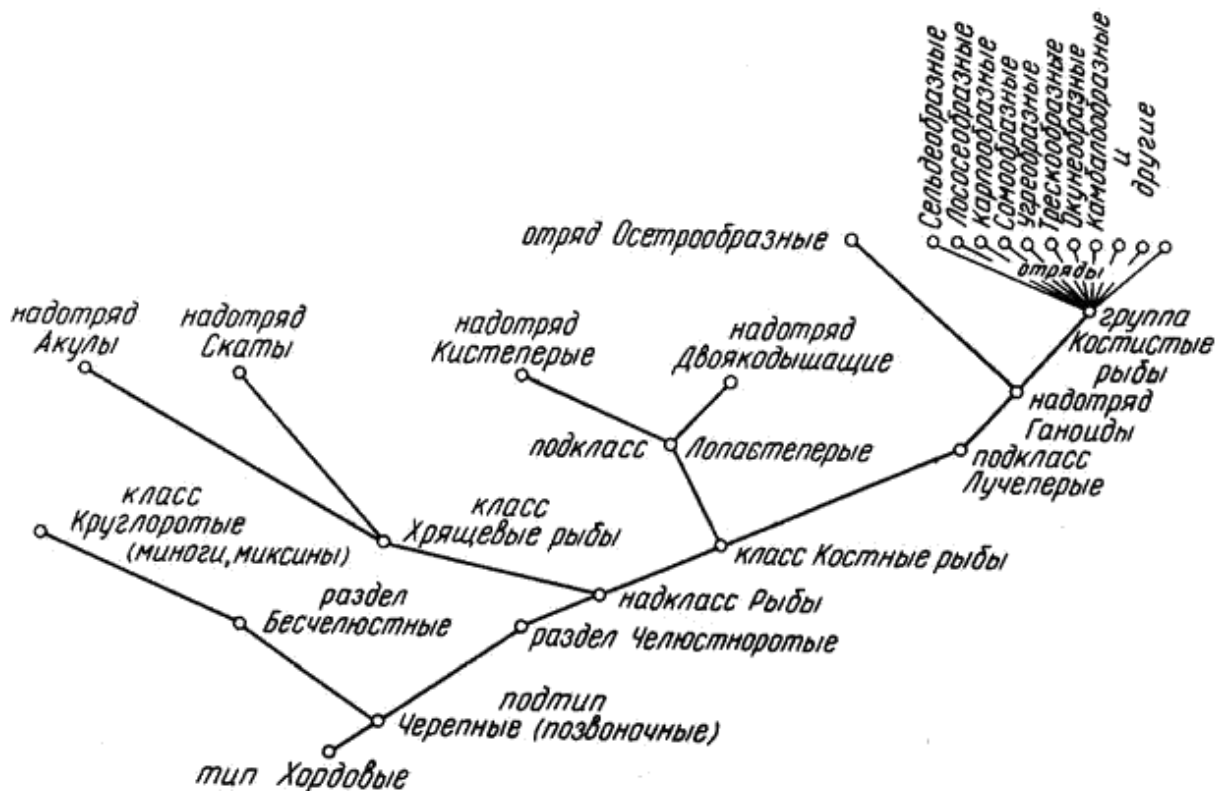


Рисунок 23. Положение основных групп рыб в системе животных  
(по И.М. Анисимовой, 1991)

Вид является основной систематической единицей в биологии. Это совокупность особей, занимающих определенную географическую область и обладающих рядом признаков, передаваемых по наследству и всегда отличающих данный вид от близких ему. Вид характеризуется относительной морфо-биологической стабильностью, что является результатом приспособления к определенным внешним условиям, в которых он формировался и обитает. Вид занимает определенную область

распространения (или ареал), научное название его состоит из двух наименований – родового и видового. После названия вида ставится фамилия автора, его описавшего. Например: *Cyprinus carpio* L. – сазан. Систематическими единицами ниже вида будут подвид, раса, так называемые таксономические единицы. Близкие виды объединяются по ряду признаков в роды, роды – в семейства, семейства – в отряды, отряды – в классы, классы – в типы.

В ряду систем рыб, которые появились в XVIII–XIX веках, по выражению Л.С. Берга (1955), система Иоганна Мюллера (Müller, 1841) представляла первую строго научную попытку дать систему ныне живущих рыб. По И. Мюллеру класс *Pisces* состоял из шести подклассов и четырнадцати отрядов. В одном классе *Pisces* оказались и рыбы, и рыбообразные (*Marsipobranchii*; миноги и миксины), и ланцетники (*Leptocardii*).

Первым, кто выделил рыбообразных в отдельный класс (*Myzontes*), был Л. Агассиз (Agassiz, 1869). Он же рассматривал в ранге самостоятельных классов, кроме рыб (*Pisces*), *Ganoidei* (ганоидных), куда попали *Coelacanthida*, *Accipenserida*, *Sauroidea* и, как он предполагал, *Siluridae*, *Plectognathi* и *Lophobranchii*. В рамках самостоятельного класса (*Selachii*) рассматривались и хрящевые рыбы (*Chimaerae*, *Galcodes*, *Batides*). На этот же период приходится попытка использования палеонтологического материала в построении систем рыбообразных и рыб, но в полной мере, для того периода времени, палеонтологические данные были приведены в системе Ригэна. В русскоязычной литературе с этой системой и некоторыми последующими (Гудрич, Джордэн, Стенше, Ромер и др.) можно познакомиться у Л.С. Берга (1940, 1955). Середина прошлого века ознаменовалась тем, что появилось несколько отечественных вариантов систем рыбообразных и рыб. Системы рыбообразных и рыб Л.С. Берга (Берг, 1940, 1955) и Г.В. Никольского (1950, 1954, 1971) строились, в том числе, на основе использования палеонтологических данных, накопленных к тому времени. Система ныне

живущих рыб Т.С. Расса и Г.У Линдберга (1971) содержала данные только о современных рыбах. Эти системы довольно сильно отличались друг от друга по числу классов, что, безусловно, отражало индивидуальные взгляды этих авторитетных систематиков на такой важнейший таксон, как класс.

Представления того периода о системе рыбообразных и рыб, по частным вопросам построения крупных таксонов, состава ихтиофаун и отдельным представителям можно найти в определителях и справочной литературе (Линдберг, 1971; Линдберг и др., 1980; Решетников и др., 1989, 1997 и др.). Последние десятилетия развитие системы рыбообразных и рыб в основном проходило под влиянием двух авторитетных систематиков – канадца Джозефа Нельсона (Nelson, 1976, 1984, 1994, 2006) и американца Уильяма Эшмайера (Eschmeyer, 1990, 1998). При этом и у Дж. Нельсона, и у У. Эшмайера есть немало своих сторонников и оппонентов.

Появление оргтехники и сети Интернет, их развитие подготовили основу для появления баз данных и тематических сайтов, в том числе и по ихтиофауне пресных и морских вод Земли, из которых самыми авторитетными ресурсами, как источниками информации о видах и отдельных таксонах, стали [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org) и <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcat-main>.

Куратором последней базы является доктор У. Эшмайер, а сама база данных начала формироваться с конца 1990-х годов. На ее основе стала строиться и самая известная на сегодняшний день база данных по рыбам мировой фауны – сайт [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org) (Froese, Pauly, 2018).

По некоторым оценкам число видов рыбообразных и рыб мировой фауны уже сейчас составляет более 35 000 видов. С 1999 по 2018 г. было описано около 8 000 новых видов (<http://researcharchive.calacademy.org>).

Исторически складывалось так, что накопление новых данных способствует тому, что появляется следующий вариант Системы рыбообразных и рыб. У Дж. Нельсона это происходило с интервалом 8–12 лет. В последние годы наблюдается существенное ускорение этого процесса.

В 2014 г. вышло в свет монографическое описание группы авторов (van der Laan et al., 2014) «Family-group names of Recent fishes». Это описание характеризует только ныне живущих рыбообразных и рыб до уровня семейств. В составе авторов присутствует У. Эшмайер – второй крупнейший авторитет в области новейших представлений о системе рыбообразных и рыб Мировой фауны (см. Eschmeyer, 1990, 1998).

Наконец в 2016 г. появилась новая версия системы рыбообразных и рыб Мировой фауны (Nelson J.S., Grande T.C., Wilson M.V.H.: "Fishes of the World"). Эту версию сложно назвать продолжением обсуждаемых выше работ, поскольку она существенно от них отличается. Достаточно заметить, что у Дж. Нельсона (Nelson, 2006) список отрядов насчитывает 62 таксона, у Ричарда ван дер Лаана и его коллег (van der Laan et al., 2014) – 63 таксона. В новой версии системы рыбообразных и рыб таковых 85. Произошли существенные перемещения различных таксонов и внутри системы. Например, отряд *Lophiiformes*, занимавший у Дж. Нельсона 47-ю, а у Р. Лаана и коллег – 45-ю позиции, в новой версии Дж. Нельсона и его коллег перешел на предпоследнее (84) место. Таких примеров довольно много – из самого крупного отряда *Perciformes* были выделены как самостоятельные около 20 отрядов, среди них такие, как *Gobiiformes*, *Cichliformes*, *Carangiformes*, *Anabantiformes*, *Scombriformes* и др. В то же время некоторые отряды исчезли (например, давно рассматриваемый как самостоятельный отряд *Saccopharyngiformes* вошел лишь в качестве семейства в отряд *Anguiliformes* и т.д.). В то же время отряд представлен в электронной базе данных.

Одна из целей этой темы настоящего пособия – рассмотреть в сравнении эти современные системы рыбообразных и рыб на уровне ныне живущих таксономических групп. Не следует считать, что вновь вышедшие системы построения таксономических групп призваны заменить предыдущие. И системы Дж. Нельсона и Дж. Нельсона с коллегами (2006, 2016), и система Ричарда ван дер Лаана с коллегами (2014) представляют

большой научный интерес и могут быть использованы для создания таксономических списков при описании отечественных фаун рыбообразных и рыб. Принимая взгляды этих специалистов, необходимо и ссылаться на них в своих описаниях ихтиофаун. Кроме того, все монографии содержат обширную библиографию и полезные замечания по основным таксонам (классы, отряды, семейства и подсемейства) рыб.

Современную информацию можно получить из базы данных: <https://www.calacademy.org/scientists/catalog-of-fishes-classification/>. Данные, публикуемые здесь в режиме онлайн, отражают точку зрения группы ихтиологов под руководством У. Эшмайера (Eschmeyer). На начало 2019 года состав таксонов, входящих в понятие «Система рыбообразных и рыб Мировой фауны», насчитывал 8 классов, 77 отрядов и 597 семейств. Относительно числа семейств, указанных у Дж. Нельсона (2006, 2009), увеличение составило 82. В этом числе и вновь описанные и восстановленные семейства.

Анализ современных взглядов на состав крупных таксонов в «Системе рыбообразных и рыб Мировой фауны» показывает, что происходит существенная трансформация взглядов на эту проблему. Процесс этот, видимо, еще далек до своего завершения. Монографические описания рассматриваемых авторов (Nelson, 2006; van der Laan et al., 2014; Nelson et al., 2016) остаются единственными печатными, а следовательно неизменными общедоступными вариантами, в отличие от электронных баз данных, которые со временем претерпевают определенные изменения. Настоящий период можно охарактеризовать как период самых серьезных преобразований в «Системе рыбообразных и рыб Мировой фауны».

Помимо систематических групп, выделяются различные экологические группы рыб. В соответствии с зоной обитания в водоемах различных типов выделяют следующие группы рыб: морские – живут только в соленой воде морей и океанов (пелагида, тунец, скумбрия, анчоус и др., всего около 11,6 тыс. видов); пресноводные – обитают только в пресных водах (карась, щука и

др., всего около 8,3 тыс. видов); солоноватоводные – живут в солоноватой воде опресненных участков морей, предустьевых пространств (бычки, речная камбала и др.); проходные – 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); полупроходные – это обитатели опресненных пространств морей, поднимающиеся на нерест невысоко в реки (сазан, лещ, вобла, сом, судак). По приуроченности к характерным экологическим зонам водоема – пелагиали, бентали и литорали различают рыб пелагических, бентонических, литоральных.

Видовой состав обитателей водоемов разных широт неодинаков и зависит от происхождения водоема, солености и температуры воды, условий питания и размножения рыб, а также от многих других факторов. Мировая ихтиофауна включает 550 семейств. Во внутренних водах России обитает около 1500 видов рыбы, из них около 300 видов – пресноводные рыбы, остальные – морские.

В таблице 1 приведены основные таксономические группы, которые описаны в настоящем пособии.

Таблица 1.

Основные таксономические группы, представленные в данном пособии

<b>Тип Хордовые – <i>Chordata</i></b>
<b>Подтип Позвоночные – <i>Vertebrata</i> (или Черепные – <i>Craniata</i>)</b>
<b><u>Надкласс Бесчелюстные – <i>Agnatha</i></u></b>
<b>Класс Миноги – <i>Cephalaspidomorphi</i></b>
<b>Класс Миксинообразные – <i>Mixini</i></b>
<b><u>Надкласс Челюстноротые – <i>Gnathostomata</i></u></b>
<b>Класс Хрящевые рыбы – <i>Chondrichthyes</i></b>

Подкласс Пластиножаберные – <i>Elasmobranchii</i>
Надотряд Акулы – <i>Selachmorpha</i>
Надотряд Скаты – <i>Batomorpha</i>
Подкласс Цельноголовые (Слитночерпные) – <i>Holocephali</i>
Отряд Химерообразные – <i>Chimaeriformes</i>
<b>Класс Костные рыбы – <i>Osteichthyes</i></b>
Подкласс Лопастеперые – <i>Sarcopterygii</i>
Надотряд Кистеперые – <i>Crossopterygii</i>
Надотряд Двоякодышащие – <i>Dipnoi</i>
Подкласс Лучеперые – <i>Actinopterygii</i>
Надотряд Ганоидные – <i>Ganoidomorpha</i>
Отряд Многоперообразные – <i>Polypteriformes</i>
Отряд Осетрообразные – <i>Acipenseriformes</i>
Отряд Панцирнικοобразные – <i>Lepisosteiformes</i>
Отряд Амиеобразные – <i>Amiiformes</i>
Надотряд Клюпеоидные – <i>Clupeomorpha</i>
Отряд Сельдеобразные – <i>Clupeiformes</i>
Отряд Лососеобразные – <i>Salmoniformes</i>
Отряд Миктофообразные – <i>Myctophiformes</i>
Отряд Щукообразные – <i>Esociformes</i>
Надотряд Араваноидные – <i>Osteoglossomorpha</i>
Отряд Араванообразные – <i>Osteoglossiformes</i>
Отряд Ключорылообразные – <i>Mormyriiformes</i>
Надотряд Ангвиллоидные – <i>Anguillomorpha</i>
Отряд Угреобразные – <i>Anguilliformes</i>
Отряд Мешкоротообразные – <i>Saccopharyngiformes</i>
Отряд Спиношипообразные – <i>Notacanthiformes</i>
Надотряд Циприноидные – <i>Cyprinomorpha</i>
Отряд Карпообразные – <i>Cypriniformes</i>



Отряд Сомообразные – <i>Siluriformes</i>
Отряд Харацинообразные – <i>Characiformes</i>
Надотряд Атериноидные – <i>Atherinomorpha</i>
Отряд Карпозубообразные – <i>Cyprinodontiformes</i>
Отряд Сарганообразные – <i>Beloniformes</i>
Отряд Атеринообразные – <i>Atheriniformes</i>
Надотряд Параперкоидные – <i>Parapercomorpha</i>
Отряд Трескообразные – <i>Gadiformes</i>
Надотряд Перкоидные – <i>Percomorpha</i>
Отряд Бериксообразные – <i>Beryciformes</i>
Отряд Солнечникообразные – <i>Zeiformes</i>
Отряд Колюшкообразные – <i>Gasterosteiformes</i>
Отряд Кефалеобразные – <i>Mugiliformes</i>
Отряд Окунеобразные – <i>Perciformes</i>
Отряд Цихлообразные – <i>Cichliformes</i>
Отряд Скорпенообразные – <i>Scorpaeniformes</i>
Отряд Камбалообразные – <i>Pleuronectiformes</i>
Отряд Иглобрюхообразные – <i>Tetraodontiformes</i>
Надотряд Батрахоидные – <i>Batrachomorpha</i>
Отряд Присоскообразные – <i>Gobiesociformes</i>
Отряд Удильщикообразные – <i>Lophiiformes</i>
Отряд Пегасообразные – <i>Pegasiformes</i>
Отряд Батрахообразные – <i>Batrachoidiformes</i>

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА ПО ТЕМЕ 2

**Цель работы:** Ознакомиться с классификацией основных промысловых рыб России, научиться пользоваться определителями рыб.

**Материал и оборудование.** Учебно-методическая разработка «Ихтиология и рыбное хозяйство. Часть 1», «Определитель пресноводных

рыб фауны СССР» или другие определители, бинокляр, микроскоп МБС-9, фиксированная рыба различных видов, родов и семейств, ванночки, пинцеты, препаровальные иглы и салфетки.

**Задание.** Определите видовую принадлежность 10-12 различных рыб по имеющемуся определителю. Последовательность определения запишите в тетрадь.

**Указания к выполнению задания.** Определение рыб до вида ведется по специальным определителям. Таблицы для этой цели составлены по дихотомической системе на основе принципа пар тез и антитез. Определяющему нужно установить: какой тезе (обозначено арабскими цифрами без скобок) или антитезе (в скобках) соответствуют признаки рыбы. Необходимо внимательно прочитать текст как тезы, так и антитезы и выбрать ту из них, показатели которой совпадают с признаками определяемой рыбы. Если в заключении выбранного пункта указано название рыбы (или систематической группы), то на этом определение заканчивается.

Таблица для определения семейства начинается цифрами 1 (2), где 1 – теза и 2 – антитеза:

*«Теза: челюстей нет, рот в виде присоски, жабры не в виде пластин, носовое отверстие непарное, с каждой стороны тела по 7 жаберных отверстий. Это семейство – миноговых.»*

*Антитеза: челюсти имеются, рот не в виде присоски, жаберный скелет в виде обособленных одна от другой жаберных дуг. Это все остальные семейства».*

Чтобы найти семейство, к которому относится данный вид рыбы (в рассматриваемом примере он не относится к миногам), переходят к цифре 3 (12):

*«Теза: имеется 5 пар жаберных щелей, жаберных крышек нет. Это семейство акул и скатов.»*

*Антитеза: имеется одна пара жаберных щелей, есть жаберные крышки. Это все остальные семейства (кроме миноговых)».*

Если подходит теза, то от цифры 3 (12) нужно перейти к цифре 4 (9), т.е. на следующую по порядку тезу. В случае если признаки определяемой рыбы больше соответствуют антитезе, необходимо от антитезы 12 вести определение дальше таким образом: уточнить семейство, найти его в списке семейств и на соответствующей странице перейти к определению рода, которое проводится аналогично определению семейства. Затем устанавливают вид.

### ТЕМА 3. ЭКОЛОГИЯ РЫБ

В процессе длительного исторического развития рыбы приспособились к многообразию водной среды. Факторы окружающей среды делятся на две группы: 1) абиотические (факторы неорганической природы – температура, соленость, газовый режим и др.) 2) биотические (факторы органической природы – взаимоотношения внутривидовые, межвидовые, с другими группами животных и растениями).

**Абиотические факторы. Температура.** Рыбы являются пойкилотермными животными, и температура их тела близка к температуре окружающей среды. У большинства видов она на 0,5–1°C выше температуры воды, у тунцов (*Thunnus*) во время быстрого движения разница температур может достигать 10°C. Рыбы живут в водоемах с различной температурой воды. Так, представитель отряда карпозубообразных – пустынный карпозубик (*Cyprinodon macularius* Baird&Girard) – может жить в горячих источниках Калифорнии при температуре плюс 52°C, а арктические и антарктические виды способны переносить температуру воды до минус 2°C (сайка (*Boreogadus saida* Lerechin), ледяная рыба (*Champscephalus gunnari* Lönnberg) и др.)

Температура окружающей среды влияет на скорость биологических процессов у рыб, на их распределение и поведение. В зависимости от пределов температур рыб разделяют на: 1) **теплолюбивых** (сазан, линь, кефаль и др.) 2) **холодолюбивых** (лосось, форель, сиг, навага и др.).

Рыб по отношению к способности переносить температуру делят на: 1) **стенотермных** – обитают при узкой амплитуде колебаний температуры 5–7°C (тропические, субтропические, арктические, антарктические и глубоководные рыбы) 2) **эвритермных** – выдерживают значительные колебания температуры, в несколько десятков градусов (рыбы умеренных широт – щука, сазан, карась, окунь, тюлька). Каждому виду свойственны предельные и оптимальные температуры воды. Для карася (*Carassius*) нижняя предельная температура составляет 0°C, верхняя – 30°C,

оптимальная – 25°C. Большинство рыб чувствительны к незначительным колебаниям температуры и нередко гибнут при резких ее изменениях. Так, массовая гибель хамсы (*Engraulis encrasicolus* L.) наблюдалась в Черном море при быстром понижении температуры воды до 5°C.

При значительных понижениях температуры рыбы могут впадать в состояние, близкое к анабиозу. С повышением температуры в пределах свойственных данному виду у рыб активизируются многие жизненные процессы (повышается темп роста и т.д.). Температура влияет на время и продолжительность созревания половых продуктов, сроки нереста, длительность инкубационного периода икры и т.д. У рыб нерест обычно наступает при определенной температуре. Так, судак (*Sander lucioperca* L.) начинает размножаться при температуре 17–18°C, налим (*Lota lota* L.) – при 0,2–4°C и т.д. Большое влияние оказывает температура воды и на выживание икры. При аномально низких температурах наблюдается повышенная ее гибель. Для многих видов рыб диапазон оптимальных температур составляет не более 10–15°C, поэтому сезонные изменения температур и географические отличия оказывают влияние на распределение и поведение рыб. Для каждого вида рыб характерно обитание не только в той или иной температурной области, но и в ее отдельных регионах, которых он придерживается в определенные периоды жизни. На распределение рыб влияют сезонные и многолетние изменения температурных режимов водоемов. Так, в периоды потепления атлантическая треска (*Gadus morhua* L.) проникает в Карское море, может образовывать промысловые скопления у берегов Гренландии. В Норвежском море в холодные годы сельдь (*Clupea*) зимует к югу от 65° с.ш., в то время как в обычные – к северу от 65° с.ш. Изменение температуры воды часто служит сигналом для миграций рыб.

Температурный режим может оказывать влияние и на анатомическое строение рыб. Инкубация икры от одной самки при различной температуре, можно привести к получению особей с разным числом позвонков. При более высокой температуре инкубации рыбы будут иметь меньшее число

позвонков, при более низкой – большее. В зимний период на некоторых водоемах образуется ледовый покров. Во время ледостава почти полностью прекращается влияние ветров на воду, замедляется поступление кислорода из воздуха, иногда лед оказывает на рыб и икру механическое воздействие. В водах Антарктиды нижняя поверхность льда обрастает перифитоном, здесь держатся кормовые для рыб организмы.

**Соленость.** Рыбы обитают в водах различной солености. В зависимости от количества растворенных солей различают воду пресную (до 0,5 ‰), солоноватую (0,5–25 ‰), морскую (25-40 ‰) и пересоленную (более 40 ‰). Моря различаются по солености: в Балтийском море 4-16 ‰, Черном 16-19 ‰ и т.д. Соленость океанической воды достигает 35 ‰.

По отношению к солености различают рыб: 1) **стеногалинных** – не выдерживают больших колебаний солености (лопатонос, глубоководные рыбы) 2) **эвригалинных** – выдерживают значительные колебания солености (кефаль, тюлька, атерина и др.).

Соленость воды является одним из основных факторов, определяющих расселение рыб. Большинство рыб приспособились к жизни в воде определенной солености. Одни рыбы живут только в пресной воде, другие – в морской, предпочитая определенную соленость. Многие рыбы могут переходить из морской воды в пресную и обратно. Осолонение или опреснение вод может приводить к изменению видового состава сообществ гидробионтов. Так, осолонение Азовского моря привело к массовому развитию в нем медуз.

Соли могут оказывать косвенное воздействие на рыб через кормовую базу. Так, биогены (соли азотной, фосфорной и кремниевой кислот), поступающие в водоемы, способствуют увеличению биомассы планктона и бентоса, служащих пищей для рыб. Внесение минеральных удобрений в прудовых хозяйствах создает благоприятные условия для развития кормовой базы. Некоторые элементы (фосфор) не только повышают продуктивность водоемов, но и непосредственно воздействуют на выращиваемую молодь

рыб, повышая обмен веществ, стимулируя рост и развитие рыб. Большое влияние на обмен веществ рыб оказывают содержащиеся в воде соли различных металлов, которые могут как стимулировать, так и замедлять рост рыб.

**Растворенные в воде газы.** В воде содержатся различные газы: кислород, азот, углекислый газ и др. Большинство рыб дышат растворенным в воде кислородом. Рыб по количеству необходимого для нормального дыхания кислорода делят на: 1) нуждающихся в очень большом содержании кислорода в воде – 10-16 мг/л (кумжа, голянь, сиги); 2) требующих большого содержания кислорода в воде – 7-10 мг/л (хариусы); 3) менее требовательных к содержанию кислорода – 6 мг/л (окунь, плотва, щука); 4) выдерживающих слабое содержание кислорода – до 0,7-3 мг/л (лινь, сазан, карась).

Потребление кислорода рыбами зависит от многих факторов: 1) от вида рыбы – морские виды более чувствительны к недостатку кислорода, чем пресноводные. Чем рыба подвижнее, тем больше она потребляет кислорода. Так, пелагические виды (хамса, тюлька), нуждаются в большем количестве кислорода, чем донные (камбала, бычок); 2) от возраста – молодь рыб более требовательна к содержанию кислорода, чем старшие возрастные группы; личинки плотвы на 8-й день после вылупления гибнут при содержании кислорода ниже 5 мг/л, а на 49-й день мальки выдерживают 1,4 мг/л, взрослые рыбы – 0,9 мг/л; 3) от численности – при высокой плотности населения рыб потребление кислорода ими снижается; в холодный период у рыб, залегающих на зимовку в ямы, потребление кислорода по сравнению с одиночными рыбами значительно уменьшается (карповые); 4) от физиологического состояния – перед нерестом у некоторых видов потребление кислорода повышается на 25-50% первоначального; 5) от температуры воды – при повышении температуры воды у рыб усиливается обмен веществ и возрастает потребление кислорода; 6) от солености – у пресноводных рыб при небольшом увеличении солености возрастает обмен

веществ, а при значительном – замедляется, и потребление кислорода уменьшается.

При недостатке кислорода у рыб снижается интенсивность питания. Для рыб неблагоприятен как недостаток, так и избыток кислорода в воде. При быстром повышении содержания кислорода рыбы могут получить кислородный наркоз и погибнуть от удушья. В эмбриональный период избыток кислорода в воде может вызывать у рыб анемию.

Количество растворенного в воде кислорода зависит от температуры, солености, ледового покрова, растительности, процессов распада органических веществ и др. При повышении температуры и солености растворимость кислорода в воде уменьшается. Снижение содержания кислорода может привести к летним и зимним заморам. Летние заморы чаще всего имеют место в заросших озерах в период массового развития водной растительности, особенно ночью, когда идет усиленное потребление растениями кислорода. Зимние заморы возникают в водоемах, покрытых льдом, где активно идут процессы разложения органических веществ, на окисление которых расходуется много кислорода. Морская вода обычно хорошо насыщена кислородом. Однако и в Мировом океане есть районы, где наблюдаются дефицит кислорода и заморные явления, что затрудняет обитание рыб. Растворенные в воде углекислый газ и сероводород отрицательно влияют на жизнедеятельность рыб. Углекислый газ образуется в результате дыхания животных и растений, при разложении органических веществ. Одним из показателей загрязнения водоема является большое его содержание в воде. Так, критическое содержание  $\text{CO}_2$  для форели (*Salmo*) составляет 120-140 мг/л, для карпа (*Cyprinus*) – 200 мг/л, для линя (*Tinca*) – больше 400 мг/л и т.д.

При отсутствии кислорода в некоторых водоемах накапливается сероводород. В Черном море глубоководная зона непригодна для обитания рыб, так как из-за отсутствия вертикального перемешивания вода лишена



кислорода и насыщена сероводородом, образующимся в результате жизнедеятельности анаэробной бактерии микроспиры.

Для рыб большое значение имеет *активная реакция среды (рН)*, которая зависит от соотношения растворенных в воде кислорода, свободной углекислоты, гидрокарбонатов. В пресных водоемах избыток  $\text{CO}_2$  вызывает увеличение кислотности воды, в морской воде избыток углекислого газа связывается, и рН меняется мало. Таким образом, большинство пресноводных рыб по сравнению с морскими, приспособились переносить значительные колебания рН. Однако для каждого вида рыб характерны определенные значения активной реакции среды и при их изменении нарушается обмен веществ. Оптимальная величина рН для рыб обычно составляет 7-8.

*Движение воды* оказывает как прямое, так и косвенное влияние на рыб. Существуют различные виды движения водных масс: 1) течения переносят икру и личинок у многих видов рыб (тунец, сельдь и др.), являются миграционными путями (ориентирами) для половозрелых рыб (речной угорь и др.); изменяют гидрологический, химический и биологический режимы в водоемах; теплые течения создают благоприятные условия для развития кормовых организмов для рыб (Гольфстрим в Баренцевом море, Курошио в северной части Тихого океана); в реках течения влияют на строение рыб, особенности размножения; 2) волнения перемешивают водные массы, влияют на выживаемость икры (от механических повреждений погибает икра сельди, трески, мойвы и др.); 3) вертикальная циркуляция воды вызывает перемешивание слоев воды, способствует выравниванию температуры и солености, подъему биогенных элементов из глубины; 4) приливы и отливы перемешивают слои воды и выносят в прибрежную зону биогенные элементы (у берегов Северной Америки и в северной части Охотского моря разница уровней прилива и отлива достигает 15 м); 5) смерчи захватывают огромные массы воды из

морей и внутренних водоемов, переносят различных гидробионтов на большие расстояния.

**Грунт и взвешенные частицы.** Рыбы в различной степени связаны с грунтом, что определяется особенностями их питания, размножения и защитой от врагов. Пелагические виды откладывают донную икру (атлантическая сельдь, лососевые), большинство донных и придонных рыб в течение всей жизни связаны с грунтом. В ряде случаев у рыб имеет место связь с определенным типом субстрата: 1) мягкие грунты, характерны для закапывающихся видов, рыбы обитают преимущественно в мелководных водоемах, прибрежных участках морей; так, камбалы и скаты маскируются, накидывая на себя грунт, ряд видов при высыхании водоемов могут долгое время жить, закопавшись в грунт (протоптерус, лепидосирен, карась и др.); 2) каменистые грунты, рыбы часто имеют присоски для прикрепления к грунту (бычки, пинагор и др.); 3) суша, рыбы для передвижения по суше имеют ряд особенностей в строении тела (тригла, морской черт, окунь-ползун).

Многие рыбы в значительной степени перекапывают грунт в поисках пищи (бентофаги), при постройке нерестовых гнезд во время размножения (лососи). Цвет грунта, на котором рыбы находятся, может определять окраску рыб (камбалы). Грунт и донные отложения во многом определяют рыбопродуктивность водоемов, так как являются местообитанием бентических организмов. В жизни рыб большую роль играют взвешенные в воде частицы, которые снижают прозрачность воды, оказывают механическое воздействие на органы зрения и жабры рыб. В связи с этим у рыб, живущих в водоемах с мутной водой, выработался ряд приспособлений: уменьшение размера глаз (лопатонос, некоторые гольцы), усиленное выделение и особый состав слизи с сильными коагулирующими свойствами (лепидосирен и др.).

**Свет.** В воде главным источником света является солнечная энергия. В основном солнечный свет поглощается поверхностным слоем воды, только 0,45% его достигает глубины 100 м. В некоторых районах Мирового океана

небольшое количество света проникает до глубины 1000 м. Лучи разной части спектра достигают разных глубин. Так, до 1 м проникают инфракрасные (тепловые) лучи, до 5 м – около 10% красных лучей, до 13 м – около 10% зеленых лучей, до 500 м и более проникают только фиолетовые и ультрафиолетовые лучи. В связи с этим глаза рыб менее чувствительны к красным лучам и более чувствительны к желтым, зеленым, синим и фиолетовым и ультрафиолетовым лучам. По отношению к свету различают рыб: 1) **дневных** (светолюбивых); 2) **сумеречных** (светобоязливых).

Большинство рыб ведут дневной образ жизни. Для них освещенность является фактором, который обуславливает их двигательную активность. На различных этапах жизненного цикла некоторые виды поразному реагируют на свет. Так, осетр и севрюга сразу после выклева относятся к свету положительно, при переходе к жаберному дыханию – безразличны к свету, на более поздних стадиях – избегают света. Большинство рыб (за исключением сумеречных и большинства хрящевых) обладают цветовым зрением, что связано с возможностью распознавать окраски водных объектов.

Освещенность является одной из причин **суточных вертикальных миграций** рыб. Свет по-разному влияет на скорость созревания гонад у рыб. Так, у одних видов икра под действием света развивается быстрее (севрюга, камбалы), у других – медленнее (лосось, форель). У некоторых видов солнечный свет влияет на обмен веществ. У гамбузии (*Gambusia affinis* Baird&Girard), лишенной света, развивается авитаминоз, теряется способность к размножению. У многих глубоководных рыб для приманивания добычи, отыскивания особей противоположного пола, ориентации и т.д. развиваются органы свечения. Биolumинесценция свойственна только морским рыбам. Существует около 300 видов светящихся рыб (из них 18 видов – хрящевые).

Рыбы по-разному реагируют на электрический свет, и их реакция на свет используется в промышленном и любительском рыболовстве. При

помощи электрического света в Каспийском море ловят кильку, в Черном море – хамсу, в морях Дальнего Востока – скумбрию, сайру и т.д. По отношению к электрическому свету рыб разделяют на группы: 1) уходящие от света (угорь, минога и др.); 2) привлекаемые светом независимо от наличия или отсутствия в зоне кормовых организмов (каспийские кильки, тюлька, хамса, снеток и др.); 3) привлекаемые светом, если в зоне есть кормовые организмы (сайра, сельди, сарган, скумбрия и др.); 4) безразличные к свету (осетр, судак и др.). Некоторые рыбы имеют сильную положительную реакцию на цветное освещение. Так, атлантическая сельдь реагирует на синий цвет, круглая сардинелла – на красный и т.д.

**Звук и электрический ток.** Рыбы способны улавливать и издавать различные звуки. Издаваемые рыбами звуки подразделяются на: 1) **биологические** – издаются специальными органами (плавательный пузырь, жаберные крышки, глоточные зубы и др.); они включают агрессивные и оборонительные, нерестовые, ориентировочные сигналы; 2) **механические** – издаются непроизвольно в процессе питания, движения и т.п. Издаваемые рыбами звуки напоминают скрип, хрюканье, карканье, барабанный бой, писк. У большинства рыб звуки издают самцы. Имитация звуков рыб, связанных с питанием, движением, угрозой применяются в промышленном рыболовстве. Так, имитацию звуков движения рыб используют при лове тунцов; сомов привлекают в зоны облова на булькающие звуки; скумбрию удерживают в кошельковом неводе с помощью звуков, издаваемых дельфинами.

Рыбы способны воспринимать изменения **электрического поля** в воде. Вызывает интерес поведение рыб в сильном электрическом поле. Оно зависит от напряжения и характера электрического тока. С увеличением напряжения в электрическом поле постоянного тока у рыб наблюдаются несколько стадий поведения: 1) пороговая реакция (рыба вздрагивает при включении и выключении тока); 2) реакция возбуждения (рыба проявляет беспокойство и стремится выйти из электрического поля); 3) анодная реакция (рыба поворачивается головой к аноду и плывет по направлению к нему); 4)

электронаркоз (рыба теряет подвижность, при увеличении напряжения гибнет). В электрических полях переменного и импульсного тока стадии реакций примерно такие же, как при воздействии постоянного тока. Способность рыб реагировать на электрическое поле используется для управления поведением рыб при создании электрозаграждений, а также при организации электролова. Электрозаградительные установки служат для отпугивания рыбы от опасных зон и в том числе от гидротехнических сооружений. Электролов осуществляется путем оснащения сетных орудий лова (тралы) электродами, привлекающими рыбу в зону облова. При бессетевом электролове анодная реакция используется для привлечения, концентрации и электронаркоза рыбы, а ее подъем производится сачками или рыбонасосами.

***Влияние загрязнений*** на рыб. В результате хозяйственной деятельности человека в водоемы поступают различные загрязняющие вещества. Наиболее сильно загрязняются внутренние водоемы. Характер действия веществ на рыб зависит от их токсичности и концентрации. При больших концентрациях происходит отравление и гибель рыбы. Икра, личинки и молодь рыб наиболее чувствительны к загрязнению воды. В водах Мирового океана наиболее распространенными и опасными загрязнениями являются нефть (и нефтепродукты), тяжелые металлы и радиоактивные вещества. Загрязнение нефтью происходит в результате добычи ее в шельфовых зонах, транспортировки, аварий судов. Нефтяные загрязнения оказывают отрицательное влияние на всех гидробионтов. Они накапливаются и поражают жизненно важные органы, вызывают нарушение питания, размножения, поведения. Нефтяные загрязнения могут приводить к массовой гибели икры и личинок рыб.

Тяжелые металлы и радиоактивные вещества рыбы аккумулируют в себе как из воды, так и из кормовых организмов, поэтому содержание их в рыбе часто в несколько раз больше, чем в воде. Радиоактивные вещества накапливаются в основном в костях и внутренних органах рыб.

**Биотические взаимоотношения у рыб.** Среди биотических взаимоотношений у рыб следует выделить внутривидовые, межвидовые взаимоотношения, а также взаимоотношения рыб с другими гидробионтами.

**Внутривидовые взаимоотношения.** Формы внутривидовых взаимоотношений у рыб весьма разнообразны: популяции, элементарные популяции, стаи, скопления, колонии, пищевые и другие взаимоотношения.

**Популяция (стадо)** – это одновидовая разновозрастная самовоспроизводящаяся группировка рыб, приуроченная к определенному месту обитания и характеризующаяся определенными биологическими показателями (размерно-возрастной состав, темп роста, сроки нереста и т.д.). Так, в Белом море сельдь в каждом из крупных заливов образует местные популяции. Некоторые рыбы внутри вида способны образовывать большое число популяций и в то же время многие из популяций могут распадаться на весенне- и летненерестующие расы (нерка).

**Элементарная популяция** – группировка, состоящая в основном из рыб одного возраста, близких по физиологическому состоянию и сохраняющаяся пожизненно. Элементарные популяции возникают в местах рождения и сохраняются длительное время, меняясь лишь за счет отсеивания части особей и присоединения сходных особей из других элементарных популяций. Элементарные популяции отмечены у разных видов рыб (хамса, вобла, тюлька, красноперка, морской окунь, треска и др.). Они могут образовывать скопления различной величины, сливаться в одно большое скопление (протяженность 20-30 миль и более). Элементарная популяция является частью стада.

**Стая** – это группировка близких по возрастному и биологическому состоянию рыб, объединяющихся единством поведения на определенный период времени. Из всего многообразия рыб (более 20 тыс. видов) около 4 тыс. видов являются стайными, большинству видов свойствен одиночный образ жизни (щука, сом, скаты, луна-рыба и др.). Стайными являются в основном пелагические виды (анчоус, сельдь, ставрида, скумбрия и др.),

большие стаи образуют полупроходные рыбы (вобла, лещ, судак и др.). Стаи различаются по форме, величине, плотности и структуре. Протяженность цепи стай может достигать 100 км (каспийская кефаль). Значение стаи: 1) защита от врагов (рыбы раньше замечают опасность, менее доступны для хищников); 2) поиск пищи (рыбы быстрее находят скопления кормовых организмов, интенсивнее питаются); 3) поиск путей миграций (рыбы образуют общее биоэлектрическое поле, которое помогает им легче ориентироваться в пространстве, экономить энергию). Устойчивость стаи поддерживается при помощи органов зрения, боковой линии и звуковых контактов, электрических полей.

**Скопление** – это временное объединение ряда стай или элементарных популяций. Различают следующие типы скоплений: 1) нерестовые; 2) миграционные; 3) нагульные; 4) зимовальные.

**Колония** – это временная группировка рыб, обычно состоящая из особей одного пола, образующаяся в местах размножения для защиты кладок икры от врагов (ильная рыба, косатка-скрипун, панцирные американские сомы и др.).

У некоторых видов рыб наблюдается **внутривидовой паразитизм**. Так, у глубоководных удильщиков карликовые самцы прирастают к телу самки и питаются через ее кровеносную систему.

Большое значение в жизни рыб имеют **пищевые взаимоотношения**. Обеспечение популяции пищей достигается за счет того, что у ряда видов имеется нескольких поколений молоди в течение года (порционный нерест), которые расходятся в составе пищи на разных этапах развития. При плохой обеспеченности пищей у рыб наблюдается расширение спектра питания, а в условиях хорошей обеспеченности его сужение. У ряда видов при неблагоприятных условиях питания образуются карликовые формы, для которых характерно замедление роста и созревание при небольших размерах (лосось, голец и др.). У хищных рыб при недостатке корма имеет место

переход на питание собственной молодью – каннибализм (треска, навага, корюшка, щука, окунь).

Рыбы воздействуют друг на друга, *изменяя абиотические условия*. Так, некоторые виды движением плавников создают токи воды у охраняемых ими икринок (судак, бычки и др.). У лососей в нерестовых гнездах друг на друга оказывают влияние икринки. Неоплодотворенные икринки не гибнут, а развиваются партеногенетически, пока из оплодотворенных икринок не выведутся личинки. У мирных видов рыб в группе отмечается уменьшение потребления кислорода по сравнению с одиночными особями. Повышение плотности рыб также снижает воздействие на них отравляющих веществ.

*Межвидовые взаимоотношения*. Межвидовые взаимоотношения у рыб проявляются в форме пищевой конкуренции, хищник – жертва, мирного и паразитического сожительства. Межвидовые связи у рыб выработались в процессе видообразования как приспособление к новым условиям обитания в определенной географической зоне. В результате сформировались *фаунистические комплексы* – группы видов, связанных общностью географического происхождения. Взаимоотношения между разными видами у рыб одного фаунистического комплекса характеризуются ослаблением пищевой конкуренции путем расхождения спектров питания и мест кормления (особенно у взрослых особей). *Конкуренция* имеет место в основном из-за второстепенных кормовых объектов. В настоящее время фауна многих водоемов представлена рыбами различных фаунистических комплексов, и наиболее остро обострение пищевых отношений возникает между видами различных комплексов, занимающих сходные экологические ниши.

Взаимоотношения *хищник-жертва* привели к выработке у рыб ряда особенностей: 1) у рыб-хищников – сильные зубы, хорошее зрение и обоняние, быстрое передвижение и т.д.; 2) у рыб-жертв – шипы, колючки, панцирь, ядовитые железы и т.д.



Формы взаимоотношений у рыб включают: 1) *паразитизм* (на рыбах паразитируют глубоководные угри, ванделлиевые сомики, миноги, миксины и др.); 2) *комменсализм* – взаимодействие, полезное для одной стороны и безразличное для другой (взаимоотношения акул с рыбой-прилипалой, которая прикрепляется к акуле, путешествует с ней и отделяется, чтобы съесть остатки пищи); 3) *мутуализм* – обоюдовыгодное сожительство, (наблюдается у рыб-«чистильщиков», которые избавляют рыб-«клиентов» от паразитов, грибковых и бактериальных заболеваний (губановые рыбы, рыбы-бабочки и др.).

***Взаимоотношения рыб с другими организмами.*** У рыб существуют сложные взаимоотношения с другими организмами (животные, растения, бактерии, вирусы). Большое число заболеваний у рыб вызывают вирусы (краснуха, инфекционная водянка) и бактерии (фурункулез). Бактерии служат также пищей для рыб (белый толстолобик). Некоторые глубоководные рыбы имеют в светящихся органах особые бактерии, которые светятся. Водоросли и высшие растения являются объектами питания растительноядных рыб (белый толстолобик, белый амур, красноперка). Некоторые растения питаются личинками рыб (пузырчатка). Некоторые грибы вызывают серьезные заболевания у рыб (бранхиомикоз, сапролегния). Периодическое бурное развитие некоторых водорослей вызывают в морях заморные явления, что может приводить к гибели рыб. Молодь рыб на ранних стадиях развития питается простейшими (инфузории и др.). Среди простейших есть паразитические формы. Донная растительность используется рыбами как субстрат для откладывания икры (лещ, сазан, вобла и др.), ряд видов откладывает икру на плавающие водоросли (сайра). Также растительность используется рыбами для укрытия. Кишечнополостные животные в небольшой степени используются рыбами для питания, некоторые виды являются убежищем для рыб (кораллы). Некоторые виды кишечнополостных поедают личинок и молодь рыб (гидра, медузы, гребневики). Многие из кишечнополостных съедают большое количество

зоопланктона. Так, в Азовском море массовое развитие медуз привело к активному выеданию планктона. Существуют паразитические кишечнополостные, которые поражают гонады осетровых рыб. Черви имеют важное значение в питании рыб (круглые, малои многощетинковые). Многие черви являются паразитами и практически все рыбы в определенной степени ими заражены. Моллюски играют важную роль в питании многих видов рыб (плотва, вобла, бычки, камбалы и др.). В мантийную полость двустворчатых моллюсков некоторые рыбы откладывают икру (горчак). Головоногие моллюски, кальмары и каракатицы являются хищниками и поедают рыб. Личинки двустворчатых моллюсков паразитируют на жабрах и плавниках рыб. Ракообразные животные имеют большое значение в питании рыб. Ими питается молодь мирных и хищных рыб, а также большинство пелагических видов (сельдь, анчоус, скумбрия и др.). Некоторые ракообразные могут нападать на личинок рыб (циклопы). Некоторые виды являются промежуточными хозяевами паразитических червей. Насекомые и их личинки являются важными пищевыми объектами рыб (хирономиды, ручейники, стрекозы и поденки). Иголкокожие используются некоторыми рыбами в пищу (пестрая зубатка). Многие иголкокожие поедают донных беспозвоночных, иногда молодь рыб (морские звезды, морские ежи). Земноводные периодически поедаются хищными рыбами (сом, щука и др.). Некоторые земноводные уничтожают икру и молодь рыб (лягушки). Пресмыкающиеся частично или полностью питаются рыбой (водяные змеи, крокодилы, черепахи). Рыбоядные птицы поедают большое количество рыбы (чайки, гагары, бакланы, цапли и др.), являются окончательными хозяевами некоторых паразитических для рыб червей, чем способствуют распространению ряда заболеваний (лигулез). Водные млекопитающие питаются рыбой (киты, ластоногие). Некоторые хищные рыбы (щука, сом, гольцы, таймень и др.) могут употреблять в пищу мелких наземных млекопитающих (мышей, землероек), некоторые виды (акулы, пирания) нападают на крупных млекопитающих.

**Экологические группы рыб.** У рыб по местообитанию и отношению к окружающим условиям выделяют следующие экологические группы: *пресноводных, проходных, солоноватоводных и морских* рыб.

Пресноводные рыбы всю жизнь проводят в пресной воде (около 8,3 тыс. видов). Среди них выделяют: 1) *реофильных*, обитающих в текучей воде (форель, хариус, маринка); 2) *лимнофильных*, предпочитающих стоячие водоемы (карась, линь, красноперка); 3) *общепресноводных*, обитающих как в стоячей, так и в текучей воде (сибирский осетр, щука, окунь, плотва, густера, синец). Некоторые из пресноводных рыб заходят в солоноватые воды (густера, белоглазка, синец).

Проходные рыбы периодически обитают то в морской, то в пресной воде (125-130 видов). Большинство из них нагуливаются в море, а для размножения заходят в реки. Их называют трофически морскими рыбами или *анадромными* (семга, кета, горбуша, русский осетр, севрюга, белуга и др.). Некоторые виды нагуливаются в реках, а для размножения уходят в море. Их называют трофически пресноводными (угри) или *катадромными*.

Солоноватоводные рыбы обитают в воде пониженной солености. Их разделяют на: 1) *полупроходных* рыб – нагуливаются в солоноватых предустьевых районах морей, для размножения заходят в низовья рек (вобла, лещ, сазан, судак, сом); 2) *собственно солоноватоводных* рыб – постоянно живущих в солоноватых районах морей (бычок-кругляк, морской судак, большеглазый пузанок, бражниковские сельди и др.).

Морские рыбы в течение всей жизни обитают в воде высокой солености, в пресной воде погибают (около 11,6 тыс. видов). Их разделяют на *прибрежных, эпипелагических и глубоководных*.

Прибрежные рыбы обитают в водах континентального шельфа и водах, прилегающих к островам (около 9,1 тыс. видов). Среди них выделяют пелагических (анчоусы, сардины, скумбрии), придонных (треска, пикша, навага, морские караси) и донных (скаты, камбалы, бычки).

Эпипелагические рыбы (около 260 видов) обитают в верхних слоях пелагиали открытого океана, нижней границей обитания этих рыб является слой температурного скачка (глубина около 200 м) (акулы, летучие рыбы, тунцы, меч-рыба, луна-рыба и др.).

Глубоководные рыбы населяют склон и ложе океана, а также толщу воды от нижней границы эпипелагиали до максимальных глубин. Общее количество глубоководных рыб составляет около 2 тыс. видов, на глубине более 6 тыс. м известно не более 10-15 видов.

**Питание рыб.** За счет энергетических веществ, поступающих в организм рыбы в виде пищи, осуществляются его основные функции (развитие, рост, размножение). Некоторые питательные вещества (фосфор, кальций и др.) поступают в организм рыбы непосредственно из воды через жабры, поверхность ротовой полости и кожу, но роль этих веществ невелика. Каждому виду рыб свойствен определенный спектр питания (процентное отношение массы того или иного кормового объекта к массе всего пищевого комка). По характеру питания рыб делят на *хищных и мирных*.

Хищные рыбы питаются в основном рыбой и в меньшей степени другой пищей (лосось, треска, щука, сом и др.). Среди мирных рыб выделяют: 1) *бентофагов* (питаются бентосом – бычки, стерлядь, вобла, зубатка и др.); 2) *планктофагов* (питаются зоопланктоном – сельдь, ряпушка, сайка и др.); 3) *растительных* или *фитофагов* (питаются фитопланктоном – белый толстолобик; макрофитами – белый амур, красноперка; детритом – кефаль и перифитоном – подуст).

Многие рыбы имеют *смешанное питание*, так, карп – всеядная рыба, поедает как растительную, так и животную пищу. Также имеются виды, ведущие паразитический образ жизни (самцы глубоководных удильщиков – церация, неоцерация и др.).

Характер питания часто определяет строение пищеварительного тракта рыб – рот, жаберный аппарат, глотка, кишечник. При поиске пищи рыбы пользуются органами чувств: 1) планктофаги – в основном при помощи

органов зрения (ряпушка); 2) бентофаги – органов осязания и вкуса (сазан); 3) пресноводные дневные хищники – органов зрения и боковой линии (щука, окунь), придонные сумеречные хищники – органов обоняния, боковой линии, органов вкуса (налим, речной угорь и др.) и т.д.

Рыбы по-разному добывают пищу. Планктофаги плавают с открытым ртом, и планктон поступает в их жаберную полость вместе с водой, где отфильтровывается многочисленными жаберными тычинками (ряпушка). Бентофаги имеют выдвижной рот, который позволяет им находить в грунте донных беспозвоночных (карповые). Хищные рыбы подстерегают добычу в толще воды (щука), у дна (сом) или активно двигаются в пелагиали (акулы, тунцы). Большинство хищных рыб заглатывают рыбу целиком, некоторые откусывают куски от жертвы (хищные акулы, пирания).

**Избирательная способность в питании.** Рыбы отдают предпочтение определенным кормовым объектам (т.е. обладают избирательной или элективной способностью в питании). У рыб пища различается по предпочтению и по фактическому значению. По предпочтению пища бывает: 1) **излюбленная** (2-6 видов, 50-70% массы пищевого комка) 2) **заменяющая** (5-6 видов, 15-30% массы пищевого комка) 3) **вынужденная** (большое число видов, не более 10% массы пищевого комка). Это определяется на основе вычисления индекса избирания и экспериментального исследования. По фактическому значению пищу делят на: 1) **главную** 2) **второстепенную** 3) **вынужденную**. Это определяется путем процентного соотношения отдельных компонентов в пищевом комке. При оценке избирательной способности в питании рыб используют индексы избирания. Следует отметить, что рыбы очень пластичны в выборе пищи и могут потреблять все, что им доступно.

**Возрастные и сезонные изменения в питании.** У рыб различают: 1) **эндогенное (внутреннее)** питание – за счет питательных веществ желточного мешка в начальный период жизни рыб (развитие в икре и сразу после вылупления эмбриона); 2) **экзогенное (внешнее)** питание – за счет внешней

пищи, рыбы с небольшим объемом питательных веществ в икре переходят на внешнее питание через несколько дней после выхода из икринки (сельдевые, карповые, окуневые), рыбы с относительно большим запасом питательных веществ – через несколько недель (лососи); 3) *смешанное питание* – промежуток времени, когда молодь питается одновременно остатками желтка и внешней пищей.

На начальных стадиях развития молодь большинства рыб обычно питается простейшими, затем мелкими ракообразными, а потом переходит на питание свойственной ей пищей. Так, молодь речного окуня длиной около 8 см питается в основном зоопланктоном, а более крупные особи переходят на питание бентосом, рыбы длиной более 10 см начинают питаться рыбой. Хищным рыбам при недостатке объектов питания характерен каннибализм – поедание особей своего вида (щука, окунь и др.).

Сезонные изменения в питании рыб связаны с циклом развития объектов питания (беспозвоночных и рыб), их миграциями и доступностью в разные сезоны, а также физиологическим состоянием рыбы. Так, пикша в Баренцевом море весной питается мелкой рыбой, икрой мойвы и сельди, а летом и осенью – донными животными.

***Суточный ритм и интенсивность питания.*** Ритм питания рыб зависит от доступности кормовых организмов, их размера, калорийности, времени суток и др. Мирные рыбы питаются понемногу, но часто (через 4-6 ч.). Хищные рыбы способны единовременно заглатывать много пищи, и долго ее переваривать (до 3 суток и более). Взрослый окунь и щука питаются круглосуточно, но наиболее интенсивно – утром и вечером. Днем эти рыбы почти не питаются, так как рыбы-планктофаги с увеличением освещенности образуют оборонительные стаи и их добыча затруднена.

Интенсивность питания рыб определяется по показателям наполнения пищеварительного тракта, а также суточного и годового рационов. Для количественной оценки интенсивности питания рыб используют индексы наполнения желудка и кишечника: 1) общий индекс наполнения (отношение

массы всего пищевого комка к массе рыбы); 2) частный индекс наполнения (отношение массы одного компонента или группы к массе рыбы). Индексы выражаются в процентах или в 10 000 долях – продецимиллях (‰). Интенсивность питания рыб зависит от видовой принадлежности, пола, длины тела, физиологического состояния, температуры воды, сезона, времени суток, калорийности, доступности пищи и др.

Из абиотических факторов большое значение имеют температура и газовый режим. Для рыб характерны определенные оптимальные температуры. Так, ручьевая форель начинает питаться при 2°C, наиболее интенсивно питается при 12–14°C, а при 19°C перестает питаться. Многие рыбы питаются как в теплый, так и в холодный периоды года (щука, окунь, налим и др.). В зимний период интенсивность питания рыб уменьшается, некоторые виды перестают питаться, а их жизнедеятельность обеспечивается за счет накопленного жира. Зимой они залегают в ямах и находятся в состоянии оцепенения (зимняя спячка), их тело покрывается толстым слоем слизи, дыхание и обмен веществ замедляются (сазан, лещ, сом). Некоторые арктические и антарктические рыбы обитают и питаются при весьма низкой температуре – до минус 1,9°C (сайка, широколобик).

Рыбы способны выдерживать длительное голодание. Так, карась может не питаться в течение 8 месяцев и теряет при этом 1/3 массы тела. Проходные лососи в период нереста не питаются совсем (иногда по нескольку месяцев). Озимая семга не питается в реке в течение года и более. Почти все рыбы с единовременным икрометанием в период размножения не потребляют корма, с порционным икрометанием – питаются слабо.

**Суточный и годовой рационы.** Суточный рацион – количество пищи, съедаемое рыбой за 1 сутки (выражается в процентах от массы тела). Обычно суточный рацион вычисляют на основе индексов наполнения кишечника в естественных условиях и скорости переваривания пищи при той или иной температуре в соотношении суточного потребления пищи (%) к среднему индексу наполнения кишечника (%). Скорость переваривания пищи

определяют по наибольшим спадам в питании, для чего наблюдают за суточным ходом питания. Суточный рацион зависит от многих факторов (образа жизни, возраста, температуры воды, калорийности пищи и др.). Чем подвижнее рыба и больше энергии она затрачивает на добывание пищи, тем больше величина суточного рациона. Хищные рыбы, питаясь калорийной пищей, потребляют ее немного. У мелких рыб суточное потребление пищи больше, чем у крупных. Из взрослых рыб наибольшая величина суточного рациона наблюдается у верховки и в отдельные периоды достигает 29%. Суточный рацион у годовиков карпа составляет 6-8%, у двухлеток – 2%. Потребности в пище на единицу массы по мере роста рыбы уменьшаются. Большое влияние на потребление пищи оказывает температура воды. Так, у карпа суточный рацион при повышении температуры воды резко возрастает.

Годовой рацион – это количество пищи, съеденное рыбой за год, выражается в процентах от массы рыбы как отношение массы пищи, съеденной рыбой за год, к массе рыбы. Годовой рацион, как и суточный, в значительной степени зависит от калорийности пищи, и у хищников он минимальный. В течение года интенсивность питания рыб неодинакова. Например, щука и окунь в отличие от других хищных рыб (сома, жереха) питаются в течение всего года. Окунь интенсивно питается весной (40% годового рациона) и летом (30%), осенью интенсивность питания его снижается до 10%, а зимой возрастает до 20%. Годовой рацион может значительно меняться по годам в зависимости от условий обитания.

**Кормовой коэффициент.** О ценности для рыбы того или иного корма судят по величине кормового коэффициента. Кормовой коэффициент – это отношение съеденного рыбой корма к приросту массы тела. Так, для взрослого судака при питании рыбой прирост единицы веса достигается при потреблении 5-6 весов пищи. Кормовой коэффициент зависит от питательной ценности корма, температуры воды, ее гидрохимических показателей, а также вида и возраста рыбы. При питании калорийной пищей кормовой коэффициент уменьшается: для хищников он равен 5-10; для



зоопланктофагов – 20-26; для моллюскоедов – около 40; для растительноядных рыб – около 30. У теплолюбивых рыб при понижении температуры воды кормовой коэффициент увеличивается. Так, карп лучше всего потребляет и усваивает корм при температуре воды 20-27°C. При понижении температуры воды до 14-15°C, как и при дефиците кислорода (0,2-0,5 см<sup>3</sup>/л), кормовой коэффициент увеличивается вдвое. Кормовой коэффициент возрастает с ростом рыбы. Величина кормового коэффициента связана и с концентрацией кормовых организмов и увеличивается по мере ее снижения. При несоответствии пищи потребностям рыбы наблюдается повышение кормового коэффициента. Очень высок кормовой коэффициент у взрослой верховки (*Leucaspis delineatus* Heckel) (до 69,8). Это связано с низкой питательной ценностью планктона и с повышенным обменом веществ у нее. Верховка потребляет большое количество планктона, необходимого молодым ценным промысловым рыбам.

Потребляемый рыбами корм делится на: 1) **поддерживающий** (используется на поддержание жизнедеятельности организма) 2) **продуцирующий** (расходуется на прирост массы тела). При достижении определенного для каждого вида рыб возраста их рост замедляется и возрастает доля поддерживающего корма. Таким образом, для рационального рыбного хозяйства старые рыбы являются невыгодными, так как поглощают много поддерживающего корма.

**Пищевые цепи.** Трофические или пищевые цепи складываются в водоемах в результате различных пищевых взаимоотношений гидробионтов. В общем виде трофическая цепь отражает отношения трех больших групп гидробионтов: водные растения (первичная продукция) → беспозвоночные (промежуточная продукция) → рыба (конечная продукция).

Первыми продуцентами органического вещества являются водные растения (микро- и макрофиты), которые используют в процессе жизнедеятельности неорганические вещества (минеральные соли, углекислота). Водными растениями питаются многие беспозвоночные и

некоторые рыбы, беспозвоночные животные в свою очередь потребляют в пищу мирных рыб, а их – хищники. Очень крупные хищники могут поедать других хищных рыб. Пищевые цепи могут быть: 1) *короткими* – фитопланктон → рыба (белый толстолобик) или макрофиты → рыба (белый амур); 2) *протяженными* – фитопланктон → зоопланктон → бентос → мирные рыбы → хищные рыбы.

При переходе с одного звена цепи на другой теряется большое количество энергии 80-90%, а усваивается 10-20%. При удлинении пищевой цепи затраты энергии на получение конечной продукции (рыбы) многократно увеличиваются.

***Пищевая конкуренция и обеспеченность рыб пищей.*** При питании одними и теми же пищевыми организмами у различных видов рыб может возникать пищевая конкуренция. Для определения степени сходства пищи используют индекс пищевого сходства (ИПС), т.е. сумму наименьших величин из спектра питания сравниваемых рыб. Так, для золотого и серебряного карасей ИПС составляет 49,3%. При полном совпадении пищи ИПС равен 100%, если характер питания рыб различен, то ИПС равен 0. Индекс пищевого сходства изменяется в зависимости от возраста рыбы, а также сезона. Обеспеченность рыб пищей определяется кормовыми ресурсами водоема (совокупность животных и растений независимо от использования их рыбами). Кормовая база является частью этих ресурсов, используемых рыбами. В зависимости от обеспеченности рыб пищей изменяются темп роста, интенсивность питания и состав пищи рыб, численность популяции. Так, при хорошей обеспеченности пищей личиночный период леща, продолжается 14 дней, а при плохой – 32 дня.

***Жирность рыб.*** Жирность рыб является показателем их биологического состояния и условий откорма и зависит от ряда факторов (возраста рыб, пола, условий нагула, степени зрелости гонад). У рыб жир накапливается в мускулатуре (лососевые, миноговые, угри), печени (тресковые, акуловые), на внутренних органах (окуневые) и т.д. Жирность

характеризует процентное содержание жира в теле. У некоторых видов определяют коэффициент жирности – отношение массы печени к массе рыбы (тресковые) или отношение массы жира на внутренних органах к массе рыбы (лещ, судак, вобла и др.).

Все рыбы по содержанию жира подразделяются на следующие группы: **тощие** – жирность около 1% (судак, щука, бычки); **среднежирные** – 1-5% (вобла, сазан); **жирные** – 5-15% (белуга, осетр, севрюга); **особо жирные** – более 15% (хамса, угорь, миноги). Жирность рыб обычно увеличивается с возрастом. Средняя жирность мелкого леща в Северном Каспии составляет 1,6%, среднего – 4%, крупного – 7,8%. Жирность рыб изменяется в зависимости от длительности миграций. У проходных рыб, совершающих протяженные миграции, жирность выше, чем у рыб с более короткими миграционными путями. Жир у рыб является основным источником энергии для совершения дальних миграций и созревания гонад, а жирность – это показатель условий нагула и имеет важное значение для прогноза поведения, распределения и миграций рыб. Так, азовская хамса при жирности менее 14% не начинает зимовальную миграцию в Черное море.

**Размножение.** Рыбы размножаются половым путем. В редких случаях у рыб встречается: 1. **партеногенез** (развитие икры без оплодотворения), развитие икры доходит только до стадии дробления (сельди, осетровые, лососевые карповые) и лишь в исключительных случаях до личинки, доживающих до рассасывания желточного мешка (налим, салака). В большинстве случаев такое развитие не приводит к получению жизнеспособной молоди, но у иссыккульского чебачка при партеногенетическом развитии икры наблюдается нормальное потомство. У лососей неоплодотворенные икринки, оказавшись в нерестовом бугре в месте с оплодотворенными, нередко развиваются партеногенетически. В результате они не загнивают и вся кладка яиц не гибнет. 2. **гиногенез** (рождение самок), сперматозоиды близких видов рыб проникают в яйцо и стимулируют его развитие, однако оплодотворения при этом не происходит. В результате

такого размножения в потомстве наблюдаются одни самки. В Средней Азии, Западной Сибири и Европы встречаются популяции серебряного карася (*Carassius gibelio* Bloch), в водоемах Мексики – моллинезии (*Poecilia*), состоящие почти из одних самок.

Рыбы, как правило, однополы, но среди них встречаются и *гермафродиты*. Среди костистых рыб к гермафродитам относится каменный окунь, у которого в гонадах развиваются икра и сперматозоиды, но созревание их обычно происходит поочередно, и красный пагелл, у которого в течение жизни происходит изменение (реверсия) пола: у молодых особей гонады функционируют как яичники, у более старших – как семенники. Изредка гермафродитизм встречается у сельдевых, лососевых, карповых, окуневых рыб.

У рыб оплодотворение бывает: 1) *наружное* (у большинства рыб); 2) *внутреннее* (у хрящевых рыб, у некоторых костистых – морской окунь, бельдюга; многих карпозубообразных – гамбузия, гуппи, меченосцы и др.).

У рыб различают: 1) *яйцекладущих*, откладывающих яйца во внешнюю среду (большинство видов) 2) *яйцеживородящих*, рождающих мальков. Оплодотворенные яйца задерживаются в задних отделах яйцеводов и развиваются там до вымета молоди (большинство хрящевых рыб – катран, белая акула, лисья акула, пилонос); у некоторых видов, например, у ската-хвостостола, стенки задних отделов яйцеводов («матки») имеют даже особые выросты, по которым через брызгальца в ротовую полость эмбрионов поступает питательная жидкость 3) *живородящих* – у рыб в задних отделах яйцеводов («матке») образуется нечто сходное с плацентой млекопитающих, а эмбрион получает питательные вещества с кровью матери (голубая акула, кунья акула и др.). Приспособительное значение живорождения и яйцеживорождения рыб заключается в том, что при внутриутробном развитии обеспечивается большая выживаемость молоди.

В зависимости от характера размножения рыб разделяют на: 1) *моноциклических* – рыбы после однократного икрометания погибают (речной

угорь, тихоокеанские лососи, речная минога, байкальская голомянка); 2) **полициклических** – рыбы размножаются в течение жизни по нескольку раз (большинство рыб).

Возраст наступления половой зрелости у рыб значительно колеблется – от 1-2 месяцев (гамбузия) до 15-30 лет (осетровые). Раньше созревают рыбы с коротким жизненным циклом (тюлька, снеток и некоторые бычки – в возрасте 1 года), рыбы с продолжительным жизненным циклом становятся половозрелыми значительно позже (атлантическая треска – в 7-10 лет, морской окунь – в 12-15 лет и т.д.). Возраст полового созревания рыб зависит от видовой принадлежности, условий обитания рыбы, в первую очередь от условий откорма. Наступление половой зрелости у рыб происходит при достижении определенной длины. Как правило, чем лучше питается рыба, тем быстрее она растет, а следовательно, быстрее созревает. Самцы обычно созревают раньше самок.

### **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА ПО ТЕМЕ 3**

**Цель работы:** изучить типы взаимодействия различных видов рыб в среде обитания.

**Материалы и оборудование:** сведения о качественных и количественных параметрах видового состава ихтиофауны по некоторым водным объектам Республики Татарстан.

**Задание.** Изучите представленные ихтиологические сведения по водным объектам. Выделите виды-эдификаторы сообщества. Выделите редкие и малочисленные виды сообщества. Постройте график зависимости числа видов в биоценозе от числа особей, приходящихся на один вид, для выявления степени нарушенности биоценоза (чем более пологая кривая, тем более нарушен биоценоз). Оцените состав ихтиофауны по отрядам, семействам исходя из наличия отдельных представителей в экосистеме, используя приложения.

Изучите типы биотических связей и биотических отношений, в рамках которых взаимодействуют виды в биотопах. Проведите осмотр биоценоза водоема, выполните учет видов. Определите группы организмов и выявите типы биотических отношений и связей между ними. Определите преобладающий тип биотических связей и отношений. Приведите примеры видов или группы организмов, различных по типам биотических связей и отношений, которыми данные виды связаны с видом-детерминантом. На основании преобладания положительных или отрицательных типов взаимодействий сделайте вывод о стадии развития экосистемы.

#### ТЕМА 4. ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ РЫБ

Распределение рыб в водоемах носит зональный характер. Различают географическую (широтную) зональность и изменение жизни по глубинам.

Условия жизни рыб в прибрежных зонах морей, открытых частях и на больших глубинах существенно различаются. Прибрежная зона является районом повышенной продуктивности. Здесь обитает молодь различных видов рыб, типичными представителями являются донные виды (бычки, камбала, морские караси и др.). В пределах материковой отмели (7,4% акватории Мирового океана) добывают около 80% всего мирового улова рыбы.

Фауна поверхностных вод океана (глубины до 200 м) отличается меньшим разнообразием по сравнению с прибрежной зоной, однако численность некоторых видов значительно выше. Среди многих пелагических видов, как мирных, так и хищных, выражен стайный образ жизни (сайра, тунцы, летучие рыбы и др.).

Глубоководная ихтиофауна разнообразна (около 2 тыс. рыб) и состоит из планктофагов (светящийся анчоус, батилаги), бентофагов (макрурусы) и хищников (алепизавр, большерот и др.). Их разделяют на 2 группы:

1. **Истинно глубоководные** – имеют специальные приспособления для жизни на глубинах: органы свечения, телескопические глаза и т.д., обитатели больших глубин (сельдеобразные, угреобразные, трескообразные)

2. **Шельфоглубоководные** – не имеют специальных приспособлениями для жизни на глубинах, встречаются в основном в пределах склона, не опускаются на глубины (окунеобразные, камбалообразные).

В целом рыбы распределяются по отдельным **зоогеографическим областям**, которые в свою очередь разделяются на подобласти.

Географическая или широтная зональность морской ихтиофауны в первую очередь связана с климатическими различиями высоких и низких

широт (степенью прогревотости океанических вод). Выделяют пять крупных географических областей.

Области холодных вод: 1) *арктическая* 2) *антарктическая*.

Области умеренных вод: 3) *бореальная* (умеренно тепловодная в северном полушарии) 4) *нотальная* (умеренно тепловодная в южном полушарии).

Область теплых вод: 5) *тропическая* (и субтропическая).

Границами тропической области служит зимняя изотерма 15°C, средняя температура бореальной области 8-10°C, нотальной 7-8°C. В Арктике и Антарктике средняя температура близка к 0°C.

Географические области различаются по составу ихтиофауны. Так, в арктической области преобладают бельдюговые, скорпеновые, терпуговые, лососевые виды, в бореальной – большинство тресковых, камбаловые, сельдевые, скумбриевые, в тропической – светящиеся анчоусы, летучие рыбы, корифеновые, парусниковые и т.д.

Амфибореальное (прерывистое) распространение рыб имеет место если одни и те же или близкие виды обитают в Атлантическом и Тихом океанах, но отсутствуют в Северном Ледовитом океане (сельдь, треска, навага, лосось, палтус и др.). Предполагают, что в теплые геологические периоды эти рыбы имели единую область распространения (Арктика), но затем в результате похолодания погибли или в период потепления проникли из одного бассейна в другой.

Биполярное распространение рыб наблюдается, когда сходные виды обитают в океанических водах северного и южного полушарий, но отсутствуют в тропической и экваториальной зонах (сардина, анчоус, морской окунь, сельдь, сельдевая акула и др.). Предполагают, что холодноводные рыбы северного происхождения проникли на юг через тропики в период похолодания тропических вод или через зоны больших глубин.



Некоторые рыбы-космополиты широко распространены и встречаются во всех океанах (акула-катран). В то же время есть виды (эндемики), которые обитают только в определенных водоемах (голомянка – в оз. Байкал).

Широтная зональность океанических вод может нарушаться под влиянием течений. Так, теплые течения позволяют продвинуться на север тепловодной фауне и, наоборот, холодные течения – на юг холодноводной фауне.

В континентальных водоемах большое значение в распределении ихтиофауны имеет течение воды. Верховья рек, как правило, населены реофильными видами, приспособленными к обитанию в быстром потоке воды (форель, голяк, подкаменщик), в нижних участках с медленным течением обитают типично озерно-речные виды (лещ, окунь, судак и др.), в эстуарных участках рек помимо пресноводных встречаются солоноватоводные рыбы (речная камбала, бычки, колюшка и др.). Кроме жилых рыб в ихтиофауне рек существенную роль играют проходные рыбы (лосось и др.).

Определяющими факторами для современного распространения рыб являются:

- Геоморфологические изменения очертаний морей и континентов в прошлом.
- Глубины морей, ограничивающие перемещения донных и прибрежно-пелагических рыб.
- Резкие температурные различия водных масс в пределах акватории Мирового океана и континентальных водоемов.
- Различия в солености и газовом режиме вод.

Большее богатство фауны низких широт, по сравнению с высокими, зависит от ряда факторов. Все виды низких широт, приспособленные к существованию в относительно стабильных условиях (стенобионтные), занимают определенные экологические ниши. Стабильность среды позволяет им выживать, будучи приспособленными к узкой амплитуде условий жизни, а постоянство температурного режима обеспечивает множественность

экологических ниш, отсутствующих в высоких широтах (например, растительность). Виды умеренных широт живут в постоянно изменяющейся среде (сезонность), поэтому вынуждены приспосабливаться к большому колебанию условий жизни (эврибионтность), а соответственно, их экологические ниши значительно шире. Таким образом, можно сказать, что один вид высоких широт занимает несколько ниш видов низких широт. С другой стороны, область распространения (ареалы) видов в континентальных водоемах и прибрежных водах морей низких широт, как правило, намного меньше, чем область распространения видов умеренных и высоких широт. Рыбы же, населяющие толщу и поверхность экваториальной зоны морей и океанов, где абиотическая среда оказывается сходной, часто распространены в пределах этой зоны повсеместно. Высокая специализация видов низких широт и возрастание степени отношений «хищник – жертва» ведут к появлению специфических средств защиты – колючки, ядовитость, яркая окраска. В низких широтах выше и степень напряженности в отношениях «паразит – хозяин», поэтому появляется ряд приспособлений, ослабляющих болезнетворное влияние паразита (например, сильнее защитная реакция крови).

Сезонные явления отражаются на жизни рыб низких широт значительно меньше, чем рыб умеренных и высоких широт. Сезон размножения в высоких широтах относительно короткий, поэтому здесь преобладают виды с единовременным нерестом, тогда как в низких широтах – с порционным. По этой причине растет и плодовитость рыб по направлению от высоких к низким широтам. У большинства рыб низких широт (а также высокоарктических видов) нет резко выраженного снижения интенсивности питания в какой-либо сезон, как это наблюдается у видов умеренной зоны.

Условия расселения рыб в морях и океанах отличны от условий в пресных водоемах. На континенте первостепенное значение играют механические преграды – горные цепи, пустыни, протяженность суши между

водоемами и т. п. В океанах наряду с наличием материковых преград особое значение приобретают экологические условия – температура, соленость, глубина и другие (изотерма, изобара, изогалина). По этой причине зоогеографическое распространение морских и пресноводных рыб существенно различается.

Распространение рыб в зависимости от условий обитания наиболее свойственно морским видам. В частности, отмечается широтная зональность, сопряженная с климатическими различиями высоких и низких широт.

**Широтная зональность.** С учетом наличия двух полюсов в настоящее время принято выделять три зоны вод:

- Теплые (тропическая и субтропические области).
- Умеренные (области умеренных широт Северного и Южного полушарий – бореальная и нотальная).
- Холодные воды (Арктическая и Антарктическая области).

**Арктическая область.** Для нее характерны очень низкие температуры воды (от  $-2$  до  $+6$  °C). Ихтиофауна берет начало от Атлантического и Тихого океанов, как правило, во внутренних морях (Карское, Лаптевых и т. п.) очень бедна.

**Антарктическая область.** Обширная океаническая область, примыкающая к антарктическому материку. Температура воды очень низкая. Не имеет проходных или полупроходных видов рыб.

**Бореальная область.** Характерны значительные сезонные колебания температуры воды (от  $0-12$  °C в Атлантике до  $0-8$  °C в Тихом океане). Течения большей частью имеют долготную направленность. Видовой состав бореальной ихтиофауны Атлантики беден, по сравнению с тропической, но численность популяций отдельных видов значительна. Ихтиофауна бореальной части Тихого океана разнообразнее и примерно в 6 раз богаче по числу видов рыб, чем Атлантики.

**Нотальная область.** Для этой области умеренных вод Южного полушария хорошо выражена смена сезонов в течение года. Видовое

разнообразии здесь меньше, чем в бореальной области, из-за меньшей площади и протяженности шельфовой зоны и меньшего разнообразия условий. Преобладание открытых пространств способствует обилию глубоководных форм.

**Тропическая область.** Состоит из экваториальной и субтропических подобластей, отличается высокими температурами воды (+20–28 °С) и значительной соленостью (30–36 ‰). Существенно здесь различие между поверхностными и подповерхностными водами. Течения обычно имеют направленность с запада на восток или с востока на запад. Область характеризуется исключительно большим разнообразием видов и форм рыб.

**Зонирование морей и океанов.** Зональность морских акваторий в пределах определенной географической зоны выражена в основном в изменении видового разнообразия относительно береговой зоны (слайд). Акваторию морей принято разделять на прибрежную, или неритическую, зону (над материковой отмелью) и океаническую зону (над материковым склоном и океаническим дном).

Кроме того, моря и океаны принято зонировать по дну и по водной толще (**вертикальное зонирование**).

В зависимости от глубины и рельефа дно океана зонировается на следующие категории:

- Материковая отмель (шельф), 0-200 м.
- Материковый склон (батифаль), 200-3000 м.
- Ложе океана:
- ✓ Абиссаль (3000-6000 м).
- ✓ Ультраабиссаль (более 6000 м).

По вертикали пелагические зоны океана можно разделить:

- Эпипелагиаль – 0-150-200 м.
- Мезопелагиаль – 200-1000 м.
- Батипелагиаль – 1000-3000 м.

- Абиссопелагиаль – 3000-6000 м.
- Ультрапелагиаль – более 6000 м.

Вертикальное распределение нагляднее всего видно на примере глубоководных рыб морей и океанов. Количественно богаче жизнью верхние слои, с глубиной обеспеченность пищей рыб снижается, а соответственно, уменьшается и общая ихтиомасса, и количество встречающихся видов. Если рассматривать изменение видового богатства, то максимум приурочен к зонам с глубинами до 200 м, по мере продвижения от береговой линии и ростом глубины видовое разнообразие сокращается. Если учесть, что условия жизни рыб в прибрежных зонах, на больших глубинах или в открытой части океанов существенно различаются, то распределение их следует рассматривать в зависимости от мест обитания.

Вертикальная зональность водной толщи океана сопровождается изменениями с глубиной таксономического состава почти всех групп животных, причем распределение ряда групп ограничено пределами только одной вертикальной зоны, особенно абиссали и ультраабиссали.

*Эпипелагиаль.* Обособленность эпипелагиали лучше всего выражена в тропической зоне – там, где постоянно существует слой теплой воды, обычная толщина которого составляет 100–200 м, отделенный от холодного глубинного слоя главным термоклином, также имеющим постоянный характер. В умеренных и высоких широтах термическая обособленность поверхностных слоев существует только летом, поэтому эпипелагический ихтиоцен четко выражен преимущественно в тропической зоне. Ихтиофауна эпипелагиали из-за малого количества экологических ниш отличается небольшим видовым разнообразием (постоянно встречается примерно 25 хрящевых и 120 видов костистых рыб). Для этой зоны характерны сельдевые, лисьи, серые, гигантские и китовые акулы, летучие рыбы, скумбрушковые, корифены, мечерылые, луна-рыбы. По своим гидродинамическим характеристикам почти все виды эпипелагических рыб могут быть отнесены к нектону.

**Мезопелагиаль.** Мезопелагиальная ихтиофауна очень разнообразна и включает около 600 видов костных и хрящевых рыб. В соответствии с разнообразием ниш мезопелагические рыбы сильно различаются по образу жизни, миграционным циклам, способам добывания пищи. В наибольшей степени здесь представлены светящиеся анчоусы – около 320 видов, а также другие семейства. Основная их часть принадлежит к макропланктону или микронектону. Нектонные рыбы представлены относительно малым количеством (алеписавровые, гемпиловы), обитающим преимущественно в верхних слоях мезопелагиали. Почти все виды этой вертикальной зоны принадлежат к характерным семействам, не представленным или почти не представленным не только в прибрежных биотопах, но и в других биотопах пелагиали. Основным источником формирования мезопелагиальной ихтиофауны послужили батипелагические формы.

**Батипелагиаль.** Ихтиофауна батипелагиали насчитывает около 150 видов рыб, которые все отнесены к макропланктону. Для этой зоны наиболее характерны глубоководные удильщики (около 90 видов), некоторые светящиеся анчоусы и др. Все батипелагиальные виды рыб принадлежат к древнеглубоководным семействам. Особый интерес может представлять глубоководная фауна. Условия жизни рыб на больших глубинах своеобразны и связаны с отсутствием света, низкой температурой, большим давлением, устойчивой соленостью и концентрацией растворенных газов, медленными течениями. Переход к обитанию на больших глубинах обычно характерен для исходных форм тех или иных отрядов. Глубоководных рыб насчитывается около 1000 видов, и их принято разделять на две группы: древнеглубоководные, или истинно глубоководные, и вторично-глубоководные, или шельфо-глубоководные.

Древнеглубоководные рыбы характеризуются специальными приспособлениями к условиям обитания: органами свечения, развитыми органами боковой линии, редуцированными или телескопическими глазами. Кости скелета декальцинированы, так как при большом давлении

повышается растворимость солей кальция. Резко выражен половой диморфизм.

Вторично-глубоководным рыбам не свойственна столь высокая специализация, а по своему происхождению они являются ветвями прибрежных форм, опустившихся на большие глубины.

Широтное районирование пелагиали мирового океана по распространению рыб позволяет выделить в его пределах три основные ихтиогеографические области:

**Аркто-Бореальная** (включает Атлантическую и Тихоокеанскую подобласти).

**Тропическая** (включает Атлантическую, Индо-Западно-Тихоокеанскую и Восточно-Тихоокеанскую подобласти).

Части тропической зоны во всех океанах подразделяются на центральные и экваториальные провинции, характеризующиеся относительно невысоким уровнем эндемизма на фоне преобладания широкотропических видов;

**Антарктическо-Нотальная** (включает Атлантическую и Индо-Тихоокеанскую подобласти). В континентальных водоемах, помимо температуры, на распространение пресноводных рыб большое значение оказывает фактор течения, что обусловлено меньшей способностью пресных вод к растворению газов. По этой причине рыбы, живущие на течении, всегда более требовательны к содержанию растворенного кислорода, нежели рыбы стоячих вод.

Зональное распределение рыб пресноводных водоемов зависит от их широтного расположения – в водоемах высоких широт меньшее число видов, чем в водоемах низких широт. Также географическое распределение рыб связано с направленным воздействием человека на ихтиофауну – акклиматизация, интродукция и т. п. Зональность пресноводных водоемов тоже имеет место (дно зонировано на литораль, сублиторальный склон и профундаль, водная толща – на эпилимнион, металимнион и гиполимнион),

однако в большинстве случаев из-за небольших размеров и глубин это не находит отражения в структуре рыбных сообществ. Вертикальная зональность пресноводных экосистем наиболее ярко проявляется в высотной зональности водоемов и рек альпийских регионов.

**Высотное распределение** хорошо прослеживается на примере рек, берущих начало в горах, или озер альпийской зоны (по М. Борне – озера ручьевого форели, озера озерной форели, озера палии, сиговые озера, лещовые озера, карасевые озера).

На примере большинства рек Европы выделяются следующие участки обитания. Самый верхний, горный – участок форели: скорость течения здесь максимальная, прозрачность высокая, а температуры более низкие с меньшим интервалом колебаний. В верховьях рек существенную роль в жизни рыб играют наземные животные (насекомые, хищники – птицы и млекопитающие, питающиеся рыбой). Рыбы либо сильные пловцы, способные преодолевать быстрое течение, либо донные, прячущиеся за камнями. Окраска – преимущественно русловая: пестрая спинка и темные пятна на боках. Типичные представители – форель, голян, подкаменщик. Биомасса рыб в силу ограниченности пищевых ресурсов низкая, а сами они ориентируются в основном за счет зрения.

Предгорный участок – участок хариуса: скорость течения снижается, грунт становится мельче и подвижнее, вода – более мутной. Здесь уже присутствуют рыбы, способные прикрепляться к субстрату. Поскольку растительность в русле все еще отсутствует, основное значение приобретают животоядные рыбы (бентофаги и эврифаги), ориентирующиеся не только за счет зрения, но и осязания. Здесь рыбы часто имеют усики. Роль наземной пищи, как и хищников, значительно снижается. Многие из обитающих видов для размножения поднимаются выше. Типичные представители – хариус, елец, голян, голец.

Равнинный участок – участок усача: характеризуется дальнейшим замедлением течения и снижением прозрачности воды. Появляются



придаточные водоемы с развитой растительностью. Пойменные водоемы играют большую роль в жизни ихтиофауны как места размножения и нагула. Как и на предыдущем участке, зрение уже не играет главной роли в добывании пищи. Пища мирных рыб – преимущественно бентос. В русле появляются виды с высоким телом. Для участка характерны сезонные колебания, поэтому преобладают более эвритермные виды, а колебания содержания растворенного кислорода в русле и придаточных водоемах диктуют большую устойчивость по отношению к газовому режиму. Типичные представители – усач, голавль, подуст. Нижний участок – участок леща: характеризуется преобладанием процессов аккумуляции над процессами эрозии. Течение еще больше замедляется, вода становится более прозрачной. В русле появляется много высокотелых рыб, а в поиске пищи вновь возрастает значение зрения. В русле появляются значительные площади зарастаний с замедленным течением, а соответственно, и растительноядные рыбы и специализированные зоопланктофаги. Накопление иловых отложений и появление эпифауны улучшают условия нагула бентофагов, а развитие зоопланктона – нагула молоди. По этой причине продуктивность угодий возрастает. По характеру размножения преобладают фитофилы. Среди рыб появляются виды с зарослевой окраской. Типичные представители – лещ, сом, судак, язь, красноперка, синец.

Во многих реках выделяется еще и участок низовья (эстуарии), где идет смешение пресных и морских вод и отмечаются стонно-нагонные явления (последствия приливов-отливов). Нередко участки характеризуются меняющейся соленостью воды. В составе ихтиофауны появляются солоноватоводные виды (бычки, речные камбалы, иглы-рыбы). Если глубина, изотерма и изогалина наряду с геологическими изменениями морей и континентов были руководящими факторами в распространении морских рыб, то в еще большей степени геологическое прошлое сказалось на расселении пресноводных. Формирование материков с последующей изоляцией обеспечило разнообразие центров видообразования. Очень

большую роль в расселении рыб Северного полушария сыграли великие оледенения, местами уничтожавшие, местами оттеснявшие к югу прежнюю ихтиофауну.

Географические области, объединяющие территорию, виды и формы по общности их происхождения. В зоогеографическом аспекте разработана теория географических областей, объединяющих территорию, виды и формы по общности их происхождения. Принято выделять следующие области:

I. Палеарктическая – вся Европа, часть Северной Америки, небольшая часть Северной Африки, Азия (к северу от Гималаев).

II. Неоарктическая – основная территория Северной Америки; эти две области некоторыми учеными иногда объединяются в одну – Голарктическую область.

III. Амурская – бассейн Амура и близкие к нему китайские реки, а также Корея, Сахалин и Япония; является переходной от Палеарктической к Китае-Индийской области.

IV. Китае-Индийская (Сино-Индийская) – бассейны рек юга Азии, Китая, Индии, Шри-Ланки, Индокитая; по составу ихтиофауны близка к Африканской области.

V. Африканская – пресные бассейны всего континента, за исключением самой северной ее части.

VI. Южно-Американская – все пресные водоемы Южной Америки; состав ихтиофауны во много близок к Африканской области.

VII. Австралийская – водоемы Австралии, Тасмании и Новой Зеландии; в этой области мало чисто пресноводных рыб, а имеющиеся виды имеют морское и очень древнее происхождение.

VIII. Полинезийская – пресноводная ихтиофауна, если имеется, то представлена первично морским проходными видами (например, угрями).

IX. Антарктическая – пресноводных рыб нет по причине отсутствия внутренних водоемов.

Наибольший интерес может представлять Палеарктическая область, в которой выделяют шесть подобластей – Циркумполярную, Евро-Сибирскую, Средиземноморскую, Арало-Каспийскую, Байкальскую и Нагорно-Азиатскую.

Некоторые исследователи Средиземноморскую подобласть рассматривали в пределах Средиземного, Адриатического и Мраморного морей, тогда как Черное и Азовское моря объединяли с Каспием и Аралом в Понто-Каспийско-Аральскую подобласть.

В свою очередь, Евро-Сибирская подобласть, занимающая большую часть территории Европы и Азии к югу от Циркумполярной, включает две провинции: Балтийскую и Евро-Сибирскую. Балтийская провинция состоит из двух округов – восточного (Невского) и западного (Рейнского). Применительно к территории Беларуси можно сказать, что она частично отнесена к Балтийской провинции (Невский округ) Евро-Сибирской подобласти, частично – к Средиземноморской подобласти Палеарктической области.

**Амфибореальность и биполярность.** Нередко одни и те же или близкие виды обитают в разных океанах (Атлантический и Тихий), но отсутствуют в срединных акваториях (Северный Ледовитый). Это, например, атлантические и тихоокеанские представители лососей, сельди, трески, палтуса. Такое распределение называют прерывистым или амфибореальным. Предполагают, что в былые времена виды имели единую область распространения.

Существует значительное сходство у многих арктических и бореальных форм северной и южной Атлантики, а также Пацифики (хеки и мерлузы, североатлантические и южноатлантические путассу). Такое явление получило название «биполярность». Существует две точки зрения относительно его происхождения:

– Возникает как следствие пересечения тропической зоны холодолюбивыми видами в периоды глобального похолодания или путем перехода к придонному обитанию.

– Биполярные виды были исходно тропическими, с последующим переходом к обитанию в умеренных водах.

**Понятие фаунистического комплекса.** Важное значение для понимания процесса развития фауны рыб имеет сформулированное Г.В. Никольским (1953) понятие фаунистического комплекса. Фаунистический комплекс – это группа видов, связанных общностью географического происхождения, т. е. развитием в одной географической зоне, к условиям которой виды, слагающие комплекс, наиболее приспособлены. Идея фаунистического комплекса базируется на двух основных положениях:

– Становление ихтиофауны происходит скачкообразно и охватывает целую группу видов.

– После становления комплекса виды, его составляющие, сохраняют относительную морфо-экологическую стабильность.

Деление на комплексы проводится по трем векторам: солености (морские или пресноводные), времени становления (верхнетретичный или более поздние) и регионам (Понто-Каспийский и др.).

Виды одного комплекса обладают сходной морфо-биологической спецификой (приспособление к условиям абиотической среды, пищевые взаимоотношения, особенности размножения). Фаунистический комплекс представляет понятие, сочетающее исторический, зоогеографический и экологический подходы к проблеме оценки динамики фауны рыб. Основываясь на биологической специфике видов рыб, слагающих фаунистический комплекс того или иного региона, можно не только реконструировать историю его заселения, но и спрогнозировать основные тенденции развития ихтиофауны в будущем. В целом для Евразии Г.В. Никольским выделено 10 пресноводных и 7 морских фаунистических комплексов.

На рис. 24 представлены основные зоогеографические области земного шара для фауны континентальных водоемов.

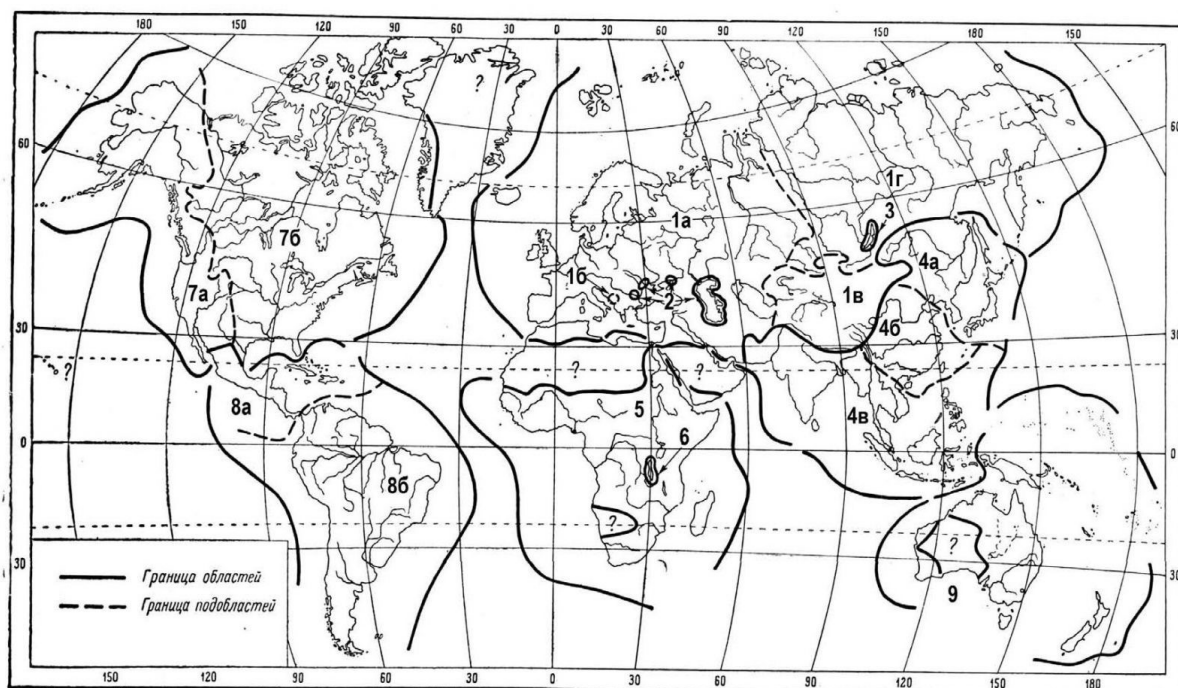


Рисунок 24. Зоогеографические области земного шара для фауны континентальных водоемов (по Я.И. Старобогатову, 1970)

Палеарктическая область, подобласти: 1а – Европейско-Сибирская, 1б – Охридская, 1в – Нагорноазиатская, 1г – Восточносибирская, 2 – Понтоксийская солонатоводная область; 3 – Байкальская область; Сино-Индийская область, подобласти: 4а – Амуро-Японская; 4б – Китайская, 4в – Индо-Малайская; 5 – Эфиопская область; 6 – Танганьиканская область; 7 – Неарктическая область, подобласти: 7а – Тихоокеанская, 7б – Атлантическая; 8 – Неотропическая область, подобласти: 8а – Центральноамериканская, 8б – Южноамериканская; 9 – Австралийская область.

#### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА ПО ТЕМЕ 4

**Цель работы:** закрепление материала об особенностях распространения рыб разных континентов Земли.

**Материалы и оборудование:** CountrySTAT - информационная онлайн-система статистических данных о продовольствии и сельском хозяйстве на региональном, национальном, субнациональном уровнях  
<http://www.fao.org/economic/ess/countrystat/en/>.

**Задание.** Составить схему распределения поверхностной температуры Мирового океана и основных течений определить основные районы, обуславливающие локализацию основных промысловых рыб мирового рыболовства. Составить схему распределения пресноводных рыб на Земле и определить основные районы обитания наиболее важных промысловых рыб. Составить схему районирования Мирового океана по ФАО (Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН, англ. Food and Agriculture Organization) и определить основные районы наиболее важных промысловых рыб мирового рыболовства.

**Вопросы для обсуждения:**

1. Значение факторов среды для вертикального распределения рыб
2. Роль их в функционировании экосистем разных широт
3. Использование горизонтальных и вертикальных миграций рыб в мировом рыболовстве

## ТЕМА 5. СОВРЕМЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЫБНЫХ РЕСУРСОВ

Современное состояние рыбных ресурсов планеты и России. Роль рыбных ресурсов в удовлетворении продовольственных потребностей человечества. Роль рыбных ресурсов для решения прикладных задач: мелиорация водоемов, источник ценного сырья, биологическая борьба с инвазионными заболеваниями, декоративная ценность рыб.

Сырьевая база (или сырьевой потенциал) российского рыболовства включает в себя:

- Биологические ресурсы внутренних пресноводных водоемов Российской Федерации.
- Биологические ресурсы морских вод, территориального моря, континентального шельфа и исключительной экономической зоны Российской Федерации, а также Каспийского и Азовского морей.
- Биологические ресурсы открытой части Мирового океана.
- Биологические ресурсы исключительных экономических зон иностранных государств, с которыми существуют международные договоры в области рыболовства.

На протяжении последних лет, рекомендуемый для отечественного рыболовства ОДУ, находится примерно на одном уровне: около 8 млн. тонн. Однако соотношения составных компонентов возможного вылова значительно изменились в пользу менее ценных и, соответственно, менее востребованных промысловых объектов.

Распределение отечественного вылова по рыбопромысловым районам также существенным образом трансформировалась во времени.

Сырьевая база рыбного хозяйства имеет ряд особенностей, связанных с сезонностью промысла, подвижностью водных биологических ресурсов, трудностью прогнозирования запасов водных биологических ресурсов и определения рациональной доли их изъятия без ущерба для воспроизводства. Изучение, добыча, сохранение и воспроизводство водных биологических ресурсов обеспечиваются специализированными научными,

рыбопромышленными, рыбоохранными организациями с использованием специализированных судов, а также объектами по воспроизводству рыбных запасов.

С 1991 по 2006 год общий объем добычи водных биологических ресурсов снизился с 6,93 млн. тонн до 3,3 млн. тонн (на 52,5%). Объем добычи сократился в исключительных экономических зонах иностранных государств на 65% и открытых районах Мирового океана на 75%. Существенно уменьшились запасы водных биологических ресурсов, пользующихся повышенным спросом на мировом рынке (минтай, треска, отдельные виды ракообразных и осетровые виды рыб).

В результате экономических причин внутри страны и ужесточения регламентации промысла в исключительных экономических зонах иностранных государств и районах действия международных конвенций по рыболовству значительная часть отечественного рыбопромышленного флота была передислоцирована в исключительную экономическую зону Российской Федерации. Добывающие мощности этого флота превзошли объемы запасов основных промысловых объектов.

В то же время запасы многих видов водных биологических ресурсов не осваиваются в полном объеме (сельдь, сайра, кальмары и другие виды рыб). В водных экологических системах происходит замещение наиболее ценных видов ресурсов малоценными или видами, не имеющими промыслового значения.

С 1991 по 2006 год уловы водных биологических ресурсов во внутренних водных объектах страны уменьшились более чем в 2 раза. При этом общий объем допустимых уловов осваивается только наполовину.

Сокращение уловов водных биологических ресурсов обусловило уменьшение производства пищевой рыбной продукции до 3 млн. тонн. Значительно снизилось производство непищевой рыбной продукции, в том числе рыбной муки и кормов.



Более 90% экспорта рыбных товаров приходится на рыбную продукцию низкой степени переработки.

Импорт рыбной продукции увеличился по сравнению с 1991 годом в 1,65 раза.

Снизилось отечественное производство рыбной продукции, которая на российском рынке замещается импортными аналогами.

Сократилось потребление рыбной продукции в расчете на душу населения. Эта продукция стала менее доступной для широких слоев населения из-за продолжающегося роста цен и низкого уровня платежеспособного спроса.

За последние годы приобретено большое количество единиц старого флота зарубежной постройки в связи с его низкой стоимостью. Крайне неудовлетворительным является состояние вспомогательного флота, в том числе аварийно-спасательных судов.

Капитальные вложения в 2006 году в целом по рыбохозяйственному комплексу составили около 12% по сравнению с 1990 годом.

Ухудшилась ситуация с занятостью населения в субъектах Российской Федерации, территории которых прилегают к морскому побережью, особенно в районах Европейского Севера и Дальнего Востока.

Система охраны водных биологических ресурсов и среды их обитания требует совершенствования.

Существенно возросли масштабы незаконного промысла водных биологических ресурсов и нелегального вывоза рыбной продукции за рубеж. Это негативно сказывается на состоянии рыболовства, в том числе на запасах ценных видов водных биологических ресурсов.

Несмотря на сохранение высокой общей обеспеченности водными биологическими ресурсами, наблюдается обострение проблем воспроизводства тех объектов, промысел которых характеризуется наиболее высокой рентабельностью. Под угрозой исчезновения находятся осетровые виды рыб.

В 1990-2006 годах отмечено появление значительного числа организаций, не имеющих достаточного опыта организации производства и мореплавания, что сопровождалось снижением уровня безопасности плавания и сохранения человеческой жизни на море. Кроме того, этот период функционирования рыбохозяйственного комплекса характеризовался крайне низким уровнем конкурентоспособности вырабатываемых отечественными производителями товаров и услуг, а также определялся высоким уровнем рисков ведения предпринимательской деятельности в этой сфере, в том числе значительными административными барьерами, низкой корпоративной культурой, слабым развитием форм самоорганизации и саморегулирования бизнеса, низким уровнем эффективности государственного управления, отсутствием стимулов к повышению производительности труда и конкурентоспособности, недостаточным развитием инноваций, а также слабой взаимосвязью образования, науки и бизнеса.

За последние годы не удалось создать полноценную нормативную правовую базу, необходимую для эффективной работы рыбного хозяйства, и обеспечить координацию деятельности федеральных органов исполнительной власти в сфере управления водными биологическими ресурсами.

В мировом масштабе озера, водохранилища и заболоченные земли, важные для ведения рыбного хозяйства во внутренних водоемах, занимают площадь около 7,8 млн км<sup>2</sup>. Поверхностными водами занята довольно значительная доля территории в Юго-Восточной Азии, Северной Америке, восточной и центральной части Западной Африки, северной части Азии, Европе и Южной Америке (FAO 2010b). Ведение рыбного хозяйства во внутренних водоемах – это чрезвычайно разнообразная деятельность, которая включает в себя крупномасштабное промышленное рыболовство, а также мелкомасштабный вылов рыбы и натуральное рыбное хозяйство, участие в этих видах деятельности не требует или почти не требует финансовых вложений. Как таковое рыбное хозяйство во внутренних

водоемах обеспечивает бедным слоям населения качественное питание, возможность заработка и социальную защиту в условиях, когда другие отрасли производства продуктов питания могут перестать функционировать.

Около 90% рыбы из внутренних водоемов вылавливается в развивающихся странах, а 65% – в странах с низким доходом, испытывающих нехватку продуктов питания. На долю Африки и Азии регулярно приходится около 90% зарегистрированного улова. По данным статистики, общемировой объем продукции рыбного хозяйства во внутренних водоемах вырос с 2 млн т в 1950 г. до более 10 млн т в 2008 г. Однако считается, что объем производства гораздо выше, так как маломасштабный вылов рыбы и объем продукции натурального рыбного хозяйства не регистрируются. Объем продукции крупномасштабного и промыслового рыболовства во внутренних водоемах – например, на Великих озерах в Африке – может составить в стоимостном выражении сотни миллионов долларов США; зачастую эта рыба идет на экспорт (FAO, 2010a).

Общемировой объем продукции аквакультуры, который в 1950 г. составлял менее 1 млн т в год, вырос в 2008 г. до 52,5 млн т и достигает 45,7% всего объема мирового производства рыбопродуктов для потребления человеком (FAO, 2010a). Во многих странах мира успешно применяется интегрированный подход к использованию земельных и водных ресурсов (FAO/ICLARM/ IIRR, 2001; Halwart and Van Dam, 2006). В последние десятилетия среди рисопроизводителей в Китае широко распространилась практика совместного выращивания риса и рыбы на обновленных заливных полях, а общая площадь рисовых полей, используемых для аквакультуры, составляла в 2008 г. 1,47 млн га. Во многих странах как в пресных озерах, так и в реках процветает садковое рыбоводство в качестве эффективной непотребляющей формы использования пресной воды.

Азия (особенно Китай) имеет самые высокие объемы производства пресноводной аквакультуры по отношению к площади суши и открытых водоемов, хотя некоторые европейские и африканские страны тоже достигли

в этом отношении высоких показателей, в то время как страны Северной и Южной Америки производят сравнительно небольшой объем продукции пресноводной аквакультуры на единицу площади суши или водоемов, хотя и здесь имеется значительный потенциал (Bostock et al., 2010; Aguilar-Manjarrez et al., 2010). В Африке и Латинской Америке все еще имеются значительные возможности для роста пресноводной аквакультуры, однако использование пресноводных водоемов для этих целей станет более ограниченным из-за развития городов и высокой конкуренции за землю и особенно за ресурсы пресной воды в регионах с высокой плотностью населения, например, в Азии. Рыбоводство в прибрежных или офшорных морских водах создает новые, альтернативные возможности для развития аквакультуры и увеличения общемирового объема пищевых рыбопродуктов в условиях, когда возможности пресноводных водоемов становятся все более ограниченными (FAO, 2010b).

## ТЕМА 6. ИСТОРИЯ РЫБОВОДСТВА

История рыбоводства насчитывает не одну сотню лет. Древний энциклопедист Гай Плиний Старший (27-29 гг. н.э.) сообщает о том, что некий Сергиус первым в Риме придумал рыбоводные пруды. Луциниус Мурена содержал в Риме в садках морских рыб, а при Цицероне (106-43 гг. до н.э.) самые богатые жители Рима обладали собственными прудами.

Есть в исторических документах сведения о том, что Теодор Великий, который был королем восточных готов, регулярно к столу получал карпа. Император Карл Великий еще в 812 году издал указ о том, что каждый управитель на своих земельных угодьях обязан был создавать рыбные пруды. А там, где они уже есть, должен был умножить их по возможности. Но больше всего выращиванием рыбы занимались в монастырях.

С XIV по XVI столетие рыбоводство активно развивалось, и закладывались основы прудового рыбоводства. Правила, которые выработались в тот период времени, частично применяются и сейчас.

Например, карп выращивается по возрастным классам, создаются нагульные и нерестовые пруды, кормление рыбы проходит по графику, закладываются зимовальные пруды, заболевания рыб тщательно изучаются и вырабатываются методы лечения.

В Европе прудовое рыбоводство достигло такой популярности и распространенности, что король Германии Рудольф II (1576–1612) запретил на заседании рейхстага строить пруды без разрешения властей.

При Наполеоне была конфискована собственность монастырей и прудовые хозяйства попали в неопытные руки, что постепенно привело к упадку рыбоводства в Европе. Пруды были превращены в луга и развитие рыбоводства на некоторое время приостановилось.

Рыбоводство на Руси имеет глубокие корни в древности. В Новгородской области и на Украине при археологических раскопках были найдены остатки прудов искусственного происхождения. Византийский летописец Косьма Каппадийский писал, что в период походов князя Игоря на

Константинополь русы строили пруды лучше, чем греки – «крепче и весьма хорошо для рыбы». Так же в летописях упоминаются имена древних рыбоводов братьев Добрыни и Боривоя из земель Новгородских, Валиобора из Киева, которых отсылали получать рыбоводную науку в Заморские страны.

Известна так же история о том, что царь Иван Грозный приказал отрубить три пальца рыбоводу Стрельцову из-за того, что тот в пруд вселил не ту рыбу, которую повелел царь, но потом оказалось, что Стрельцов сделал правильно и за это был назначен главным рыбоводом. Стрельцов вел записи, в которых говорилось какую рыбу и в какой пруд на нерест сажать «дабы иметь приплод отличнейший, лучший и новейший». Племенную рыбу «растить полагается в особой сажалке». Эти сведения являются первыми, которые указывают на проведение селекции рыб.

В XV столетии на Руси растили карасей, стерлядь, вырезуба, а в монастырях стерлядь и коропов.

В летописях указывается плотность посадки рыбы в пруду Каменский. При ширине пруда пол-версты и такую же длиною на два аршина приходилось по одной рыбе. С XVI пруды стали вноситься в инвентарные книги как ценное имущество. Во времени правления Бориса Годунова рыбоводство Руси достигло небывалого расцвета. В тот период было построено большое количество прудов, из которых некоторые сохранились и до нашего времени. Придворный рыбовод царя Алексея Михайловича Гришка Соловей мог устранять запахи из воды, в котором росли сомы,

Рыбовод Петра I Нардов аэрировал воду, вращая лопасти мешалки от мельниц, установленные в воде, а так же сделал устройство, которое скашивало водную растительность. Еще один рыбовод Петра I Фалалеев демонстрировал царю волок, которым очищался весь пруд от коряг. В 1630 году была составлена первая карта расположения прудов с указанием выращиваемой в них видов рыбы и рыбопродуктивностью. При Петре I была

сделана сводка о рыбоводстве, в которой было указано 49 видов рыб, которые разводились в прудах. Наиболее часто выращивались форель и карп.

Степан Андреевич Крашенников – друг М. Ломоносова, русский ученый занимался строительством прудов и перевозкой морских рыб для выращивания в прудах. Его учеником был Лепехин И.И. и в 1790 г. проводил опыты с патологией рыб. Он для профилактики заболеваний у рыб применял в экспериментальных прудах настойку черемухи, богатую фитонцидами. Проводил эксперименты с освещением, аэрацией, дополнительным вселением хищной рыбы, используя поликультуру. Лепехин является автором описания рыбного промысла на Волге, зверобойного и рыболовного промыслов в Беломорье и на Новой земле, рыбного промысла на реках Северная Двина и Обь.

Так же известным рыбоводом был Петр Паллас, являясь самым крупным ученым зоологом своего времени, а так же изучал ихтиологию и орнитологию. П. С. Паллас в период с 1768 по 1773 года проводил исследования в реках Волга, Терек, Урал, Енисей, Обь, Иртыш, в притоках Амура. Им были проведены работы по инкубации икры карпа, описанию некоторых видов рыб, рыболовству. Он опубликовал труд «Российско-Азиатская зоогеография» в котором были описаны 94 вида рыб Каспийского и Черного морей. Основоположником прудового рыбоводства принято считать Болотова Андрея Тимофеевича (1738-1888). Он был писателем и естествоиспытателем, человеком широчайших знаний и интересов. Он так же был одним из основоположников в астрономии. Болотов А.Т. был увлечен рыбоводством и занимался уходом за прудами и повышал их рыбопродуктивность. Он первым выявил влияние качества воды и грунта на рыбопродуктивность прудов. Проведенные им работы по кормлению рыбы и засеву водоемов культурными растениями легли в основу прудового рыбоводства. С 1854 года В.П. Врасский активно изучал и занимался искусственным осеменением рыб. Он издал ряд статей по искусственному осеменению рыбы, и эти статьи были напечатаны в немецких и французских

изданиях. В 1854 году Врасский В.П. ознакомился с книгами известных рыбоводов Жана-Виктора Коста, доктора Фрааса, Гаксо, которые легли в основу его исследовательских работ. Он начал проводить опыты с форелью по искусственному оплодотворению икры и добился определенного успеха, а затем построил за свои средства рыбоводный дом с настоящими бассейнами и проточной водой. Врасский В.П. основал в Новгородской области Никольский рыбный завод, который функционирует и сейчас. Никольский рыбный завод был первым в России и считался лучшим в Европе. На этом заводе впоследствии обучались многие рыбоводы. Врасский В.П. опробовал и внедрил метод сухого оплодотворения икры, который называют «Русский метод».

В истории рыбоводства России оставили свой яркий след многие талантливые рыбоводы, такие как О.А. Гримм (1845-1921), И.Н. Арнольд (1868-1942) (впервые ввел искусственное оплодотворение у рыб), Елеонский А.Н. Мартышев Ф.Г. К началу 1914 года в Российской империи насчитывалось 500 функционирующих монастырских и частных хозяйств, имевших суммарную площадь 26000 га. Эти хозяйства давали ежегодно 4000 тонн рыбы. В годы Первой мировой войны многие хозяйства были разрушены, но в последствии восстановлены к 1924 году после создания главного Управления Рыбоводства и Рыболовства. В 1930-х годах были созданы государственные рыбоводные хозяйства в пригородах Санкт-Петербурга и Москвы. В 1940 г насчитывалось 123 рыбоводных хозяйства. Многие совхозы и колхозы имели собственные рыбоводные пруды. Суммарная площадь прудов составляла 99 тыс. га, а рыбопродукция - 21 тыс. тонн рыбы в год.

В годы ВОВ многие рыбоводческие хозяйства были разрушены и находились в плачевном состоянии, но в послевоенные годы были снова восстановлены. Начиная с послевоенных лет и до конца восьмидесятых годов рыбоводство в СССР постоянно развивалось и достигло небывалых размеров. В 60-е годы из дальнего востока были завезены и акклиматизированы



толстолобик и белый амур. Эти рыбы положили начало массового выращивания в поликультуре с карпом в IV – V- VI и VII рыбоводных зонах. В 70-х годах рыбоводство начало стремительно интенсифицироваться благодаря применению новых технологий выращивания. Появились так называемые УЗВ – установки замкнутого водоснабжения, в которых рыба выращивалась при больших плотностях посадки до 100 кг/м<sup>3</sup> . Причем выращивание происходило круглогодично независимо от внешних погодных условий и времен года. СССР занимало одно из ведущих мест в мире по выращиванию рыбы. Пик выращивания рыбопродукции в рыбных хозяйствах приходился на 1987 год В этот год урожай рыбы составил 350 000 тонн. К этому моменту насчитывалось около 9 тысяч совхозных и колхозных рыбных прудовых хозяйств и 230 специализированных государственных хозяйств, которые занимали 124 000 гектар водоемов . Были максимально задействованы все возможные для рыборазведения водоемы, а так же водоемы комплексного значения , тепловодные пруды охладители ГРЭС, торфяные карьеры. Но начиная с 90-х годов прошлого века после распада СССР начало приходить в упадок. В настоящее время многие рыбоводные хозяйства разорены и заброшены, хотя не утихают попытки частных структур их восстановить. Государственная поддержка на должном уровне почти не осуществляется. Отечественную рыбопродукцию заменила импортная по причине ее меньшей стоимости и большего разнообразия. В настоящее время Россия занимает сравнительно малую долю в производстве рыбопродукции на мировом рынке – всего 3%, в то время как Китай – 60%, Франция – 30%, Германия – 20%.

## ТЕМА 7. СТРУКТУРА РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА

При рассмотрении вопросов эффективности относительно рыбного хозяйства необходимо различать понятия «рыбное хозяйство» и «рыбная отрасль».

Исходя из специфики рыбной отрасли, в оценке ее функционирования целесообразно использовать разноуровневый (иерархический) подход. В связи с этим, на наш взгляд, целесообразно выделить следующие уровни для анализа эффективности: рыбная отрасль – страна, рыбная отрасль – регион, рыбная отрасль – предприятие/судно. Представим данный подход в виде схемы. Исходным моментом здесь является определение целей/цели развития рыбной отрасли. На этом уровне выявляются назревшие проблемы, пути их эффективного решения. На рис.25 представлена схема многоуровневого подхода к анализу эффективности хозяйствующего субъекта рыбной отрасли в структуре национального хозяйства.

Из данной схемы видно, что рыбное хозяйство охватывает рыбную отрасль и специализированные взаимосвязанные отрасли. В рыбную отрасль включаются предприятия по вылову рыбы и морепродуктов; предприятия, занимающиеся их обработкой (холодильная обработка, консервирование, копчение, рыбокулинария, производство кормовой рыбной муки, жира, обработка морепродуктов); рыбные порты, прудовые и озерные хозяйства по выращиванию рыбы, предприятия по воспроизводству рыбных запасов, рыбомелиоративные и акклиматизационные станции.

В рыбное хозяйство входят также торговые и снабженческие организации: научно-исследовательские учреждения и учебные заведения и предприятия вспомогательного и обслуживающего характера соответствующих производств в системе национального хозяйства, имеющие отношение к добывающей и обрабатывающей рыбной отрасли: судостроение, судоремонт, машиностроение и металлообработка, лесотарное производство, сетеснастное производство, транспорт, порты.

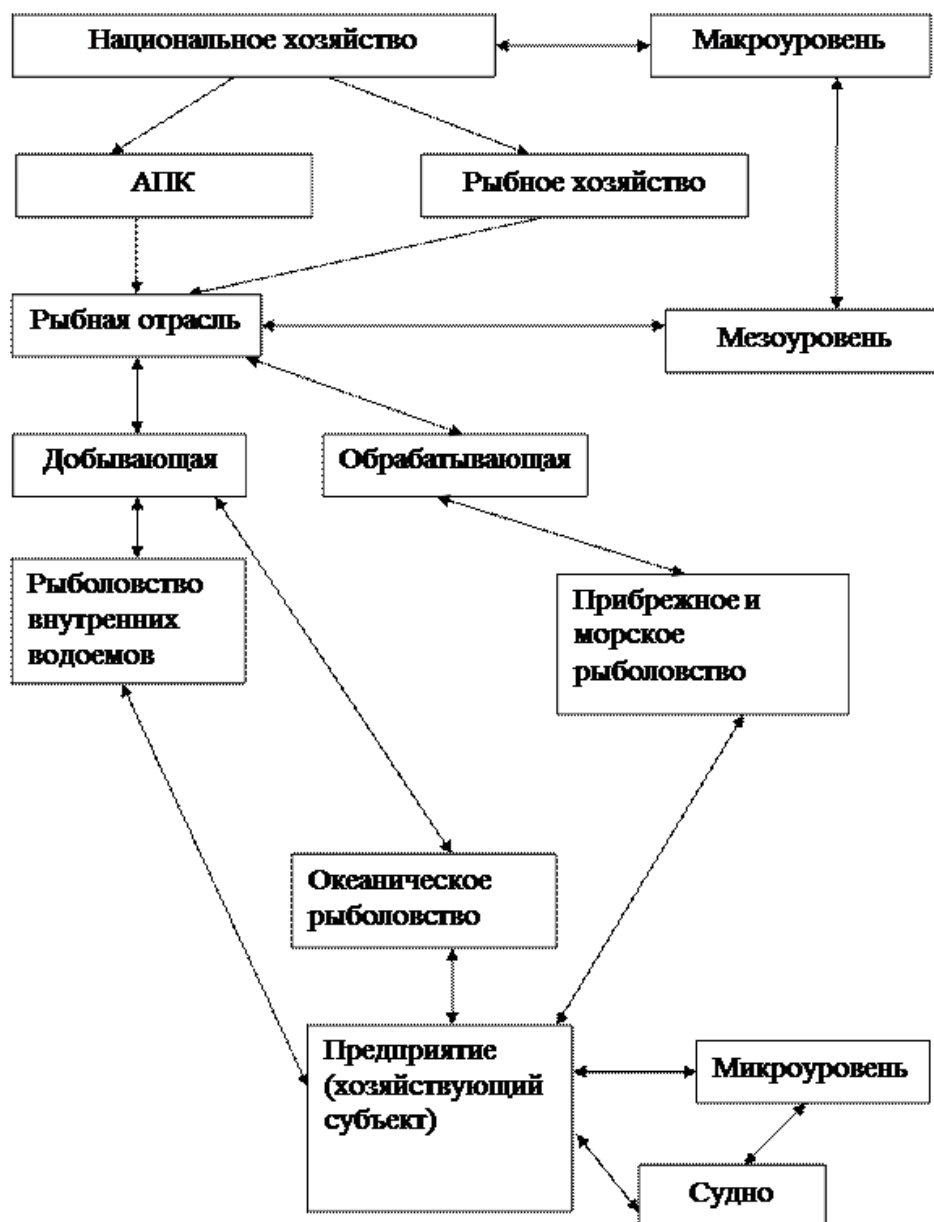


Рисунок 25. Схема многоуровневого подхода к анализу эффективности хозяйствующего субъекта рыбной отрасли в структуре национального хозяйства

Рыбная отрасль является специфическим элементом агропромышленного комплекса.

Некоторые из существующих формулировок связывают функционирование АПК только непосредственно с сельским хозяйством, не акцентируя при этом никакого внимания на рыболовстве.

Отмеченное позволяет конкретизировать различия между сельским хозяйством и добывающей рыбной отраслью, которые, на наш взгляд, состоят в следующем:

1. В добывающих отраслях национальных хозяйств (угольной, нефтяной, железорудной, рыбной и др.) предмет труда – уголь, нефть, железная руда, рыба – дар природы, а в сельском хозяйстве получаемые продукты – результат прошлого (предшествующего) труда.

2. Часть производимых в сельском хозяйстве продуктов используются в качестве средств для своего собственного производства и развития; в сельском хозяйстве экономический процесс воспроизводства всегда переплетается с естественным воспроизводством и период производства в нем длится дольше, чем рабочий период. В добывающей рыбной отрасли период производства совпадает с рабочим периодом.

Рыбная отрасль является уникальным образованием как в АПК, так и в национальной экономике. Это одна из очень немногих отраслей национального хозяйства страны, имеющая в условиях переходного периода к рынку многолетний опыт внешнеэкономической деятельности. Не вызывает также сомнений способность данной отрасли вносить существенный вклад в решение многих национальных программ на макроуровне, в том числе способствовать достижению сбалансированного питания населения, т.е. решать продовольственную проблему.

Одной из особенностей сырьевой базы рыболовства является сезонный характер промысла, В каждом промысловом районе сезонность обуславливается как распределением и поведением рыб, так и гидрологическим (ледовая обстановка) и метеорологическим (шторма, туманы) режимом района в тот или иной период года. При этом сезонность промысла, возникающая под влиянием такого фактора как поведение и распределение рыб, в прибрежном и океаническом рыболовстве складывается принципиально различно. Массовость, постоянная направленность и стабильность нерестовых миграций определяют развитие морского прибрежного промысла, который осуществляется пассивными или активными орудиями лова с малотоннажных судов местного плавания, как правило, в районах нерестилищ. Сезонность такого промысла

определяется сроками нерестовых подходов, а производительность – массовостью и степенью концентрации нерестящихся популяций. На сам факт ведения прибрежного промысла его производительность влияния не оказывает. Не имея возможности выбора в силу пассивного характера орудий лова или малой автономности промысловых судов, рыбаки в прибрежном рыболовстве вынуждены вести промысел при любой его производительности.

Регулирование промысла и квотирование уловов увеличивает сезонность. Стремление выбрать квоты с наибольшей производительностью в наименьший период предопределяет ярко выраженный сезонный характер промысла не только отдельных объектов, но и в целом по некоторым районам.

Сезонность промысла оказывает большое влияние на организацию и развитие рыболовства. Как и подвижность объектов лова, так и сезонность требуют создания подвижных и маневренных средств производства, обуславливают обязательное превращение океанического рыболовства в судовое экспедиционное рыболовство. Возможность маневров, смен мест или районов лова позволяет вести промысел выборочно, в наилучших условиях, обеспечивающих наивысшую производительность и экономичность. В связи с этим оптимальное районирование работы флота становится одним из решающих условий его оптимального использования и достижения наибольшей эффективности рыбной отрасли в целом. Отсюда вытекает важнейшая роль как совершенствования управления океаническим рыболовством так и прикладной рыбохозяйственной науки, которая посредством разработки прогнозов обеспечивает информационную базу для принятия оптимальных решений.

Сезонность промысла, значительные колебания производительности лова вызывают необходимость создания в океаническом рыболовстве значительных резервов провозной способности приемно-транспортного флота, мощности технологических линий обрабатывающего флота,

пропускной способности портов, емкостей бункерных холодильников и т.д. В сфере береговой рыбообработки для повышения экстенсивности использования рыбообрабатывающих линий при сезонной добыче сырья необходимо создание значительных запасов отдельных видов сырья и, как следствие, увеличение емкости производственных холодильников.

Сезонность в океаническом рыболовстве в ряде случаев определяет форму использования промысловых районов и саму возможность использования их сырьевых запасов. Так, при меньшей продолжительности эффективного сезона, чем нормативное промысловое время рейсообразота судна, возможности использования такого района резко ограничиваются. Он становится возможным лишь при комбинированном использовании такого района с районом регулярного промысла. Это, как правило, целесообразно только в случае, если в районы с коротким сезоном возможны попутные рейсы.

Ряд авторов под рыбохозяйственным комплексом понимают «совокупность видов экономической деятельности, отраслей и производств, обеспечивающих все стадии производства и обращения рыбной продукции (от воспроизводства и промысловой разведки до ее доведения до конечного потребителя)».

Сысоев Н.П. рыбопромышленный комплекс условно разделял на три сферы. Первая сфера включала в себя производство средств производства для рыбной промышленности и хозяйства, куда включались: судостроение и судоремонт, машиностроение, в том числе продовольственное машиностроение; производство орудий лова (сетевязальные, канатные фабрики, фабрики орудий лова); лесозаготовительное производство, производство деревянной, жестяной и других видов тары; комбикормовая промышленность). Вторая сфера включала добывающую отрасль рыбной промышленности (предприятия по вылову рыбы, морского зверя и морепродуктов) и сельское хозяйство – предприятия и хозяйства по рыборазведению и акклиматизации рыбы (рыборазводные заводы, прудовые

и озерные хозяйства и др., рыбо-мелиоративные станции, предприятия по рыборазведению и выращиванию посадочного материала). Третья сфера включала в себя обрабатывающую отрасль рыбной промышленности (рыбокулинарные и рыбоконсервные комбинаты и предприятия, холодильники рыбной промышленности, рыбомучные заводы), фирменную торговлю рыбными продуктами и общественное питание (специализированные столовые, кафе, рестораны)

Противоречия, разночтения и широкая трактовка терминологии рыбного хозяйства связаны с тем, что в состав рыбного хозяйства (как и в дореформенный период) входит рыбная промышленность, которая включена в состав пищевой промышленности с 1967 г., и которая в свою очередь включена в состав агропромышленного комплекса.

В 90-е годы XX века произошли следующие изменения в структуре рыбного хозяйства: рыболовецкие колхозы (артели) в 1997 г. получили статус сельхозпроизводителей; ранее (1991 г.) упразднено отраслевое ведомство в лице Министерства рыбного хозяйства. В настоящее время, рыбное хозяйство, наряду с агропромышленным комплексом, возглавляет Министерство сельского хозяйства.

Понятие хозяйство имеет широкий спектр трактования. Под хозяйством в экономическом словаре рассматривается:

1. Производственная единица.
2. Производство, экономика.
3. Оборудование производства.

Сам термин экономика определяется, в т.ч. как искусство хозяйствования.

Таким образом, рыбное хозяйство России представляет собой совокупность отраслей и подотраслей, в которых на основе подготовки кадров, охраны водных биологических ресурсов, искусственного их воспроизводства, добычи и использования, обеспечивается: продовольственная безопасность в части рыбной продукции, сырье для

промышленности ряда отраслей, а также товары различного назначения, с целью их реализации и потребления на внутреннем и внешнем рынке.

Рыбохозяйственный сектор переживает длительный воспроизводственный кризис, толчком для развития которого послужило сокращение внутреннего спроса на продовольствие в целом, в том числе и на пищевую продукцию рыбоперерабатывающих производств. Это было вызвано, в первую очередь, сокращением доходов населения в период экономических реформ последней четверти XX века, и снижением с последующей ликвидацией расходов бюджета на закупки продовольствия на государственные нужды (так называемый Госплан на производство того или иного вида продукции). Эти два системных фактора, определяющие спрос на рыбопродукцию на внутреннем рынке, привели к сокращению предложения товаров рыбоперерабатывающих производств. В результате нарастающего дисбаланса между емкостью рынка и наличием избыточных производственных мощностей, произошел рост издержек производства за счет роста условно-постоянных расходов и быстрый износ недостаточно используемого оборудования рыбоперерабатывающего производства.

Немаловажную роль на ситуацию в рыбохозяйственном секторе оказало то, что изменились экономические условия функционирования предприятий. Рост цен на энергоносители и прочие исчерпаемые ресурсы также подстегнул рост затрат, составляющих значительную часть себестоимости.

Следующим фактором, повлиявшим на развитие отрасли, стало преобладание конъюнктурных мотивов в ходе проведения приватизационных мероприятий, что привело к дезинтеграции производства, его разукрупнению, и, как следствие, к формированию множества мелких хозяйствующих структур, в деятельности которых были разрушены хозяйственные связи, нарушены пути естественного движения продукции (от промысла до его переработки).



В то же самое время происходило обострение борьбы за максимизацию полученной прибыли, что приводило к жесткой конкуренции между производителями рыбопродукции, закончившейся в итоге возникновением процветающей прослойки перекупщиков сырья и готовой продукции, которые могли заменить неконкурентоспособную продукцию местных производителей закупками импортозаменителей. В силу этого, предприятия – посредники получили возможность диктата цен в отношении производителей и предприятий, занимающихся промыслом, при этом в структуре цены доля дохода промысловиков и переработчиков не росла, а, напротив, снижалась, что вело к процветанию браконьерства и частичному выводу производимой продукции в тень.

Еще одним фактором, повлиявшим на развитие отрасли, стало снижение государственной поддержки и снижение темпов формирования нормативно-правовой базы. Определив предпосылки, приведшие к ухудшению ситуации в рыбохозяйственном секторе, можно выделить основные проблемы, тормозящие развитие отрасли в средне- и долгосрочной перспективе:

1. Снижение конкурентоспособности рыбной продукции. Предприятия рыбного хозяйства являются градообразующими во многих приморских регионах, в том числе и на Дальнем Востоке. Они обеспечивают занятость трудоспособного населения, но в настоящее время производят неконкурентоспособную продукцию в силу конъюнктурных причин и вынуждены работать себе в убыток.

2. Отсутствие комплексного подхода к государственному управлению развитием рыбного хозяйства в РФ, отсутствие необходимой и достаточной нормативной базы, а также механизмов устойчивого и долгосрочного управления водными биологическими ресурсами, обеспечивающих эффективное функционирование и развитие рыбного хозяйства в РФ, в том числе относительно распределения этих ресурсов. Сырьевая база рыбного хозяйства имеет ряд особенностей, связанных с

сезонностью промысла, подвижностью водных биологических ресурсов, трудностью прогнозирования запасов водных биологических ресурсов в силу того, что произошло резкое сокращение научно-исследовательского флота, осуществляющего поиск и прогноз промысловых скоплений. Государство снизило финансирование научно-исследовательских работ в области изучения, прогнозирования, добычи, сохранения и воспроизводства и переработки водных биологических ресурсов. В отрасли отсутствует последовательная и понятная система технического регулирования, функции и требования ведомств дублируются, зачастую противоречат друг другу.

3. Резкое снижение запасов водных биологических ресурсов, в особенности ценных видов этих ресурсов. Запасы отдельных видов водных биологических ресурсов существенно не соответствуют мощностям рыбопромыслового флота, предназначенных для их вылова и переработки. Рыбохозяйственный сектор в настоящее время находится в кризисном состоянии, которое сопровождается структурными диспропорциями и отраслевой дезинтеграцией.

4. Высокий уровень физического износа и прогрессирующее моральное старение основных фондов. В связи с отсутствием ясной государственной стратегии по воспроизводству производственных мощностей и имеющийся их избыток в связи с неэффективным использованием привел к тому, что естественные мотивы инвестирования были уничтожены, в результате, при недостатке инвестиционных ресурсов, обеспечивающих простое воспроизводство основного капитала, средства амортизационных фондов были пущены на воспроизводство оборотного капитала, что резко снизило инвестиционную привлекательность отрасли. Это обусловило дальнейшее снижение производительности труда, рост издержек производства; привело к устареванию флота и береговых производственных предприятий и, в конечном счете, к снижению конкурентоспособности предприятий рыбохозяйственного сектора.

5. Сырьевая направленность экспорта рыбной продукции. Баланс российского рыбного рынка таков, что соотношение экспорта и импорта рыбной продукции практически одинаково, разница в его качественной структуре.

6. Обострение конкуренции в мировом рыболовстве и общее ухудшение условий ведения промысла за пределами исключительной экономической зоны РФ.

7. Отмечается слабое развитие партнерских взаимоотношений предприятий отрасли, неэффективность финансово-кредитных отношений, отсутствие развитого рынка рыбной продукции и функционирующей рыночной инфраструктуры. Затраты на обслуживание кредитов и рост производственных расходов (кроме роста заработной платы) ведет к тому, что уменьшается объем валовой прибыли предприятий, растет себестоимость выпускаемой продукции. Около 70% валового дохода отрасли идет на обслуживание кредитов банков и покрытие производственных расходов. При этом доля убыточных предприятий не только не уменьшается с течением времени, но и наблюдается тенденция к ее росту.

8. Отсутствие благоприятных условий обслуживания промысловых судов в российских портах привело к выводу большей части российского промыслового флота под иностранные флаги, что закрепило экспортную направленность отрасли и снизило загрузку отечественных судоремонтных предприятий и предприятий, обслуживающих этот сегмент отрасли. Судоремонтные и обслуживающие предприятия были вынуждены пойти на перепрофилирование своей деятельности для обеспечения выживания в рыночных условиях.

9. Ухудшение ситуации с доставкой рыбной продукции в основные районы потребления. Основной причиной этого является отмена льгот по тарифам на железнодорожные перевозки, рост тарифов на энергоносители и увеличение тарифов на обслуживание и перевозку готовой продукции.

10. Проблемы кадрового потенциала. Произошло ухудшение ситуации с занятостью населения на предприятиях рыбохозяйственного сектора Российской Федерации. За последние годы произошло снижение численности работающих в рыбном хозяйстве по разным оценкам от 30 до 45%.

11. Недостаточное финансирование рыбохозяйственных исследований, на которые в настоящее время выделяется только пятая часть необходимых средств, приводит к отсутствию научного обоснования для вылова объектов биологических ресурсов Мирового океана.

12. Наблюдается крайне низкая рентабельность легального промысла, в совокупности с отсутствием ясной перспективы развития отрасли и поддержки со стороны государства, это приводит к наличию неблагоприятного инвестиционного климата, вливания в отрасль если и происходят, то зачастую в виде судов и оборудования, уже бывших в эксплуатации.

13. Пропускная способность морских рыбных портов в настоящее время равна примерно 50% от своей мощности, при этом половина из используемых мощностей направлены на осуществление экспорта рыбопродукции. Происходит постепенное перепрофилирование морских рыбных портов на другие виды услуг (например на обслуживание судов, перевозящих импортные автомобили, автозапчасти и пр.).

14. Влияние антропогенного фактора на окружающую среду. Отсутствуют финансовые возможности для проведения природоохранных мероприятий, которые проводятся в недостаточном количестве и объеме.

15. Низкий уровень развития воспроизводства водных биологических ресурсов вызван влиянием множества факторов, в том числе наличием недостаточно проработанной нормативной базы. Вопрос о правовом статусе предприятий аква- и марикультуры не решен до сих пор: их ведомственная принадлежность (сельскохозяйственной отрасли или рыбной) до сих пор не определена.

16. Практически полностью ликвидирована система централизованных поставок рыбопродукции, уничтожена система взаимодействия потребителей рыбной продукции в виде единой цепочки, позволяющей без лишних посредников доставить ее до конечного потребителя.

17. Срок платежей за поставленную продукцию может достигать 2-3 месяцев. Этот фактор ведет к снижению привлекательности внутреннего рынка рыбопродукции. Если взять статистические данные для анализа, то будет понятно, что основной объем реализованной рыбопродукции проходит через небольшие магазины (доля рынка около 45%), на рынках реализуется до 30% рыбопродукции, на розничные сети и супермаркеты приходится около 25% продукции.

Таким образом, основной целью развития рыбохозяйственного сектора России является достижение его устойчивого функционирования на основе сохранения, воспроизводства и рационального использования водных биологических ресурсов, развития аквакультуры, направленных на удовлетворение внутреннего спроса на рыбные товары. Анализ существующей ситуации в развитии рыбного хозяйства страны позволяет выявить основные проблемы и обозначить перспективы его развития на среднесрочную перспективу. Могут быть обозначены меры для вывода рыбоперерабатывающих предприятий из кризисного состояния, определены направления для выработки путей эффективного развития отрасли. Развитие рыбного хозяйства страны в целом и Приморского края в частности невозможно без комплексного подхода. Он состоит, прежде всего, в усилении роли государства и его участии в решении проблем рыбного хозяйства, создании эффективной системы управления и предусматривает решение следующих задач:

1. Разработка нормативных правовых основ рыбного хозяйства, позволяющих адекватно реагировать на изменяющуюся предпринимательскую среду рыночной экономики.

2. Разработка и совершенствование механизма эффективного управления водными биологическими ресурсами на основе их рационального использования.

3. Формирование устойчивой сырьевой базы, которая позволит сохранить и оптимизировать структуру и видовой состав добываемых водных биоресурсов. Для решения этой задачи необходимо использовать научно-исследовательский потенциал, расширять исследования и внедрять разработки отечественных и зарубежных ученых.

4. Достижение баланса между существующими промышленными мощностями добывающих судов и запасами водных биологических ресурсов.

5. Совершенствование системы охраны водных биологических объектов и среды их обитания, пресечение браконьерства и нарушения правил рыболовства и контрабандного перемещения рыбных товаров через границу в обоих направлениях.

6. Четкое разграничение полномочий органов исполнительной власти всех уровней, обеспечивающих охрану рыбных ресурсов.

7. Развитие информатизации отрасли.

8. Достижение оптимального уровня развития искусственного воспроизводства водных биоресурсов, в том числе создание генофондных коллекций ценных видов ихтиофлоры (растительная кормовая и/или нерестовая база) и фауны.

9. Развитие прибрежного рыболовства.

10. Поддержка отечественного судостроения и судоремонта, в т.ч. и участие в разработке нового оборудования для перевооружения флота.

11. Создание соответствующей инфраструктуры для развития рынка цивилизованного рыбных товаров.

Разработка единой стратегии, направленной на содействие трудоустройства и оптимальной занятости трудового населения в рыбохозяйственном секторе Российской Федерации.

В зависимости от степени интенсификации производства различают рыбоводство экстенсивное, когда не применяют никаких интенсификационных приемов, а рассчитывают только на природный продукционный потенциал водоема; полуинтенсивное, когда используют некоторый набор интенсификационных мероприятий, за исключением кормления; интенсивное, когда рыбу кормят.

В России различают еще одну форму рыбоводства, которая получила название индустриального. Само название по аналогии с промышленным производством подразумевает максимальную степень интенсификации. Под индустриальным рыбоводством следует понимать такую форму ведения хозяйства, когда применяют высокие плотности посадки рыб (до 250 экз/м<sup>2</sup> и более), когда в рационе рыб практически отсутствует естественная пища и их кормят полноценными сбалансированными кормосмесями, когда механизировано и автоматизировано большинство производственных процессов и рыбу выращивают круглый год. В свою очередь хозяйства индустриального типа разделяют на садковые, бассейновые и хозяйства с оборотным или замкнутым циклом водоиспользования.

Садковые и бассейновые хозяйства обычно располагают на сбросных каналах или водоемах-охладителях ГРЭС, АЭС, либо в непосредственной близости от них. Установки с системой оборотного водоснабжения или замкнутого водоиспользования (УЗВ) (рис. 26) можно строить в любом месте.

В зависимости от типа водоема, в котором выращивают рыбу, различают рыбоводство в естественных водоемах и водохранилищах, а также прудовое рыбоводство. В настоящее время около 90% всей производимой в России во внутренних водоемах рыбы выращивают в прудовых хозяйствах.

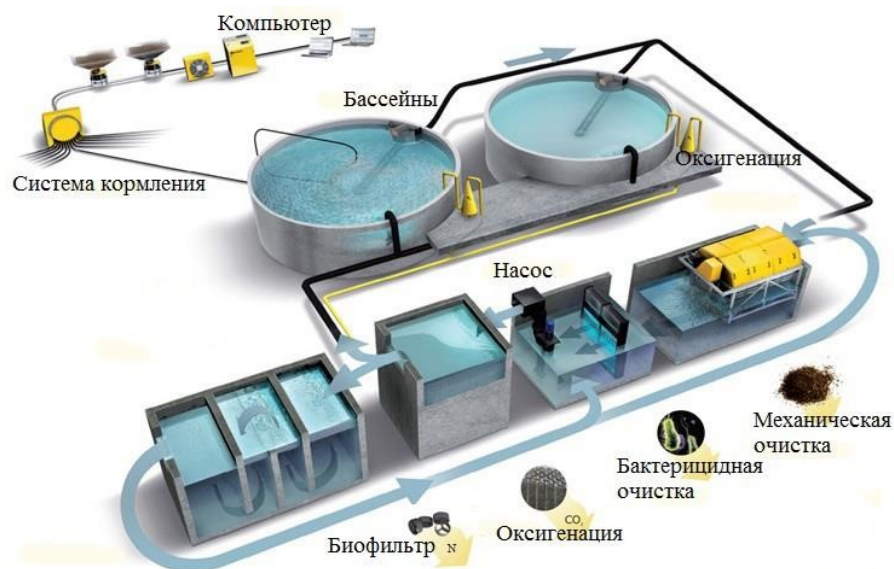


Рисунок 26. Общая схема УЗВ

По отношению разводимых рыб к температуре воды различают тепловодные и холодноводные рыболовные хозяйства. В первых выращивают теплолюбивые виды рыб, оптимальные температуры для роста которых составляют 20-30°C: карпа, белого и пестрого толстолобиков, белого и черного амуров, карася, линя, щуку, сома, стерлядь, бестера, канального сома и другие виды. В холодноводных хозяйствах выращивают виды, предпочитающие температуру воды от 10 до 20°C: форель, семгу, пелядь, сига и других.

Проведение расчетов сопряжено с соблюдением технологии и нормативных показателей. Изначально расчеты ведутся исходя из проектной мощности хозяйства. Прежде, чем проводить расчеты рентабельности производства, необходимых для производства затрат необходимо провести расчет потребности рассматриваемого хозяйства в посадочном материале и производителях.

Прудовые хозяйства бывают двух основных типов: 1) Полносистемные хозяйства, в которых рыба выращивается начиная со стадии икринки до получения товарной рыбы (или производителей) 2) Неполносистемные хозяйства. В них либо содержат производителей, инкубируют полученную от них икру, подращивают личинок до стадии сеголетка и продают сеголетков



для дальнейшего выращивания (т.е. эти хозяйства – рыбопитомники); либо выращивают сеголетков, купленных в питомниках, до товарного веса и затем продают (нагульные хозяйства).

По характеру водоснабжения пруды разделяются на несколько типов: Ключевые – снабжаются водой из постоянно действующих ключей. Пруды устраивают обваливанием части долины или балок. Ключевые пруды холодноводные, размеры их обычно не превышают 5 га. Ручьевые – пополняются водой из ручьев, имеющих постоянный дебит воды. Пруды устраивают путем перегораживания балки ручья поперечной плотиной. Эти пруды имеют глубоководную часть у плотины с постепенным уменьшением глубины к вершине прудов. По площади эти пруды преимущественно небольшие 5-10 га, но встречаются и до 25 га. Вода в таких прудах теплее, чем в ключевых, и в них можно выращивать теплолюбивых рыб. Речные пруды снабжаются водой из рек. По характеру устройства они разделяются на две группы: русловые и пойменные. Русловые пруды устраивают, перегораживая долину реки поперечной плотиной. Площади этих прудов от 5 до 300 га, глубина не менее 3-4 м. Пруды тепловодные и в большинстве случаев проточные. В этих прудах водится различная рыба, населяющая реку. Пойменные пруды образуются при обваловании пониженной части поймы. Вода в пруды подается с помощью канала из водоема, расположенного в повышенной части поймы. Обычно такие пруды расположены в пойме главной реки, а водой снабжаются из протока или головного пруда (водохранилища). Размеры прудов от 30 до 100 га. Глубина прудов у плотины не превышает 1,5-2,0 м и равномерно понижается к надпойменной террасе. Пруды тепловодные. При строительстве новых прудов и приспособлений, предназначенных для рыбоводства, необходимо предусмотреть: а) водоспуск, позволяющий спускать воду и осушать ложе пруда на зиму или только осенью на время вылова рыбы, б) рыбозаградительную верховину, препятствующую уходу рыбы из прудов, если они построены на ручьях или малых реках. Для строительства прудов

могут быть отведены самые разнообразные участки земли с различными почвами при условии, что на них можно построить дамбы и залить участки водой. Чем плодороднее почва пруда, тем выше его естественная рыбопродуктивность. Производительность рыбхоза во многом зависит от естественной рыбопродуктивности (ЕРП). Это суммарный прирост рыбы, достигшей нормативной массы, полученный за вегетативный период с единицы площади за счет естественной кормовой базы водоема, которая зависит от климата и его изменений, вида рыб, плодородия почвы, кормовой базы и т.д.

Все почвы делят на:

- малопродуктивные (галечники, торфяники, песок, солончаки);
- среднепродуктивные (подзолистые, супесчаные, суглинистые, выщелоченные черноземы);
- высокопродуктивные (каштановые, красноземы, черноземы).

Под пруды могут быть использованы и малопродуктивные почвы, например, солончаковые, непригодные под пашню, суходольные участки в балках, дающие низкий урожай трав, вследствие выщелачивания питательных веществ потоками весенних паводковых и летних ливневых вод. Осушаемые заливы водохранилищ. Ежегодное осушение больших площадей мелководья и водохранилищ и вместе с этим полное освобождение их в этот период от дикой рыбы открывает широкие перспективы использования зоны осушения водохранилищ для организации прудового рыбоводства. Таким хозяйством является крупное Сусканское, построенное на базе Сусканского залива Куйбышевского водохранилища. Общая площадь прудов хозяйства более 7 тыс. га, в том числе нагульных прудов 6060 га. Проектная мощность 80 тыс. ц. товарной рыбы и 3,0 млн. сеголетков для выращивания в прудах и пополнения запасов цепных промысловых рыб водохранилища.

По условиям водоснабжения отгораживаемые заливы разделяют на две группы: с зависимым и независимым водоснабжением. Заливы с зависимым водоснабжением получают воду из водохранилищ при понижении горизонта

воды в водохранилище. Заливы с независимым водоснабжением весной могут получать воду из водохранилища, а после понижения горизонта воды в водохранилище, снабжаются водой за счет постоянного дебита ручьев и рек, впадающих в залив.

Водоснабжение отгораживаемых участков можно производить и при помощи насосных установок.

По условиям спуска воды заливы также разделяют на две группы раннего и позднего освобождения от воды. Заливы раннего освобождения могут быть спущены осенью до ледостава, а заливы позднего освобождения только в результате зимнего понижения горизонта воды в период ледостава.

Для удешевления рыбоводного и хозяйственного обслуживания отдельные заливы делают площадь до 100 га. Наибольшая глубина заливов должна быть близкой к глубинам рыбоводных прудов, т.е. 1,5-2,0 м.

Чтобы не пропустить в заливы малоценную и хищную рыбу в шлюзы плотин и верховины, еще до начала весеннего паводка устанавливают решетки для задержания сорных рыб. Борьба с сорной рыбой в нагульных прудах на осушаемых заливах возможна в основном выращиванием вместе с карпом и карасем хищных рыб.

Карьеры. В связи с развитием мелиоративной техники открылись широкие возможности по использованию для рыбоводства различных карьеров: глиняных, карьеров минеральных выработок (фосфоритов, мергеля, камня и др.). В районах с высоким стоянием грунтовых вод широко распространены пруды-копани. Они отличаются высокой рыбопродуктивностью. Например, рыбопродуктивность пруда копани в с. Кузьяевка Дмитровского района Московской области при выращивании сеголетков карпа и карася составила свыше 6 ц/га.

Малые водохранилища по технической их принадлежности можно подразделить на ирригационные, технические и для ТЭЦ. По характеру водоснабжения на водоемы питающиеся: 1) за счет атмосферных осадков, 2) за счет атмосферных осадков, артезианской воды и за счет рек, 3) за счет

артезианской воды.

Технические водохранилища устраивают для технологических целей: крахмалопаточных производств, сахарных заводов, некоторых металлургических и других производств. Эти водохранилища могут быть использованы для выращивания рыбы при условии спуска воды и вылова рыбы зимой или ранней весной и последующего наполнения водой в половодье.

Водоохранилища ТЭЦ, которые сбрасывают горячую воду с температурой до 34°C из тепловодных электростанций, могут быть использованы для выращивания карпа и таких рыб, как амур, толстолобик и других.

Для разведения рыбы водохранилища могут быть использованы: 1) Методами прудового рыбоводства путем ежегодного зарыбления и вылова всей выращенной рыбы (водохранилища, которые можно спускать или обваливать продольной топей). 2) Методами воспроизводства имеющегося стада ценных промысловых рыб, а также зарыбления посадочным материалом таких рыб, которые не могут размножаться из-за биологических особенностей, но могут хорошо расти. К таким рыбам относятся осетровые, сиговые, белый и пестрый толстолобики.

Пойменные озера являются частью гидролитического комплекса рек, в поймах которых они расположены. В результате размыва одного и намыва другого берега русло реки образует извилины, излучины. Извилины и излучины развиваются в петли, концы которых постепенно сближаются, река промывает пойму, образуя повое спрямленное русло, а излучина или петля, постепенно оторвавшись от реки, превращается в старотечье. С течением времени концы этого староречья заиляются и оно становится пойменным озером.

Большинство пойменных озер мелководны, имеют среднюю глубину 1,0-1,5 м, вода в них летом хорошо прогревается. Как рыбоводные угодья, пойменные озера могут быть разделены на три основные группы: спускные,

неспускные, продолговатые озера-старицы и широкие озера центральной поймы. Дно спускных озер расположено выше горизонта воды в реке, поэтому их можно легко сделать спускными, такие пойменные озера ничем не отличаются от обычных спускных прудов и могут давать очень рыбопродуктивность.

Ильмени (впадины) расположены в юго-западной части прикаспийской котловины, между длинными песчано-илистыми грядами, 11 образовавшимися в результате выдувания грунта сильными восточными ветрами. Ильмени имеют вытянутую форму, площадь от 30 до 100 га и более, глубину от 1 до 2 м. Почти все ильмени соединены между собой протоками, по которым выступает паводковая вода. Лето здесь жаркое и продолжительное, вегетационный период продолжается около 8 месяцев. На базе ильменей, при постройке небольших плотин с водоспусками между буграми и насосных станций, подача воды в ильмени из рек и при выкачивании остатков воды осенью для вылова рыбы можно создать прудовое хозяйство с рыбопродуктивностью не менее 3 ц/га.

Лиманы в устьях рек, впадающих в Азовское и Черное моря, возникли в связи с образованием дельт в результате многовековых речных насосов и действия морских волн, образующих заливы и косы. Наиболее многочисленные по количеству и площади кубанские лиманы возникли на месте морского залива, отделенного от моря косой, постепенно заполняющегося насосами реки Кубань. Вследствие малых глубин, пологих берегов и колебаний горизонта воды в зависимости от ее притока площадь лиманов не постоянна. Большинство лиманов заилено, глубина достигает до 2,0 м. Соленость воды не постоянна, зависит от характера связи с рекой и морем. В лиманах, лишенных протока и речной воды, соленость воды вследствие большого испарения становится выше морской. В настоящее время почти все кубанские лиманы опреснены специально построенными опреснительными системами с направлением в них кубанской воды по ерикам и каналам; соленость многих из них не превышает 2‰ (соленость

воды Азовского моря 1 1-12%). Согласно схеме рыбоводно-мелиоративных мероприятий по воспроизводству промысловых рыб в водоемах Краснодарского края значительная площадь лиманов отведена под постройку питомников по разведению различных рыб. На базе таких лиманов в Славянском районе Краснодарского края организовано Шапориевское рыбоводное хозяйство. В лиманах Белозерском Запорожской области, Шаболатском Одесской области, Минском Ростовской области выращивают гибрида стерляди и белуги – бестера. Участки малых рек могут быть использованы для выращивания рыбы. Естественная рыбопродуктивность участков рек используемых для выращивания карпа, составляет в среднем 2 ц/га. При интенсификации рыбопродуктивность может достигать 15-20 ц/га.

**Категории рыбоводных прудов.** *Нерестовые пруды* предназначены для размножения рыбы. В них нерестится посаженная рыба, инкубируется икра и содержатся несколько дней вылупившиеся из икринок личинки. Оптимальная площадь таких прудов 0,1 га. Средняя глубина воды 60 см, максимальная (у водопуска) 1,0 м, мелководная зона (30-50 см) должна занимать площадь 70%. Дно нерестовых прудов покрыто мягкой луговой растительностью, которая служит субстратом для клейкой икры рыб. Каждый пруд наполняется водой и спускается в течение 5 час. Устраиваются нерестовые пруды на сухих пологих площадках с плодородной почвой, в отдалении от дорог и построек. Чаще всего они располагаются по соседству с маточными и мальковыми прудами.

*Мальковые (рассадные) пруды* используются для выращивания молоди в первые 25-30 дней. Сажают в них личинок из нерестовых прудов в возрасте 6-10 дней. Площадь мальковых прудов 0,2-1,0 га, средняя глубина 0,8-1,0 м. Продолжительность наполнения и спуска одного пруда не должна превышать 12 час. Располагать их следует на плодородных почвах, способствующих массовому развитию пищевых организмов для молоди рыб. Иногда эти пруды могут быть использованы для проведения нереста и выращивания сеголетков. Во многих рыбоводных хозяйствах мальковые пруды

отсутствуют. В таком случае личинок из нерестовых прудов пересаживают на выращивание сразу в выростные пруды.

**Выростные пруды** предназначены для выращивания сеголетков. В них сажают молодь из нерестовых или из мальковых прудов и содержат до осени. Сеголетки в этих прудах вырастают до 25-30 г. Площадь выростного пруда 10-15 га, средняя глубина воды 1,0 м. Эти пруды желательно располагать вблизи от нерестовых и мальковых прудов на плодородных почвах. Рекомендуемая продолжительность заполнения пруда 10-15 суток и спуска 3-5 суток. При трехлетнем обороте карпового прудового хозяйства различают выростные пруды первого и второго порядка. Выростной пруд второго порядка предназначен для выращивания двухлетков, которые при трехлетнем обороте не являются еще товарной рыбой.

**Нагульные пруды** самые большие по площади и используются для выращивания столовой (товарной) рыбы. Экономически выгодно строить эти пруды площадью 50-100 га. Средняя глубина воды 1,3-1,5 м. Время наполнения пруда зависит от площади и находится в пределах 10-25 суток, время спуска - 10 суток. Пруд не должен быть сильно заилен, высшая водная растительность развита умеренно. Нагульные пруды подразделяются на **одамбированные** и **русловые**, последние также должны быть спускными. Они создаются путем перегораживания плотиной русла реки, соответственно имеют большие перепады глубин (до 5 м и более).

**Зимовальные пруды** служат для содержания посадочного материала (сеголетков), а также ремонтного молодняка и производителей в зимнее время. Площадь пруда 0,5 – 1,0 га. Глубина непромерзающего слоя - 1,2 м, а общая глубина - 1,8-2,0 м. Форма пруда прямоугольная. Дно суглинистое или супесчаное, плотное. Полный водообмен воды в этих прудах должен осуществляться в течение 15-20 суток. Время наполнения и спуска пруда 0,5-1,0 сутки. Строят зимовальные пруды рядом с источником водоснабжения.

**Маточные пруды** предназначены для содержания и выращивания производителей и ремонтного молодняка в летнее (летне-маточные), и

зимнее (зимне-маточные) время. Летние маточные пруды должны отвечать требованиям, предъявляемым к нагульным прудам, а зимние – зимовальным.

**Карантинные пруды** служат для содержания рыбы, завезенной из других хозяйств с целью проверки ее здоровья. Площадь пруда 0,2-0,4 га. Средняя глубина воды 1,0-1,3 м. Дно пруда должно быть плотным и ровным. Эти пруды располагают в конце хозяйства, с тем, чтобы предотвратить распространение инфекции (в случае вспышки заболевания у завезенной рыбы) в другие категории прудов.

**Изоляторные пруды** по устройству и расположению напоминают карантинные, только более глубокие - до 2,2 м. В них содержится больная рыба, которая зимует в этих же прудах.

**Садки** относятся к подсобным прудам-бассейнам. Они используются в основном осенью для передержки живой рыбы до реализации. Садки также могут быть использованы весной для временного сохранения годовиков, ремонта и производителей. Размер садков – 500- 1000 м<sup>2</sup>. Глубина до 2 м. Располагают их около источников водоснабжения.

**Пруды-накопители** должны содержать запас воды на 3-5 суток нормальной работы рыбхоза.

**Головные пруды** – обеспечивают равномерный проток воды. Головные пруды предназначены для накопления воды с последующей подачей ее в систему производственных прудов. Место расположения головного пруда выбирают с таким расчетом, чтобы горизонт воды в нем был выше горизонта всех производственных прудов. Это позволяет обеспечить самотечное водоснабжение прудов. Если река несет большое количество взвешенных осадков, головной пруд играет роль пруда-отстойника. Если головной пруд не служит для водоснабжения питомник прудов, то его используют в качестве нагульного пруда. Размеры головных прудов определяются в зависимости от размеров производственных прудов.

**Отстойные пруды** – они нужны для осаждения взвеси.



**Нагревательные пруды** – температура, особенно в июле-августе сильно влияет на выживаемость и рост карпа. В небольших прудах влияние температуры важнее, чем плотность посадки рыбы. Площади прудов в хозяйстве должны находиться в определенном соотношении. Однако, эти соотношения могут сильно колебаться по различным прудовым хозяйствам. Это зависит, в первую очередь, от культуры ведения рыбоводства и от уровня интенсификации производственных процессов.

К основным гидротехническим сооружениям рыбоводного прудового хозяйства можно отнести следующие.

**Плотины** – строятся поперек русла водотока для образования водохранилища головного пруда. Количество воды в этом пруду должно гарантировать полное удовлетворение потребности в ней всего хозяйства с учетом пополнения потерь на фильтрацию и испарение. Для сооружения применяют различные материалы: грунты, камень, дерево, бетон, железобетон и сталь. Наиболее распространенными, дешевыми и простыми являются земляные плотины. Наилучшим материалом для них считаются суглинки и супеси, в которых 50-60% песка. Земляные плотины, рассчитанные на напор воды до 10 м, называются малонапорными, от 10 до 25 м – средненапорными, выше 25 м – высоконапорными. Их конструкция состоит из следующих основных элементов: подошвы – нижней части плотины, гребня – верхней части, откосов – ограничений с боковых сторон. Расстояние между подошвой и гребнем является высотой плотины, проекция откоса на горизонтальную плоскость называется заложением откоса, отношение высоты плотины к заложению откоса – уклоном откоса. Откос, обращенный вниз по течению, называется низовым или сухим, его уклон более крутой – 1:1,5-3,0.

**Водослив** – необходим для сбора лишней воды, поступающей из источника водоснабжения, а также паводковых вод. Его устраивают в головной плотине.

**Водозаборные сооружения** – делают в головной части магистрального канала. Они представляют собой головной шлюз-регулятор, а при механическом водоснабжении – насосную станцию.

**Магистральные каналы** – это сооружения, подающие воды от источника до мест потребления. Их прокладывают в грунтах, иногда заменяют трубопроводами.

**Водоподающие каналы** – строят в грунтах для подачи воды к прудам. Иногда их заменяют деревянными лотками и трубами.

**Дамбы** – предназначены для образования контура или для разделения прудов между собой. Их строят из грунта. Они подразделяются на контурные и разделительные.

**Водосборная сеть** – это система каналов на дне прудов, обеспечивающая сброс воды из них и осушение ложа пруда.

**Донные водоспуски (монахи)** – это деревянные, железобетонные или металлические сооружения, обеспечивающие полный спуск воды или регулирующие горизонт воды в прудах. Водоспуски устанавливают в самых низких местах основания плотины или дамбы.

**Аэраторы** – это приспособления, улучшающие газовый состав воды. В них вода разбрызгивается, смешивается с воздухом и обогащается кислородом.

Кроме перечисленных, существуют дополнительные гидротехнические сооружения, обеспечивающие нормальную эксплуатацию основных. Для «гашения» высоты на магистральных каналах устраивают перепады, быстротоки; для преодоления естественных и искусственных препятствий – дюкеры, акведуки и мосты; для отвода фильтрационных вод – дренажи.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА ПО ТЕМЕ 7

**Цель работы:** Изучить методы интенсификации рыбоводства и биологические основы кормления рыб.

**Задание.** Изучить изменение показателя потребления рыбы на душу населения в России в течение последнего десятилетия. Составить схему полносистемного и неполносистемного прудового рыбоводного хозяйства устройство пруда. Записать характеристику 8 рыбоводных зон России. Изучить основные методы интенсификации рыбоводства, биологические особенности формирования рыбопродуктивности водоемов и биологические основы кормления рыб.

**Указания к выполнению задания.** При изучении темы используя конспект лекций, рекомендуемую литературу и интернетресурсы, следует проанализировать современное состояние рыбного хозяйства в РФ. Изучить структуру современного рыбного хозяйства, производство рыбы в условиях прудового, индустриального и морского рыбоводства. Рассмотреть биологические основы подбора и эффективного использования рыб в рыбоводстве, основные проблемы и перспективы производства рыбной продукции. Проанализировать основные изменения в отрасли, произошедшие в регионах после принятия Федерального закона об аквакультуре, вступившего в силу с 1 января 2014 года.

## ТЕМА 8. ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ РЫБ, ВЫРАЩИВАЕМЫХ В ПРУДАХ

*Сазан* – представитель семейства карповых. Тело покрыто крупной чешуей. На верхней губе имеются две пары усиков. Это пресноводная рыба, но живет и в солоноватых водах. В России она распространена в бассейнах Черного, Азовского, Каспийского морей, в реках Волге, Дону и др.

На ранних стадиях развития питается коловратками и ракообразными. В более позднем возрасте основу его рациона составляет бентос (организмы дна водоемов). Сазан растет сравнительно быстро, при хороших условиях питания на первом году жизни молодь достигает массы 100 г, а на втором – до 500 г и выше. В природе встречаются особи массой до 32 кг.

Половая зрелость сазана наступает обычно на четвертом году. Икру рыба откладывает при температуре воды 18-20°C на свежезалитую луговую растительность. Инкубация икры протекает на протяжении 3-5 суток.

Селекционеры широко используют амурского сазана для выведения и улучшения пород карпа. Сазан передает потомству такие свойства, как повышенная зимостойкость и резистентность к различным инфекционным заболеваниям. Наряду с этим сазана во многих прудовых хозяйствах разводят в чистой культуре.

*Карп* – это одомашненный и улучшенный путем длительной селекционной работы сазан. Он является главным объектом разведения в тепловодных хозяйствах России и других стран. Неприхотлив к условиям среды, интенсивно питается и растет при температуре воды 23-29°C, отличается вкусным жирным мясом (рис. 27).

По чешуйчатому покрову карпов делят на *чешуйчатых*, *зеркальных* (с разбросанной чешуей; расположение чешуй может быть и линейное) и *голых*.

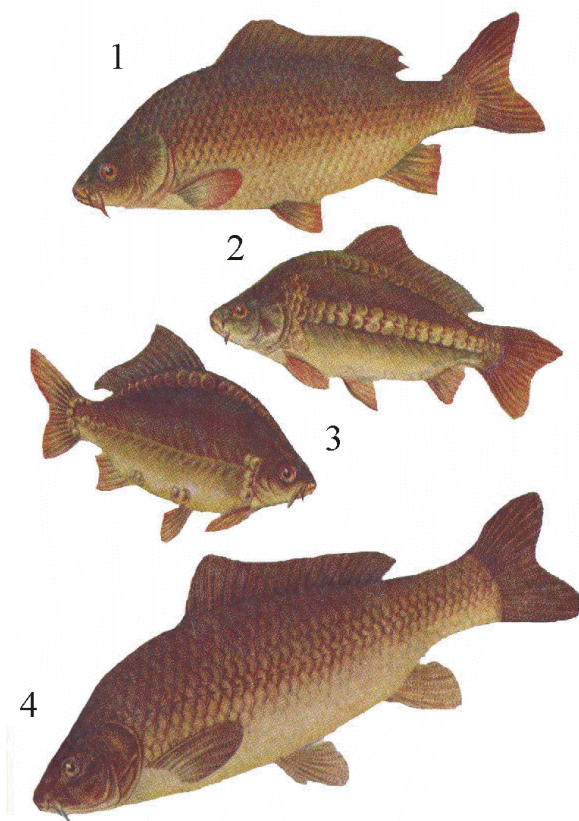


Рисунок 27. Прудовые рыбы (тепководные):

1 – карп чешуйчатый; 2 – карп зеркальный; 3 – карп голый; 4 – сазан

Существует несколько пород этой рыбы. Выведены и внедрены в производство украинский чешуйчатый и украинский рамчатый карпы, которые отличаются от обычного карпа более высокими темпами роста. В большинстве хозяйств России разводят чешуйчатого и зеркального с разбросанной чешуей карпов. Они характеризуются хорошей зимостойкостью, быстрым ростом, высокой жизнестойкостью по сравнению с линейным и голым карпами. В северо-западной части России и Сибири распространен ропшинский карп, его особенность – высокая жизнестойкость в период зимовки.

Половозрастными карпы становятся в возрасте 3-4 лет. В центральных районах страны полноценными производителями считаются самцы с 4-летнего и самки с 5-летнего возраста. В южных районах – несколько раньше.

Процесс икротетания повторяется ежегодно и происходит при температуре воды 18-20°C, а иногда и при более низкой. Икра клейкая, размером 1,4-1,5 мм. Самка массой 5 кг выметывает около 1 млн. икринок, из которых через 3-6 дней (в зависимости от температуры воды) появляются личинки. От 1 гнезда производителей (1 самка и 1-3 самца) получают в среднем около 100 тыс. личинок.

Для повышения выхода личинок и получения их в более ранние сроки разработан заводской метод воспроизводства карпа. Суть его заключается в извлечении зрелых половых продуктов путем гипофизарных инъекций. Икра искусственно оплодотворяется, обесклеивается, производится ее инкубация в аппаратах Вейса или в лотках в приклеенном состоянии по методу Садова-Коханской. Заводской метод позволяет получить молодь на 1-1,5 мес. раньше и в значительно большем количестве, чем в нерестовых прудах.

Карп относится к всеядным рыбам. В первый период развития молодь питается зоопланктоном, с ростом начинает больше потреблять бентосные организмы. Взрослая рыба поедает мягкую растительность, водоплавающих насекомых, моллюсков и т.д. Карп также хорошо потребляет и усваивает комбикорма, которые могут состоять из зерновых.

По принятым в прудовых хозяйствах нормативам на первом году жизни карп должен достигнуть массы 25-30 г, а на втором – 350-500 г. При хороших условиях выращивания за одно лето рыба может вырасти до 200-500 г. В лучших хозяйствах страны получают по 20-30 ц товарного карпа с 1 га, а в отдельных случаях – до 50-75 ц.

**Белый амур** – быстро растущая рыба. Имеет широкий лоб, полунижний рот, двухрядные глоточные зубы. Может быть массой до 30 кг. В пределах России обитает в среднем течении реки Амура. Акклиматизирован и выращивается в естественных водоемах и прудовых хозяйствах европейской части России.

Половой зрелости амур достигает на Дальнем Востоке в возрасте 5-6 лет, в Московской области – 7-8 лет. В естественных условиях мечет икру на

участках реки с быстрым течением при температуре воды 26-30°C. Икра пелагическая, развитие ее протекает 30-40 ч. В прудовых хозяйствах применяется заводской метод инкубации икры.

Основной пищей белого амура является высшая водная растительность, а также трава и листья. Это ценный биологический мелиоратор в заросших растительностью прудах, оросительных и ирригационных системах, каналах и водохранилищах. При недостатке растительности рыба может потреблять и комбикорма.

Белый амур при оптимальной температуре воды и достаточном количестве пищи за первое лето выращивания может достичь массы 400-600 г, а за второе – 2-3 кг. Его обычно выращивают в поликультуре с карпом и другими теплолюбивыми рыбами, за счет чего дополнительно получают с 1 га водной площади от 1 до 7 ц рыбной продукции.

***Белый толстолобик*** – пресноводная стайная рыба. Тело высокое, покрыто очень мелкой светлой чешуей. Глаза расположены ниже средней линии тела, рот верхний. Глоточные зубы однорядные. Максимальная масса – 30 кг.

Белый толстолобик – обитатель Амура и других рек Юго-Восточной Азии. В настоящее время акклиматизирован и выращивается во многих прудовых хозяйствах России.

Половой зрелости достигает в 5-6-летнем возрасте. Нерест проходит во время летнего паводка при температуре воды более 20°C. Икра пелагическая. Плодовитость - 400-600 тыс. икринок. В центральные и северные районы нашей страны толстолобиков завозят в основном из Краснодарского края, где личинок получают заводским методом.

Питается белый толстолобик фитопланктоном. Жаберные тычинки у него очень тонкие, прилегают одна к другой, создают сетчатую пластинку, которая переплетена перемычками, образуя ячеистую сетку. Это позволяет задерживать мелкие водоросли. Оптимальная температура для роста и питания – 26-33°C.

Рекомендуется для выращивания в прудовых хозяйствах в поликультуре, что позволяет дополнительно получать в южных районах страны с 1 га водной площади до 10 ц белого толстолобика и более.

**Пестрый толстолобик** – обитатель тех же рек, что и белый толстолобик, с которым имеет много общего в биологии. По внешнему виду пестрый толстолобик отличается более темным цветом чешуи и более крупной головой. Менее требователен к теплу. При благоприятных кормовых условиях по темпу роста опережает белого толстолобика. В отличие от последнего питается зоопланктоном, а также детритом и водорослями. При недостатке зоопланктона требуются комбикорма, которые предназначаются также для карпа и других рыб. Размножение пестрого и белого толстолобика сходно.

Выращивают в поликультуре. Продуктивность пестрого толстолобика составляет 4-6 ц/га.

**Тилапии** – рыбы семейства Цихлиды, отряда Окуневые, подотряда Окунеобразные. Насчитывается более 70 видов, принадлежащих к 3 родам, различающихся по характеру репродуктивного поведения. Наибольший интерес для аквакультуры представляют тилапии рода Ореохромис, у которых икру и эмбрионов самки инкубируют в ротовой полости (это голубая, мозамбикская, красная, нильская тилапии, а также их межвидовые гибриды).

Оптимальная температура для этих рыб 25-35°C, содержание растворенного в воде кислорода должно быть не ниже 3,0 мг/л, рН - 6,8-7,6. При таких условиях выращивания высока оплата корма, тилапии быстро растут, достигая за 7-8 мес. товарной массы 250 г и более. В естественных условиях их масса может достигать 3-5 кг.

Половая зрелость наступает в 6-9 мес. С этого возраста тилапии способны нереститься до 16 раз в год. Рабочая плодовитость разных видов колеблется от 500 до 2000 икринок.



В России тилляпии могут стать одними из основных объектов культивирования в хозяйствах, где водоемы действуют на отработанных теплых водах энергетических объектов (ТЭЦ, ГРЭС, АЭС), геотермальных водах, а также в промышленных рыбоводных цехах с оборотной системой водоснабжения.

**Карась** – в отличие от карпа не имеет усиков на верхней челюсти. Глоточные зубы однорядные. Существуют **золотой** и **серебряный карась** (рис. 28). Обитают в водоемах европейской части России и Сибири. Караси очень выносливы, могут жить в тех водоемах, где другие рыбы гибнут. Питаются караси зоопланктоном, бентосом, детритом и частично водорослями. Серебряный карась отличается от золотого более высоким темпом роста. Максимальная масса золотого карася достигает 3, а серебряного – 5 кг и более.

Половая зрелость наступает на 3-4-м году жизни. Нерест проходит весной при температуре воды не ниже 14°C. Икру рыба выметывает на растительность. Плодовитость 150-400 тыс. икринок.

Выращивать карасей рекомендуется в центральных и северных районах нашей страны как добавочную рыбу в карповых нагульных прудах. Это позволяет дополнительно получить 60 кг рыбной продукции и более с 1 га.

**Линь** – донная рыба, обитатель зарослей в стоячих водоемах, а также реках Европы и северных реках Сибири. Имеет толстое высокое тело, в углах рта – по короткому усика. Окраска темно-зеленая, с золотым блеском (см. рис. 28).

Основной пищей этой рыбы является бентос. При хорошей обеспеченности им линь на первом году жизни вырастает до 70 г, а на втором – до 250 г.

Линя выращивают в прудовых хозяйствах как добавочную рыбу. Он выдерживает низкое содержание кислорода в воде, что очень важно в прудовом хозяйстве.

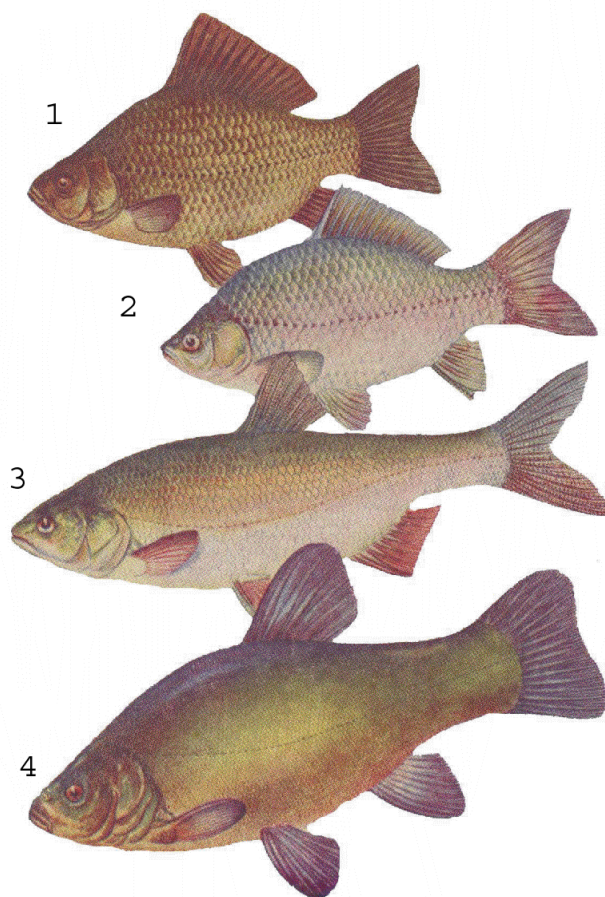


Рисунок 28. Прудовые рыбы (тепловодные):

1 – карась золотой; 2 – карась серебряный; 3 – язь; 4 – линь

**Щука** – имеет удлиненное тело с вытянутым сплюснутым рылом. Различают европейскую (рис. 29) и амурскую щуку. Европейская распространена по всей территории России. Является прибрежным хищником. Нерестится на третьем году жизни весной на залитых паводковыми водами лугах. Щука растет быстро, двухлетки имеют массу до 1 кг. Выращивается в прудах совместно с двухлетками карпа, где она питается сорной рыбой, лягушками, моллюсками, жуками и головастиками.

**Судак** – ценная промысловая рыба семейства окуневых. Тело покрыто ктеноидной чешуей, имеются два спинных плавника. Распространен в крупных реках и озерах, южных и северо-западных морях России. Взрослый судак – хищник, молодь питается зоопланктоном. Половозрелым становится

на 3-4-м году. Самки икру откладывают в заранее построенные гнезда, которые охраняют самцы. Нерест проходит весной при температуре воды не ниже 12°C. Судак можно выращивать совместно с карпом в прудах, где поддерживается содержание кислорода не ниже 4 мг/л. На втором году жизни вырастает до 500 г и более (см. рис. 29).

**Буффало** – ценная в хозяйственном отношении рыба. В России первую партию ее личинок завезли из США в 1971 г. В настоящее время у нас в стране разводят большеротого, малоротого и черного буффало.

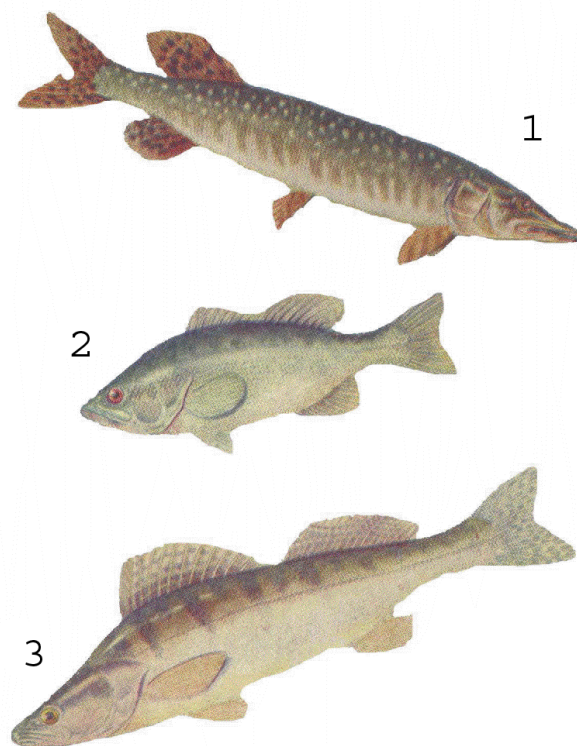


Рисунок 29. Прудовые рыбы (тепловодные): 1 – щука; 2 – форелекунь; 3 – судак

Так же, как и карп, это мирная рыба, более теплолюбива. По темпам роста преимущество имеют большеротый и черный буффало. Сеголетки их в условиях Краснодарского края вырастают до 400-500 г, а двухлетки – до 2 кг, в Московской области - соответственно до 100 г и свыше 1 кг. Большеротый

буффало в отличие от других видов употребляет в основном зоопланктон, черный и малоротый при массе 30 г и более предпочитают зоопланктону бентосные организмы. Все виды буффало питаются комбикормом. Рекомендуется выращивать их в поликультуре с растительными рыбами.

**Канальный (проточный) сом** – рыба, имеющая высокие вкусовые качества. Завезена в Россию из США в 1972 г. Весьма теплолюбива (оптимум температуры – выше 25°C). Канальный сом быстро растет, характеризуется хорошей оплатой корма. Сеголетки, выращиваемые в прудах Краснодарского края, достигают массы 30-70 г, а двухлетки – 400-600 г. В нашей стране эта теплолюбивая рыба в дальнейшем может стать основным объектом для садковых и бассейновых хозяйств, использующих подогретую сбросную воду тепловых и атомных электростанций. В прудовых хозяйствах южных районов проточного сома можно выращивать в поликультуре с карпом, растительно-ядными рыбами и буффало.

Все перечисленные виды рыб в основном относятся к тепловодным рыбам. Ниже будут представлены в основном холодноводные виды рыб.

**Форель** – ценная в хозяйственном отношении рыба, относящаяся к семейству лососевых. На территории России встречаются два ее вида: озерная и ручьевая. Первая обитает в крупных и холодноводных озерах, вторая – в реках (рис. 30).

**Озерная (радужная) форель** имеет серебристую окраску с черными пятнышками на спине и широкую радужную полосу вдоль боковой линии. Благоприятная температура для нее – 16-18°C. В 2-х летнем возрасте она достигает 200 г и больше.

В естественных условиях молодь на первом году жизни питается личинками комаров, ручейниками, стрекозами, жуками и др., а на втором году потребляет мелких рыб. При выращивании в рыбоводных хозяйствах для кормления используют комбикорм.

В прудах радужная форель не нерестится. Икру и молоки получают искусственно. Икра донная, неклеякая, желтовато-оранжевого цвета. При

выращивании в монокультуре продуктивность форелевых прудов составляет до 1000 ц/га. Форель используют и как добавочную рыбу в карповых прудах, где она потребляет сорную рыбу (верховку, голяна, уклейку и др.).

**Ручьевая форель** внешне отличается от озерной прежде всего окраской: на ее теле и спинном плавнике имеются мелкие черные, оранжевые и красные пятна со светлыми и голубыми ободками (см. рис. 30). Более требовательна к содержанию в воде кислорода. Типично холодноводная рыба. Является хищником, растет несколько хуже озерной форели. На втором году выращивания масса может достигать 130-170 г. Живет в горных речках, а также в равнинных реках с холодной ключевой водой. Нерест происходит с октября по январь при температуре воды ниже 8°C на каменисто-галечном грунте. В рыбоводных хозяйствах молодь получают заводским методом.

**Сиговые рыбы** – к ним относятся ряпушка, рипус, пелядь, чудской сиг, чир. Тело у всех сиговых удлиненное, покрыто крупной чешуей. Спина темная, бока серебристые. Имеется жировой плавник.

**Ряпушка** и **рипус** распространены в озерах Карелии. Предпочитают водоемы, температура воды в которых не выше 16-17°C. Основной пищей является зоопланктон, реже бентос. Нерест происходит осенью перед ледоставом. На втором году жизни рипус достигает массы до 150 г. Ряпушка растет медленнее.

**Пелядь** распространена в озерах и реках северной части Европы и Азии. Холодололюбива, однако выдерживает температуру воды в прудах до 28°C.

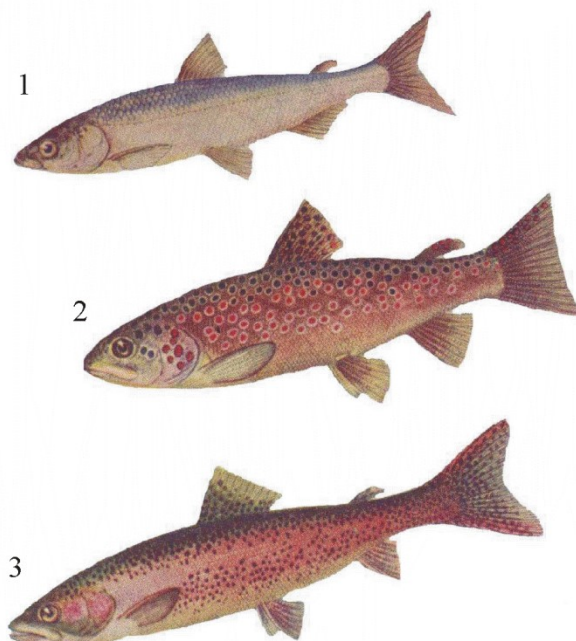


Рисунок 30. Прудовые рыбы (холодноводные): 1 – ряпушка; 2 – ручьевая форель; 3 – радужная форель

Используется для выращивания совместно с карпом. На первом году жизни масса достигает 120 г, на втором – 300-500 г.

*Чудской сиг* – типичная озерная рыба. Распространена в Чудском озере. Сравнительно теплолюбива. Нерестится в конце ноября на каменистых отмелях. Пищей сига является бентос и частично зоопланктон. При выращивании в карповых прудах на второе лето масса доходит до 300-400 г.

*Чир (шокур)* – озерно-речная рыба, распространена главным образом за Полярным кругом. Относится к быстрорастущим рыбам. Нерестится в реках с медленным течением и в озерах с октября при температуре воды около 1°C. В южных районах за два лета достигает массы до 1 кг. Является ценным объектом разведения в прудах, особенно северных районов.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА ПО ТЕМЕ 8

**Цель работы:** Познакомиться с биологией рыб, выращиваемых в прудовых хозяйствах России. Установить хозяйственно-полезные признаки

прудовых рыб, выяснить возможность их использования при интенсивном ведении прудового хозяйства.

**Материал и оборудование.** Живая рыба, содержащаяся в аквариумах; фиксированная рыба; препараты; таблицы, цветные рисунки, плакаты.

**Задание 1.** Перечислить основные виды рыб, являющиеся объектами отечественного рыбоводства. Дать краткую биологическую и морфологическую характеристику следующих основных промысловых рыб РФ и рыб, разводимых в прудовых хозяйствах: карповые, лососевые, осетровые, сомовые, щуковые, речные угри и цихловые (тиляпия). Описать эколого-биологические особенности разведения основных объектов рыбоводства в водоемах разного типа: осетра, севрюги, веслоноса, форели, карпа, толстолобиков (белого и пестрого), амура (белого и черного), буффало (черного, большеротого и малоротого), тиляпии, канального сома, карася, сома обыкновенного, судака, щуки, угря и других. Изучить эколого-биологические особенности карпа – основного объекта выращивания в рыбоводстве.

**Указания к выполнению задания.** При изучении темы используя конспект лекций, рекомендуемую литературу и интернетресурсы, следует проанализировать современное состояние рыбного хозяйства в РФ.

В рамках темы необходимо также изучить внутривидовые биологические группы рыб, внутривидовую разнокачественность, повышающую эффективность размножения рыб в природных условиях, четко представлять влияние факторов среды (абиотических и биотических) на выживание рыб в природных условиях на разных этапах онтогенеза, знать критические периоды развития рыб, величину выживания, определять промысловый возврат и оценку эффективности рыбоводства.

При подготовке к занятиям рекомендуется составить конспекты по основным положениям теории этапности развития рыб В.В. Васнецова для биологического обоснования биотехники рыбоводных процессов, по теории экологических групп рыб С.Г. Крыжановского и ее значение для

рыбоводства. Знать особенности изменения газового режима в прудах (суточные, сезонные, временные), влияния на развитие и рост рыб температуры, солености, течения, освещенности, активной реакции среды, основные показатели и биологические особенности роста рыб.

**Задание 2.** Сколько двухгодовиков серебряного карася необходимо посадить в нагульный пруд площадью 25 га. Естественная рыбопродуктивность по карасю 50% от продуктивности по карпу. Естественная рыбопродуктивность по карпу 120 кг/га. Масса двухгодовика карася 50 г, трехлетка 250 г. Выход трехлетков 90%.

**Задание 3.** Сколько га зимовальных прудов потребуется для маточного и ремонтное поголовье линя, канального сома, серебряного карася в рыбопитомнике мощностью 50 т товарной рыбы.

**Задание 4.** Рассчитать маточное и ремонтное поголовье линя, канального сома, серебряного карася в рыбопитомнике мощностью 100 т товарной рыбы.

**Задание 5.** Сколько годовиков белого амура надо посадить в нагульный пруд площадью 10 га, если естественная рыбопродуктивность по белому амуру 100 кг/га, средняя масса годовика 15 г, двухлеток – 350 г, выход двух-летков 90%.

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. Перечислите основные (3-4) биологические особенности рыб, определяющие их приспособленность к жизни в воде.
2. Назовите основных рыб, разводимых и выращиваемых в прудовых хозяйствах.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Алеев Ю. Г. Нектон. – Киев: Наукова думка, 1976. – 390 с.
2. Алеев Ю. Г. Функциональные основы внешнего строения рыбы. – М.: АН СССР, 1963. – 247 с.
3. Аминова В.А., Яржомбек А.А. Физиология рыб. М., 1984.
4. Андрияшев А. П. Рыбы северных морей СССР. – М.; – Л.: АН СССР, 1954. – 564 с.
5. Анисимова И.М., Лавровский В.В. Ихтиология: Учебник для вузов. М., 1991.
6. Атлас пресноводных рыб России: в 2 т. / под ред. Ю.С. Решетникова. М.: Наука, 2002. Т. 1. 379 с.; Т. 2. 253 с.
7. 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.
8. Берг Л. С. Система рыбообразных и рыб, ныне живущих и ископаемых. – 2-е изд. – М.; Л.: АН СССР, 1955. – 289 с.
9. Берг Л.С. Система рыбообразных и рыб, ныне живущих и ископаемых // Труды Зоологического института АН СССР, 1940. Т. 5. Вып. 2. С. 87–517.
10. Берг Л.С. Система рыбообразных и рыб, ныне живущих и ископаемых. 2-е изд., исправленное и дополненное // Труды Зоологического института АН СССР. 1955. Т. 20. 286 с.
11. Биденко М. С., Перова Л. И., Кукуев Е. И. Промысловые рыбы Атлантического океана. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 176 с.
12. Борисов П. Г., Овсянников Н. С. Определитель промысловых рыб СССР. – М.: Пищевая промышленность, 1964. – 318 с.
13. Веселов Е. А. Определитель пресноводных рыб фауны СССР. – М.: Просвещение, 1977. – 238 с.
14. Иванов А.А. Физиология рыб: учеб.пособие / А.А. Иванов. – 2-е изд., стер. – СПб.: «Лань», 2011.

15. Иванова З.А. Алтайский зеркальный карп – новая высокопродуктивная порода рыб/ З.А.Иванова, И.В. Морузи, Е.В. Пищенко. -Новосибирск, 2002. – 204 с.
16. 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.
17. Калайда, М. Л. Гидробиология : учеб. пособие / М. Л. Калайда, М. Ф. Хамитова. – СПб. : Проспект Науки, 2013. – 192 с.
18. Моисеев Н.Н. Практикум по рыбоводству. Учеб. Пособие/Н.Н. Моисеев, И.В. Морузи/ Новосибирск, 2005 – 90 с.
19. Моисеев Н.Н. Рыбохозяйственная гидротехника с основами мелиорации: учеб. пособие / Н.Н. Моисеев, П.В. Белоусов. – 1-е изд. – СПб.: «Лань», 2012.
20. Морузи И.В. Рыбоводство/И.В. Морузи, Н.Н. Моисеев, Е.В. Пищенко. – М.:КолосС 2010. – 295 с.
21. Никольский Г.В. Частная ихтиология. Изд. 3, испр. и доп. М. : Высшая школа, 1971. 471 с.
22. Основы рыбоводства. Практикум. Часть 2 /Сост.: О.Л. Янкина; ФГБОУ ВО ПГСХА - Уссурийск, 2016 - 120с.
23. Пресноводная аквакультура: Учебное пособие/В.А.Власов - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 384 с.: 70x100 1/16 (Переплет) ISBN 978-5-905554-88-9 <http://znanium.com/bookread2.php?book=50351>
24. Привезенцев Ю.А. Интенсивное прудовое рыбоводство. – М.: Агропромиздат, 1991.-176 с.
25. Привезенцев Ю.А. Рыбоводство/ Ю.А. Привезенцев, В.А. Власов. – М.: Мир 2004. – 456 с.
26. Романов В.И. Ихтиофауна России в системе рыб мировой фауны: учебное пособие. –Томск : Издательский дом ТГУ, 2015. –410 с.
27. Романов В.И. Рыбы России в системе мировой ихтиофауны. Справочное пособие. – Томск : Дельтаплан, 2010. –276 с.

28. Рыжков Л.П. Основы рыбоводства: учебник / Л.П. Рыжков, Т.Ю. Кучко, И.М. Дзюбук. – СПб.: «Лань», 2011.
29. Слынько Ю.В., Кияшко В.И., Яковлев В.Н. Рыбы – вселенцы в бассейне Верхней Волги // Экологические проблемы Верхней Волги: коллективная монография. Ярославль, 2001. с. 84–86.
30. Старобогатов Я.И. Фауна моллюсков и зоогеографическое районирование континентальных водоемов земного шара. – Л.: Изд-во «Наука», 1970.
31. 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>
32. Шейко Б.А., Федоров В.В. Каталог позвоночных Камчатки и сопредельных морских акваторий. Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 2000. с. 7-69 (Глава 1. Рыбообразные и рыбы).
33. Экология рыб : учебно-методическое пособие / М. М. Усов, О. В. Усова. – Горки : БГСХА, 2023. – 138 с.
34. Agassiz L. De l'espèce e de la classification en zoologie. Paris : G. Baillièrè, 1869. 308 p.
35. Birstein V.J., Hanner R., De Salle R. Phylogeny of the Acipenseriformes: cytogenetic and molecular approaches // Environmental Biology of Fishes. 1997. Vol. 48. № 1–4. P. 127–155.
36. Eschmeyer W.N. Catalog of Fishes. Special Publication 1. California Academy of Sciences, San Francisco. 1998. Vol. 1–3. 2905 p.
37. Eschmeyer W.N. Catalog of the genera of recent fishes // San Francisco: Calif. Acad. of Sciences, 1990. 697 p.
38. Eschmeyer W.N., van der Laan., Fricke R. Catalog of Fishes Classification. 2019. URL: <https://www.calacademy.org/scientists/catalog-of-fishes-classification/> (Electronic version accessed 10 January 2019).

39. Froese R. and Pauly D. (Eds.) FishBase. World Wide Web electronic publication. URL: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org); version (12/2018).
40. Gill H.S., Renaud C.B. Chapleau F., Mayden R.L., Potter I.C. Phylogeny of living parasitic lampreys (Petromyzontiformes) based on morphological data. *Copeia*, 2003. Vol. 4. P. 687–703.
41. Hognestad P.T., Vader W. Saltvannsfiskene i Nord-Norge (The species of marine fishes in North Norway) // *Tromsø*. 1979. Vol. 6. P. 1–74.
42. Johnson G.D., Patterson C. Percomorph phylogeny: a survey of acanthomorphs and a new proposal // *Bulletin of Marine Science*. 1993. Vol. 52, № 1. P. 554–626.
43. Kottelat M., Freyhof J. Handbook of European freshwater fishes. Berlin : Publ. Kottelat, Cornol and Freyhof, 2007. i-xiii + 646 p.
44. Müller J. Ueber den Bau und die Grenzen der Ganoiden und über das natürliche System der Fische // *Abhandl. Akad. Wiss. Berlin* (1844), 1841. S. 117–216.
45. Nelson J.S. *Fishes of the World*, 4th ed. New York : John Wiley & Sons, Inc., 2006. xix + 601 p.
46. Nelson J.S. *Fishes of the World*. 2th ed. New York : John Wiley & Sons, Inc., 1984. 523 p.
47. Nelson J.S. *Fishes of the World*. 3th ed. New York : John Wiley & Sons, Inc., 1994. 600 p.
48. Nelson J.S. *Fishes of the World*. New York : Wiley-Interscience, 1976. 416 p.
49. Nelson J.S., Grande T.C., Wilson M.V.H. *Fishes of the world*. 5th ed. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2016. xlii + 752 p.
50. Springer V.G., Raasch M.L. Fishes, angling, fisheries on stamps of the world. American Topical Association. Handbook 129. Tucson, Arizona. 1995. 110 p.
51. Van der Laan R., Eschmeyer W.N. and Fricke R. Family-group names of Recent fishes // *Zootaxa Monograph* 3882. 2014. № 1. P. 1–230.

52. Weigmann S. Annotated checklist of the living sharks, batoids and chimaeras (Chondrichthyes) of the world, with a focus on biogeographical diversity // Journal of Fish Biology. 2016. Vol. 88. P. 837–1037.

*Учебное издание*

**Назаров** Наиль Госманович, **Замалетдинов** Ренат Ирекович

**ИХТИОЛОГИЯ И РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО**

**Учебное пособие**