

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«РОССИЙСКИЙ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (РОСБИОТЕХ)»
ИНСТИТУТ ВЕТЕРИНАРИИ, ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ И
АГРОБЕЗОПАСНОСТИ

УТВЕРЖДАЮ



Директор ИВВСЭиАБ
И.Г. Гламаздин

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

«Биологические особенности промысловых рыб и гидробионтов»

Направление подготовки:	06.04.01 Биология
Профиль:	Биоресурсы и аквакультура
Уровень программы:	магистратура
Форма обучения:	Очная
Учебный (-ые) план(-ы):	2023 учебный год
Кафедра (базовая):	Биоэкологии и биологической безопасности
Составители (разработчики) программы:	Пашаев В.Ш., канд. биол. наук, доц.

Москва, 2022

1 ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Фонд оценочных средств является неотъемлемой частью рабочей программы учебной дисциплины и основной профессиональной образовательной программы.

Фонд оценочных средств представляет собой комплекс учебных заданий (совокупность контролирующих материалов), предназначенных для измерения уровня достижения обучающимся установленных результатов обучения и используется при проведении его текущего контроля успеваемости (включая рубежный контроль) и промежуточной аттестации (в период зачётно-экзаменационной сессии).

Цель ФОС - установление соответствия уровня подготовки обучающегося на данном этапе обучения требованиям рабочей программы учебной дисциплины.

Основными задачами ФОС по учебной дисциплине являются:

- контроль достижений целей реализации основной профессиональной образовательной программы – формирование компетенций;
- контроль процесса приобретения обучающимся (-ися) необходимых знаний, умений, навыков (владений/опыта деятельности) и уровня сформированности компетенций;
- оценка достижений обучающегося (-ихся) в процессе изучения дисциплины с выделением положительных/отрицательных результатов и планирование предупреждающих/корректирующих учебных мероприятий;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс.

Настоящий ФОС включает в себя: вопросы для самоконтроля (по всем разделам дисциплины), контрольные письменные работы, учебные задания по текущему контролю успеваемости (включая рубежный контроль) и промежуточной аттестации обучающегося (в период зачётно-экзаменационной сессии).

2 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

2.1 Вопросы для самоконтроля

Вопросы для самоконтроля представлены по разделам и предназначены для контроля самостоятельной работы обучающегося, осуществляемого последним самостоятельно в период освоения дисциплины.

Форма обучения - все

№ и наименование раздела	Содержание раздела	Вопрос(-ы) для самоконтроля	Контролируемые компетенции (код)
Введение	Вода как среда обитания рыб. Основные экологические факторы: светопроницаемость, плотность, соленость, давление, температура, газовый баланс. Искусственные водные объекты. История и современное состояние в рыбоводстве. Место России в мировом промысле водных объектов	1. История и современное состояние в рыбоводстве. 2. Место России в мировом промысле водных объектов	ПК-1
Основы изучения биологических ресурсов	Анатомо-морфологические и физиологические особенности представителей надкласса Рыбы. Систематика рыб. Популяционные параметры. Основные представители промысловых видов рыб и других гидробионтов. Особенности биологии распространения гидробионтов в связи с условиями обитания. Основные промысловые представители ракообразных. Промысловые запасы рыб и гидробионтов. Методики изучения промысловых видов	3. Основные промысловые представители ракообразных. 4. Промысловые запасы рыб и гидробионтов. 5. Методики изучения промысловых видов	ПК-1
Искусственное воспроизводство рыб	Основы искусственного воспроизводства ценных промысловых видов рыб. Методы искусственного воспроизводства промысловых видов рыб. Получение зрелых половых продуктов. Управление половыми циклами у рыб. Воспроизводство и пополнение стада рыб. Экологические факторы, определяющие эффективность воспроизводства.	6. Воспроизводство и пополнение стада рыб. 7. Экологические факторы, определяющие эффективность воспроизводства.	ПК-1
Промысловый вылов рыбы	Ценные промысловые группы рыб – систематические, экологические, биогеографические. Методы и способы вылова промысловых рыб и других гидробионтов. Объемы вылова и выращивания промысловых видов рыб и других гидробионтов в России. Особенности проведения лова рыбы и других гидробионтов. Оптимальный улов. Концепция перелова. Биологические основы регулирования рыболовства	1. Особенности проведения лова рыбы и других гидробионтов. 2. Оптимальный улов. 3. Концепция перелова. 4. Биологические основы регулирования рыболовства	ПК-1

2.2 Контрольные работы по дисциплине

Контрольные работы по дисциплине не предусмотрены

2.3 Задания по видам работ: Лабораторная работа

Лабораторные работы по дисциплине включают: Характеристика водной среды обитания. Особенности биологии распространения гидробионтов в связи с условиями обитания. Промысловые виды осетровых, лососевых, тресковых, сельдевых. Основные промысловые представители ракообразных. Методы искусственного воспроизводства промысловых видов рыб. Особенности проведения лова рыбы и других гидробионтов.

Форма обучения - очная

Семестр 01

Типовые контрольные задания или иные материалы в рамках текущего контроля успеваемости

Примерные задания по лабораторному практикуму

Лабораторная работа № 1

Характеристика водной среды обитания. Особенности биологии распространения гидробионтов в связи с условиями обитания

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

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

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

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

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

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

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

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

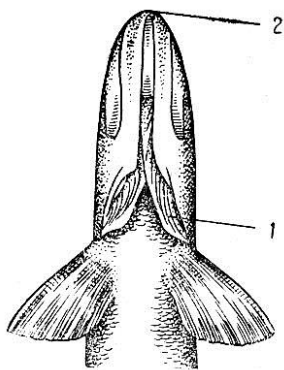


Рисунок 1 – Нижняя сторона головы рыбы:

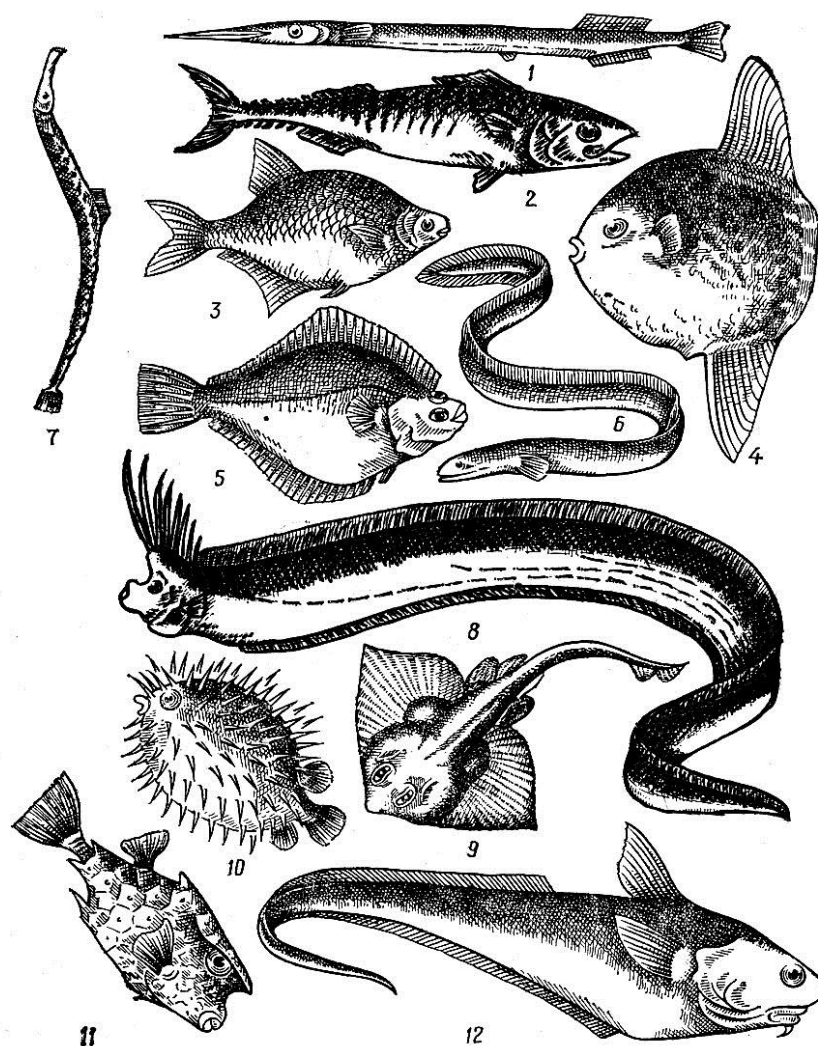
1 – жаберные перепонки; 2 – симфизис.

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

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

Выделяют следующие формы тела у рыб (рис. 2). *Торпедовидная* (ее часто называют веретеновидной) – характеризуется заостренной головой, закругленным, имеющим в поперечном разрезе форму овала телом, утонченным хвостовым стеблем, нередко с дополнительными плавничками. Она свойственна хорошим пловцам, способным к продолжительным перемещениям – тунцам, скумбриям, акулам и др. *Стреловидная* – кости рыла вытянуты и заострены, тело рыбы по всей длине имеет одинаковую высоту, спинной плавник отнесен к хвостовому и располагается над анальным, чем создается имитация оперения стрелы. Эта форма типична для рыб, не перемещающихся на большие расстояния, держащихся в засаде и развивающих высокие скорости Движения на короткий промежуток времени за счет толчка плавников при броске на добычу или уходе от хищника. Это щуки (Esox), панцирные щуки (Lepisosteus), сарганы (Belone) и др. *Симметрично сжатое с боков* тело – сильно сжато с боков, высокое при относительно небольшой длине и высокое. Это рыбы коралловых рифов

– щетинкозубы (*Chaetodon*), зарослей донной растительности – скалярии (*Pterophyllum*). Та-



кая 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 (*Pleulonectiformes*), помогая им хорошо маскироваться на дне.

Рисунок 2 – Форма тела рыб:

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

В движении этих рыб большую роль играют волнообразные изгибания длинных спинного и анального плавников. Все эти рыбы, кроме черного палтуса (*Reinhardtius hippoglossoides* Walb), плавают на одной стороне тела. Уплощенное в дорзовентральном направлении тело – сильно сжато в спинно-брюшном направлении, как правило, хорошо развиты грудные плавники. Такую форму тела имеют малоподвижные донные рыбы – большинство скатов (*Batomorpha*), морской черт (*Lophius piscatorius* L.). Уплощенное тело маскирует рыб в условиях дна, а расположенные сверху глаза помогают видеть добычу. Для крупных скатов – морских дьяволов семейства *Mobulidae*, обитающих в пелагиали, защитой от хищников служит не форма тела, а большие размеры. Угревидная форма – тело рыб удлиненное, закругленное, имеющее вид овала на поперечном разрезе. Спинной и анальный плавники длинные,

брюшных плавников нет, а хвостовой плавник небольшой. Она характерна для таких донных и придонных рыб, как угреобразные (Anguilliformes), передвигающихся, латерально изгибая тело. *Лентовидная* – тело рыб удлиненное, но в отличие от угревидной формы сильно сжато с боков, что обеспечивает большую удельную поверхность и позволяет рыбам обитать в толще воды. Характер движения у них такой же, как и у рыб угревидной формы. Такая форма тела характерна для рыбы-сабли (Trichiuridae), сельдяного короля (Regalecus). *Макруровидная* – тело рыбы высокое в передней части, суженное с задней, особенно в хвостовом отделе. Голова крупная, массивная, глаза большие. Свойственна глубоководным малоподвижным рыбам – макрурообразным (Macrurus), химерообразным (Chimaeriformes). *Астеролепидная* (или *кузовковидная*) – тело заключено в костный панцирь, что обеспечивает защиту от хищников. Эта форма тела характерна для придонных обитателей, многие из которых встречаются в коралловых рифах, например для кузовков (Ostracion). *Шаровидная* форма свойственна некоторым видам из отряда Иглобрюхообразные (Tetraodontiformes) – 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.

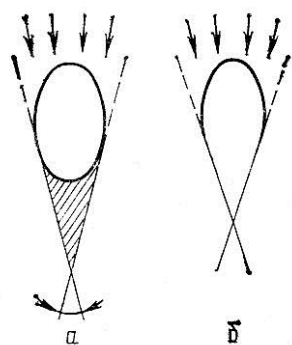


Рисунок 3 – Схема образования демаскирующей тени на брюхе рыбы (а), при наличии брюшного килевого образования он занимает собой область тени (б). Стрелками показано направление светового потока.

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



Рисунок 4 – Характерные формы поперечного сечения тела придонных рыб

Их способ защиты состоит в скорости движения, а не в маскировке. У придонных рыб форма поперечного сече-

ния приближается к равнобедренной трапеции, обращенной большим основанием вниз, что исключает появление тени на боках при освещении сверху. Поэтому большинство придонных рыб имеют широкое уплощенное тело (рис. 4).

Вопросы для самопроверки:

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

Лабораторная работа № 2

Особенности биологии распространения гидробионтов в связи с условиями обитания

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

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

составить, пользуясь набором рыб, перечень видов с различным положением и типом рта, выдвижным и невыдвижным ртом.

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

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

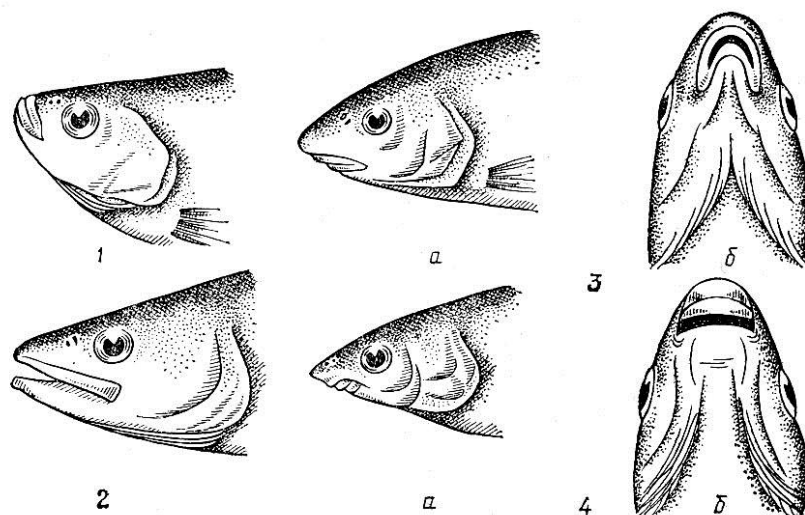


Рисунок 5 — Различные формы рта:

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 по-

ложение 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 роострума, 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).

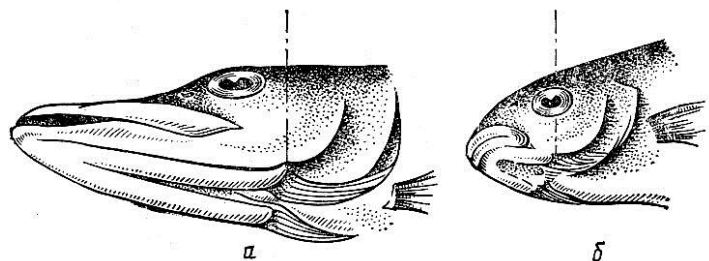


Рисунок 6 – Определение величины рта рыбы (пунктирная линия проведена как перпендикуляр от конца нижней челюсти):

а – большой; *б* – небольшой

Размеры рта зависят от величины пищевых объектов, их твердости и плотности распределения, а также от способа ловя 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*), питающиеся кораллами, имеют очень маленький рот.

По своему характеру рот бывает выдвижной и невыдвижной.

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

Невыдвижной рот характеризуется неподвижным или почти неподвижным соединением верхней челюсти с черепом. Он свойствен большинству рыб, питающихся сравнительно крупными объектами и в процессе захватывания пищи вынужденным затрачивать

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

Строение рта рыб отличается большим разнообразием. Г. В. Никольский выделяет шесть типов строения рта: хватательный (судак, сом, щука); всасывательный (лещ, рыба-игла); дробящий (кузовки, зубатки); в виде присоски (минога); рот планктоноедца (сельди, ряпушка); рот перифитоноеда (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 (Ceratidae) в связи с их паразитическим образом жизни наблюдается редукция ротового аппарата.

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

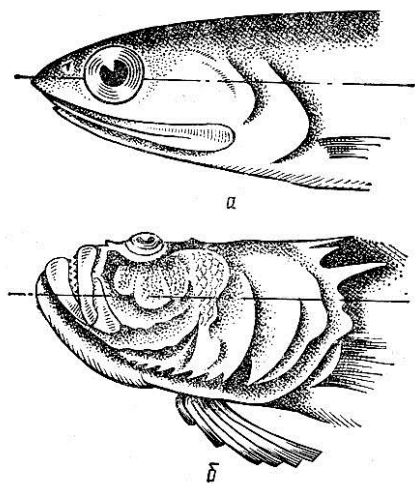


Рисунок 7 – Расположение глаз у хамсы (а) и звездочета (б) (пунктиром обозначена продольная ось рыбы).

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

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 по-

делены 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).

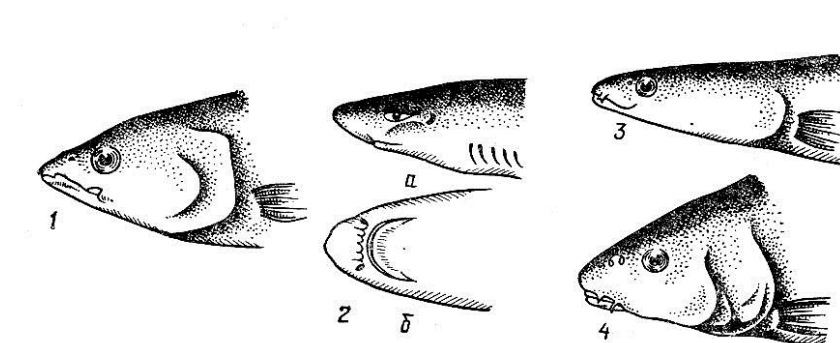


Рисунок 8 – схема расположения ноздрей у рыб:

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

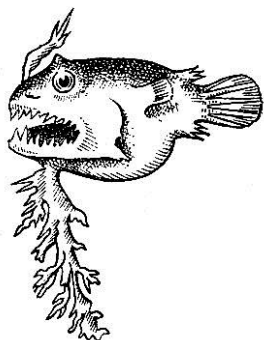


Рисунок 9 – Удильщик рода *Linophryne* с усовидным придатком на нижней челюсти.

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

Вопросы для самопроверки:

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

Лабораторная работа № 3

Промысловые виды осетровых, лососевых, тресковых, сельдевых Основные промысловые представители ракообразных

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

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

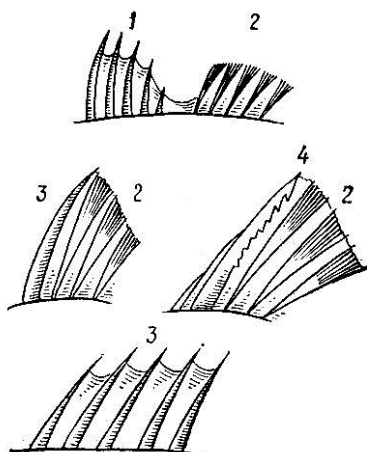
Составить формулы спинного и анального плавников для видов рыб, указанных преподавателем, и перечислить виды рыб, имеющиеся в наборе, с различными формами хвостового плавника.

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

Плавники рыб бывают парные и непарные. К парным принадлежат грудные P (pinna pectoralis) и брюшные V (pinna ventralis); к непарным – спинной D (pinna dorsalis), анальный A (pinna analis) и хвостовой C (pinna caudalis). Наружный скелет плавников костистых рыб состоит из лучей, которые могут быть *ветвистыми* и *неветвистыми*. Верхняя часть ветвистых лучей разделена на отдельные лучики и имеет вид кисточки (ветвистая). Они мягкие и расположены ближе к каудальному концу плавника. Неветвистые лучи лежат ближе к передне-

му краю плавника и могут быть разделены на две группы: членистые и нечленистые (колючие). *Членистые* лучи разделены по длине на отдельные членики, они мягкие и могут гнуться. *Нечленистые* – твердые, с острой вершиной, жесткие, могут быть гладкими и зазубренными (рис. 10).

Рисунок 10 – Лучи плавников:



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

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

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

Грудные плавники находятся позади жаберных щелей рыб. У акул и осетровых грудные плавники располагаются в горизонтальной плоскости и малоподвижны. У этих рыб выпуклая поверхность спины и уплощенная брюшная сторона тела придают им сходство с профилем крыла самолета и при движении создают подъемную силу. Подобная асимметричность корпуса вызывает появление вращательного момента, стремящегося повернуть, голову рыбы вниз. Грудные плавники и роstrум акул и осетровых рыб в функциональном отношении составляют единую систему: направленные под небольшим ($8-10^\circ$) 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.

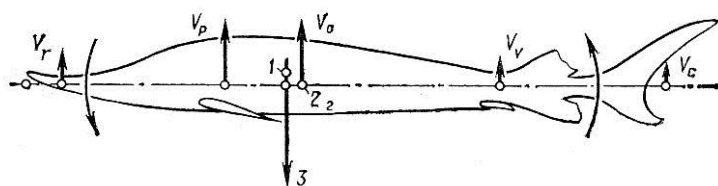


Рисунок 11 – Схема вертикальных сил, возникающих при поступательном движении акулы или осетровой рыбы в направлении

продольной оси тела:

I – центр тяжести; 2 – центр динамического давления; 3 – сила остаточной массы; V_0 – подъемная сила, создаваемая корпусом; V_p – подъемная сила, создаваемая грудными плавниками; V_r – подъемная сила, создаваемая рострумом; V_v – подъемная сила, создаваемая брюшными плавниками; V_c – подъемная сила, создаваемая хвостовым плавником; Изогнутые стрелки показывают действие вращательного момента.

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

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

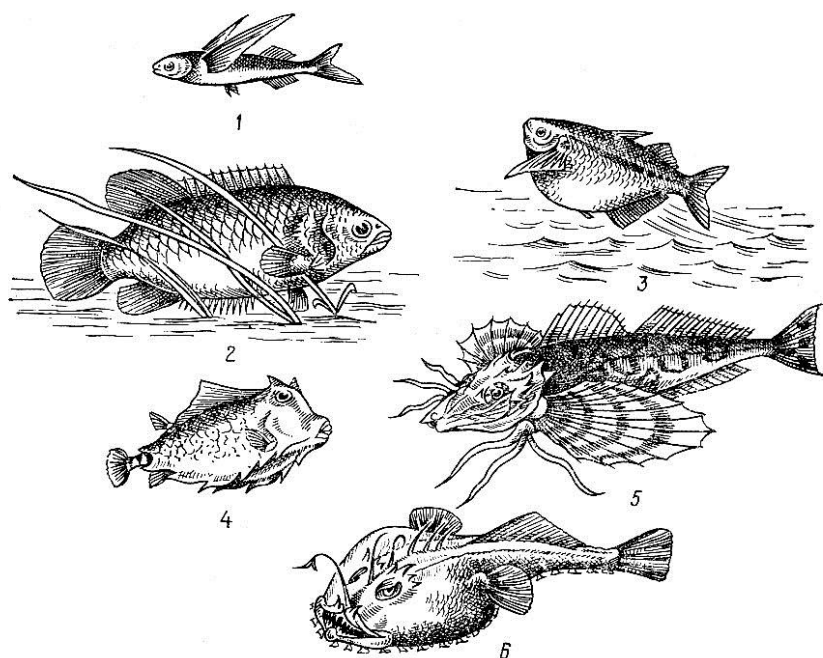


Рисунок 12 – Формы грудных плавников рыб:

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

рыбам парить в воздухе. У пресноводных рыб килебрюшек из семейства Харациновые увеличенные грудные плавники позволяют рыбе совершать полет, напоминающий полет птиц.

У морских петухов (*Trigla*) первые три луча грудных плавников превратились в пальцевидные выросты, опираясь на которые рыба может передвигаться по дну. У представителей отряда Удильщикообразные (*Lophiiformes*) грудные плавники с мясистыми основаниями также приспособлены к передвижению по грунту и быстрому закапыванию в него. Передвижение по твердому субстрату с помощью грудных плавников сделало эти плавники очень подвижными. При передвижении по грунту 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 впе-

ред 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 Игольчатые (Tetraodontiformes), морские иглы (Syngnathidae) и коньки (Hippocampus), имеющие малые жаберные щели (жаберная крышка скрыта под кожей), могут совершать грудными плавниками круговые движения, создавая отток воды от жабр. При ампутации грудных плавников эти рыбы задыхаются.

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

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

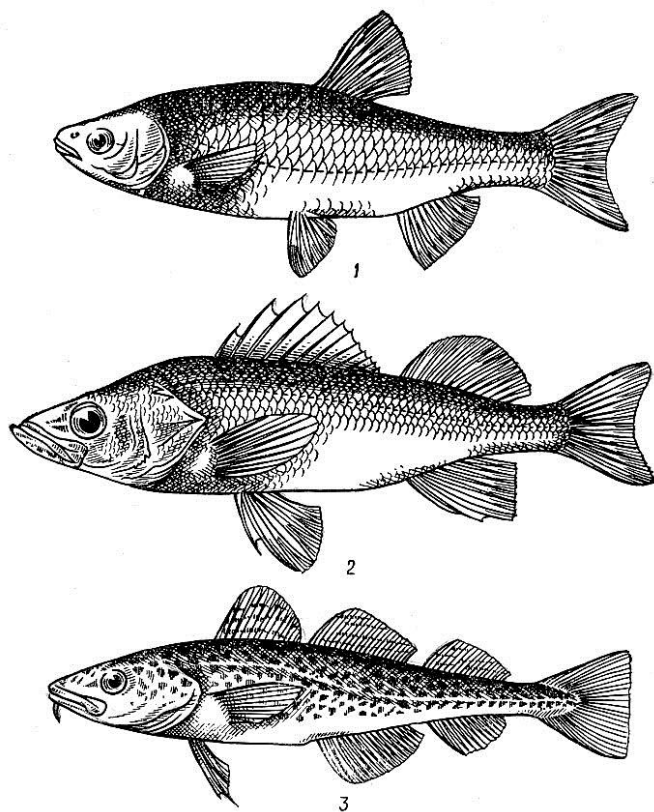


Рисунок 13 – Положение брюшных плавников:

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.

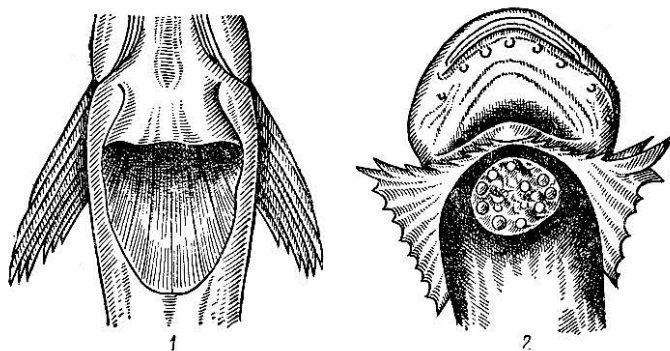


Рисунок 14 – Видоизменение брюшных плавников:

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).

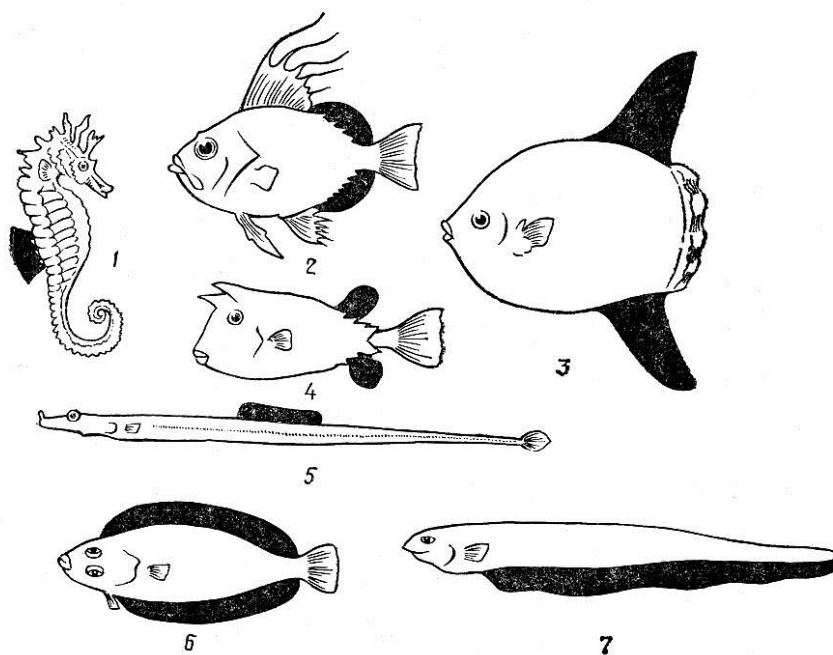


Рисунок 15 – Форма ундулирующих плавников у различных рыб:

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

В основе локомоции при помощи ундулирующих движений плавников лежат волнообразные движения пластинки плавника, обус-

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

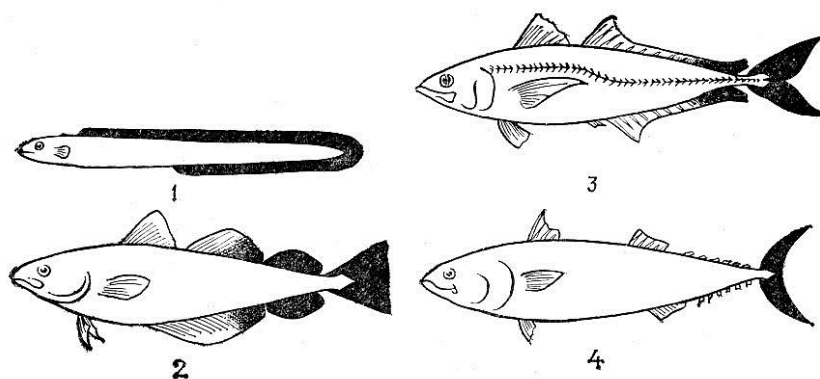


Рисунок 16 – Топография пассивной локомоторной функции непарных плавников у различных рыб:

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

У медленноплавающих рыб с угревидной формой

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

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

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

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

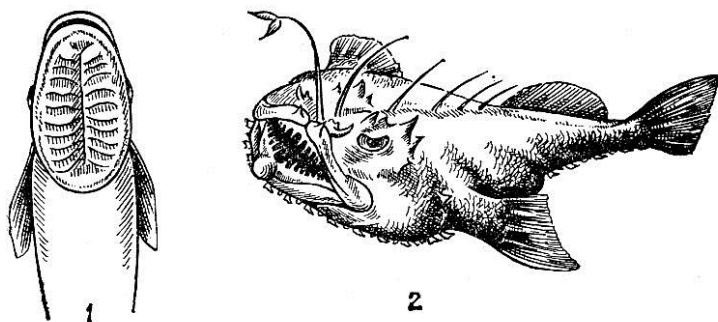


Рисунок 17 – Видоизмененный первый спинной плавник у рыбы-прилипалы (1) и удильщика (2).

Спинной плавник может видоизменяться (рис. 17). Так, у рыбы-прилипалы первый спинной плавник переместился на голову и пре-

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

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

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

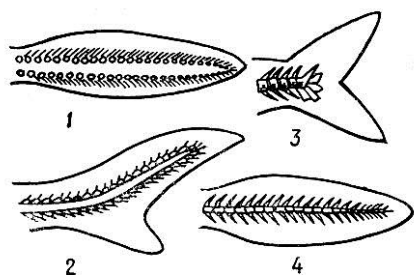


Рисунок 18 – Формы хвостового плавника:

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

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

плавника, свойствен круглоротым и личиночным стадиям рыб.

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

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

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

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

рость движения, тем интенсивнее процесс вихреобразования и толще слой трения и тем сильнее развиты лопасти хвостового плавника, концы которого должны выходить за пределы зоны вихрей и слоя трения, что обеспечивает высокие скорости. У быстроплавающих рыб хвостовой плавник имеет либо полулунную форму – короткий с хорошо развитыми серповидно вытянутыми лопастями (скомброидные), либо вильчатую – выемка хвоста идет почти до основания тела рыбы (ставридовые, сельдевые). У малоподвижных рыб, при медленном движении которых процессы вихреобразования почти не имеют места, лопасти хвостового плавника обычно короткие – выемчатый хвостовой плавник (сазан, окунь) либо не дифференцирован совсем – закругленный (налим), усеченный (солнечники, рыбы-бабочки), заостренный (капитанские горбыли).

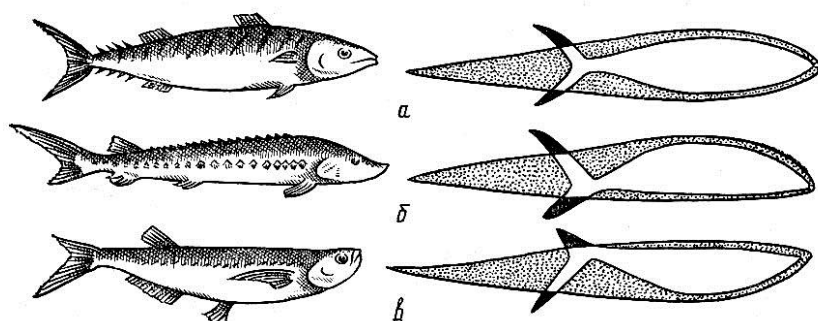


Рисунок 19 – Схема расположения лопастей хвостового плавника относительно зоны вихрей и слоя трения при разной форме тела:

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

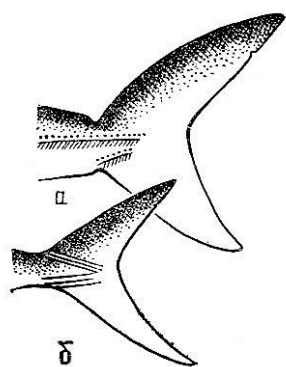


Рисунок 20 – Кили на хвостовом стебле у рыб:

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 ло-

которые способствуют уменьшению боковой сгибаемости хвостового стебля, что улучшает ло-

комоторную функцию хвостового плавника. Кроме того, боковые кили служат горизонтальными стабилизаторами и уменьшают вихреобразование при плавании рыбы (рис. 20).

Вопросы для самопроверки:

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

Лабораторная работа № 4

Методы искусственного воспроизводства промысловых видов рыб

Цель работы: Ознакомиться с технологией воспроизводства проходных карповых рыб и выполнить технологические расчеты.

Задание: 1. Ознакомиться с технологией воспроизводства рыбца и шемаи. Кратко записать основные этапы.

2. Произвести расчет заданного варианта.

Из проходных карповых рыб основными объектами промышленного разведения являются рыбец, шемая и кутум.

Рыбоводные заводы строят по берегам рек, за счет которых обеспечивается снабжение их водой при помощи насосных станций или самотеком. Совершая нерестовые миграции, в эти реки из моря ежегодно заходят проходные рыбы, где их отлавливают в необходимом количе-

стве и доставляют на рыбоводные заводы для окончательного созревания и получения половых продуктов.

В Азовском бассейне производителей рыбца заготавливают для искусственного разведения весной в период нерестового хода в реки (март-апрель). Отловленных производителей осматривают и отбирают более крупных особей, не имеющих травм, с учетом соотношения самок и самцов 2:1.

Требуемое заводу количество производителей заготавливают с учетом возможного отхода 10% особей в период выдерживания в садках и несозревания 20% особей.

Садки для выдерживания производителей расположены в наименее шумном месте завода. Они стационарные и земляные. В верхней части каждого садка (пруда) имеется по три нерестовых канавы, а в нижней части – водоспуск. Ширина садка – 12 м, длина – 35 м (без канав), глубина – 0,5- 1 м. Нерестовые канавы делают длиной 25 м и шириной по дну 0,8 м. Дно и откосы их покрыты гравием и ракушкой слоем 15-20 см. Дно канав имеет уклон в сторону садка. Глубина в верхней части канав – 15 см, а в нижней – 45 см. Канавы имеют четыре переката, на которых уложена галька слоем в 3-7 см. Через каждые 5 м канавы разделены съемными решетками на отсеки. Вода поступает из отстойника в канал, из которого она подается в канавы. Это обеспечивает подачу не мутной воды и отсутствие резких температурных ее колебаний, что наряду со скоростью ее течения в канавках не менее 0,5-0,7 м/с положительно влияет на созревание половых продуктов производителей рыбца.

Расход воды в садке составляет 60-85 л/с, а плотность содержания в нем производителей может быть до 5 особей на 1 м.

При наступлении нерестовых температур производители рыбца по мере созревания гонад выходят из садков в нерестовые канавы. Массовый заход производителей в эти канавы происходит при температуре воды 18⁰С. За зашедшими в канавы производителями ведут наблюдение. При обнаружении готовности производителей к нересту секции канав перегораживают решетками, уменьшают подачу воды и отлавливают их. От зрелых особей берут икру и сперму, а затем совместно с еще недозревшими рыбами их вновь сажают в садок для получения второй порции половых продуктов.

Кроме указанного метода получения зрелых производителей рыбца, применяют метод выдерживания этой рыбы совместно с шемаей. Заготавливать производителей можно весной или осенью. Если рыбы были заготовлены осенью, их содержат на рыбоводных предприятиях в зимовальных прудах при плотности посадки для рыбца 1200 шт./га и шемаи 2400 шт./га. Отход производителей за зимний период выдерживания составляет 20% по рыбцу и 20% по шемае. Весной производителей содержат в маточных прудах при плотности посадки рыбца 600 шт./га и шемаи 1200 шт./га. К каждому маточному пруду подведены по три нерестовых канавы. При прогреве воды производители входят в эти канавы. По мере созревания производителей у них берут половые продукты.

Возможно получение половых продуктов методом естественного нереста. Производителей рыбца и шемаи заготавливают осенью в устьях рек с учетом 15% запаса и при соотношении самок и самцов 1:1. Доставленных в хозяйство производителей содержат в маточном пруду. Плотность посадки рыбца и шемаи в этом пруду составляет по 410 шт./га каждого вида рыб.

Вода в маточном пруду проточная (0,3 м/с). Этот пруд соединен с 4 канавками, три из которых предназначены для нереста рыб, а одна обеспечивает водоснабжение его из отстойника в зимнее время. Нерестовые канавы соединены при помощи дюкера с выростным водоемом. Длина каждой канавы – 200 м, ширина – 4 м. Дно канав бетонировано и устлано галькой с ракушкой слоем 15-30 см. В каждой канаве имеется 100-метровый перепад.

Выживаемость производителей в пруду за период зимовки составляет 80%. В конце апреля, когда температура воды повышается до 13⁰С, начинают пропускать производителей через открытые шлюзы в нерестовые каналы. Для нереста рыб каналы используют поочередно. Вход в каждую канал держат открытым в течение 5 суток. Основной заход рыба в нерестовые каналы происходит при температуре воды 16-18⁰С. Массовый же заход в эти каналы шемаи наблюдается при температуре воды 20-21⁰С.

Наиболее благоприятные условия для нереста рыба и шемаи в каналах создаются при скорости течения воды 0,7-0,8 м/с и глубине на перекатах 20- 25 см. В период инкубации икры и ската личинок в выростной водоем скорость течения воды в каналах снижают до 0,3-0,2 м/с. Отход повторно нерестующих производителей достигает 40%.

Предличинки рыба после выклева содержат в ваннах инкубационных аппаратов с проточной водой. Предличинки отрицательно реагируют на свет: они лежат на дне ванн в малоподвижном состоянии, образуя многослойные скопления и питаются за счет содержимого желточного мешка. Затем через 2-6 сут в зависимости от температуры воды предличинки поднимаются в толщу воды и становятся личинками, которые свободно плавают.

Их пересаживают в пруды, так как к этому времени они начинают потреблять внешнюю пищу. Выживаемость личинок от исходного количества выдерживаемых в аппаратах предличинков составляет 90%.

Молодь рыба выращивают в монокультуре. Для выращивания молоди используют пруды площадью по 3-5 га. Пруды должны быть спускными с независимым водоснабжением и сбросом. В них должна осуществляться систематическая подача воды для покрытия потерь на испарение и фильтрацию. Глубина прудов – от 0,5 до 1,8 м (средняя – 1 м). Их ложе должно иметь хорошо спланированную водосбросную коллекторную сеть, подведенную к донным водоспускам. Время спуска пруда не должно превышать 2 сут. За 2 сут до заполнения прудов водой нужно обкосить их ложе и разделительные дамбы. Скошенную, подвяленную растительность укладывают копами у коллекторов прудов в количестве 200-300 кг/га. Копны укрепляют кольями, чтобы растительность не расплывалась по зеркалу прудов при их заполнении водой.

Пруды начинают заливать водой до посадки в них личинок: за 6-8 сут – при температуре воды 10-12⁰С, за 3-5 сут – при температуре 14-16⁰С и выше. Первоначальный уровень воды в прудах поддерживается в течение 7-10 сут не выше 20-30 см, что способствует хорошему прогреву воды и быстрому развитию инфузорий, водорослей и коловраток, которые являются пищей личинок рыба в первые дни их жизни в прудах, а также большей концентрации кормов на единицу объема воды.

Личинок просчитывают в инкубационном цехе по эталонному методу, помещают в канны, или полиэтиленовые пакеты, и перевозят к прудам с подготовленной кормовой базой. При выращивании в монокультуре плотность посадки личинок рыба в пруды составляет 150-300 тыс. шт./га. После зарыбления прудов уровень воды в них повышают в течение 10 сут и доводят до проектной отметки.

По мере роста личинок рыба и кутума состав их кормового рациона меняется. Они начинают потреблять наряду с мелкими и более крупные планктонные организмы – молодь ракообразных. Подростая молодь этих рыб питается в основном взрослыми формами зоопланктона.

В течение всего периода выращивания молоди рыба и кутума в прудах осуществляют наблюдения за термическим режимом, содержанием кислорода в воде и развитием кормовой базы.

Органические удобрения вносят в пруды дважды с интервалом 30 сут, так как их действие на увеличение численности и биомассы зоопланктона прекращается через 35 сут. Повторная доза внесения зеленых удобрений в пруды составляет 200 кг/га. Это позволяет поддерживать высокую кормовую базу в прудах до конца периода выращивания молоди.

На протяжении всего периода выращивания молоди нужно наблюдать за ее питанием и ростом. С этой целью проводят один раз в неделю контрольные обловы прудов. Отход молоди рыба за период выращивания в прудах составляет 15-39%.

Уровень воды в прудах поддерживают на проектной отметке. Это обеспечивает благоприятный для молоди гидрохимический и гидробиологический режим.

Молодь рыба выращивают в прудах 2-2,5 мес. до массы 1 г, после чего ее учитывают и выпускают в естественный водоем.

Выращивать молодь рыба можно в водоемах лиманного типа.

Таблица 37

Рыбоводно-биологические нормативы воспроизводства рыба и шемаи

Нормативы	Значение
Соотношение самок и самцов	2:1
Отход производителей за период выдерживания	10%
Созревание производителей	80%
Плотность посадки производителей в зимовальные пруды:	
рыбец	1200 шт/га
шемая	2400 шт/га
Отход производителей за время зимовки	20%
Плотность посадки производителей в маточные пруды	
рыбец	600 шт/га
шемая	1200 шт/га
Плотность посадки производителей в садки	5 шт/м ²
Рабочая плодовитость: рыбец	35 тыс.шт
шемая	15 тыс.шт.
Оплодотворяемость: рыбец	95%
шемая	95%
Аппарат для инкубации икры: рыбец	Ющенко
шемая	Вейса
Загрузка икры в 1 аппарат: рыбец	300 тыс.шт
шемая	100-120 тыс.шт
Продолжительность инкубации икры: рыбец	3-5 сут (14-18 ⁰ С)

шемая	3-4 сут (17-19 ⁰ С)
Выход свободных эмбрионов от икры: рыбец	75-90%
шемая	85%
Выживаемость личинок рыба при выдерживании в инкубационном аппарате	90%
Выживаемость личинок шемаи при выдерживании в садках	85-90%
Площадь выростного пруда	До 5 га
Плотность посадки личинок в пруды: рыбец	150-300 тыс.шт/га
Шемя	300 тыс.шт/га
Отход личинок за период выращивания: рыбец	15-30%
шемя	30-40%
Масса молоди, выпускаемой в естественные водоемы	1 г.

Задание. Рассчитать количество производителей, необходимых для получения потомства заданного количества. Рассчитать площади зимовальных, маточных прудов, садков для выращивания производителей. Рассчитать количество инкубационных аппаратов, необходимых для инкубации икры. Рассчитать количество выростных прудов, необходимых для выращивания личинок до массы 1 г.

Вариант для расчетов:

Вариант	Мощность, млн.шт	Вариант	Мощность, млн.шт
1	2	9	10
2	3	10	11
3	4	11	12
4	5	12	13
5	6	13	14
6	7	14	15
7	8	15	16
8	9	16	17

Вопросы для самоконтроля:

1. Перечислите основные особенности технологии воспроизводства проходных карповых рыб.
2. Дайте краткую рыбоводно-биологическую характеристику шемаи и рыба.
3. Особенности нерестово-выростного способа воспроизводства рыба.

Примерные вопросы для промежуточной аттестации студентов:

в форме экзамена:

1. Физические характеристики воды.
2. Понятие о показателе кислотности воды pH.
3. Солевой состав воды в водных объектах.
4. Водоохранные зоны. Ограничения хозяйственной деятельности в них.
5. Характеристика основных экологических областей Мирового океана. Батиаль, абиссаль, пелагиаль.
6. Биологические ресурсы внутренних водоемов России. Особенности водохранилищных экосистем.
7. Характеристика зон рыбозаведения на территории России.
8. Назовите основные периоды развития рыб и охарактеризуйте их особенности.
9. Биологические особенности рыб в связи с их воспроизводством.
10. Биологические основы размножения рыб, что входит в понятие размножение рыб.
11. Популяционные параметры. Статические и динамические параметры.
12. Миграции рыб, виды миграций
13. Закономерности влияния интенсивности рыболовства на популяционные параметры.
14. Ракообразные. Характеристика основных промысловых видов. Уловы. Хозяйственное использование.
15. Основные направления использования биологических ресурсов Мирового океана и новые объекты промысла.
16. Промысловая смертность рыб и факторы, ее определяющие.
17. Запасы рыб. Понятие общего и промыслового запаса рыб. Факторы, влияющие на запасы рыб.
18. Влияние вылова на стадо промысловых рыб. Селективность орудий и способов вылова.
19. Промысловые виды рыб семейства осетровые.
20. Промысловые виды рыб семейства лососевые.
21. Промысловые виды рыб отряда кефалеобразные.
22. Основные представители ракообразных.
23. Общая характеристика структуры гидробионтов.
24. Систематика промысловых гидробионтов.
25. Промысловые беспозвоночные.
26. Состояние сырьевой базы России.
27. Значение аквакультуры в сохранении и увеличении рыбных запасов в условиях антропогенного воздействия на природу.
28. Интенсивность промысла, понятия оптимального и допустимого улова рыбы.
29. Управление сезонностью размножения промысловых рыб.
30. Особенности проведения лова рыбы и других гидробионтов.

2.4 Примерные темы к курсовым работам (проектам)

Курсовые работы по дисциплине не предусмотрены

2.5 Оценка компетенций (в целом)

Оценивание обучающегося на промежуточной аттестации в форме зачета с оценкой осуществляется в соответствии с критериями, представленными в таблице, и носит балльный характер.

Баллы рейтинговые	Оценка зачета (нормативная)	Критерии оценки образовательных результатов
<i>гр.1</i>	<i>гр.2</i>	<i>гр.3</i>
85-100	5, отлично	Оценка «5 (отлично)» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил материал, связанный с методами оптимизации, имеет обширные знания по современным методам оптимизации, умеет находить, обобщать и выделять главное в найденном материале, умеет анализировать и применять знания в профессиональной деятельности. Демонстрирует это на занятиях

Баллы рейтинговые	Оценка зачета (нормативная)	Критерии оценки образовательных результатов
<i>гр.1</i>	<i>гр.2</i>	<i>гр.3</i>
		<p>и экзамене, исчерпывающе, последовательно, чётко и логически стройно излагал его, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний. Причем обучающийся не затруднялся с ответом при видоизменении предложенных ему заданий, использовал в ответе материал учебной и монографической литературы, в том числе из дополнительного списка, правильно обосновывал принятое решение.</p> <p>Учебные достижения в семестровый период и результаты рубежного контроля демонстрировали высокую степень овладения программным материалом.</p> <p>Рейтинговые баллы назначаются обучающемуся с учётом баллов текущей (на занятиях) и промежуточной (экзамен) аттестации.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.</p>
70-84	4, хорошо	<p>Оценка «4, (хорошо)» выставляется обучающемуся, если он твёрдо знает современные тенденции в области оптимизации и умеет применить полученные знания на практике. Грамотно и, по существу, излагает его на занятиях и экзамене, не допуская существенных неточностей. Умеет работать в команде и владеет базовыми знаниями разработки кроссплатформенных приложений и их компонентов, а также владеет методами верификации ПО на хорошем уровне. В ответе на вопросы, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приёмами их выполнения.</p> <p>Учебные достижения в семестровый период и результаты рубежного контроля демонстрируют хорошую степень овладения программным материалом.</p> <p>Рейтинговые баллы назначаются обучающемуся с учётом баллов текущей (на занятиях) и промежуточной (экзамен) аттестации.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).</p>
60-69	3, удовлетворительно	<p>Оценка «3 (удовлетворительно)» выставляется обучающемуся, если он имеет и демонстрирует теоретические знания методов оптимизации на занятиях и экзамене. Не умеет применять полученные знания без уточняющих вопросов, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении лабораторных работ.</p> <p>Учебные достижения в семестровый период и результаты рубежного контроля демонстрируют достаточную (удовлетворительную) степень овладения программным материалом.</p> <p>Рейтинговые баллы назначаются обучающемуся с учётом баллов текущей (на занятиях) и промежуточной (экзамен) аттестации.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.</p>
0-59	2, не удовлетворительно	<p>Оценка «2 (не удовлетворительно)» выставляется обучающемуся, который не знает основ методов оптимизации, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет лабораторные работы на занятиях и не может решить поставленные задачи на экзамене. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.</p> <p>Учебные достижения в семестровый период и результаты рубежного контроля демонстрируют невысокую (недостаточную) степень овладения программным материалом.</p>

Баллы рейтинговые	Оценка зачета (нормативная)	Критерии оценки образовательных результатов
<i>гр.1</i>	<i>гр.2</i>	<i>гр.3</i>
		<p>Рейтинговые баллы назначаются обучающимся с учётом баллов текущей (на занятиях) и промежуточной (экзамен) аттестации.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</p>