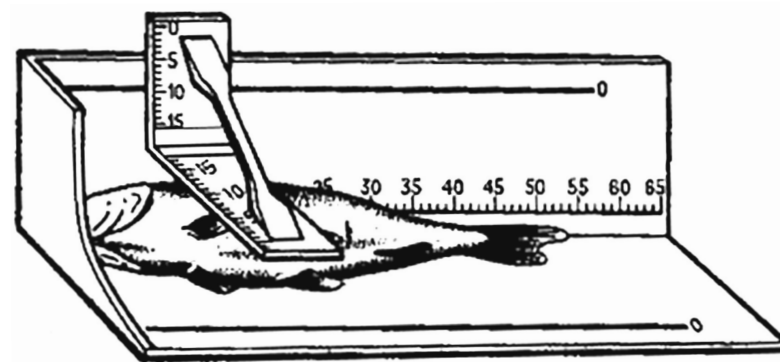


# М ЕТОДЫ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ



Петрозаводск  
2021

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

# МЕТОДЫ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

*Учебное пособие  
для обучающихся по направлению подготовки  
бакалавриата и магистратуры  
«Водные биоресурсы и аквакультура»*

Петрозаводск  
Издательство ПетрГУ  
2021

УДК 639.2/3  
ББК 47.2  
М545

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Петрозаводского государственного университета

Р е ц е н з е н т ы:

*А. Е. Болгов*, доктор с-х. наук, профессор каф. зоотехнии,  
рыбоводства, агрономии и землеустройства ПетрГУ;  
*Д. С. Савосин*, кандидат биологических наук, ИБ КарНЦ РАН

**Методы рыбохозяйственных исследований** : учебное по-  
М545 собие для обучающихся по направлению подготовки бака-  
лавриата и магистратуры «Водные биоресурсы и аквакуль-  
тура» / сост.: А. Ю. Волкова ; М-во науки и высшего образо-  
вания Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват.  
учреждение высшего образования Петрозавод. гос. ун-т. —  
Петрозаводск : Издательство ПетрГУ, 2021. — 80 с. : ил., таб.

ISBN 978-5-8021-3788-8

Учебное пособие предназначено для выполнения практических занятий и самостоятельной работы по дисциплине «Методы рыбохозяйственных исследований» обучающимися по направлению подготовки бакалавриата и магистратуры «Водные биоресурсы и аквакультура». Рассмотрены основные методы рыбохозяйственных исследований, необходимые для изучения основных рыбоводно-биологических показателей рыб в аквакультуре и естественных водоемах. В конце каждой темы помещены задания для самостоятельной работы и контрольные вопросы.

УДК 639.2/3  
ББК 47.2

ISBN 978-5-8021-3788-8

© Волкова А. Ю., сост., 2021  
© Петрозаводский государственный  
университет, 2021

# СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	4
1. КОМПЛЕКСНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВОДОЕМОВ .....	6
1.1. Методы изучения донных отложений и бентоса в водоемах ....	6
1.2. Методика отбора проб перифитона с естественных субстратов .....	9
1.3. Методика сбора проб планктона .....	10
1.4. Определение глубины, температуры и прозрачности водоема .....	13
2. МЕТОДЫ СБОРА И ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ ИХТИОЛОГИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА .....	16
2.1. Орудия рыболовства, применяемые для сбора ихтиологических материалов .....	16
2.2. Первичная обработка биологических материалов. Измерение и взвешивание рыб. ....	21
3. ИЗУЧЕНИЕ ЖИРНОСТИ И УПИТАННОСТИ РЫБ .....	32
4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ИЗУЧЕНИЕ ЭКСТЕРЬЕРА РЫБ .....	36
5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛА РЫБ И СТАДИИ ЗРЕЛОСТИ ПОЛОВЫХ ПРОДУКТОВ .....	40
6. ИЗУЧЕНИЕ ПЛОДОВИТОСТИ И РЕПРОДУКТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЫБ. ....	49
7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗРАСТА РЫБ .....	54
8. ИЗУЧЕНИЕ МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЫБ ...	58
9. ИЗУЧЕНИЕ ПИТАНИЯ РЫБ .....	65
10. ИЗУЧЕНИЕ СКОРОСТИ РОСТА РЫБ .....	71
Приложение .....	75
Список использованной литературы .....	76

# ВВЕДЕНИЕ

В основе развития любого направления производства лежат научные исследования, которые позволяют проводить комплексную оценку изучаемых объектов и явлений. Рыбохозяйственные исследования являются неотъемлемой частью изучения естественных водоемов, обитающих в них гидробионтов и условий их жизни, а также необходимы для оценки состояния объектов аквакультуры, так как позволяют оценивать состояние выращиваемых рыб, изучать условия их выращивания, вести контроль и учет основных производственных показателей.

При освоении дисциплины «Методы рыбохозяйственных исследований» обучающиеся осваивают общепрофессиональную компетенцию — способность к участию в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности.

Целью освоения дисциплины «Методы рыбохозяйственных исследований» является получение студентами теоретических и практических навыков непосредственно в сборе, оценке и анализе качественных и количественных характеристик ихтиофауны.

Согласно планируемым результатам обучения студент должен:

1. **Знать** состав и структуру рыбохозяйственной информации; методику организации научно-исследовательского процесса при ихтиологических наблюдениях; классификацию орудий лова, используемых в рыбохозяйственных исследованиях; методику сбора и консервации ихтиологического материала, современные методы рыбохозяйственных исследований; методы промысловой разведки и методику составления промысловых прогнозов; основные популяционные характеристики рыб.
2. **Уметь** искать и анализировать информацию в области рыбохозяйственных исследований; применять современные методы научных исследований в области водных биоресурсов и аквакультуры; вести документацию экспериментальных и производственных работ; применять промысловые и контрольные орудия лова; проводить оценку состояния

популяций промысловых видов рыб и их запасов; применять данные промысловой разведки.

3. **Владеть** правилами ведения учетной документации полевых рыбохозяйственных наблюдений, экспериментальных и производственных работ; методиками сбора и первичной обработки рыбохозяйственной информации.

Учебное пособие состоит из десяти тем, в них рассмотрены основные методы рыбохозяйственных исследований, применение которых необходимо для успешной работы в рыбохозяйственной сфере.

# 1. КОМПЛЕКСНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВОДОЕМОВ

## 1.1. Методы изучения донных отложений и бентоса в водоемах

Основными орудиями сбора на количественный анализ донных беспозвоночных — обитателей поверхностного слоя и толщи грунта — являются дночерпатели различных систем. Универсального дночерпателя, пригодного для работы на всех типах грунта, нет. Поэтому рекомендуют несколько конструкций дночерпателей, каждая из которых применяется для отбора проб при определенном характере донных осадков [1].

На мягких илистых грунтах применяется коробочный дночерпатель Экмана-Берджа на тросе (рис. 1, А) или облегченная модель ковшевого дночерпателя Петерсена. Для работ на водохранилищах удобна модифицированная модель дночерпателя Экмана-Берджа, работающая на плотных грунтах и при волнении (рис. 1, Б). На очень мягких илах, например в профундали озер, дночерпатель Экмана-Берджа опускают очень медленно, контролируя по натяжению троса достижение дна, чтобы прибор не зарывался в грунт. Лучшие результаты получаются при использовании дночерпателя модели Боруцкого с высоким (до 40 см) коробом.

В реках на песчаных грунтах отбор осуществляется дночерпателем Петерсена с малой площадью захвата. На плотных и особенно на задернованных грунтах следует применять утяжеленную модель дночерпателя Петерсена (рис. 1, Г). Этот тип дночерпателей, работающий без посыльного груза, удобен для работ на водохранилищах даже во время сильного волнения.

Перечисленные виды дночерпателей применяют для отбора проб с лодки или катера.

Спуск и подъем облегченных моделей дночерпателей с площадью захвата 1/40 м лучше выполнять с помощью механической лебедки с лодки, но можно отбирать пробы, удерживая дночерпатель руками.

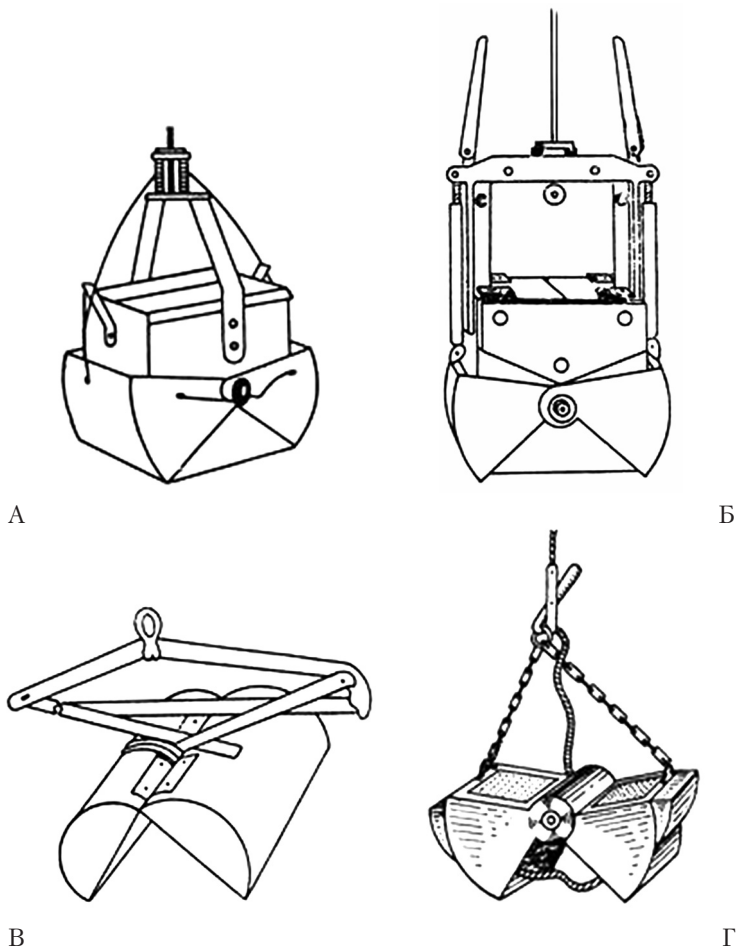


Рис. 1. Дночерпатели различных конструкций [2]:

А — дночерпатель Экмана-Берджа; Б — дночерпатель Экмана-Берджа (модифицированная модель); В — дночерпатель Петерсена; Г — дночерпатель Петерсена (модифицированная модель)

Трубчатый дночерпатель также удобен для сбора организмов мезобентоса, так как в отобранной пробе сохраняется ненарушенным верхний слой грунта и прилегающий слой воды.



Для сбора крупных организмов, таких как двустворчатые моллюски, на мелководье можно применять рамку, ограничивающую участок дна, площадью 1 м. Стенки рамки изготавливают из листового металла высотой 3 см. По углам впаяны металлические шипы или гвозди длиной 3—5 см. Рамка накладывается на грунт, и ее положение фиксируется при помощи вдавленных в грунт шипов. В пределах ограниченного рамкой пространства крупных животных выбирают вручную, полученный материал просчитывают на месте, несколько экземпляров фиксируют формалином для уточнения видового состава, а остальных моллюсков возвращают в водоем.

На глубинах, недоступных для сбора вручную, крупных макробеспозвоночных отлавливают дночерпателями большой площади сечения (0,1) или берут большее число проб, а промывку грунта проводят через сита с крупной ячейкой (не менее 5 мм).

Дночерпатель опускается плавно в открытом состоянии. Достигание им дна обнаруживается по ослаблению натяжения троса. В зависимости от конструкции дночерпателя производится закрытие прибора и захват определенного объема грунта. Затем начинают подъем прибора. Дночерпатель с отобраным грунтом помещают в таз, кювету, ящик или на промывательный станок (на крышку) и открывают его. Затем смывают грунт струей воды в отверстие крышки на сито промывательного станка либо слегка приподнимают дночерпатель над приемной емкостью, освобождая его от грунта. Остатки грунта на стенках прибора смывают в основную пробу.

Характер грунта определяется на каждой станции, где производится сбор донной фауны. Тип донных отложений по данным механического анализа определяется специалистами в аналитических лабораториях. Для этих целей отобранный грунт высушивают на воздухе или в любом теплом месте.

Отбор проб для качественного анализа можно производить также скребками, драгами и тралами различной конструкции, причем скребком облавливаются только мелководные участки водоема, а драгами — как мелководные, так и глубокие участки.

Промывка добытого дночерпателем грунта проводится на водоеме сразу после отбора проб при помощи нескольких сит с ячейей разного диаметра и большого количества воды. Для промывки небольших количеств грунта можно использовать небольшие сачки-промывалки, состоящие из металлического обруча диаметром 20–30 см, к которому пришивается такой же мешок, как у скребка. Сбор организмов с промывных сит проводят сразу после промывки проб. Тщательно осматривают крупные объекты, отобранные на сите, и собирают обнаруженные на них организмы. Затем грунт тщательно просматривают для сбора моллюсков и других не всплывших организмов. Пробы с организмами мезобентоса фиксируют целиком в 4–10%-м растворе формалина, а выбор животных проводят в стационарных условиях.

## 1.2. Методика отбора проб перифитона с естественных субстратов

В соответствии с методикой сбора гидробиологических материалов [3] на месте отбора проб отмечается характер обрастания: цвет, пышность развития, характер субстрата, на котором развиваются организмы перифитона, расстояние места отбора проб от берега, глубина, на которой находится субстрат, температура воды, скорость течения. Необходимо также дать визуальную оценку качества воды, где указать цветность воды, мутность, наличие на поверхности нефтяных пленок, плавающего мусора. Все эти данные заносят в полевой журнал, где указывают дату обследования, местонахождение и номер створа.

На разных створах отбор проб желательно производить с одних и тех же субстратов, чтобы в дальнейшем получить сопоставимые результаты.

Не следует отбирать пробы с поверхности деревянных предметов (затопленных деревьев, деревянных мостков и т. п.), так как гниющая древесина может сильно завязить сапробность.

Сбор оброста с талломов макрофитов осуществляют лишь в тех случаях, когда на створе нет никаких других субстратов,

поскольку известно, что макрофиты оказывают заметное влияние на состав и количественное развитие перифитона. Если же приходится отбирать пробы с макрофитов, следует использовать одинаковые виды на разных створах.

Отбор проб с поверхности листьев и стеблей макрофитов производят, смывая оброст мягкой кисточкой. Такие растения, как роголистник, уруть, имеющие узкие листовые пластинки, помещают в склянку с водой и тщательно полощут. Обработанное таким образом растение вынимают, а смытый оброст сохраняют для анализа.

Наиболее пригодными для сбора перифитона являются нейтральные субстраты (камни, бетонные сооружения).

Сбор обрастаний с поверхности твердых предметов (плотин, камней, мостов и т. п.) производят с помощью скребка, ножа, скальпеля, пинцета или обычной столовой ложки с заточенным краем. Отбор необходимо производить очень осторожно, так как частицы бетона, камней, крупного минерального детрита могут затруднить дальнейший просмотр пробы.

Небольшое количество материала помещают в банку с водой (можно использовать хозяйственные банки емкостью 0,5 л с полиэтиленовыми крышками) с таким расчетом, чтобы количество воздуха над пробой составляло не менее половины объема сосуда.

Пробы обрастаний необходимо обрабатывать непосредственно после отбора или в срок, гарантирующий сохранность живого материала (приблизительно в течение 6 ч. после отбора проб, сохраняемых при температуре 5–10 °С).

### 1.3. Методика сбора проб планктона

Метод отбора проб зависит от типа водоема, его глубины и размеров. В крупных и средних водоемах с замедленным водообменом (озерах, водохранилищах) пробы зоопланктона отбирают количественной сетью Джедди (рис. 2, Б) фракционно (последовательно облавливают эпи-, мета- и гипolimнион). В мелководных водоемах, глубина которых не превышает 3–4 м, пользуются качественной сетью Джедди тотально (производится облов всего столба воды от дна до поверхности).

**Качественный** сбор планктона производят либо методом горизонтального лова планктонными сетками, забрасываемыми с лодки или с берега в открытой и прибрежной частях озера, либо вертикальным ловом в столбе воды от дна до поверхности. Вытащив сеть, дают отфильтроваться излишку воды и остаток ее с организмами, скопившимися в планктонном стаканчике, выливают в банку и фиксируют 40%-м формалином до создания 4%-й концентрации его в пробе.

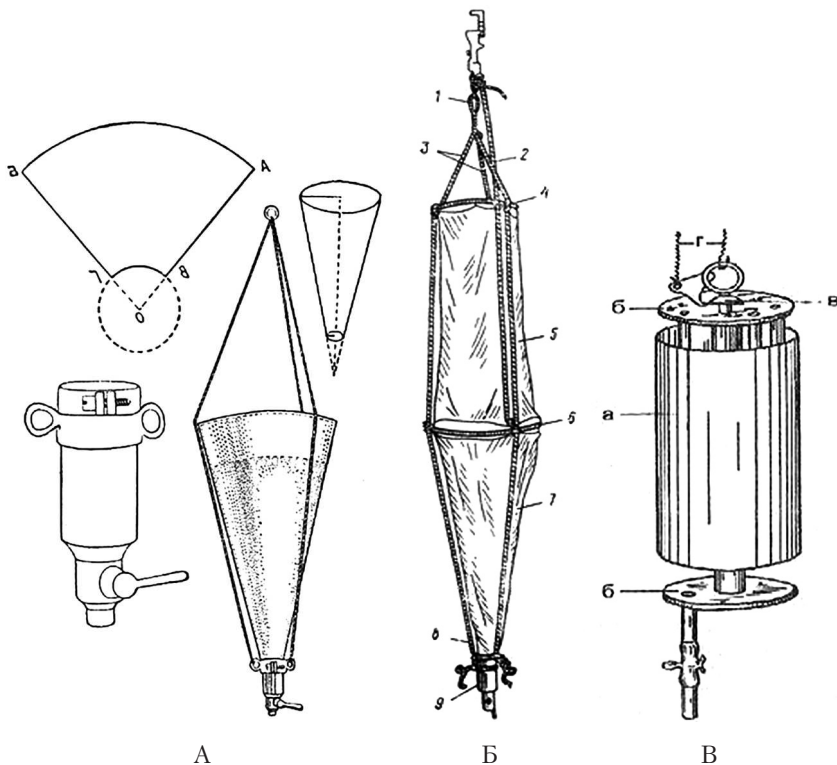


Рис. 2. Оборудование для сбора проб планктона [2]:

А — планктонная сеть Апштейна со стаканчиком для сбора организмов; Б — замыкающаяся планктонная сеть Джеджи (1 — петля на шнуре, 2 — шнур, связывающий сетку с замыкателем, 3 — шнуры на верхнем кольце, 4 — верхнее кольцо, 5 — матерчатый конус, 6 — нижнее кольцо, 7 — шелковая сеть, 8 — шнур, удерживающий стаканчик, 9 — стаканчик); В — батометр (а — латунный цилиндр, б — крышка-клапан, в — затвор, г — трос)

**Количественный** сбор производят сплошным вертикальным ловом количественными сетями или вертикальным фракционированным ловом. Для этого спускают в воду захлопывающуюся сеть (рис. 2, Б) и производят послойно последовательные вертикальные обловы. После облова каждого слоя сеть замыкают посыльным грузом, спускаемым по тросу, и вытаскивают на поверхность. Пробу сливают в материальную банку, а затем сеть в заряженном виде снова спускают для облова следующего слоя (немного отступив от точки предыдущего спуска) и т. д., пока не будет обловлен весь столб воды от поверхности до дна.

Осадочным методом при отсутствии планктонных сетей могут производиться как качественные, так и количественные сборы. Широкогорлой литровой банкой или литровой кружкой зачерпывают с поверхности 1–3 л воды (в зависимости от обилия планктона) и наливают ее в другую банку, где пробу фиксируют формалином; банку закрывают пробкой и оставляют на 3–6 дней, чтобы дать осесть планктонным организмам на дно. После этого отфильтровывают излишек воды, а остаток ее вместе с организмами сливают в обычную материальную склянку. Для изучения вертикального распределения планктона можно брать пробы воды батометрами разных конструкций с разных глубин, обрабатывая их описанным способом.

Этикетирование и дальнейшая обработка проб: в каждую пробу вкладывается этикетка; дальнейшая обработка заключается в систематическом определении планктонных организмов и их подсчете в количественных пробах. Валовая продукция планктона определяется методом сырых объемов, для чего количественную пробу переливают в специальную бюретку, разделенную на кубические сантиметры. Дают осесть планктонным организмам, затем определяют объем осадка в см<sup>3</sup>. Полученные величины пересчитывают на м<sup>3</sup> воды. При определении осадочного планктона некоторые организмы, например, сине-зеленые водоросли, всплывают. В таком случае объем их отсчитывают дополнительно по верхним делениям бюретки [1].

## 1.4. Определение глубины, температуры и прозрачности водоема

Для **измерения глубин** применяется конический лот Воронкова (рис. 3, А), позволяющий одновременно производить и визуальную оценку грунта; на озерах, дно которых покрыто жидким илом, применяют металлический круг или утяжеленный деревянный.

Для производства гидрометеорологических наблюдений над водной поверхностью необходимы: термометр-пращ, психрометр Ассмана (большая модель), анемометр Фусса, выпел и компас для определения направления ветра; для измерения уровня воды — водомерная рейка, которую можно изготовить самим, нанеся на обструганную доску сантиметровые деления масляной краской или выжигая их. Течения в озере определяются поплавком Митчела, состоящим из двух сосудов одинаковой высоты и диаметра, соединенных тросом. Нижний сосуд загружают так, чтобы верхний погрузился в воду до горлышка. Вместо поплавок можно пользоваться обыкновенной бутылкой, погруженной в воду до горлышка.

Для **измерения температуры воды** поверхностного слоя озера применяют родниковый термометр. Температура воды на глубине измеряется глубоководным опрокидываемым термометром. Можно измерять температуру воды термометром, вставленным в батометр Руттнера.

Для **определения прозрачности воды** применяется диск Секки (рис. 3, Б) — металлический круг диаметром в 30 см, выкрашенный в белый или черно-белый цвет. К нему с нижней стороны прикрепляется груз, а сверху для удержания диска в горизонтальном положении — металлическая трубка, в которую пропускается трос.

**Цвет воды** определяется по шкале Фореля — Уле, состоящей из рамки, в которую вставлены эталоны — стеклянные трубки в количестве 21, с окрашенной жидкостью. Цветовая гамма шкалы включает тона от синего — через сине-зеленый, зелено-желтый — до коричневого. Она не охватывает все многообразие

цветов, которым обладает вода в озерах, поэтому часто пользуются бумажными шкалами.

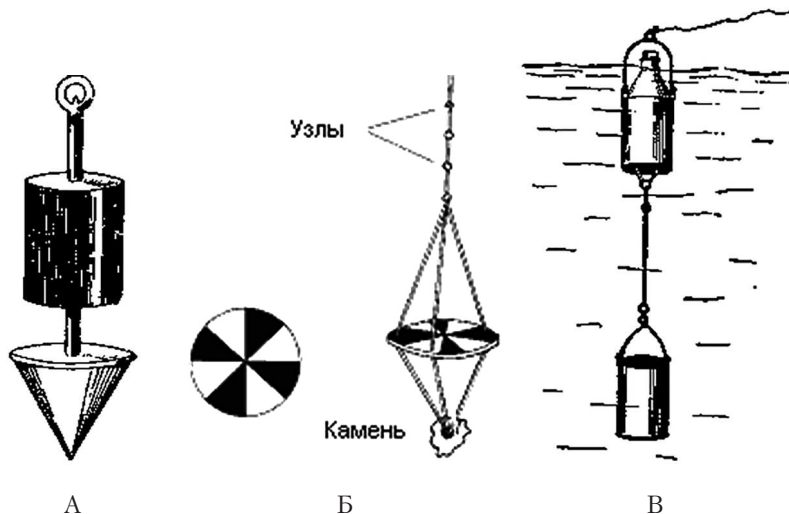


Рис. 3. Оборудование для спуска приборов:

А — лот Воронкова; Б — диск Секки; В — поплавок Митчела [2]

Для определения **величины активной реакции** воды в полевых условиях пользуются шкалами рН, состоящими из пробирок с буферными растворами, окрашенными индикаторами, причем в каждой пробирке раствор имеет определенную величину рН. Пользуются и искусственно окрашенными эталонами; простейшей является цветная бумажная шкала с универсальным индикатором.

### **Задания:**

1. Изучить основные виды оборудования, используемого при комплексном обследовании водоемов.
2. Используя раздаточный материал, заполнить таблицу 1.
3. Ответить на контрольные вопросы.

**Оборудование для комплексного изучения водоемов**

<i>Назначение, изучаемые показатели</i>	<i>Название оборудования и рисунок</i>	<i>Краткая характеристика</i>
Взятие проб воды		
Получение проб грунта		
Изучение глубин водоема		
Определение плотности		
Определение pH		
Определение температуры воды		
Определение прозрачности		
Определение цветности		
Сбор планктона		

**Контрольные вопросы:**

1. Какое оборудование применяют при гидрометеорологических наблюдениях?
2. Как изучают донные отложения в водоемах?
3. Какие виды оборудования можно использовать для получения проб планктона?
4. Что такое термооксиметр?
5. Какое оборудование используют при топографической съемке?
6. Какие методы используют для оценки бентосной фауны в водоемах?



## **2. МЕТОДЫ СБОРА И ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ ИХТИОЛОГИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА**

### **2.1. Орудия рыболовства, применяемые для сбора ихтиологических материалов**

В отличие от других биологических или экологических исследований, специфика рыбохозяйственных наблюдений заключается в том, что в подавляющем большинстве случаев все они имеют один источник информации — улов, а цель исследования — оптимизация уловов. Следовательно, вся структура наблюдений должна базироваться именно на анализе уловов (промысловых, контрольных, экспериментальных и т. д.). Остальные источники информации являются вспомогательными, хотя и важными.

В морских и внутренних водоемах видовой состав промысловых уловов часто весьма разнообразен, но существующая промысловая статистика, как правило, не дает верного представления о действительном соотношении видов. Такие данные промысловой статистики, неправильно отражая действительное соотношение видов рыб, особенно младших возрастов, могут стать причиной серьезных ошибок как при оценке запасов и планирования уловов на ближайшие годы, так и при разработке мероприятий охранного характера. Поэтому регулярные анализы видового, размерного и возрастного состава промысловых уловов — задача столь же важная и необходимая, как изучение возраста и темпа роста рыб, возраста наступления половой зрелости и других биологических показателей.

Основным источником ихтиологических материалов являются промысловые уловы. Промысел находится в тесной взаимосвязи с эксплуатируемым запасом, и знание конструктивных особенностей орудий рыболовства является важным по ряду аспектов.

#### **Классификация орудий рыболовства**

Рыболовные орудия — средства, используемые в промышленном рыболовстве и обеспечивающие лов рыбы и ее транспортировку

на добывающее судно или на берег. Действие всех типов орудий лова заключается в создании некоторой «зоны удерживающего действия», попав в которую рыба не имеет возможности уйти и, таким образом, отлавливается.

В зависимости от целей вылова орудия лова подразделяются на промысловые, контрольные и исследовательские. По способу организации промысла орудия промышленного рыболовства разделяются на активные и пассивные. К активным орудиям лова относятся кошельковые неводы и тралы, которые настигают и захватывают косяки рыбы. К пассивным орудиям рыболовства относятся все неподвижные орудия лова, в которые рыба попадает сама: крючковые снасти, сети, стационарные неводы, разнообразные ловушки.

В зависимости от классификационных признаков существует много видов классификаций. Например, по роду материалов орудия лова делятся на сетные и несетные; по месту применения — на речные, озерные, морские или океанические. Кроме того, существуют донные и разноглубинные орудия лова, прибрежные и для лова вдали от берегов и т. д. Наибольшее значение имеет классификация по принципу действия. Первоначально эта классификация была разработана основоположником науки о промышленном рыболовстве Ф. И. Барановым. Затем она была развита и дополнена крупнейшими учеными Н. Н. Андреевым, А. И. Трещевым, В. Н. Лукашовым и др. и с различными дополнениями принята в международной практике. В соответствии с этой классификацией все орудия лова можно разделить на шесть основных групп: обьячеивающие, оттеживающие, тралящие, стационарные, колющие и прочие виды.

**Обьячеивающие орудия лова.** Их принцип действия основан на том, что орудия лова в виде сетной стены выставляют на пути хода рыбы, которая, пытаясь пройти сквозь эту преграду, застревает в ячейках сети, т. е. обьячеивается. Обьячеивающие орудия лова применяются в морях, озерах, реках, вдали от берегов и у побережья. В зависимости от условий меняются способ лова и конструкция сетей. Если сети, закрепленные тем или иным способом, стоят в процессе лова неподвижно на одном месте и улавливают

рыбу, пытающуюся пройти сквозь них, то они называются ставными сетями, а лов — сетным ставным ловом. Если сети в процессе лова плывут по течению реки и улавливают рыбу, идущую навстречу, то они устроены иначе и называются речными плавными сетями, а лов — речным плавным ловом. Этот вид лова применяется почти на всех крупных реках мира. Широко применяются сети в открытых морях, где из большого числа сетей составляют длинные порядки, которые дрейфуют под влиянием морских течений, объеживая встречную рыбу. Такие сети называют морскими плавными или дрейфтерными, а лов — морским плавным или дрейфтерным. Этот вид лова имеет большое значение в рыболовстве всего мира.

**Отцеживающим орудием лова** является кошельковый невод. Он представляет собой близкую к прямоугольной сетную стенку большой длины (несколько сотен метров) и большой высоты (несколько десятков метров). Крупные кошельковые неводы для ловли быстроходных рыб (например, тунца) могут иметь длину до 1000 м, а высоту до 350 м. Кошельковый невод используется для добычи рыб, образующих косяки. Вначале сетной стеной обмётывается (окружается) скопление рыбы, затем с помощью стяжного каната низ сетной стенки стягивается (образуется сетный кошель) и преграждает рыбе выход из сети. Затем стенки невода поднимают из воды, а рыбу рыбонасосом или каплером (сетным конусом больших размеров) перегружают на судно.

**Тралящие орудия лова.** Трал — это орудие лова, широко применяемое в мировом промышленном рыболовстве. Буксируемые тралы, имеющие вид сетного конусообразного мешка, захватывают рыбу, которая встречается на пути движения трала. Различают донные тралы, близнецовые тралы и собственно тралы. Донные тралы используют на мелководье. Близнецовые тралы пользуются для траления двумя судами, следующими параллельным курсом. Тралами ловят рыбу по всей толще воды. Поперечное раскрытие трала обеспечивается распорными досками, вертикальное — верхними поплавками и нижними грузилами. В зависимости от глубины лова различают донный траловый

промысел и пелагический (разноглубинный). Современные пелагические тралы применяются с начала 1940-х гг. Траловый промысел наиболее механизированный, тралы обеспечивают до 80 % всей добываемой рыбы.

**Стационарные орудия лова** представляют собой разнообразные неподвижные ловушки, в которых используются лабиринты из сетных стенок. Применяются в прибрежной ловле. Наиболее распространенными являются ставные неводы, в которых рыба направляется в ловушку с помощью специальной сетной стенки, идущей от берега до входа в ловушку.

**Колющие орудия лова** разделяются на крючковые и остроговые. Из остроговых, к которым относятся остроги, копыя, гарпуны, использовались лишь гарпуны в китобойном промысле. Крючковые орудия лова применяют при ярусном промысле. Ярусный промысел ведут на специально оборудованных судах, имеющих ярусоподъемники. Ярусы состоят из прочного каната (хребтины) длиной в несколько километров (до 70) с прикрепленными к канату на поводках буюми — вешками и крючками. Хребтина удерживается на заданной глубине с помощью поплавков и грузил и ставится на якорь. На крючки насаживается естественная или искусственная насадка. Для ловли кальмаров используются специальные удочки.

К прочим орудиям лова относят рыбонасосы, часто работающие с дополнительными средствами привлечения рыбы в зону отсоса (подводное освещение, электроток, звук и др.), а также разнообразные местные орудия лова.

### **Научная классификация орудий рыболовства**

В наиболее полном виде классификация рыболовных орудий разработана Ф. И. Барановым (1935) и А. И. Трещевым (1958). Она основана на анализе конструкций рыболовных орудий и принципов их действия и представляет собой трехуровневую систему. Выделяются классы орудий, внутри классов — группы, внутри групп — виды. Классы характеризуют принципы лова, обозначаются римскими цифрами. Группы характеризуют способы

осуществления принципов лова, обозначаются буквами латинского алфавита. Виды характеризуют главные особенности конструкций орудий лова и способы их применения, обозначаются арабскими цифрами.

В соответствии с этими определениями все известные в настоящее время орудия промышленного рыболовства разделяются на 8 классов.

В приведенной системе классификации для определения принадлежности любого современного рыболовного орудия достаточно трех знаков, обозначающих класс, группу и вид, например: донный оттертрал — II-A-1; кошельковый невод, применяемый с двух судов, — II-B-2; сеть плавная морская одностенная (дрифтерная) — ГУ-B-5 и т. д. На практике, в особенности на внутренних водоемах, большинство орудий рыболовства имеет местные названия. Например, ловушки, закрытые сверху, называются вентерями, мордами, рюжами, ризцами и т. п. В связи с этим проведение кадастра орудий рыболовства на любом водоеме с установлением принадлежности орудий к определенному классу является обязательным элементом рыбохозяйственных исследований [4, 5].

### ***Задания:***

1. Изучить основные виды рыболовного оборудования и методы его использования.
2. Используя справочную литературу, заполнить таблицу
3. Ответить на вопросы.

### ***Контрольные вопросы:***

1. Какие орудия лова относятся к отцеживающим видам?
2. Принцип действия отцеживающих орудий лова.
3. Принцип действия близнецового трала.
4. Какие виды неводов вы знаете?
5. Какова конструкция закидного невода?
6. Какие виды орудий лова являются активными?

**Орудия рыболовства, применяемые для сбора  
ихтиологических материалов**

<i>Название</i>	<i>Назначение оборудования и рисунок</i>	<i>Краткая характеристика</i>
Ставной невод		
Кошельковый невод		
Ставные сети		
Дрифтерные сети		
Плавные сети		
Донный трал		
Пелагический трал		
Близнецовый трал		
Ярусные снасти		

## 2.2. Первичная обработка биологических материалов.

### Измерение и взвешивание рыб

#### **Предварительная оценка уловов**

Ихтиолог должен обязательно присутствовать при подъеме трала на борт судна и выливке улова. В это время визуально определяются величина и видовой состав улова. После этого принимается решение о необходимости выполнения тех или иных исследований и объеме материала, который нужно собрать из этого улова.

Небольшие уловы удобнее разбирать и обрабатывать на палубе, если это не мешает дальнейшей работе судна.

На небольших траловых судах или судах ярусного лова, а также на рыболовных ботах улов выливается в рыбный ящик либо прямо на палубу. В этом случае рабочее место оборудуется на открытой палубе.

Сбор биологического материала по донным рыбам на крупно- и среднетоннажных судах удобнее проводить в помещении после выливки улова в бункер. Пелагические виды желательно отбирать на палубе до выливки улова в бункер.

Рыбу, предназначенную для промеров и биологических анализов, безвыборочно накапливают в емкостях (бочки, ящики) либо берут прямо с ленты транспортера. Следует учитывать, что на промысловых судах треску сразу после выливки улова «подрезают», т. е. обескровливают, надрезав брюшную аорту. Во время этой операции происходит искусственная сортировка улова: сначала, как правило, «подрезают» наиболее крупных особей, после чего на палубе остается прилов — непромысловые рыбы и молодь (рыбы непромысловых размеров). У «подрезанной» рыбы искажается фактическая длина, поэтому такую рыбу измерять не рекомендуется. Промысловая обработка улова часто идет параллельно ихтиологическим работам, и при недосмотре ихтиолога измерениям подвергается более мелкая, чем в фактическом улове, рыба. Многие гидробионты ценных видов (палтус, окунь, краб) могут быть изъяты из улова без ведома ихтиолога, что ведет к неправильной оценке видового состава улова. Ихтиологи должен осуществлять строгий контроль за использованием улова, а ихтиологические работы следует проводить до начала обработки улова рыбаками.

Когда в трал попадает редкая или неизвестная рыба, ее следует отложить в сторону и тщательно исследовать после обработки улова. Такие находки необходимо заморозить или зафиксировать для дальнейшего изучения в камеральных условиях.

В видовом составе улова должны быть указаны все виды рыб. Оценивают величину улова объемным или весовым способом по каждому виду гидробионтов [6].

Во время ихтиологических исследований молоди рыб на водоемах могут быть использованы различные орудия лова. Личинок и мальков отлавливают при помощи специальных снастей: малькового круга с различной величиной ячеи дели (рис. 4) или прямоугольной ловушкой из мельничного газового полотна № 10.

Для отлова молодежи в центр ловушки в качестве приманки помещается черствый хлеб или предварительно размоченная крупа. Затем ловушка опускается в воду в месте массового скопления мальков (личинок) и выдерживается в течение определенного времени (5, 10 и более минут). Для предупреждения всплывания с наружной стороны ловушки рекомендуется закреплять небольшой груз.

При накоплении необходимого количества молодежи ловушка быстро извлекается из воды. Затем мальки (личинки) осторожно перемещаются в резервуары с водой (аквариум, ведро и др.), взятой из этого же водоема, и доставляются в лабораторию для дальнейшего исследования.

Необходимо следить, чтобы в резервуарах с молодью во время отлова и транспортировки не было нагрева воды. Для этого они помещаются в затемненной части лодки или в тени на берегу. Для анализа обычно отбираются 3 пробы по 20 экземпляров.

Для отлова взрослой рыбы применяются как пассивные (удочки, катиски, ставные сети), так и активные (тягловые невода, тралы) орудия лова. Также могут использоваться специализированные орудия промысла (перекрытия миграционных путей рыб с ловушками, крупногабаритные ставные невода и другие).

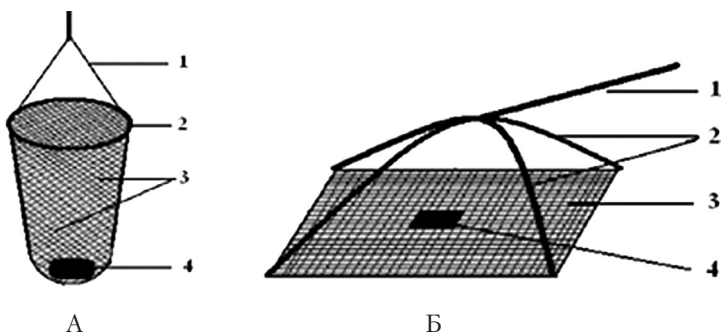


Рис. 4. Ловушки для личинок (А) и мальков (Б)

А: 1 — веревка, 2 — каркас из жесткой проволоки, 3 — дель с ячейёй на 2—3 мм; Б: 1 — подъемное коромысло, 2 — дуги из жесткой проволоки, 3 — мельничный газ, 4 — место закрепления приманки (плотная ткань с крючком) [7]



Удочки и катиски могут использоваться при отлове рыбы на небольших глубинах. Наиболее разнообразный материал можно получить при использовании тяглого невода или трала.

После отлова взрослая рыба помещается в специальные резервуары с водой или в садки. При этом необходимо учитывать плотность посадки, чтобы не вызвать кислородного голодания. После кратковременной адаптации и отбраковки не исследуемых объектов рыба в специальных емкостях транспортируется к месту расположения лаборатории. Для получения достоверных результатов отбирается по 20–25 экземпляров каждой возрастной группы или пола в зависимости от поставленной задачи [7].

### **Методика измерения рыб**

Камеральную обработку отловленного ихтиологического материала необходимо производить на «свежей», только что отловленной рыбе. В исключительных случаях допускается работа на фиксированном материале. В первую очередь определяют видовую принадлежность выловленных экземпляров, размеры и массу каждой исследуемой рыбы. Полученные результаты записываются в специальные рабочие тетради (чешуйные книжки). Образец страницы чешуйной книжки приведен в Приложении. Для регистрации номер страницы записывается на пергаментной бумаге, которая в свернутом виде помещается в ротовую полость рыбы. Для измерения линейных размеров и окружности тела рыб обычно используется миллиметровая лента. Высоту тела измеряют при помощи штангенциркуля. Взвешивание личинок целесообразно проводить на торсионных весах. Вес взрослой рыбы определяют при помощи электронных весов [7].

Основным орудием работы служит мерная доска (рис. 5). Для измерения крупных (донные) рыб используются доски длиной около 1,5 м, шириной 25–30 см и толщиной 15–25 мм. Для измерения мелких (пелагические) рыб используются небольшие доски длиной до 50 см с миллиметровыми делениями.

Рыба должна лежать на мерной доске неподвижно, иначе измерение длины может оказаться неточным. Живую, сильно

бьющуюся рыбу расправляют на мерной доске, предварительно оглушив ее.

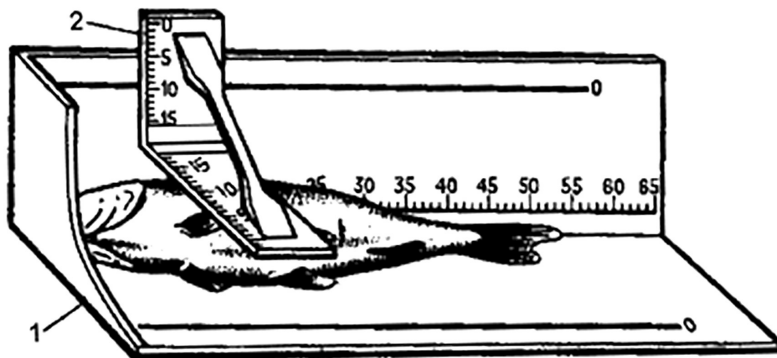


Рис. 5. Доска для измерения рыб [8] (ист.: <https://u.to/3ewTGg>)

Для измерения рыбы, длина которой больше, чем длина мерной доски, можно использовать тонкую бечевку или рулетку. Для большей точности измерений можно пользоваться штангенциркулем (механическим и электронным). При этом достигается высокая точность измерений при промерах, например, головы (диаметр глаза, ширина рыла, длина верхнечелюстной кости и т. д.) или оснований плавников.

У большинства рыб измеряют абсолютную (зоологическую) длину от конца рыла до конца хвостового плавника. Если хвостовой плавник вильчатый, раздвоенный, то принимают во внимание конец более длинной лопасти (например, у акул — верхней лопасти, у летучих рыб — нижней). Таким образом, наибольшая длина рыбы — это расстояние между концом ее рыла и вертикалью, проходящей через окончание большей лопасти хвостового плавника. При этом хвостовой плавник должен находиться в нормальном, расправленном состоянии.

Рыб с поврежденными, обломанными хвостами измерять не следует, за исключением тупорылого макруруса, у которого измеряют антеанальную длину (рис. 6).

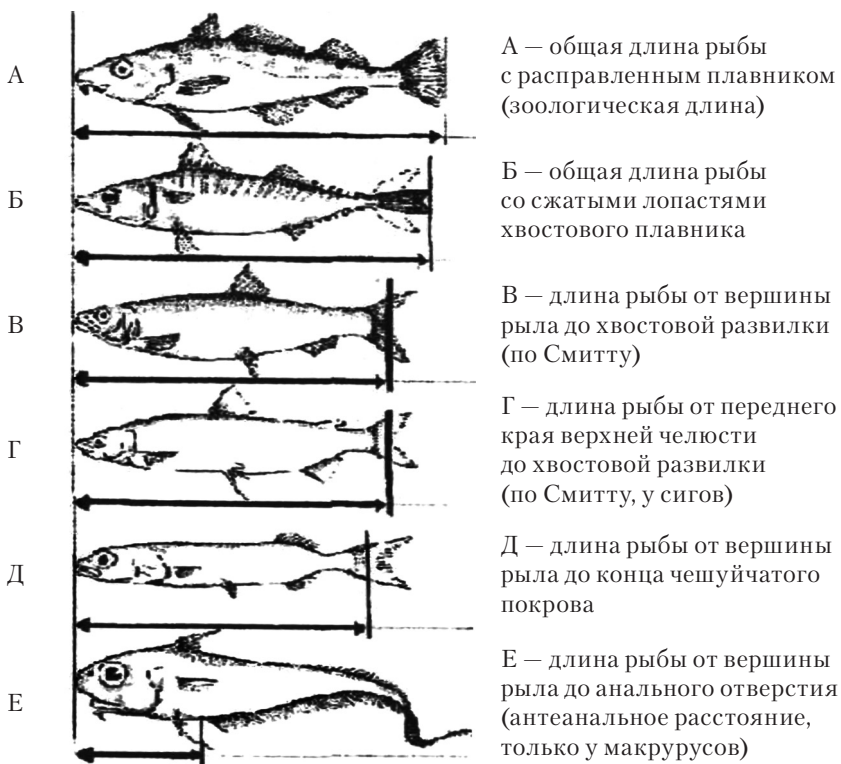


Рис. 6. Схема измерения длины рыб с различной формой тела [6]

Некоторых рыб, имеющих заметно выраженный половой диморфизм (морские окуни, черный палтус, камбалы, пинагор, скаты, мойва и др.), измеряют отдельно по полу. В этом случае для промера рыбу вскрывают с помощью остро наточенного ножа, но если рыба мелкая, то можно использовать скальпель. При этом желательно не наносить рыбе ущерба с точки зрения ее товарной ценности. При вскрытии и оценке пола нельзя путать ожирение внутренностей некоторых рыб с семенниками, которые лежат в глубине брюшной полости вдоль позвоночника.

Длину рыб, имеющих высокий темп роста и большие размеры тела (например, донные рыбы, сельдь, путассу), оценивают с точностью до 1 см и с округлением до ближайшего значения.

Например, всю треску длиной 53,1–54,0 см записывают как имеющую длину 54 см.

При измерении некоторых мелких пелагических рыб (например, мойва, сайка) их длину оценивают с точностью до 1 мм и с округлением до меньшего полусантиметрового класса: рыб длиной 14,5–14,9 см относят к размерной группе 14,5 см, а 15,0–15,4 см — к размерной группе 15 см.

Обработку рыбы начинают с взвешивания и фиксации внешних морфометрических признаков. Согласно разработанной схеме при помощи линейки или штангенциркуля измеряются пластические признаки и подсчитываются меристические [9]. Пластические (метрические) признаки определяются путем измерения, а меристические (счетные) путем подсчета количества лучей, жаберных тычинок, позвонков и т. д. Схемы измерения лососевых, карповых и окуневых рыб представлены на рис. 7–9.

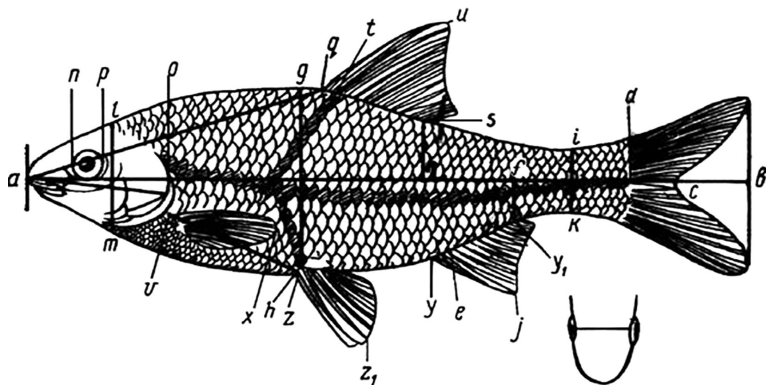


Рис. 7. Схема измерения карповых видов рыб [10]:

*ab* — длина всей рыбы; *ac* — длина по Смитту; *ad* — длина без *C*; *od* — длина туловища; *an* — длина рыла; *np* — диаметр глаза (горизонтальный); *po* — заглазничный отдел головы; *ao* — длина головы; *lm* — высота головы у затылка; *gh* — наибольшая высота тела; *ik* — наименьшая высота тела; *aq* — антедорсальное расстояние; *rd* — постдорсальное расстояние; *fd* — длина хвостового стебля; *qs* — длина основания *D*; *tu* — наибольшая высота *D*; *yy<sub>1</sub>* — длина основания *A*; *ej* — наибольшая высота *A*; *tx* — длина *P*; *zz<sub>1</sub>* — длина *V*; *vz* — расстояние между *P* и *V*; *zy* — расстояние между *V* и *A*

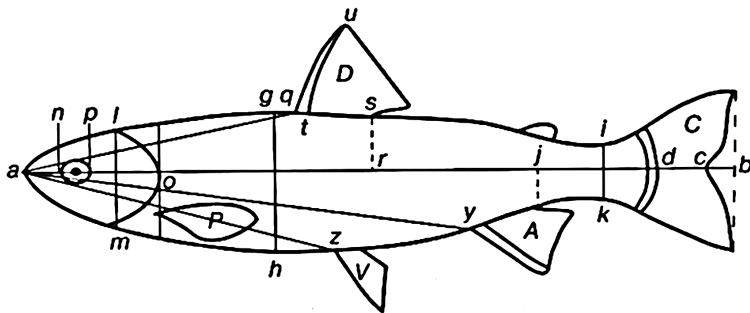


Рис. 8. Схема измерения лососевых рыб [9]:

$ab$  — вся длина тела — расстояние от вершины рыла до вертикали конца наиболее длинной лопасти хвостового плавника при горизонтальном положении рыбы (до заднего края хвостового плавника);  $ac$  — длина тела по Смитту — расстояние от вершины рыла до конца средних лучей хвостового плавника;  $ad$  — длина тела без хвостового плавника (расстояние от вершины рыла до конца чешуйного покрова);  $od$  — длина туловища — расстояние от заднего края жаберной крышки до конца чешуйного покрова;  $ao$  — длина головы — измеряется от вершины рыла до заднего конца жаберной крышки без перепонки;  $an$  — длина рыла или предглазничный отдел — расстояние от вершины рыла до переднего края глаза;  $np$  — диаметр глаза;  $po$  — заглазничный отдел головы (расстояние от заднего края глаза до заднего края жаберной крышки без перепонки);  $lm$  — высота головы — обычно измеряется высота головы у затылка (затылок — место над прикреплением позвоночника к черепу или над задним краем верхнезатылочной кости);  $gh$  — максимальная высота тела — измеряется в том месте, где тело наиболее высокое;  $ik$  — минимальная высота тела — в наиболее низком месте тела, обычно находится близ основания хвостового плавника;  $aq$  — антедорсальное расстояние — расстояние от вершины рыла до начала основания спинного плавника;  $rd$  — постдорсальное расстояние — от вертикали заднего края основания спинного плавника по средней линии тела до конца чешуйного покрова или конца последнего позвонка;  $az$  — антевентральное расстояние — до начала основания брюшного плавника;  $ay$  — антеанальное расстояние — расстояние от вершины рыла до начала основания анального плавника;  $jd$  — длина хвостового стебля — измеряется от вертикали конца анального плавника до конца чешуйного покрова по средней линии тела или до основания лучей  $C$ ;  $qs$  — длина основания  $D$ ;  $tu$  — наибольшая высота  $D$  — высота наибольшего луча этого плавника;  $P-V$  — расстояние между  $P$  и  $V$  — расстояние между



Примеры журналов обработки рыб из семейств карповых и окуневых представлены в Приложении.

### Задания:

1. Изучить способы промера рыб различных видов.
2. Произвести измерение и взвешивание образцов.
3. Заполнить таблицу 3.
4. Ответить на контрольные вопросы.

Таблица 3

### Результаты промеров образцов рыб

Признак (показатель)	№ рыбы			
	1	2	3	4
Длина всей рыбы ( $ab$ или $L$ )				
Длина туловища ( $od$ )				
Длина хвостового стебля ( $fd$ )				
Длина рыла ( $an$ )				
Диаметр глаза (горизонтальный) ( $np$ )				
Заглазничный отдел головы ( $po$ )				
Длина головы ( $ao$ )				
Высота головы у затылка ( $lm$ )				
Ширина лба				
Наибольшая высота тела ( $gh$ )				
Наименьшая высота тела ( $ik$ )				
Антедорсальное расстояние ( $aq$ )				
Длина основания ( $D$ )				
Наибольшая высота ( $D$ )				
Длина основания $A$ ( $yy_1$ )				
Наибольшая высота $A$ ( $ej$ )				
Длина $P$ ( $vx$ )				
Длина $V$ ( $zz1$ )				
Расстояние между $P$ и $V$ ( $vz$ )				
Расстояние между $V$ и $A$ ( $zy$ )				

### ***Контрольные вопросы:***

1. С какой целью проводятся промеры рыб?
2. Какие признаки у рыб называются пластическими, перечислите их.
3. Какое практическое значение имеет определение пластических признаков?
4. Какое оборудование необходимо для проведения промеров рыб?
5. Как проводится измерение рыб в полевых условиях?
6. Почему проведение измерений различных видов рыб может отличаться?
7. Назовите основные промеры, которые проводятся у представителей семейства Карповые.
8. Назовите основные промеры, которые проводятся у представителей семейства Окуневые.



### 3. ИЗУЧЕНИЕ ЖИРНОСТИ И УПИТАННОСТИ РЫБ

Содержание жира в теле и питательная ценность рыбы как пищевого продукта зависят от условий ее питания в течение года, а также от интенсивности роста, возраста, пола и видовой принадлежности.

У одних видов рыб отложение жира локализовано в мышцах (лососи), у других в печени (акула, треска) или в полости тела между органами (судак). У других видов рыб локализация жира менее выражена (сельди, осетровые).

По содержанию жира в мышцах рыб разделяют на четыре группы [11]:

1. Тощие (0,2–1,2 % жира) — щука, навага, треска, окунь, судак.
2. Среднежирные (1,5–4,5 % жира) — вобла, лещ, сазан, камбала.
3. Жирные (5–15 % жира) — лососи, осетровые, скумбрия.
4. Особенно жирные (более 15 % жира) — угорь, минога, хамса.

**Жирность рыб** точно определить можно только путем химического анализа, и для характеристики этого показателя ихтиологи получают обычно готовые данные от соответствующих специалистов [5].

При работе на местах пользуются упрощенными методами определения степени жирности. М. Л. Прозоровской разработана следующая пятибалльная шкала для определения жирности воблы, которая может быть использована и при работах с другими рыбами:

**Балл 0** — Жира на кишечнике нет. Иногда кишечник покрыт тонкой белой соединительной пленкой. Между петлями кишечника видны нитевидные образования этой пленки.

**Балл 1** — Тонкая шнуровидная полоска жира расположена между вторым и третьим отделами кишечника. Иногда по верхнему краю второго отдела проходит очень узкая прерывающаяся полоска жира.

**Балл 2** — Неширокая полоска довольно плотного жира между вторым и третьим отделами кишечника. По верхнему краю второго отдела идет узкая непрерывная полоска жира. По нижнему

краю третьего отдела кое-где виден жир отдельными небольшими участками.

**Балл 3** — Широкая полоска жира в середине между вторым и третьим отделами кишечника. В петле между вторым и третьим отделами эта полоса расширяется. По верхнему краю второго отдела и нижнему краю третьего идут широкие жировые полосы. У первого изгиба кишечника, если считать от головного конца, имеется жировой вырост в виде треугольника. Анальный конец кишечника в подавляющем большинстве случаев залит тонким слоем жира.

**Балл 4** — Кишечник почти целиком покрыт жиром за исключением маленьких просветов, где видна кишка. Эти просветы обычно бывают на второй петле и на третьем отделе кишечника; иногда можно встретить такие просветы и на втором отделе. Жировые выросты на обеих петлях мощные.

**Балл 5** — Весь кишечник залит толстым слоем жира. Нет никаких просветов. Мощные жировые выросты на обеих петлях.

**Упитанность рыб.** Для определения степени упитанности рыб широко пользуются коэффициентом Фультона, вычисляемым по формуле:

$$Q = \frac{M \times 100}{L^3},$$

где  $M$  — масса рыбы, г;

$L$  — длина рыбы, см.

При определении коэффициента упитанности берется общий вес рыбы (вместе со всеми внутренностями). Такой способ далеко не всегда отображает истинные показатели упитанности. Различная степень развития половых продуктов и наполнения кишечника мешают нахождению правильного коэффициента упитанности. Например, при вычислении коэффициента упитанности горбуши с момента подхода ее к устью Амура и до нереста коэффициент упитанности обнаружил тенденцию к увеличению по мере приближения горбуши к нересту. Между тем и без вычислений было ясно, что упитанность рыбы падала. Увеличение коэффициента здесь произошло вследствие увеличения веса половых продуктов горбуши.

Более показательные результаты дает коэффициент упитанности по Кларку, вычисляемый по весу рыбы без внутренностей:

$$Q = \frac{m \times 100}{l^3},$$

где  $m$  — масса рыбы без внутренностей,

$l$  — длина рыбы от начала рыла до конца чешуйного покрова, см.

Все же ни тот, ни другой коэффициент упитанности не дают каких-либо определенных количественных показателей упитанности, а только сравнительную оценку упитанности.

В рыбоводной практике, особенно в карповодстве, сравнительная оценка упитанности рыб производится путем определения отношения высоты тела к ее длине; чем больше это отношение, тем карп считается упитаннее, т. е. упитанность определяется высотой тела. Такой коэффициент упитанности менее надежен, чем коэффициенты Фультона и Кларка, так как и при очень высоком теле рыба может иметь низкую упитанность.

Периодическое определение степени упитанности имеет существенное значение при прогнозах срока икротетания рыб, так как чем выше коэффициент упитанности, тем скорее следует ожидать наступления нереста.

В. А. Амосовым разработана (1961) методика определения нового показателя экстерьера и упитанности рыб, не зависящего от степени развития половых желез, наполнения пищеварительного тракта и других факторов и названного автором «индексом удельной вальковатости».

Метод Амосова основан на изучении формы тела рыб в поперечном плане, в частности, на определении поперечных контуров спины рыб в месте наибольшей высоты их тела. Автор указывает, что спинная часть рыбы является основным филейным участком, она более постоянна по форме, чем брюшная часть, и хорошо характеризует основное хозяйственное качество рыбы — мясистость [5].

Основные измерения, рекомендуемые для оценки упитанности:

- 1) длина рыбы до конца чешуйного покрова ( $ad$ ),
- 2) длина головы ( $ao$ ),

- 3) наибольшая высота тела (*gh*),
- 4) наибольшая высота спины (*ik*).

### **Задания:**

1. Определить массу и длину рыб.
2. Произвести вскрытие и определить жирность рыб.
3. Определить массу рыб после вскрытия и отделения внутренних органов.
4. Определить упитанность по Фультону и Кларку.
5. Заполнить таблицу 4.
6. Ответить на контрольные вопросы.

Таблица 4

### **Размерно-массовые показатели исследованных образцов рыб**

№ образца	<i>M</i> Масса, г	<i>m</i> Масса без внутренних органов, г	<i>L</i> , см	<i>Q</i> Коэффициент упитанности (Кларк)	<i>Q</i> Коэффициент упитанности (Фультон)	Жир, баллы
1						
2						
X						
m						
Cv						

### **Контрольные вопросы:**

1. Что такое упитанность рыб?
2. Какие методы используются для оценки упитанности?
3. По какой формуле определяют упитанность?
4. Какие виды рыб более жирные, какие менее?
5. От чего зависит упитанность рыб?

## **4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ИЗУЧЕНИЕ ЭКСТЕРЬЕРА РЫБ**

Во всех рыбоводных хозяйствах, осуществляющих разведение рыб и имеющих племенной статус, ежегодно проводят инвентаризацию (учет) поголовья производителей и ремонта, а также осуществляют бонитировку (оценку рыб по комплексу показателей).

Цель бонитировки производителей и ремонтного поголовья — определение их племенной ценности путем комплексной оценки с учетом данных инвентаризации, происхождения, телосложения, продуктивности и качества потомства. По данным бонитировки выбраковывают карпов, форель, осетров и других рыб, не отвечающих требованиям данного стада, лучших производителей переводят в племенное ядро основного стада, составляют план подбора производителей, определяют необходимое количество ремонтного поголовья.

Инвентаризацию проводят весной при облове зимовальных прудов, садков и бассейнов. В процессе ее у производителей и ремонтного поголовья определяют пол, возраст, массу, состояние здоровья (по внешним признакам), количество особей в каждой возрастной группе.

В племенных хозяйствах массу рыб определяют путем индивидуального взвешивания — не менее 100 особей ремонтной молодежи и 50 особей ремонта старшего возраста. Массу сеголетков и годовиков определяют с точностью до 1 г, двухлетков и двухгодовиков — до 10 г, трех- и четырехлетков, трех- и четырехгодовиков — до 50 г. Массу производителей устанавливают на основании индивидуального взвешивания с точностью до 50 г.

Для взятия промеров у производителей используют доску (рис. 5) и мерную ленту. Измерения проводят с точностью до 0,5 см. При измерении рыба должна лежать на правом боку, касаясь спиной боковой стенки измерительной доски, а концом рыла —

передней стенки. Измерение длины, высоты и толщины тела рыб проводят на мерной доске с помощью бонитировочного угольника. Для определения наибольшего обхвата используют мерную ленту (сантиметр).

### **Основные промеры, используемые для оценки экстерьера рыб:**

- 1) L — длина всей рыбы, общая длина (*ab*) — расстояние от вершины рыла до вертикальной линии, проходящей через конечную точку наиболее длинной лопасти хвостового плавника.
- 2) l — длина тела без хвостового плавника (*ad*) — расстояние от вершины рыла до конца чешуйчатого покрова.
- 3) С — длина головы — расстояние от начала рыла до окончания жаберной крышки.
- 4) Н — высота тела — расстояние от самой высокой точки спины (перед спинным плавником) до самой нижней точки брюха.
- 5) О — обхват тела — расстояние вокруг тела около первого луча спинного плавника.
- 6) В — толщина тела — расстояние между боковыми точками на уровне первого луча спинного плавника.
- 7) С — длина головы, см.

По данным взвешивания и измерений рыб рассчитывают экстерьерные индексы:

#### **1. Коэффициент упитанности по Фульгону, %:**

$$Q = \frac{M \times 100}{L^3},$$

где М — масса рыбы, г;  
L — длина рыбы, см.

#### **2. Индекс прогонистости (растянутости):**

$$C_{\text{прог.}} = \frac{1}{H},$$

где l — длина рыбы от начала рыла до выемки в хвостовом плавнике, см;  
H — высота тела, см.

### 3. Коэффициент широкоспинности:

$$B_r = \frac{B \times 100}{L},$$

где  $B$  — толщина туловища, см,  
 $L$  — длина рыбы, см.

### 4. Коэффициент головы, %:

$$C_{\text{гол.}} = \frac{C \times 100}{L},$$

где  $C$  — длина головы от начала рыла до окончания жаберной крышки, см;  
 $L$  — общая длина рыбы, см.

### 5. Индекс массивности, %:

$$C_{\text{масс.}} = \frac{O \times 100}{H},$$

где  $O$  — обхват тела, см;  
 $H$  — высота тела, см.

### 6. Индекс сбитости, %:

$$C_{\text{сбит.}} = \frac{O \times 100}{l},$$

где  $O$  — обхват тела, см;  
 $l$  — длина тела без хвостового плавника, см.

### ***Задание:***

По результатам промеров ремонтной группы рыб провести морфометрическую оценку. Результаты представить в виде таблицы 5. Полученные результаты обработать с использованием методов статистического анализа и представить в виде таблицы 6. По результатам морфометрической оценки исследованных рыб сделать вывод о состоянии ремонтного стада.

### ***Контрольные вопросы:***

1. С какой целью проводят бонитировку производителей в рыбоводных хозяйствах?

2. Какое значение имеет оценка экстерьерных показателей?
3. По каким показателям проводится выбраковка производителей из ремонтно-маточного стада?
4. Какие измерения производят во время бонитировки рыб?
5. Как определяется племенная ценность рыб?
6. Какие рыбоводные хозяйства имеют статус племенных?

Таблица 5

### Морфометрические показатели

№ рыбы	Q, %	K <sub>прог.</sub> , %	B <sub>r</sub> , %	C <sub>гол.</sub> , %	C <sub>масс.</sub> , %	C <sub>сбит.</sub> , %
1						
2						
–						
Среднее значение						

Таблица 6

### Статистическая обработка результатов оценки

Показатель	$X \pm m$	min-max	C <sub>v</sub>	t
M				
L				
Q				
K <sub>прог.</sub>				
B <sub>r</sub>				
C <sub>гол.</sub>				
C <sub>масс.</sub>				
C <sub>сбит.</sub>				



## 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛА РЫБ И СТАДИИ ЗРЕЛОСТИ ПОЛОВЫХ ПРОДУКТОВ

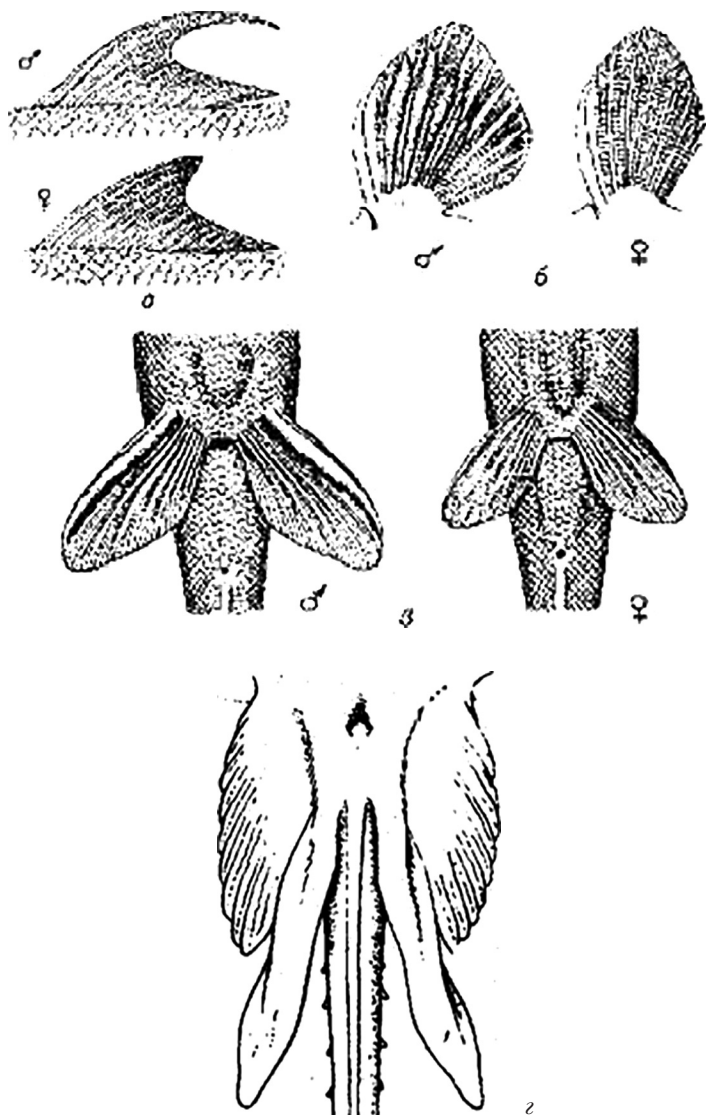
В ихтиологических исследованиях обязательным является определение пола особей и стадии зрелости половых продуктов. Это позволяет по тем или иным изучаемым признакам судить о наличии или отсутствии полового диморфизма, о половом составе и структуре популяции, определять продукционные возможности исследуемой популяции и т. д. [5].

Обычно время наступления половой зрелости связано с достижением особью определенных размеров. Чем медленнее рыба растет, тем позднее созревает. Пол у рыб определяют внешним осмотром или их вскрытием.

Лишь у немногих видов рыб самцы и самки различаются по наружному виду (например, акулы и скаты). Некоторым рыбам свойственно половое различие во время нереста: нерестующие самцы лососей отличаются от самок более удлиненным рылом; у половозрелых самцов хариусов спинной плавник сильно увеличивается в высоту; у самцов полярных камбал чешуя обычно ктеноидная, у самок — циклоидная. У самцов линия брюшные плавники длиннее грудных (рис. 10, в). У самцов акул и скатов брюшные плавники превращаются в особые совокупительные органы (птеригоподии) (рис. 10, г).

Самцов камбалы можно отличить от самок, не применяя вскрытия: яичники вытянуты к хвосту и выступают сзади за брюшную полость; семенники же имеют форму боба, нити или лоскута и тесно прилегают к закругленной задней стенке брюшной полости.

Для большинства рыб при внешнем осмотре можно определить пол только в периоды, близкие к нересту. У самок, например, в это время брюшко значительно толще, чем у самцов. Часто можно определить пол в период, близкий к икрометанию, и во время него путем надавливания на брюшко, причем из полового отверстия выделяются половые продукты: икра у самок, молоки у самцов. Степень легкости выделения половых продуктов в известной мере дает основание судить об их зрелости, так как вполне созревшие половые продукты (икра и молоки) вытекают совершенно свободно.



*Рис. 10.* Вторичные половые признаки рыб [12]:

*a* — спинные плавники *Labeo deero*; *б* — грудные плавники тибетского гольца; *в* — брюшные плавники линя, *г* — птеригоподии

## Брачные наряды

В нерестовый период самцы многих карповых рыб приобретают так называемый брачный «жемчужный» наряд чешуи: она покрывается твердыми жемчужного цвета бугорками, наростами. Правда, такие бугорки бывают и на чешуе нерестующих самок, но у самок они менее обильны, чем у самцов. Подобный нерестовый наряд можно встретить и у сига, горбуши и др. (рис. 11).

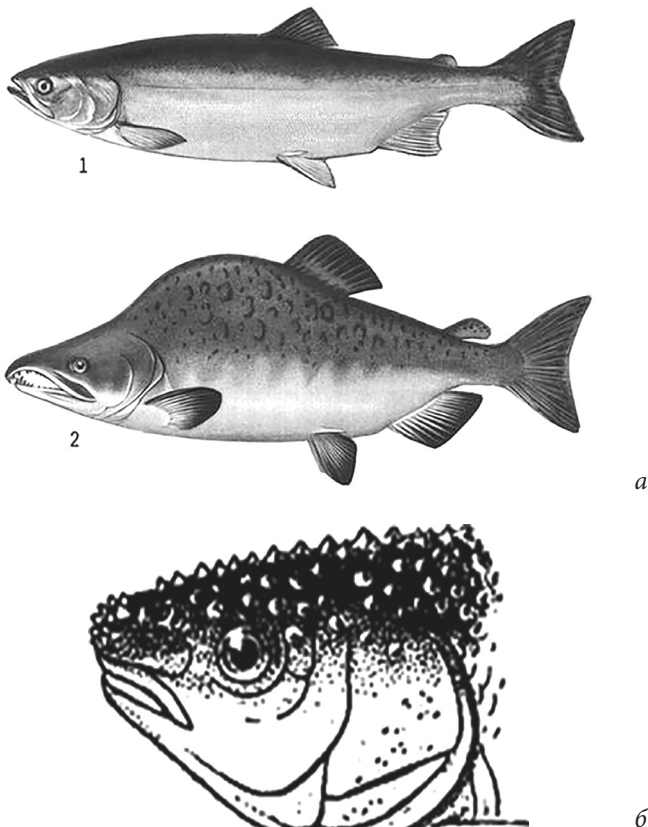


Рис. 11. Нерестовые изменения у рыб:

*а* — у горбуши (1 — без нерестовых изменений, 2 — с нерестовыми изменениями), *б* — у кутума [12, 13]

На практике могут встретиться случаи, когда по тем или иным причинам нельзя производить массовое вскрытие рыб. Тогда можно пользоваться икорным щупом (рис. 12), которым пользуются икорные мастера при установлении качества икры у осетровых рыб.

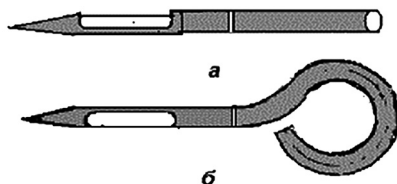


Рис. 12. Щуп для взятия пробы икры рыб: *а* — вид сбоку; *б* — вид сверху  
(ист.: <http://arktikfish.com/index.php/stati-po-akvakulture/496-otsenka-gotovnosti-proizvoditelej-k-nerestu>)

Длина щупа (без ручки) — 15–20 см. На свободном конце щупа заостряется. Почти у самого конца на нем делается желобок длиной 3–4 см. При работе щуп вводится в полость тела рыбы и захватывает желобком небольшую часть половой железы, по которой при известном навыке можно сравнительно легко определить как пол, так и стадию зрелости половых продуктов рыбы.

Соотношение полов у многих рыб близко к 1:1 (по 50 % того и другого пола). Но в разные биологические периоды это нормальное соотношение изменяется. У многих рыб в начале нерестового хода преобладают самцы, в конце хода — самки. Зная такую закономерность и следя за соотношением полов той или другой рыбы, можно делать прогнозы о повышении или ослаблении хода.

Для определения пола, стадии зрелости половых продуктов и плодовитости рыб необходим довольно простой набор инструментов: кювета, ножницы средние и малые, пинцеты средний и глазной, марлевые салфетки.

После вскрытия рыбы и препарирования гонад по их внешнему виду определяют пол: при наличии яичников — самка, при наличии семенников — самец. У личинок и мальков пол определяется при помощи бинокля.

Детальное описание внешнего вида половых желез используется при определении стадий зрелости половых продуктов [14].

### **Самки**

Стадия 1 (ювенальная). Яичник одиночный в виде небольшого прозрачного удлинённого тела, в котором ещё не видны отдельные икринки. Эта стадия длится до середины второго лета жизни рыбы.

Стадия 2. Яичник стекловидно-прозрачный. Икринки очень мелкие, различимы невооружённым глазом.

Стадия 3. Яичник теряет прозрачность, четко видны крупные икринки.

Стадия 4. Яичник занимает большую часть брюшной полости. Икринки неправильной многогранной формы (при разрушении оболочки яичника становятся шарообразными), плотно связаны с тканями яичника. Цвет желтый.

Стадия 5. Икра текучая и выбрасывается в один прием.

Стадия 6 (посленерестовая). Яичник сильно сжался после опадания стенок, стал мягкий на ощупь. После нее наступает 2-я стадия зрелости.

### **Самцы**

Стадия 1 (ювенальная). Половая железа в виде двух очень тоненьких и коротких стекловидных бледно-розовых полосок.

Стадия 2. Семенники имеют вид двух тонких и округлых тяжиков мутного бледно-розового цвета.

Стадия 3. Семенники упругие, розовато-серого цвета, занимают почти половину полости тела. В более поздний срок они достигают длины зрелой железы и имеют вид упругих, достаточно толстых тяжёй бледно-желтого и даже почти белого цвета. Спермы ещё нет.

Стадия 4 (созревание). Семенники больших размеров и имеют молочно-белый цвет, занимают всю полость тела.

Стадия 5. Семенники очень набухшие, в состоянии полной зрелости достигают максимального размера, молочно-белого цвета. При надавливании на брюшко рыбы обильно выделяется сперма.

Стадия 6 (выбой). Семенники полностью освобождены от спермы и представляют собой два тонких тяжа. Сильно укорачиваются и приближаются по величине и форме ко 2-й стадии.

Существует схема определения зрелости гонад для полициклических рыб с единовременным икрометанием, предложенная Киселевичем (1923) — таблица 7.

Таблица 7

**Схема определения зрелости гонад**

<i>Стадия зрелости</i>	<i>Состояние гонад</i>	
	<i>Самки</i>	<i>Самцы</i>
<p><b>I. Ювенальная стадия</b></p> <p>Неполовозрелые рыбы</p>	<p>Половые железы не развиты, плотно прилегают к внутренней стороне стенок тела. Представлены длинными тонкими шнурами. Глазомерно пол определить нельзя</p>	
<p><b>II. Стадия покоя</b></p> <p>Созревающие особи или особи с развивающимися половыми продуктами после икрометания</p>	<p>Пол различается. По яичнику проходит толстый кровеносный сосуд. Икринки невооруженным глазом не видны</p>	<p>На семенниках есть небольшие утолщения. Кровеносного сосуда посередине молок нет</p>
<p><b>III. Стадия созревания</b></p> <p>Особь, у которых половые железы далеки от зрелости, но сравнительно хорошо развиты</p>	<p>Яичники занимают 1/3—1/2 часть брюшной полости. Икринки прозрачны, отделяются комочками при соскабливании</p>	<p>Семенники расширены спереди и сужены кзади, розоватые</p>

<i>Стадия зрелости</i>	<i>Состояние гонад</i>	
	<i>Самки</i>	<i>Самцы</i>
<p><b>IV. Стадия зрелости</b></p> <p>Особь, у которых половые железы почти достигли полного развития</p>	<p>Яичники занимают 2/3 брюшной полости. Икринки прозрачны, крупны, при надавливании вытекают</p>	<p>Семенники белые, наполнены жидкими молоками, которые вытекают при надавливании. При разрезе края округляются</p>
<p><b>VI. Стадия нереста, икрометания</b></p> <p>Текущие особи</p>	<p>Икра вытекает струей при надавливании или положении рыбы вверх головой</p>	<p>Молоки вытекают при легком надавливании брюшка</p>
<p><b>VI. Стадия выбоя</b></p> <p>Отнерестившиеся особи</p>	<p>Половые продукты выметаны. Яичники дряблые, воспаленные. Происходит возврат к стадии II</p>	<p>Возврат в стадию II. Уменьшение в размерах</p>

Порционное икрометание является адаптацией вида к воздействию неблагоприятных факторов среды, которая способствует увеличению плодовитости, повышает вероятность выживания икры и личинок, способствует лучшему питанию молоди при более равномерном использовании кормовой базы.

У рыб с порционным икрометанием стадия зрелости определяется состоянием той порции, которая наиболее развита и раньше всех будет выметана. После вымета первой порции

яичники переходят не в 6-ю стадию, как у рыб с единовременным икротетанием, а в IV или III, и эти стадии зрелости обозначаются VI—IV или VI—III. Затем после завершения всего нерестового периода состояние яичника оценивается как находящееся в стадии VI, а затем в стадии II. Если же оставшиеся овоциты (резерв будущего года) вступают в рост уже на стадии VI, то яичник из стадии VI переходит в III и обозначается VI—III.

### **Задания:**

1. Изучить особенности наступления половой зрелости у рыб.
2. Провести ихтиологический осмотр, вскрытие и описание образцов рыб.
3. Определить пол и стадию зрелости образцов.
4. Заполнить таблицу 8.
5. Подготовить отчет (фото, рисунки, презентацию).
6. Ответить на контрольные вопросы.

*Таблица 8*

### **Характеристика исследуемых образцов рыб**

№ пробы \_\_\_\_\_

Вид \_\_\_\_\_

Количество \_\_\_\_\_ экз.

Показатель	♂	♀	juv.
Количество, экз.			
Ср. масса, г			
Ср. длина, см			
Стадия зрелости			



### ***Контрольные вопросы:***

1. В каком возрасте наступает половая зрелость у разных видов рыб?
2. Какие факторы влияют на скорость созревания рыб?
3. В какое время года проходит нерест рыб?
4. Сколько и какие стадии зрелости существуют у рыб?
5. Какие внешние признаки у рыб могут указывать на близкий нерест?
6. Приведите примеры брачных изменений у различных видов рыб.

## 6. ИЗУЧЕНИЕ ПЛОДОВИТОСТИ И РЕПРОДУКТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЫБ

Рыбы в сравнении с другими позвоночными животными поражают своей высокой плодовитостью, под которой разумеется количество яиц, или икринок, откладываемых самкой в течение одного нерестового периода. Известны рыбы, которые за один нерест выметывают по несколько сот миллионов икринок (луна-рыба). Треска и угорь выбрасывают миллионы икринок, а рыб, выметывающих сотни и десятки тысяч икринок, — множество. Правда, есть и такие рыбы, плодовитость которых определяется небольшими количествами икры (до нескольких сот яиц — ручьевая форель, до нескольких десятков яиц — морская игла и до нескольких штук яиц — акула катран).

Знание количества выметываемой рыбами икры необходимо для практических и научных целей. Зная среднюю плодовитость разводимых рыб, рыбовод может составить реально осуществимый рыбоводный план завода или пункта и установить количество производителей, которое необходимо для искусственного оплодотворения.

Знание плодовитости необходимо и для суждения об эффективности естественного нереста рыб. На определенную нерестовую площадь нужны определенное количество производителей и определенная густота размещения икры. У некоторых рыб (например, у дальневосточных лососей) можно учитывать количество идущих на нерест производителей и в зависимости от размеров и условий нерестовых площадей пропускать в реки нужное количество рыб. При этом необходимо знать плодовитость рыб.

При рыбоводных и селекционных работах необходимо учитывать разнокачественность икринок у разных особей и даже у одной и той же особи в разных частях яичника. Показатели разнокачественности икринок: диаметр, вес, окраска, размеры желтка [5].

Различают следующие категории плодовитости:

- 1) индивидуальная — общее количество икринок, выметываемых самкой за один нерестовый период;

- 2) относительная — количество икры, приходящееся на единицу веса самки;
- 3) рабочая — количество икры, идущее для целей искусственного оплодотворения (этот термин употребляется лишь в рыбоводстве);
- 4) видовая;
- 5) популяционная.

**Индивидуальная плодовитость.** Для установления средней индивидуальной плодовитости необходимо располагать большим количеством цифрового материала и вести просчет икры надежным способом. Нужно брать икру в стадии наибольшего развития, но до момента наступления икрометания.

### **Методика определения**

*Весовой способ.* При взятии проб на плодовитость рыбу вскрывают, весь яичник взвешивают и отделяют пробу для подсчета. Эта проба не должна быть большой: у лососей достаточно брать до 20 г, у других рыб — 5—10 г, у ряпушки — 0,5—2 г, т. е. чем мельче икринки, тем меньше навеска.

Пробу взвешивают, кладут в баночку, снабжают этикеткой и заливают слабым (2 %) формалином. В соответствующем журнале записывают наименование рыбы, время и место поимки, орудие лова, степень зрелости, длины тела: *ab*, *ac*, *ad* и *od*, вес всей рыбы, икры и пробы.

Для определения средних размеров икринок рекомендуется взять 10 икринок, расположить их по прямой линии, определить циркулем длину этой линии и, разделив ее на 10, получить средний диаметр икринок. Еще лучше определять диаметр икринок с помощью окуляр-микрометра. Так как икра в воде набухает, надо измерять только что изъятые из яичников или фиксированные в формалине икринки.

Количество икры можно определять по навеске в 1 г. Считают количество икринок в 1 г и умножают на общую массу икры в астыке.

Так как у многих рыб половые железы развиваются неодинаково и размеры икринок различаются, то навеску для подсчета икры следует брать из разных мест и из обеих половинок железы.

*Объемный способ.* В рыбоводстве этим способом пользуются при счете икры лососевых и осетровых рыб. Взвешивают всю икру, затем берут две или три пробы и наполняют ими 25 см<sup>3</sup> градуированной мензурки, точно подсчитывают число икринок в этом объеме сосуда и по этой пробе определяют количество всей взятой из рыбы икры, объем которой известен.

**Относительная плодовитость.** Для определения относительной плодовитости берут общую массу рыбы (кг или г), определяют число икринок во всем яичнике и делят на вес рыбы. Сравнение относительной плодовитости допустимо лишь для отдельных стад одного и того же вида. Относительная плодовитость важна в рыбоводстве. Имея расчет количества икры на 1 кг веса тела рыбы, можно определить по весу самки и количество имеющейся в ней икры (количество икры зависит и от размера и возраста рыбы).

**Рабочая плодовитость** рыб в основном используется в рыбоводстве. Полученная искусственным способом (путем отцеживания) икра тоже не вся остается живой и годной к оплодотворению. В руках более опытного рыбоведа рабочая плодовитость будет выше, чем плодовитость той же рыбы, но взятой неопытным лицом. Рабочая плодовитость определяется по количеству икры, полученной рыбоводом в результате отцеживания.

**Видовая плодовитость** — это сумма икринок, откладываемых самкой в продолжение всей жизни; видовая относительная плодовитость показывает суммарную производительность яиц на единицу веса тела рыбы за всю ее жизнь. Наименьшие показатели видовой плодовитости имеют виды рыб, подвергающиеся слабой межвидовой конкуренции и ничтожному воздействию хищников (осетр, стерлядь), и хищные рыбы (нельма, щука). Наибольшие показатели свойственны рыбам, испытывающим острую межвидовую конкуренцию, пресс хищников, или подверженных большой естественной смертности (тугун).

**Популяционная плодовитость** — количество зрелых икринок, выметываемых всеми самками популяции за один нерестовый сезон.

## Коэффициенты и индексы зрелости гонад

Одним из важнейших показателей состояния половых продуктов служит их вес. Но так как этот показатель находится в тесной зависимости от размеров рыбы, то для более объективной оценки принято пользоваться коэффициентом зрелости. Под коэффициентом зрелости гонад понимается отношение массы гонад к массе рыбы, выражаемое в процентах:

$$q = \frac{m \times 100}{M},$$

где  $q$  — коэффициент зрелости, %;

$m$  — масса гонад;

$M$  — масса рыбы.

Определение массы гонад является обязательным условием выяснения степени зрелости половых продуктов. У рыб с весенне-летним нерестом коэффициент зрелости наиболее высок весной, уменьшается летом, начинает снова увеличиваться осенью (сазан, судак, вобла и др.). У рыб с осенне-зимним нерестом наиболее высокий коэффициент зрелости осенью (лососи).

Определение коэффициента зрелости самок рыб имеет большое практическое и теоретическое значение, например, для определения степени готовности яичников к нересту, для вычисления выхода икры в рыбоводных целях и при икорно-товарном производстве, для определения воспроизводительных показателей различных видов рыб.

А. П. Дрягиным предложено использовать для оценки продуктивности рыб в разные периоды жизни показатель «индекс зрелости яичников» — процентное соотношение коэффициентов зрелости яичников, вычисленное в отдельные моменты их созревания и опустошения, к максимальному коэффициенту зрелости [5].

### **Задания:**

1. Определить массу и длину рыб в исследуемой пробе.
2. Произвести вскрытие и отделить ястыки у самок.
3. Определить массу ястыков.
4. Определить диаметр и среднюю массу ооцита в пробе.

5. Рассчитать абсолютную, относительную плодовитость и коэффициент зрелости гонад.
6. Заполнить таблицу 9.
7. Ответить на контрольные вопросы.

Таблица 9

**Репродуктивные показатели самок \_\_\_\_\_**

№ образца	М Масса самки, г	m Масса яичника, г	Диаметр ооцита, см	Масса ооцита, г	Плодовитость		Коэффициент зрелости
					абсолютная	относительная	
1							
2							
X							
m							
Cv							

**Контрольные вопросы:**

1. Перечислите категории (виды) плодовитости.
2. Какой вид плодовитости необходимо использовать в рыбоводстве?
3. Как определяют различные виды плодовитости?
4. Что такое видовая плодовитость?
5. От чего зависит величина плодовитости?
6. Какими методами определяют плодовитость рыб?
7. Как изменяется величина коэффициента зрелости у рыб?
8. Как определяют массу и диаметр ооцита?

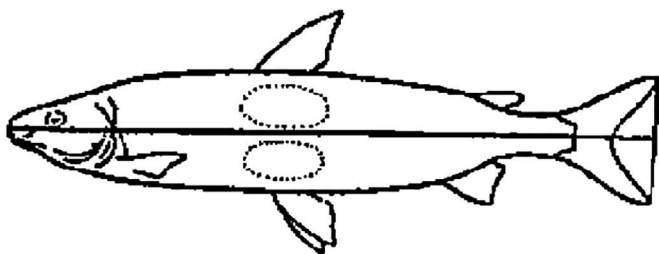
## 7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗРАСТА РЫБ

При ихтиологических исследованиях важно знать возраст рыб. Для определения возраста можно использовать чешую (карповые, сиговые, лососевые виды рыб), отолиты (ерш, корюшка, налим), и кости скелета: жаберные крышки (окунь, судак), клейтрум (треска), лучи плавников и позвонки. Все эти образования имеют способность к формированию наслоений в виде чередующихся колец, плоскостей или склеритов процессе роста рыбы. В осенне-зимний период рост рыбы замедляется и расстояния между кольцами будут небольшими, так образуется темная зона. Весной и летом эти расстояния значительно шире — образуется светлая зона. Полосы темных узких и светлых широких зон составляют годовое кольцо. Часто между годовыми кольцами могут просматриваться добавочные темные кольца, выраженные не по всей длине. Их появление связывают с нерестом или изменением интенсивности питания.

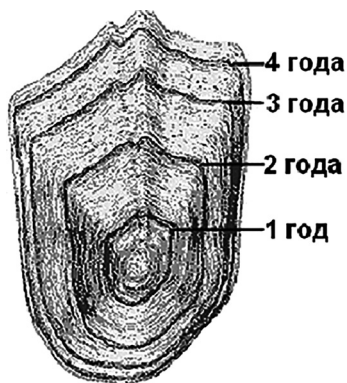
Основным объектом для определения возраста рыб служит чешуя. Для определения возраста необходимо выбрать участок тела рыбы, где можно взять чешую (рис. 13). Обычно для анализа берут несколько чешуй у одной рыбы. Чешую надо выбирать без видимых следов повреждений, так как многие зоны и кольца на таких структурах могут быть неразличимы. Особенно много такой чешуи у леща и сига [15].

В лабораторных условиях чешую замачивают в 5%-м растворе аммиака (1—3 часа), очищают от слизи и тканей чешуйного кармана, осторожно вытирают марлей и затем приступают к изготовлению чешуйных препаратов. Для этого чешую раскладывают на предметное стекло, мелкую накрывают покровным стеклом, крупную — вторым предметным стеклом и определяют возраст под бинокулярным микроскопом. Промеры производятся с помощью окуляр-микрометра.

При осмотре чешуи хорошо видно, что вся ее поверхность производит впечатление, как будто это дуги окружностей, описанных очень большими радиусами. Эти образования носят название склеритов.



*a*



*б*

*Рис. 13: а — место взятия чешуи у рыб;  
б — схематический рисунок чешуи горбуши [16]*

Первое светлое кольцо в центре чешуи относится к периоду роста малька (2–3 месяца) и называется «мальковым кольцом». Затем следует рост молоди в летне-осенний период — видны широкие светлые склериты. Росту рыбы в зимний период соответствуют темные, сближенные склериты. Широкие склериты плюс сближенные склериты равны первому году жизни рыбы.

Важным при изучении возраста рыб является вопрос о времени закладки годового кольца. Если годовое кольцо на чешуе является непосредственным результатом замедления роста в зимний период жизни рыб, то время появления кольца, очевидно, должно



падать на весну (апрель, май), когда и появляется граница между годовыми кольцами.

Наряду с исследованием колец на чешуе и костях необходимо также изучить образ жизни рыб для выявления тех «узких мест» в ее жизни, которые могли бы отразиться на росте. Знание таких моментов позволит при наличии соответствующих колец относиться к ним с большей осторожностью и легче выявить их природу. Наибольшие трудности представляет распознавание малькового кольца. Обычно чтобы не спутать мальковое кольцо с первым годом, осенью берется несколько проб чешуи у мальков рыб исследуемого вида, анализ размеров которых с большой точностью позволяет установить, что это за кольцо — годовое или мальковое.

Обычно дополнительные кольца на чешуе менее четкие по сравнению с годовыми кольцами и местами как бы прерываются, а не идут по всей окружности. Много дополнительных колец отмечается у карповых рыб, поэтому возраст следует определять как по чешуе, так и по костям. При некотором навыке они могут быть выявлены без особых трудностей.

В последнее время при микроскопическом изучении чешуи применяется сканирующая и просвечивающая микроскопия, которая позволяет открывать все новые детали строения чешуи, ее роста и развития [15].

Перед приготовлением препаратов из отолитов их помещают в 25%-й раствор аммиака, способствующий обезжириванию. В аммиаке отолиты выдерживаются от 30 минут до 24 часов, но в большинстве случаев 4—5 часов.

После такой обработки каждый отолит промывается в горячей воде, незначительно стачивается и шлифуется, затем рассматривается под лупой в капле глицерина под биноклем. Особенностью приготовления препаратов из плавниковых лучей является отпиливание костной пластинки у основания луча по его головке. После чего луч шлифуется и готовится препарат подобно препарату отолита.

Определение возраста рекомендуется начинать с самых мелких экземпляров рыб и постепенно переходить к более крупным [7].

### ***Задания:***

1. Изучить материал.
2. Получить пробы чешуи у разных видов рыб и определить возраст.
3. Сделать рисунок изученных образцов.
4. Ответить на вопросы.

### ***Контрольные вопросы:***

1. Каким образом можно определить возраст у рыб?
2. Каков механизм возникновения колец на чешуе рыб?
3. В какое время года происходит закладка колец на чешуе рыб?
4. Почему образуются добавочные кольца?
5. Как приготовить препарат из чешуи рыб?

## 8. ИЗУЧЕНИЕ МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЫБ

При изучении рыбы особое внимание уделяют ее физиологическому состоянию, которое оценивают на основании учета морфофизиологических показателей (индикаторов). Сущность этого метода заключается в том, что на основании изменчивости отдельных морфофизиологических признаков можно судить о физиологическом состоянии организма. Размеры (масса) органа — это морфологический признак, но размеры таких органов, как печень или почки, настолько четко отражают физиологическое состояние животных, что их с равным правом можно использовать (рассматривать) и в качестве физиологического показателя. Метод морфофизиологических индикаторов позволяет дать точное представление о функционировании организма, его приспособленности к конкретным условиям существования, потому что среда обитания оказывает на организм комплексное воздействие. Так как величина органов тесно связана с размером организма, то при применении метода морфофизиологических индикаторов используют показатели длины, массы тела и порки (тела без внутренних органов). Состояние паренхиматозных органов (печени, почек, селезенки, сердца) оценивают по внешним признакам.

**Печень.** В печени происходит обезвреживание токсичных веществ, поступающих из кишечника, вырабатывается желчь, эмульгирующая жиры и усиливающая перистальтику кишечника, осуществляется синтез белков и углеводов, накапливаются гликоген, жир, витамины (особенно у акул и тресковых). Барьерная функция печени обуславливает ее важнейшую роль не только в пищеварении, но и в кровообращении. Депонирующая роль печени важна при оценке ее как морфофизиологического индикатора: в ней накапливаются запасные питательные вещества: гликоген и жир, — следовательно, изменяется ее масса.

**Селезенка.** У большинства рыб селезенка представляет собой отдельный орган темно-красного цвета, расположенный

за желудком в складках мезентерия. В селезенке образуются эритроциты, лейкоциты и тромбоциты, а также происходит разрушение погибших эритроцитов. Кроме того, селезенка выполняет защитную функцию (фагоцитоз лейкоцитов) и является депо крови. Масса селезенки варьирует интенсивнее, чем масса других внутренних органов животных, поэтому этот показатель не используют в качестве интерьерного для характеристики популяции. Селезенка быстро меняет объем под влиянием внешних условий и состояния рыбы. У карпа она увеличивается зимой, когда в связи с пониженным обменом веществ ток крови замедляется и она скапливается в селезенке, печени и почках; то же наблюдается при острых заболеваниях. При недостатке кислорода, загрязнении воды, перевозке и сортировке рыбы, облове прудов запасы крови из селезенки поступают в кровеносное русло. Несмотря на то, что селезенка орган с высоким коэффициентом вариации, изменение ее массы также учитывают, так как это позволяет выявить особенности действия среды на организм.

**Почки.** У всех рыб передний отдел почки — головная почка (предпочка, пронефрос). Головная почка у рыб не отделена от туловищной и состоит из лимфоидной ткани, в которой образуются эритроциты и лимфоциты. Относительная масса почек является четким индикатором уровня обмена веществ у животных. Интенсивность обмена снижается по мере роста, следовательно, уменьшается и относительная масса почек. Размеры почек, выводящих из организма продукты метаболизма и регулирующих водно-солевой баланс, находятся в прямой зависимости от массы тела.

**Сердце** у рыб располагается в сердечной сумке, отделяемой от общей полости тела соединительнотканной перегородкой, и находится позади последней пары жаберных дуг с брюшной стороны. Сердце состоит из трех отделов: венозного синуса (венозной пазухи), предсердия и желудочка. В такой последовательности перечисленные отделы сердца и располагаются, но не в одной плоскости. Следует отметить, что венозный синус и предсердие лежат несколько выше и под углом к желудочку. Это необходимо

учитывать исследователям для правильного и полного извлечения сердца рыб. Вес сердечной мышцы зависит от работоспособности организма и условий жизни рыб. Функция сердца состоит в том, что его отделы последовательно сокращаются и расслабляются, благодаря чему создается односторонний ток крови.

**Кишечник.** Кишечник у большинства рыб представлен короткой тонкой кишкой, удлинённой толстой и прямой кишкой. У безжелудочных рыб передняя часть тонкой кишки расширена и по форме приближается к желудку. Общая длина кишечника зависит от характера питания рыб: у хищных рыб кишечник короткий, а у рыб, питающихся растительной пищей, достаточно длинный. Например, у щуки, судака и окуня его длина не превышает 1,2 общей длины рыб. У растительноядных видов рыб (толстолобика, белого амура, циклид) длина кишечника в 8–15 раз превышает длину их тела. Независимо от наличия желудка у многих видов рыб в начальной части кишечника расположены мешковидные выросты — пилорические придатки, участвующие в выработке пищеварительных ферментов. Здесь же в кишечник впадают протоки желчного пузыря и поджелудочной железы, вносящие в него пищеварительные ферменты. Железы слизистой оболочки кишечника также участвуют в формировании пищеварительных ферментов. Перистальтика кишечника и складчатость его внутренних стенок способствуют ускорению процесса пищеварения. При этом складчатые внутренние стенки кишечника, увеличивая их поверхность, интенсифицируют процесс всасывания трансформированной пищи в кровеносную систему организма.

**Внутриполостной жир**, являющийся энергетическим резервом организма, обычно откладывается на внешних стенках пищеварительного тракта. От его объемов у многих видов рыб зависит их выживаемость в неблагоприятных условиях. Например, если не накоплен определенный объем внутриполостного жира перед зимовкой у карпов, то большинство рыб во время зимовки погибает. Избыток внутриполостного жира при выращивании в искусственных условиях может негативно

сказаться на скорости роста рыб. В такой ситуации большая часть вещества пищи, вместо ее использования на увеличение мышечной ткани, направляется в резерв для накопления внутриполостного жира.

### **Методика исследований**

Перед началом исследования проводится тщательный внешний осмотр рыбы. При внешнем осмотре оцениваются состояние внешнего покрова рыбы, ее окраска, состояние плавников, жаберных крышек, степень ослизнения, наличие повреждений, кровоизлияний и других возможных изменений. Затем каждая рыба взвешивается для определения индивидуальной массы тела. Линейные размеры исследуемых рыб определяются с помощью штангенциркуля и/или миллиметровой ленты и миллиметровой бумаги.

Для вскрытия рыбу держат брюшной стороной вверх и головой от себя и делают разрез по брюшной стороне от анального отверстия до жаберных крышек. Разрезанные ткани раздвигаются в стороны, и производится общий осмотр внутренних органов. Определяется положение органов, их морфология и внешний вид. Оценивается их размер, состояние краев, цвет, консистенция, степень кровенаполнения, наличие кровоизлияний и возможных повреждений. При помощи пинцета и скальпеля препарируются сердце, печень (без желчного пузыря), жабры, селезёнка, желудок, кишечник с пилорическими придатками и половые органы. С поверхности кишечника и других внутренних органов пинцетом отбирается внутриполостной жир. Придерживая пинцетом верхнюю часть кишечника, из него плавными движениями тупой стороны скальпеля выдавливают и полностью удаляют его содержимое. У желудочных рыб аналогичная операция выполняется как с желудком, так и с кишечником отдельно. Изъятые из полости тела рыбы внутренние органы внимательно исследуются визуально. Обычно рекомендуется их осмотр производить в следующем порядке [16]:

1. При осмотре сердца обращается внимание на наличие или отсутствие жировой прослойки вокруг него, форму, степень

наполнения полостей кровью, консистенцию сердечной мышцы.

2. Осмотр печени начинается с определения ее формы, величины, цвета, консистенции (плотная, мягкая, дряблая), наличия гиперемии или анемии, кровоизлияний. Одновременно исследуется желчный пузырь, определяется его наполнение и состояние желчи (цвет, прозрачность, консистенция).
3. Осматривая жабры, обращают внимание на общее состояние жаберных лепестков и лепесточков, их морфологию, цвет, возможные повреждения.
4. При осмотре селезёнки отмечают ее размеры и форма (для определения степени наполнения), цвет, консистенция (плотная, мягкая, дряблая), наличие наложений или рубцов.
5. У желудочных рыб отдельно осматриваются желудок и кишечный тракт, а у безжелудочных — вся пищеварительная система (кишечник). Обращается внимание на цвет, наличие слизи, запаха, кровоизлияний, перфорацию. Оценивается количество и состав содержимого желудка и кишечника.
6. При осмотре почек следует оценить их форму, общий вид поверхности (ровная, гофрированная), равномерность или пятнистость окраски.

Все осмотренные органы и внутриполостной жир индивидуально взвешиваются. Одновременно определяется длина кишечника. Перед взвешиванием и измерением с помощью фильтровальной бумаги с них осторожно удаляются остатки слизи и влаги. Для получения достоверных результатов рекомендуется при каждом исследовании использовать не менее 15–20 экземпляров рыб. После взвешивания органов и внутриполостного жира вычисляется их относительный вес (в процентах от общей массы рыбы) и определяется относительная длина кишечника (в процентах от длины рыбы). Полученные результаты заносятся в таблицы.

Формула для определения относительного веса внутренних органов и жира:

$$\text{Индекс органа (жира)} = \frac{\text{Масса органа, г}}{\text{Масса тела, г}} \times 100.$$

Индекс длины кишечника определяют по формуле:

$$\text{Индекс кишечника} = \frac{\text{Длина кишечника, см}}{\text{Длина тела, см}} \times 100.$$

### **Задания:**

1. Произвести осмотр и вскрытие исследуемой партии рыб.
2. Определить абсолютные показатели массы внутренних органов, занести данные в таблицу 10.
3. Рассчитать относительные показатели внутренних органов, заполнить таблицу 11.
4. Ответить на контрольные вопросы.

Таблица 10

### **Результаты определения массы органов**

<i>№ рыбы</i>	<i>Масса тела, г</i>	<i>Длина тела (ав), см</i>	<i>Сердце, г</i>	<i>Печень, г</i>	<i>Селезенка, г</i>	<i>Жир, г</i>	<i>L кишечника, мм</i>
1							
2							
–							



## Относительные показатели органов

№ рыбы	Индивидуальные значения индексов						
	<i>сердца</i>	<i>печени</i>	<i>селезенки</i>	<i>желудка</i>	<i>кишечника</i>	<i>полостной жир</i>	<i>относительная длина кишечника</i>
1							
2							
–							
Ср. значение, $X \pm m$							
min-max							
$C_v, \%$							

**Контрольные вопросы:**

1. Какие органы необходимо взвешивать, а какие измерять при морфофизиологической оценке?
2. Как производится внешний осмотр рыб, на что следует обращать внимание?
3. Какие состояния внутренних органов могут указывать на негативное состояние организма рыбы?
4. О чем свидетельствует увеличение относительной массы селезенки?
5. Какое количество рыб необходимо изучить для получения достоверной информации?
6. Какие статистические методы обработки используют для оценки результатов?

## 9. ИЗУЧЕНИЕ ПИТАНИЯ РЫБ

Для каждого вида рыб характерен 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). Среди мирных выделяют бентофагов (бычки, вобла, зубатка, стерлядь), планктофагов (сельдь, ряпушка) и растительноядных (белый толстолобик) [11].

Существует два метода сбора и обработки материала по питанию:

1. **Метод индивидуального сбора и обработки** желудочно-кишечных трактов, когда рыба анализируется отдельно.
2. **Метод группового сбора и обработки**, когда кишечники собираются от группы рыб и содержимое их обрабатывается как нечто единое.

Сбор материалов по питанию рыб желателно проводить во все сезоны года и в различных районах водоема. Проба на питание состоит из 10—100 экземпляров в зависимости от целей исследования. Рыбу длиной до 20 см фиксируют целиком. У рыб длиной более 20 см фиксируют только желудочно-кишечный тракт. Его надо брать по возможности немедленно после вылова или после выемки из орудий лова.

Перед извлечением желудочно-кишечного тракта проводят биологический анализ рыбы.

Основной задачей при исследовании содержимого желудочно-кишечного тракта является определение состава пищевого комка и значения отдельных пищевых компонентов. Вся обработка ведется количественным методом — путем подсчета и взвешивания содержимого трактов.

### **Методика выполнения**

Извлечение желудочно-кишечного тракта производится следующим образом:

1. Рыбу вскрывают ножницами или скальпелем по брюшной стороне от анального отверстия до головы.

2. Желудочно-кишечный тракт вырезают от пищевода до анального отверстия и помещают с соответствующей этикеткой в марлевую салфетку.
3. Извлеченный желудочно-кишечный тракт перед вскрытием очищают от обрывков внутренностей.
4. Затем его растягивают, определяют на глаз и отмечают в соответствующей графе карточки по данной рыбе степень наполнения пищей каждого отдела пищеварительного тракта (пищевод, желудок и кишечник у желудочных рыб или передняя, средняя и задняя части тракта — у безжелудочных) по пятибалльной шкале Лебедева:  
0 — пусто;  
1 — единично;  
2 — малое наполнение;  
3 — среднее наполнение;  
4 — много, полный желудок или отдел кишечника;  
5 — масса, растянутый кишечник.

По степени наполнения отделов пищеварительного тракта можно приблизительно установить время кормежки рыбы, например: **100:** пищевод — 1, желудок — 0, кишечник — 0 — рыба только что начала питаться;

**342:** пищевод — 3, желудок — 4, кишечник — 2 — рыба уже довольно долго кормится на данной кормовой площади.

Наполнение желудочно-кишечного тракта записывается в соответствующей графе таблицы трехзначным числом, например: 321, что означает наполнение пищевода — 3, желудка — 2, кишечника — 1.

В случае изучения питания рыб, потребляющих искусственные корма, иногда возникает затруднение в определении содержимого кишечника — является оно остатком искусственного корма или это сгустки слизи. Слизь имеет бесклеточную структуру и значительно светлее пищевого комка.

1. Далее кишечный тракт разрезают на три указанных выше отдела и из каждого отдела при помощи шпателя или скальпеля извлекают содержимое на тарелку, чашку Петри или часовое стекло. Затем пищевой комок обсушивают фильтровальной

бумагой до тех пор, пока на ней не перестанут оставаться сколько-нибудь заметные следы влаги.

2. Полученную пробу взвешивают на весах. У желудочных рыб взвешивают отдельно содержимое желудка и кишечника, у безжелудочных взвешивание и дальнейшую обработку пищевого комка переднего, среднего и заднего отделов кишечника рационально производить раздельно. Полученные величины заносят в соответствующую графу карточки или журнала.
3. После взвешивания содержимое каждого отдела пищеварительного тракта рассматривается под биноклем, а если нужно, и под микроскопом для определения видового состава, численности и веса компонентов. При наличии небольших количеств пищевого кома обрабатывают весь ком, т. е. определяют, просчитывают и провешивают все компоненты. При наличии большого количества содержимого обычно просматривают навеску в 0,1 часть кома, и полученные в результате обработки этой навески цифры количества и веса переводят на вес кома каждого отдела желудочно-кишечного тракта. Остальная часть кома просматривается качественно, просчитываются лишь крупные кормовые объекты, которые могут не попасть в навеску.
4. На глаз определяют цвет пищевого комка и степень переваренности пищи в разных отделах кишечника по следующей схеме:
  - ◆ организмы не разрушены;
  - ◆ организмы слегка переварены;
  - ◆ полупереваренные организмы, определение которых возможно по отпавшим частям;
  - ◆ сильно переваренные организмы, но определение возможно по отдельным частям тела;
  - ◆ совершенно неопределимая масса.

Полученные данные по окраске и степени переваренности пищи заносятся в соответствующую графу карточки в виде цифровых выражений: например, 045, т. е. в переднем отделе пищи нет, в среднем и заднем — сильно переваренная, но в различной степени.

Исследование питания крупных хищников ихтиолог может производить на месте, но с обязательным указанием следующих моментов: наполнение желудка (хорошее, среднее, ниже среднего, желудок пустой); число проглоченных рыб и их видовой состав; длина проглоченных рыб.

В случае нахождения, кроме рыб, другой пищи, остатки ее помещаются в пробирку со спиртом и этикеткой (например: «к питанию судака №...»). Хорошо сохранившиеся остатки рыб из желудка хищников в случае целостности желудка также могут быть законсервированы для исследования питания (особенно ерши, окуни, карповые и т. д.).

Вычисление индексов наполнения (ИН) производят как отношение веса отдельных компонентов и общего веса кома к весу рыбы в процимилле (‰).

#### **Индекс наполнения общий:**

$$\text{ИН}_{\text{общ.}} = \frac{\text{Масса каждого пищ. комка}}{\text{Масса рыбы}} \times 10000, \text{‰}_0.$$

#### **Индекс наполнения по каждому компоненту пищевого комка:**

$$\text{ИН}_{\text{частн.}} = \frac{\text{Масса каждого компонента пищ. комка}}{\text{Масса рыбы}} \times 10000, \text{‰}_0.$$

Частные и общие индексы вычисляются для отдельных рыб и заносятся на индивидуальную карточку или в журнал в соответствующую графу. Затем вычисляются индексы для групп рыб: в среднем для пробы, для района, для сезона, для какой-либо возрастной группы и в среднем для всего водоема.

Для получения средних индексов по пробе индивидуальные индексы рыб из одной пробы суммируются и делятся на общее число рыб в пробе независимо от того, имелась ли или отсутствовала пища у какой-либо из составляющих пробу рыбы. Для получения средних индексов по району, сезону и т. д. или в среднем по водоему суммируются средние индексы по пробам и делятся на число группируемых проб. На основании частных и общих индексов вычисляется процентный состав пищи данного вида рыб для какого-либо района, сезона, возрастной группы и т. д.

## **Задания:**

1. Провести биологический анализ 1–2 образцов рыб (определить массу, общую длину (L) и длину до конца чешуйчатого покрова (l)).
2. Произвести вскрытие рыбы.
3. Извлечь пищеварительный тракт и растянуть на листе бумаги. Рассмотреть и визуальнo оценить степень наполнения по шкале Лебедева.
4. Разрезать пищеварительный тракт по границам пищевода – желудок, желудок – кишечник.
5. Извлечь содержимое каждого отдела, обсушить и взвесить.
6. Определить видовой состав, численность и вес компонентов (по возможности).
7. Провести цифровую обработку полученных результатов.
8. Заполнить таблицы 12 и 13.
9. Сделать выводы.
10. Ответить на контрольные вопросы.

*Таблица 12*

### **Индивидуальная карточка по питанию исследуемого образца**

Вид		Судно	
Проба №		Район лова	
№ по пищевому журналу		Время лова	
Масса рыбы		Масса содержимого желудка, г	
Пол и зрелость		Степень наполнения кишечника	
Степень наполнения желудка		Масса содержимого кишечника, г	

**Результаты исследования содержимого  
желудочно-кишечного тракта образца № \_\_\_\_\_**

Длина рыбы (L/l), см Возраст Жирность			Индекс наполнения общ. Наполнение отделов ЖКТ Цвет пищи Степень переваренности		
Содержимое ЖКТ	Размер, мм	Кол-во, шт.	Масса, мг	ИН частн.	% (спектр питания)
1.					
2.					
3.					
4.					
Всего:					

**Контрольные вопросы:**

1. На какие группы делят рыб по характеру питания?
2. В чем заключается избирательная способность рыб в питании?
3. Какие изменения в питании происходят у рыб в зависимости от возраста, сезона и районов обитания?
4. Каков суточный ритм питания у различных видов рыб?
5. Что является показателем интенсивности питания рыб?
6. Как меняется интенсивность питания в зависимости от сезона и температурного режима?
7. От чего зависит кормовой коэффициент?
8. Каковы индексы наполнения желудочно-кишечного тракта?

## 10. ИЗУЧЕНИЕ СКОРОСТИ РОСТА РЫБ

Рост рыбы — это увеличение ее биологических показателей за определенный промежуток времени. У рыб различают линейный рост (увеличение длины тела) и рост массы тела. Рост массы тела сильнее подвержен колебаниям в зависимости от условий обитания, чем линейный.

В аквакультуре основным показателем эффективности выращивания является рост массы тела рыб.

Рост рыбы учитывается при проведении систематических взвешиваний и измерений. Чем выше скорость роста рыбы в связи с возрастом или видовыми особенностями, тем чаще следует проводить взвешивания и измерения. В практике рыбоводства для изучения роста личинок и мальков рекомендуется производить их отлов, взвешивание и измерение в первые 15 дней жизни, в момент выклева и при переходе на активное питание с интервалами через 2—3 суток. Далее отлов мальков для измерений и взвешиваний проводится через каждые 10 дней.

На втором году выращивания контрольные ловы проводятся один раз в 10—15 дней. В старшем возрасте контроль за ростом рыбы осуществляют обычно весной и осенью.

По результатам регулярных измерений и взвешиваний определяются различные показатели роста в абсолютных и относительных значениях.

### 1. Абсолютный прирост массы (длины) [9]:

$$W = W_1 - W_0,$$

где  $W$  — абсолютный прирост массы (длины) рыб;

$W_0$  — начальная масса (длина) рыбы;

$W_1$  — конечная масса (длина) рыбы.

Этот показатель можно определять при индивидуальной оценке рыб, а также при определении общего прироста массы рыб в группе (садке, бассейне и т. д.).



## 2. Среднесуточный прирост массы (длины) за определенный период времени:

$$W_{\text{ср.}} = W : N,$$

где  $W_{\text{ср.}}$  — среднесуточный прирост, г/сут. (см/сут.);

$W$  — прирост массы (длины) за весь период;

$N$  — длительность периода, суток.

Среднесуточный прирост позволяет оценивать и сравнивать скорость роста рыб в течение разных периодов жизни. Как правило, при товарном выращивании наиболее быстрый среднесуточный прирост отмечают в летние периоды во время нагула.

3. Средняя суточная скорость роста рыб может быть рассчитана по уравнению, предложенному Г. Г. Винбергом (1956) [17]:

$$W_{\text{ср.}} = [10^{1/n (\lg W_n - \lg W_0)} - 1] \times 100,$$

где  $W_{\text{ср.}}$  — средняя суточная скорость роста массы (длины) тела рыб, г%;

$W_0$  — начальная масса (длина) тела рыбы;

$W_1$  — конечная масса (длина) тела рыбы;

$N$  — длительность периода, суток.

## 4. Относительный прирост, или относительная скорость роста.

Выражение скорости роста не в абсолютных, а в относительных величинах позволяет судить о напряженности процесса роста. Конечный результат обычно выражают в процентах. Вычисление ведется по следующей формуле:

$$Б = \frac{(W_1 - W_0) \times 100}{0,5 \times (W_1 + W_0)},$$

где  $Б$  — относительный прирост массы, %;

$W_0$  — начальная масса тела рыбы;

$W_1$  — конечная масса тела рыбы.

По данной формуле относительная скорость роста определяется как отношение величины прироста к величине рыбы, средней

между начальной и конечной за принятый промежуток измерения. С увеличением возраста рыбы (до определенного предела) относительная скорость роста постепенно снижается, а величина абсолютного прироста возрастает. Наивысший среднесуточный прирост массы у карпа отмечен в возрасте 3–5 лет, а относительная скорость — в личиночной стадии.

**5. Удельная скорость роста.** Если скорость роста рыб превышает 10 %, что обычно наблюдается на ранних постэмбриональных стадиях развития, в расчетах используют разность натуральных логарифмов конечной и начальной массы рыб:

$$W = \frac{\ln W_1 - \ln W_0}{N} \times 100,$$

где  $W_0$  — начальная масса тела рыбы, г;  
 $W_1$  — конечная масса тела рыбы, г;  
 $N$  — длительность периода, суток.

**6. Коэффициент массонакопления, общий продукционный коэффициент скорости роста [19, 20]:**

$$K_M = \frac{(W_1^{1/3} - W_0^{1/3}) \times 3}{N},$$

где  $W_0$  — начальная масса тела рыбы, г;  
 $W_1$  — конечная масса тела рыбы, г;  
 $N$  — длительность периода, суток.

Коэффициент массонакопления применяют при больших различиях в начальной массе рыб между вариантами опыта.

### ***Задания:***

1. Используя результаты взвешивания рыб, определить основные показатели скорости роста и заполнить таблицу 14.
2. Проанализировать полученные результаты.
3. Ответить на контрольные вопросы.

## Анализ скорости роста рыб

Показатель	Декада (период измерений)			Итого за период
	1	2	3	
Абсолютный прирост				
Среднесуточный прирост массы, г				
Среднесуточный прирост массы, %				
Абсолютный прирост массы				
Относительный прирост массы,				

**Контрольные вопросы:**

1. Что такое абсолютный прирост?
2. Как определяют относительную скорость роста?
3. В какие периоды жизни рыб происходит замедление скорости роста?
4. Какие факторы влияют на скорость роста рыб?
5. В каком случае определяют среднесуточную скорость роста рыб?
6. Что такое линейный рост?

# ПРИЛОЖЕНИЕ

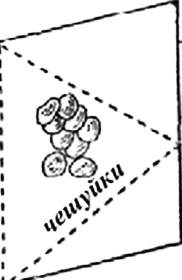
Образец чешуйной книжки [10]

1

<b>Чешуйная книжка № 2 (с № 51 по 100)</b>	
Вид рыбы:	<u>Елец</u>
Место сбора:	<u>р. Тоть, окр. с. Орловка</u>
Дата:	<u>август 2009 г.</u>
Коллектор:	<u>Иванов И.И.</u>

2

<i>Елец № 63 17.08.2009</i>	
<i>L - 332 мм</i>	♀ III
<i>l - 318 мм</i>	
<i>Q - 256 г</i>	
<i>q - 196 г</i>	
<i>R - 16,3 г</i>	<i>навеска</i>
<i>нат. жел. - 0</i>	



чешуйки

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абакумова, В. А.* Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / В. А. Абакумова. — Ленинград : Гидрометеоиздат, 1983. — 240 с. — Текст : непосредственный.
2. *Комулайнен, С. Ф.* Методические рекомендации по изучению гидробиологического режима малых рек / С. Ф. Комулайнен [и др.]. — Петрозаводск : Кар. филиал АН СССР, 1989. — 41 с. — Текст : непосредственный.
3. Методы рыбохозяйственных исследований : краткий курс лекций / сост. И. А. Галатдинова. — Саратов : Изд-во СГАУ, 2016. — 43 с. — Текст : непосредственный.
4. *Калайда, М. Л.* Методы рыбохозяйственных исследований : учеб. пособие для студентов вузов / М. Л. Калайда, Л. К. Говоркова. — Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2013. — 288 с. — Текст : непосредственный.
5. *Бондаренко, М. В.* Изучение экосистем рыбохозяйственных водоемов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки. — Вып. 5 : Наставления для наблюдателей (ихтиология). — Москва : Изд-во ВНИРО, 2006 — 84 с. — Текст : непосредственный.
6. *Рыжков, Л. П.* Ихтиологические исследования на водоемах : учебное пособие / Л. П. Рыжков, И. М. Дзюбук, Т. Ю. Кучко. — Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2013. — 72 с. — Текст : непосредственный.
7. *Привезенцев, Ю. А.* Рыбоводство : учебник для вузов / Ю. А. Привезенцев, В. А. Власов. — Москва : Мир, 2007. — 456 с. — Текст : непосредственный.

8. *Правдин, И. Ф* Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И. Ф. Правдин ; под ред. П. А. Дрягина и В. В. Покровского. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Пищепром, 1966. — 376 с. — Текст : непосредственный.
9. *Романов, В. И.* Методы исследования пресноводных рыб Сибири : учеб. пособие / В. И. Романов, А. П. Петлин, И. Б. Бабкина. — Томск : ТГУ, 2012. — 252 с. — Текст : непосредственный.
10. *Ильмаст, Н. В.* Введение в ихтиологию (учебное пособие) / Н. В. Ильмаст. — Петрозаводск : КарНЦ РАН, 2005. — 148 с. — Текст : непосредственный.
11. *Никольский, Г. В.* Экология рыб / Г. В. Никольский. — Москва : Высш. школа, 1974. — 357 с. — Текст : непосредственный.
12. *Персов, Г. М.* Воспроизводство и акклиматизация лососевых в Баренцевом и Белом морях / Г. М. Персов. — Москва ; Ленинград. — 1966. — Текст : непосредственный.
13. *Жаков, Л. А.* Практические занятия по ихтиологии : учеб. пособие / Л. А. Жаков, В. В. Меншуткин. — Ярославль : Изд-во ЯрГУ, 1982. — 112 с. — Текст : непосредственный.
14. *Стерлигова, О. П.* Методы определения возраста рыб и его практическое значение : учебное пособие / О. П. Стерлигова ; Институт биологии КарНЦ РАН. — Петрозаводск : КарНЦ РАН, 2016. — 57 с. — Текст : непосредственный.
15. *Рыжков, Л. П.* Морфофизиологические показатели рыб : учеб. пособие / Л. П. Рыжков, А. В. Полина. — Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2014. — 36 с. — Текст : непосредственный.
16. *Рыжков, Л. П.* Садковое рыбоводство / Л. П. Рыжков, Т. Ю. Кучко. — Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2008. — 162 с. — Текст : непосредственный.
17. *Щербина, М. А.* Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин. — Москва : Изд-во ВНИРО, 2006. — 360 с. — Текст : непосредственный.

18. *Купинский, С. Б.* Продукционные возможности объектов аквакультуры / С. Б. Купинский. — Астрахань : Изд-во ДФ АГТУ, 2007. — 142 с. — Текст : непосредственный.
19. *Резников, В. Ф.* Первый этап разработки уравнений роста рыб на вегетативных стадиях развития / В. Ф. Резников, С. А. Баранов, Е. А. Стариков [и др.] // Труды ВНИИ пруд. рыб. хоз-ва : сб. ст. — Москва : 1978. — С. 220—236. — Текст : непосредственный.

Учебное издание

# МЕТОДЫ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

*Учебное пособие для обучающихся  
по направлению подготовки бакалавриата и магистратуры  
«Водные биоресурсы и аквакультура»*

Составитель

**Волкова** Анна Юрьевна

Редактор *А. И. Солопова*

Художественный редактор *Ю. С. Маркова*



Подписано в печать 01.02.2021. Формат  $60 \times 84 \frac{1}{16}$ .  
Бумага офсетная. 4,65 усл. печ. л. Тираж 100 экз. Изд. № 186

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Отпечатано в типографии Издательства ПетрГУ  
185910, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33

ISBN: 978-5-8021-3788-8



9 785802 137888