

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**В.И. Романов, А.П. Петлина,
И.Б. Бабкина**

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРЕСНОВОДНЫХ РЫБ СИБИРИ

Учебное пособие

*Допущено Учебно-методическим советом по биологии
Учебно-методического объединения по классическому
университетскому образованию в качестве учебного пособия
для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлению 020200 – «Биология»*

Томск
2012

УДК 597. 2 / . 5 (075.8)

ББК 28. 693. 32я 73

Р 69

Романов В.И., Петлина А.П., Бабкина И.Б.

Р 69 Методы исследования пресноводных рыб Сибири : учебное пособие. – Томск : Томский государственный университет, 2012. – 252 с. + 8 вклеек

ISBN 978-5-94621-373-8

В пособии рассмотрены различные методики сбора и первичной обработки данных, которые необходимо провести в процессе исследований разных групп пресноводных рыб из водоемов Сибири. Проанализированы общие принципы подхода к ихтиологическим исследованиям, с которыми встретится студент-биолог во время прохождения практик и проведения самостоятельной работы.

Для студентов и преподавателей биологических факультетов высших учебных заведений, специалистов-ихтиологов академических и прикладных рыбохозяйственных учреждений, работников природоохранных организаций, широкого круга любителей природы, краеведов.

УДК 597. 2 / . 5 (075.8)

ББК 28. 693. 32я 73

Рецензенты:

доктор биологических наук, профессор **И.В. Морузи**;
кафедра общей биологии и экологии

Томского государственного педагогического университета

ISBN 978-5-94621-373-8

© Томский государственный университет, 2012

© Романов В.И., Петлина А.П., Бабкина И.Б., 2012

ПРЕДИСЛОВИЕ

Любители природы – охотники, рыбаки, краеведы, туристы и просто отдыхающие – очень часто сталкиваются с постоянными обитателями воды – рыбами. Для многих рыбы – это предмет наблюдения, ловли, объект питания, в ряде случаев – будущий выставочный образец для музея, наглядный образец для проведения школьных занятий. Когда же рыбы и их жизнь становятся предметом специального изучения, то такие исследования должны проводиться по специальной программе, включающей многие методические аспекты, позволяющие вскрывать закономерности по биологии того или иного вида рыбы или же целой группы видов.

При прохождении полевых, учебных и производственных практик студенты должны ориентироваться на методические указания, которые позволяют собрать полноценный материал по изучению биологии рыб и водоема как среды их обитания.

Практически всегда методический интерес к исследованию рыб поддерживался советами и рекомендациями ведущих специалистов. Эти рекомендации могли носить частный характер, когда, например, рассматривались основные правила сбора и обработки данных по изучению морфологии, роста и возраста, размножения, плодовитости, развития и питания рыб (Чугунов, 1926; Бойко, 1951; Ивлев, 1955; Иоганзен, 1955; Чугунова, 1959; Брюзгин, 1969; Гончаров, Сметанин, 1974; Поляков, 1975; Мина, Клевезаль, 1976; Митрофанов, 1977; Слуцкий, 1978; Жаков, Меншуткин, 1982; Кафанова, 1984; Кошелев, 1984; Петлина, 1987; Глубоковский, 1995; Дгебуадзе, 2001; Мина и др., 2005 и др.).

Наиболее полным руководством, способным ответить на многие вопросы, возникающие перед неопытным ихтиологом, на долгие годы остается пособие «Руководство по изучению

рыб» И.Ф. Правдина (1966), которое издавалось 4 раза. Появление новых и модернизация старых методик исследования рыб вызвали в свое время необходимость проведения нескольких всесоюзных совещаний, результатом которых явился выпуск пяти сборников «Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов» (1974, 1976, 1978, 1981, 1985). Все они вышли в Вильнюсе в издательстве «Мокслас».

Существенную помощь начинающим ихтиологам оказывают специальные пособия, способные ответить на многие вопросы начинающего специалиста (Скорняков и др., 1986; Кириллов, 2002 а, б; Зиновьев, Мандрица, 2003 и др.). Однако тиражи многих книг невелики, и все они со временем становятся библиографической редкостью.

В данном пособии рассматриваются круг вопросов по изучению рыб (систематика и морфология, возраст и рост, размножение и развитие, питание) и те аспекты, которые необходимо учитывать при характеристике водоема как среды их обитания. Местоположение, размеры, глубина, проточность, кормность водоема, состав воды и прочие особенности, характеризующие водоем, создают всю сумму условий, при которых возможно обитание того или иного вида рыбы. Основной акцент в пособии был сделан на те методы, которые применяются уже в поле при сборе и первичной обработке данных. Авторы планируют издать вторую часть пособия «Методы исследования пресноводных рыб Сибири», где будут рассмотрены вопросы обработки собранных материалов уже в лабораторных условиях вплоть до подготовки отчетов.

Предлагаемое учебное пособие не следует рассматривать как нормативный документ, но оно является попыткой найти единый подход к выполнению полевых работ и должно способствовать развитию и совершенствованию методических основ проведения исследований в период прохождения студентами

Предисловие

учебных и производственных практик. Авторы надеются, что оно окажется полезным и опытным специалистам.

Авторы выражают глубокую признательность доктору биологических наук, профессору Тюменского государственного университета И.С. Мухачеву и кандидату биологических наук, профессору Сибирского федерального университета А.А. Вышегородцеву за ценные советы и замечания, сделанные в ходе работы над рукописью.

1. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СБОРУ ИХТИОЛОГИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА ПРИ ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Все наблюдения и измерения всегда должны проводиться одними и теми же инструментами или приборами, следуя предлагаемым рекомендациям. В случае потери прибора он должен заменяться другим, и об этом делается особая запись в дневнике наблюдений или журнале.

Все инструменты, приборы, орудия лова должны содержаться в исправности и чистоте. После работы измерительные приборы, пинцеты, ножницы и т.п. должны быть тщательно промыты и с них должна быть удалена влага. Бредень, сети и другие орудия лова необходимо после лова очищать, промывать и хорошо просушивать.

Результаты всех наблюдений и измерений сразу заносятся в дневник или специальные журналы, которые по возможности всегда должны находиться при исследователе (сборщике научного материала). Если же при себе не имеется журналов, то все наблюдения записываются в черновой тетради или, в крайнем случае, на отдельном листочке, а затем переносятся в дневник или журнал. В отдельных случаях существенную помощь в фиксации наблюдений может оказать диктофон.

Каждый наблюдатель (или полевик) обязан самым аккуратным образом вести дневник и ежедневно записывать в него подробно все то, что сделал или наблюдал за прошедший день (или дни). Если какие-либо сведения получены от других лиц, то об этом необходимо сделать пометку и указать этих лиц.

Все заполненные тетради с дневником, журналами измерений и другими записями, книжки с чешуей, банки со сборами и другие материалы тотчас же должны пересылаться с надежными людьми или доставляться самим наблюдателем в лаборато-

рию, но ни в коем случае не посылаться почтой (чтобы исключить потерю).

Фиксация собираемого материала

При сборе и фиксировании всякого рода материалов для каждого образца должна быть написана простым (не химическим) карандашом записка с точным обозначением:

- № по порядку (для каждой серии сборов, например икры, молоди и взрослых рыб, и т.п.), начиная с № 1.
- Время сбора (час, число, месяц, год).
- Название пункта, где проводятся полевые работы.
- Место сбора (река, озеро, протока, пойма и др.).
- Название вида рыбы.
- Фамилия собиравшего материал (коллектора).

При фиксации рыб для каждого экземпляра пишется отдельная этикетка, которая сворачивается трубочкой или складывается и помещается в ротовую полость или под жаберную крышку.

При хранении рыбы в металлическом ящике, канистре ее следует плотно укладывать, хорошо расправляя, а при возможности обертывать марлей каждую особь. Крышка ящика должна быть всегда тщательно закрыта, чтобы не происходило испарения формалина или спирта.

Способ фиксирования рыб оказывает существенное влияние на результаты промеров, поэтому необходимо использовать тот способ фиксирования рыб, который дает безукоризненный материал для проводимых исследований.

Только что пойманная рыба (чаще живая) опускается в разведенный 2%-ный формалин (1 часть 40%-ного формалина смешивается с 19 частями воды) и выдерживается в нем: мальки – от 5 до 10 ч, особи взрослые (0,5–1 кг) – сутки, а рыбы большего веса – от 2 до 3 сут. Для фиксации икры используется 1%-ный формалин, т.е. разбавленный в 40 раз. У крупных рыб

прокалывается или прорезается в нескольких местах брюшко для проникновения жидкости внутрь. Вскрытие живых рыб (только что отловленных) для того, чтобы формалин легче проникал в их внутренности, не проводится, потому что рыба, помещенная в формалин «живою», успеет до момента своего засыпания впитать внутрь достаточное количество формалина естественным образом. При таком фиксировании получается материал, вполне сохраняющий свой нормальный вид: обыкновенно рыба засыпает не согнутой (что легко достигается употреблением для фиксирования сосуда с плоским дном) и часто с приподнятыми плавниками. Эти два обстоятельства значительно облегчают проведение измерений, а цельность рыбы (отсутствие бокового разреза), обеспечивает точность подсчета количества чешуй в боковой линии.

Если рыба помещается в формалин «уснувшей», нужно сделать полный, но не длинный разрез по правому (левому) ее боку, между грудным и брюшным плавниками (рис. 1), через этот разрез проникнет в брюшную полость тела рыбы консервирующая жидкость. Тем же разрезом можно пользоваться при определении пола рыбы.

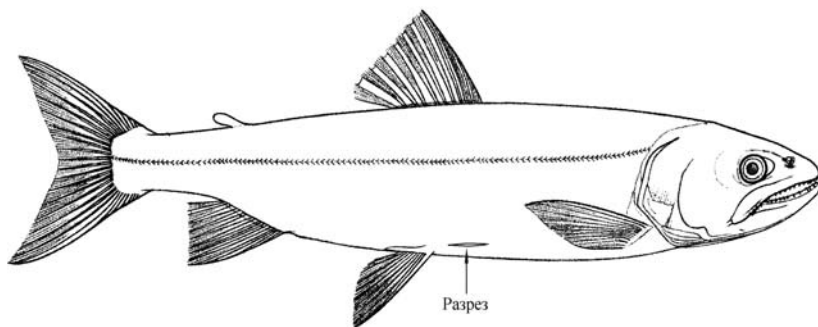


Рис. 1. Разрез правого бока рыбы для свободного вхождения консервирующей жидкости

После формалина рыба переносится в холодную воду приблизительно на такое время, которое она пробыла в формалине.

Вода меняется несколько раз. Затем рыба помещается в 40-градусный спирт, в котором выдерживается от 1 до 3 сут и, наконец, для длительного хранения помещается в 70-градусный спирт. Молодь и икра промывается от формалина (через сутки после фиксации) водой и для длительного хранения помещается также в 70-градусный спирт.

Мелкие объекты хранятся в стеклянных банках, плотно закрытых пробками, чтобы избежать испарения и просачивания фиксирующей жидкости. Для очень малых объектов и единичных особей можно применять мелкие пробирки, которые снабжаются обычными этикетками, заполняются фиксирующей жидкостью, закупориваются комком ваты или покрываются марлей, обвязываются ниткой и помещаются по несколько штук в одну емкость (лучше в пластиковые банки объемом 500–800 мл с прикручивающейся крышкой), которая также заполняется фиксирующей жидкостью. При хранении рыб в металлической таре (ящик, бидон, канистра) консервирующей жидкости следует брать столько, чтобы вся рыба была покрыта жидкостью. При малом объеме жидкости рыба не вся покрывается ею и обсыхает, если же жидкости слишком много, то это тоже может привести к ее повреждению (происходит деформация тела, ломаются плавники, стирается кожа, опадает чешуя).

Рыбы с колючими плавниками, в результате ее не плотной упаковки в таре, деформируют соседних особей, что затрудняет проведение их дальнейшего анализа.

При разведении формалина и спирта для фиксирования рыб рекомендуется пользоваться расчетными данными, представленными в табл. 1 и 2.

Для приготовления формалина и спирта желаемой крепости, к каждым 100 см^3 формалина или спирта прибавляют такое количество воды в см^3 , какое указывает цифра, приведенная в таблицах, на пересечении горизонтальных граф с вертикальными. Например, чтобы получить 2%-ный раствор формалина из 40%-ного, то следует к 100 см^3 40%-ного формалина добавить 1900 см^3 воды (или к 1 части 40%-ного формалина добавить 19 частей воды).

Т а б л и ц а 1

Таблица для разведения формалина (по: Правдин, 1939)

Формалин, который желательнее получить, %	Формалин, который разбавляется, %							
	40	30	20	10	5	4	3	2
30	33	0,0	–	–	–	–	–	–
20	100	50	0,0	–	–	–	–	–
10	300	200	100	0,0	–	–	–	–
5	700	500	300	100	0,0	–	–	–
4	900	650	400	150	25	0,0	–	–
3	1233	900	566	233	66	33	0,0	–
2	1900	1400	900	400	150	100	49	0,0
1	3900	2900	1900	900	400	300	200	100

Т а б л и ц а 2

Таблица для разведения спирта (по: Правдин, 1939)

Спирт, который желательнее получить, град.	Спирт, который разбавляется, град.						
	95	90	85	80	75	70	65
90°	6,4	0,0	–	–	–	–	–
85°	13,3	6,6	0,0	–	–	–	–
80°	20,9	13,8	6,8	0,0	–	–	–
75°	29,5	21,9	14,5	7,2	0,0	–	–
70°	39,1	31,1	23,1	15,4	7,6	0,0	–
65°	50,2	41,5	33,0	24,7	16,4	8,2	0,0
60°	63,0	53,7	44,5	35,4	26,5	17,6	8,8

Как наиболее просто определить концентрацию формалина можно показать на следующем примере.

Для получения 2%-ного раствора формалина нужно **40** (40%-ный формалин) разделить на **2** (2%-ный раствор формалина), получаем 20 частей, из них **1** часть составляет 40%-ный формалин и **19** частей – вода.

При работе с формалином необходимо предохранять глаза и слизистые оболочки носа и рта от возможных при работе формалиновых брызг. Формалин разъедает также руки (нужно работать в резиновых перчатках). Разъедающее действие формалина ослабляется содовыми препаратами, поэтому в разведенный формалин, когда он вливается в металлическую посуду, следует прибавлять немного соды: от 2 до 3 г на литр разведенного формалина.

Чтобы получить из спирта крепостью 90° спирт 70°, нужно к 100 см³ спирта добавить 31,1 см³ воды.

Следует помнить, что при фиксации собранного материала мы в итоге можем получить частично искаженную информацию. При этом могут изменяться пропорции тела, что существенно влияет на итоги проведения по фиксированным образцам морфологического анализа. Изменяются не только пропорции, но и длина и масса рыбы (Барсуков, Световидов, 1966). Было показано (Karjalainen, 1992), что при оценке влияния различных фиксаторов (**1** – 10%-ный формалин, нейтрализованный 4%-ном формальдегидом; **2** – спирт 70°; **3** – раствор спирта 70° и 1%-ного нейтрализованного формалина в соотношении 1:1; **4** – замораживание в 10%-ном формалине при –21°С) на личинок ряпушки, их длина через некоторое время снижалась соответственно на 11,0; 9,6; 10,9 и 12,1%. Сырой вес увеличивался. По прошествии 28 сут наступала относительная стабилизация процессов.

Инструменты и оборудование, необходимые для ихтиологических исследований

При проведении полевых работ необходимо иметь особый набор инструментов и других принадлежностей и оборудования (табл. 3), без которых нельзя полноценно выполнять полевую научную работу.

Ихтиологический инструментарий и оборудование

1. Эхолот	24. Лупа ручная (×5, ×7)
2. Мальковый круг, сетка Кори, сачок	25. Бинокуляр
3. Невод или бредень	26. Микроскоп
4. Ставные сети (набор сетей с разной ячеей: 18–60 мм)	27. Окуляр-микрометр
5. Спиннинг, удочка	28. Клеенка (не менее 0,5 м)
6. Набор рыболовных крючков	29. Марля (не менее 3 м)
7. Драга, скребок	30. Полотенце
8. Батометр	31. Бинты
9. Дночерпатель	32. Нитки, шпагат
10. Диск Секки	33. Резиновые перчатки
11. Компас ручной	34. Белые клеветы (18×24 см или немного меньше)
12. Оксиметр, рН-метр	35. Чашки Петри
13. Водный термометр (с делением 0,1°; 0,2°С)	36. Стеклянные или пластиковые банки 100–200 см ³ , пробирки
14. Ручной лот для измерения глубин (шнур с грузом)	37. Тара для рыб (бидон, канистра и др.), металлическая банка с за- винчивающейся крышкой
15. Весы электронные или техниче- ские до 2–5 кг	38. Бумага для этикеток (восковая, калька)
16. Безмен пружинный от 10 кг	39. Чешуйная книжка (для сбора и хранения чешуи)
17. Торсионные и электронные весы для взвешивания половых продуктов или органов рыбы с точностью до 0,01 г	40. Тетради, дневник для записи наблюдений
18. Рулетка до 1 м, металлическая миллиметровая линейка, измери- тельные сантиметровые ленты	41. Канцелярские принадлежности (карандаши, набор запасных гри- фелей, стирательные резинки)
19. Штангенциркуль от 150 мм (механический или электронный)	42. Аммиак 10%-ный
20. Пинцеты	43. Спирт 70°
21. Ножницы хирургические	44. Формалин 40%-ный
22. Нож для вскрытия рыбы; скальпель	45. Определители рыб
23. Настольная препаровальная лупа (×10, ×20)	46. Руководства по изучению рыб (методические указания и другие пособия)

Многие исследования рыб начинаются с проведения их внешних измерений. Учитываются длина и масса тела рыб. В зависимости от целей исследований выбирается и оборудование. Если речь идет о массовых промерах рыб и вполне достаточно точности промеров до 0,5 см вполне может подойти мерная доска (рис. 2).

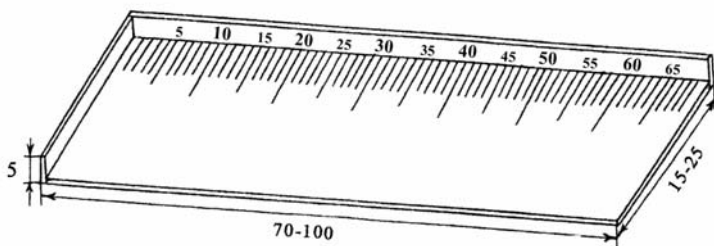


Рис. 2. Мерная доска (размеры в см)

Подобные исследования обычно проводятся при анализе достаточно крупных промысловых рыб, когда материалов для исследований поступает много, а конечной целью является оценка средних линейных характеристик вылавливаемых рыб. Такие ситуации обычны в местах проведения промышленного лова рыбы.

Часто при этих исследованиях берется лишь промысловая длина (длина тела рыбы). Размеры доски могут быть разными (в зависимости от того, крупные или мелкие рыбы отлавливаются в данном водоеме). Если есть крупные рыбы, то размеры доски следующие: длина – 70 (возможно до 100 см), ширина – 15–25 см. К левому краю доски крепится планка, выступающая над поверхностью доски на 3–5 см.

Сбоку доски расположена сантиметровая лента. Это может быть даже портняжный метр, но лучше использовать металлическую ленту от метровой рулетки, особенно следя за ее чистотой и сухостью. Нулевое деление ленты идет от левой боковой планки.

Более востребованными инструментами для определения длин являются штангенциркули или, в крайнем случае, канцелярские линейки (металлические или пластиковые) и рулетка.

Для проведения морфологического анализа мелких и даже средних по размерам рыб использование штангенциркуля (рис. 3) все-таки является безальтернативным.



Рис. 3. Штангенцикуль (обычный и электронный)

Появление штангенциркулей с электронным датчиком измерений позволило получать данные как в дюймах, так и в миллиметрах (с точностью до 0,01 мм). Размеры современных штангенциркулей (более 1 м) в случае необходимости позволяют «снимать» промеры даже у очень крупных рыб и использование таких инструментов при проведении морфологических исследований вполне оправдано. Удобство электронных штангенциркулей при проведении полевых исследований заключается не столько в их точности (она часто избыточна), сколько в удобстве считывания полученных промеров. Остается только позаботиться о достаточном запасе необходимых источников питания в полевых работах.

Для измерений длин и большинства морфологических промеров для средних по размерам рыб достаточно точности до

1 мм. Мелкие признаки: промеры на голове, измерения молоди рыб достаточно измерять электронным штангенциркулем с точностью от 0,05 до 0,10 мм. И только «твердые» объекты, такие как костные элементы, возможно, при необходимости, измерять с точностью 0,01 мм.

При измерении рыбы обычно проводится и ее взвешивание. Молодь рыб обычно взвешивают на торсионных или электронных весах с точностью до 0,01 г. На таких же весах следует взвешивать органы или половые продукты некрупных рыб. Более крупные особи взвешиваются на технических (бытовых) весах с точностью до 1 г. Здесь также особенно удобны бытовые электронные весы. Большинство моделей имеют эту точность и максимальные возможности взвешивания до 3 или 5 кг. В случае необходимости можно найти весы и с большими предельными характеристиками. Все необходимые данные заносятся в чешуйные книжки, а затем в ихтиологический журнал (см. прил. 1).

2. НЕОБХОДИМЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ВОДОЕМА КАК СРЕДЫ ОБИТАНИЯ РЫБ

При исследовании рыб ихтиолог должен обращать внимание на экологические условия, при которых та или иная рыба обитает; нельзя многое понять из жизни рыб, если не будут учтены абиотические и биотические факторы, воздействующие на них.

Начиная любые сборы материала и наблюдения по рыбам в полевых условиях, необходимо подробно описать район исследования, охарактеризовать водоем, на котором проводится сбор материала, а также окружающую его местность. Эти данные чаще всего находятся по картографическим материалам и литературным источникам. В настоящее время становятся все более доступными спутниковые съемки исследуемой местности, которые можно получить в сети Интернет. Такие снимки позволят более полно и точно оценить морфологию водоема и окружающей его местности, а в дальнейшем лучше подготовиться к исследованиям и точнее охарактеризовать его в отчетных материалах.

Программа по изучению водоема как среды обитания рыб сводится к исследованию нескольких аспектов: морфология водоема, его гидрологическая, гидрохимическая и гидробиологическая характеристики.

Морфология водоема. Желательно найти точную карту исследуемого водоема (река, озеро, водохранилище и др.). Необходимо указать название водоема (выясняется по имеющимся картографическим материалам или опросным данным). Данные по географическому положению водоема выясняются по имеющимся картам крупного масштаба и литературным источникам.

Современные возможности позволяют довольно точно определяться на местности с помощью методов спутникового пози-

ционирования (GPS/Глонасс-навигация). Имеющиеся приборы способны достаточно точно оценить координаты местности (долгота, широта), определяя при этом и некоторые дополнительные параметры. Стоимость навигатора как раз и зависит от его сервисных возможностей и дополнительных функций.

Следует отметить, что в настоящее время и некоторые фотоаппараты, безусловно, необходимые при проведении любых научных исследований, оснащаются функцией встроенного GPS-приемника. В декабре 2008 г. компания Nikon представила на всеобщее обозрение флагманскую компактную цифровую камеру Nikon P6000. Новейшие функции этой камеры включают в себя встроенную систему глобального позиционирования (GPS), позволяющую записывать точные координаты (долготу и широту) места съемки. Подобная информация особенно ценна при проведении маршрутных исследований.

Для любого исследуемого водоема необходимо знать его размеры. Для озер и водохранилищ – площадь в км² или га. Определение **площади** водоема обычно затруднено, поэтому нужно иметь готовую крупномасштабную карту водоема и пользоваться ею при расчетах площади (метод аналитической геометрии), внося в нее изменения, если таковые будут определены непосредственными наблюдениями. В настоящее время существует прибор *планиметр*, с помощью которого довольно просто определяется площадь водоема. Планиметр – цифровой прибор для определения площадей плоских фигур произвольной формы (рис. 4).

Координаты могут быть получены с учетом реального масштаба картографических материалов. Измерения могут проводиться в миллиметрах, сантиметрах, метрах, километрах и гектарах. Если готовой карты водоема нет, то нужно составить ее схему по опросным сведениям.



Рис. 4. Планиметр электронный

Длина водоема определяется по наибольшей оси, наибольшая ширина – по проводимым промерам или указывается по имеющимся литературным источникам. Необходимо охарактеризовать развитие *береговой линии*. Глубина наибольшая, средняя и минимальная определяется по непосредственным промерам или указывается по опросным данным и литературным источникам. Глубину водоема (или его исследуемого участка) удобно находить со льда (зимой) или с лодки (летом). Простейшим средством для определения глубин может служить *лот* с мерным шнуром. Оценка промеров ведется по определенным, ранее избранным линиям и через определенные расстояния. Данные записываются в отдельную книжку глубин, а затем наносятся на рабочую карту (если необходимо иметь батиметрическую карту).

В настоящее время при оценке глубин водоема широко используются эхолоты (рис. 5). Эхолот – это прибор, который сканирует толщу воды ультразвуковым лучом и позволяет увидеть рельеф дна, наличие рыбы, может определять температуру воды и некоторые другие параметры.

Эхолот измеряет глубины по времени прохождения акустического импульса, отражённого от дна. Современные эхолоты обладают компактными размерами и небольшим весом и существуют как в стационарном, так и портативном варианте.



Рис. 5. Эхолот с двухмерным изображением

Более простые модели эхолотов позиционируют просматриваемую местность в двухмерном, а более сложные – в трехмерном варианте просмотра. Следует иметь в виду, что все любительские модели эхолотов реагируют также и на любой предмет, расположенный в толще воды или торчащий из дна (например, сучья деревьев), показывая их как рыб различных типоразмеров, принятых для той или иной модели эхолота.

При описании рек необходимо указывать ее протяженность, охарактеризовать строение русла (извилистое, прямое и т.д.), характер течения, уклон русла (данные используются из литературных источников, картографических обзоров).

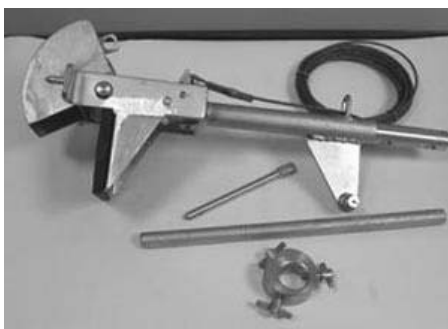
Проточность (проточное, сточное, бессточное и др.), характер водообмена водоема выясняется по картографическим материалам, дополнительно путем непосредственного наблюдения, а также путем опроса населения.

К геоморфологическому описанию водоема относятся данные по характеристике его *берегов и ложа*. Характер почвы (песок, глина, суглинок, камень, чернозем, подзол, торф и др.) выясняется и описывается на основании непосредственного наблюдения и изучения литературных материалов по району местоположения водоема.

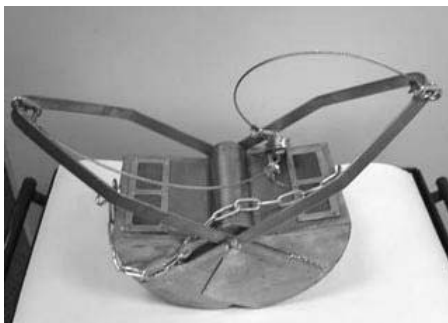
Рельеф берегов (высокие, крутые, обрывистые, отлогие, низменные) и их относительная протяженность характеризуются на основе визуальных наблюдений. Грунт берегов (песчаный, каменистый, глинистый, илистый, торфяной) и его протяженность по береговой линии характеризуется на основе непосредственных наблюдений. Рельеф дна (ровное, котловинное, ямистое) выясняется на основании промеров водоема, по записям эхолотов, дополнительных опросных сведений. Грунт дна водоема (песчаный, каменистый, глинистый, илистый и др.) исследуется при взятии проб грунта.

Способы взятия проб грунта водоемов различны. Грунт берут ведром, драгой, скребком. Удобно пользоваться *лотом* (с воронкой), которым одновременно определяется глубина и забирается образец грунта. Взятый грунт просматривается на месте, в журнале работ (лучше иметь отдельный журнал для грунтов) записываются замечания о характере грунта (крупный песок, ракушки и т.п.). Для отбора проб грунта используется также *грунтовая трубка*, которая служит для извлечения пробы грунта с ненарушенной структурой. Для погружения трубки используется лебедка. На небольших глубинах и при незначительной мощности иловых отложений отбор проб можно проводить вручную, заменив трос капроновым или пеньковым канатом.

На плотных песчаных грунтах или маломощных иловых отложениях применяют штанговые (ГР-91) и ковшовые дночерпатели с площадью захвата дна $0,025 \text{ м}^2$ (рис. 6). Пробы дночерпателем отбираются либо с помощью лебедки, либо вручную.



а



б

Рис. 6. Разные типы дночерпателей: *а* – штанговый;
б – ковшовый

Дночерпатель предназначен для взятия проб грунта с нарушением структуры несвязанных илистых и песчано-гравийных донных отложений со дна рек глубиной до 2 м и скоростью течения воды до 2 м/с, озер и водохранилищ – глубиной до 4 м.

Объем ковша используемых дночерпателей не менее 300 см³, масса 3,5 кг, состоит из 2 ковшей, соединённых вверху осью. Погружается на тросе в раскрытом виде. При ударе о дно створки смыкаются, забирая участок грунта. Применяются дночерпатели системы Гордеева, Петерсена и др.

Действие прибора заключается в механическом отделении пробы грунта от дна заборным ковшом. Взятие пробы происходит в процессе поворота заборного ковша под воздействием силы, развиваемой пружинным силовым приводом.

После изъятия пробы грунта проводят его тщательное описание (Инструкция для сбора... 1939), для проб, добытых трубкой, измеряют линейкой общую длину пробы, определяют мощность отдельных слоев; определяют *консистенцию* взятого образца грунта (плотный, очень плотный, полужидкий и т.д.) и его *цвет* (светло-желтый, желтый, светло-серый, коричневый, светло-коричневый, серый, темно-серый, серый с коричневым оттенком и т.д.). Дается механический анализ грунта с выделением отдельных фракций по крупности (ил, песок, щебень и т.д.). Образчик грунта раскладывается тонким слоем на бумагу и высушивается на воздухе, а часть грунта в полевых условиях помещается в стеклянную банку и заливается формалином (1 часть формалина на 10 частей по объему сырого грунта). Указанная емкость снабжается этикеткой с указанием места, времени, глубины, с которой взят грунт, а также лица, проводившего отбор проб. Подробный анализ (механический и химический) грунтов проводится в лабораторных условиях.

Температурный режим донных отложений является важным экологическим фактором. Для измерения температуры донных отложений используется донный *термоцуп*. Прибор позволяет проводить измерения температуры на горизонтах 5, 10, 20 см и более от поверхности грунта. Прибор может быть надежно использован на реках, озерах и водохранилищах с легкими и средними по плотности грунтами.

Климатические и гидрометеорологические данные. Важно собрать сведения по годовому ходу средних месячных данных по главным метеорологическим показателям (температура воздуха, воды, облачность, осадки, снеговой покров и др.), которые оказывают большое влияние на рыб. Желательно установить

(при мониторинговых наблюдениях) время вскрытия и замерзания водоема, продолжительность ледостава, обычную и максимальную толщину льда. Выясняется это из данных гидрометеорологических служб, литературных данных, собственных наблюдений и одновременно собираются данные опросным путем на месте.



Рис. 7. Термометр
в металлической
оправе

Стационарные гидрометеорологические наблюдения ведутся ежедневно с определением: температуры (с точностью до $0,1^{\circ}\text{C}$) воздуха, температуры воды (с той же точностью), направления и силы ветра, облачности, колебания уровня воды. Эти наблюдения можно проводить и через определенные промежутки времени с учетом задач проводимых исследований. Методические подходы по их определению приводятся ниже.

Температура воздуха определяется термометром на открытом воздухе, но в тени; для этого следует подбирать подходящее место: например с северной стороны от здания. Если затененное место найти затруднительно, тогда термометр при определении температуры воздуха нужно держать в тени самого наблюдателя (на расстоянии вытянутой руки). *Температура воды* у поверхности определяется также в тени с лодки, с берега или в ведре с зачерпнутой водой. Для её определения лучше пользоваться термометром в металлической оправе, снабженным резервуаром (ведерочком), в котором помещена нижняя часть ртутного столбика вместе с ртутным шариком (рис. 7).

Такой прибор, опущенный в воду (для определения температуры поверхностного слоя воды достаточно погрузить термометр в воду на 25 см), забирает в свой резервуар некоторое количество воды, поддерживающее нормальную для исследуемого слоя температуру и в течение некоторого времени после того, как термометр вынут из воды. Вода, остающаяся в резервуаре, препятствует изменению температуры во время отсчета.

Отсчет градусов нужно проводить быстро, всегда руководствуясь тем, что сначала отсчитываются десятые доли градуса, а затем только целые градусы. Термометр в момент отсчета градусов должен занимать такое положение, чтобы глаз наблюдателя находился на горизонтальной линии, идущей от зрачка глаза к самой верхней точке ртутного столбика. После того как температура в поверхностном слое определена, определяют ее и в более глубоких горизонтах.

Температура глубоких слоев воды исследуется особыми глубоководными (опрокидывающимися) термометрами либо электротермометрами, способы пользования которыми должны быть усвоены наблюдателем по соответствующим специальным инструкциям. Опрокидывающийся термометр предназначен для определения температуры воды на глубинах (рис. 8). Капилляр несколько выше резервуара сужен, после сужения он переходит в обычный цилиндрический канал, образуя петлю, и оканчивается расширением. После того как показания термометра установились, его при помощи шнура резко поворачивают резервуаром вверх, вызывая этим отрыв столбика ртути, вошедшей в капилляр в сужении.

Длина столбика ртути в капилляре служит мерой температуры. Петля предохраняет от дополнительного попадания ртути из резервуара в капилляр при повышении температуры. После очередного определения температуры воды термометр должен быть освобожден от воды, задержавшейся в его резервуаре.

Температуру воды следует измерять в нескольких горизонтах, которые летом отсчитывают от поверхности воды, зимой –

2. Необходимые исследования по изучению водоёма

от нижней поверхности льда. Для погружения глубоководных термометров применяются специальные рамы, в которые вставляются по два термометра. Выдержка термометра на заданном горизонте составляет 7–10 мин. Измерять температуру воды необходимо не менее 3 раз в сут (например, в 6–7, 13–14, 18–19 ч).

Температура воздуха и воды стационарно определяется в одних и тех же местах, причем температуру воды следует определять на некотором отдалении от берега (например, в 10–15 м).

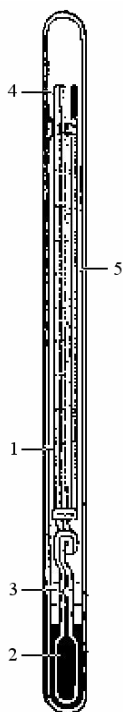


Рис. 8. Глубоководный опрокидывающийся термометр:
1 – капилляр; 2 – резервуар;
3 – сужение в виде вилки;
4 – цилиндрический канал, оканчивающийся небольшим расширением; 5 – обычный термометр

Направление и сила ветра. Направление определяется по компасу. Установив по компасу стороны горизонта, нетрудно установить и направление ветра. Приняты обозначения ветров:

N – северный, S – южный, E (или O) – восточный, W – западный, NE – северо-восточный, NW – северо-западный и т.д. Название ветру дается по названию той стороны, с которой он дует.

Силу ветра без приборов определяют по условным шкалам (балльная система – от 0 до 6 баллов):

0 – полная тишина: дым из труб или от зажженного клочка бумаги поднимается вертикально;

1 – очень слабый ветер: чуть колеблются листья на деревьях, чуть передует снег;

2 – слабый ветер: качаются мелкие ветки деревьев;

3 – умеренный ветер: качаются большие ветки деревьев;

4 – сильный ветер: качаются стволы деревьев;

5 – очень сильный ветер (буря): деревья сильно качаются, ветер срывает большие сучья;

6 – ураган: деревья ломаются.

В зависимости от места, где ведутся наблюдения, и от сезона наблюдений пояснения к баллам могут быть иные, о чем наблюдатель должен дать подробную справку в своих гидрометеорологических журналах.

Аналогичной шкалой можно характеризовать состояние поверхности водоема (штиль, слабое волнение, среднее волнение, сильное волнение, шторм).

Облачность также можно характеризовать баллами. Принята десятибалльная система: 0 – небо безоблачное, 5 – небо покрыто облаками наполовину, 10 – все небо покрыто облаками и т.д. Различают облака: дождевые, кучевые, перистые, грозовые, слоистые.

Уровень воды. Колебания уровня воды в водоеме можно наблюдать по обычной рейке (деревянный брус с делениями), но установка её для тщательных наблюдений требует специальной работы по установке самой рейки. Если настоящей рейки нет, то можно пользоваться рейкой самодельной – к бруску прикрепляют сантиметровую ленту, после чего устанавливается брус.

Рейка (брус) устанавливается в месте, защищенном от механических воздействий, которые могут ее сбить.

Скорость течения воды на пункте (станции) исследования определяется раз в декаду (10 дней), а в период половодья или спада воды – ежедневно. Для определения скорости течения (без наличия соответствующих приборов) можно использовать и очень простой элементарный прием. В качестве объектов, по которым можно определять скорость течения, берется пластмассовая бутылка (без воды), закрытая пробкой, или обычная (небольшая) палка. Намечается определенное расстояние по береговой линии реки (не менее 25–50 м). Забрасывается объект в воду с первой точки и определяется время (можно использовать секундомер), за которое используемый объект продвинется до второй точки намеченного расстояния. Частное от деления намеченного расстояния на время (s/t) и будет характеризовать скорость течения реки в данном месте.

Скорость течения также можно определять с помощью поплавка, изготовленного из любого плавучего материала. В этом случае по направлению течения, вдоль борта лодки или судна, укрепляется размеченная на сантиметры рейка, длина которой зависит от скорости течения – чем быстрее течение, тем длиннее должна быть рейка, однако свыше 3 м в длину её не следует делать, так как более длинной рейкой трудно пользоваться. Время прохождения поплавком расстояния, равного длине рейки, отмечается по секундомеру. Определение скорости течения необходимо повторить 2–3 раза и затем вычислить её среднюю величину. Направление течения определяют по направлению движения плывущих предметов.

Физические и химические свойства воды. Мутность определяется содержанием в воде взвешенных веществ. Сравнивая при одинаковом освещении образец исследуемой воды и образцы дистиллированной воды того же объёма, искусственно замутнённые определённым количеством стандартной взвеси, подбирают обра-

зец с наиболее подходящей концентрацией. Мутность может выражаться в миллиграммах на литр (мг/л). В поверхностных водах мутность чаще обусловлена присутствием фито- и зоопланктона, глинистых или илистых частиц, поэтому величина ее зависит от времени паводка (межени) и меняется в течение года.

Вкус вызывается наличием в воде растворенных веществ и может быть соленым, горьким, сладким и кислым. Природные воды обладают, как правило, только солоноватым и горьковатым привкусом. Солёный вкус вызывается содержанием хлорида натрия, горький – сульфата магния. Кислый вкус воде придаёт большое количество растворённой углекислоты. Вода может иметь также чернильный или железистый привкус, вызванный солями железа и марганца или вяжущий привкус, вызванный сульфатом кальция.

Запах воды определяются живущими и отмершими организмами, растительными остатками, специфическими веществами, выделяемыми некоторыми водорослями и микроорганизмами, а также присутствием в воде растворенных газов – хлора, аммиака, сероводорода, органических и хлорорганических загрязнений. Различают природный запах: ароматический, болотный, гнилостный, древесный, землистый, плесневый, рыбный, травянистый, неопределённый и сероводородный. Запахи искусственного происхождения называют по определяющим их веществам: фенольный, хлорфенольный, нефтяной, смолистый и т.д. Интенсивность запаха измеряется органолептически по шестибальной шкале (0–5 баллов):

- 0 баллов – запах и привкус не обнаруживается;
- 1 – очень слабые запах или привкус (обнаруживает только опытный исследователь);
- 2 – слабые запах или привкус, привлекающие внимание неспециалиста;
- 3 – заметные запах или привкус, легко обнаруживаемые и являющиеся причиной жалоб;
- 4 – отчётливые запах или привкус, которые могут заставить воздержаться от употребления воды;

5 – настолько сильные запах или привкус, что вода для питья совершенно непригодна.

Прозрачность воды. Прозрачность обусловлена цветом и мутностью воды, т.е. содержанием в ней различных окрашенных и взвешенных органических и минеральных веществ. Мерой прозрачности служит высота водяного столба, сквозь который можно различить на белой бумаге шрифт определенного размера и типа (Денисова, 1999). Этот метод дает ориентировочные результаты. Суть метода: необходимо иметь стеклянный цилиндр (градуированный) высотой 30–50 см и диаметром 2,5 см и небольшой текст на листе бумаги с высотой букв 3,5 мм. Цилиндр устанавливается на шрифт и наполняется тщательно перемешанной пробой изучаемой воды до такой высоты, чтобы буквы, рассматриваемые сверху, стали плохо различимы. Это и берется за основу при определении прозрачности воды. Прозрачность по имеющемуся шрифту выражается в сантиметрах водяного столба и определяется с точностью до 0,5 см. Исследование проводится в хорошо освещенном месте (в помещении), но не под прямыми лучами, а на расстоянии 1 м от окна. Измерение повторяется 3 раза, и за окончательный результат принимается среднее значение.

Стационарно прозрачность достаточно определять раз в пять дней, применяя для этого *диск Секки* (диаметр 30 см) (рис. 9) или заменяющую его тарелку. Диск опускают на размеченном (на сантиметры) лине, тросе в воду (в тени) и по нему замечают, на какой глубине диск перестал быть видимым. Затем диск опускают глубже и, поднимая его, определяют глубину, на которой он снова стал видимым. Для исключения ошибок при определении желательно повторять измерения 2–3 раза, а величину прозрачности вычислять как среднее из всех измерений. Величина прозрачности записывается с точностью до 10 см. Стационарное определение прозрачности воды проводится в одном и том же месте.

Для определения *цвета воды* пользуются набором разноокрашенных полос бумаги (лакмусовые полоски), соответствующих определенному цвету. Кроме этого, для определения цвета воды существует шкала цветов, состоящая из набора 22 (шкала Фореля–Уле) запаянных стеклянных пробирок, наполненных цветными растворами, образующими постепенный переход цвета от синего до коричневого.

Наблюдения над цветом воды проводится после определения прозрачности. При определении цвета воды белый диск Секки опускают на глубину, равную половине прозрачности, и сравнивают цвет воды на фоне диска с цветом жидкости в пробирках, под которые предварительно подкладывают белую бумагу. Цвет и прозрачность воды определяют только в светлое время суток.

Определение растворенного в воде кислорода требует специальных навыков наблюдателя и специального оборудования. В полевой обстановке образцы воды можно брать не только *батометром* (рис. 9), но и самыми простыми способами: с поверхности воду можно зачерпнуть банкой или даже ведром, а с небольших глубин (до 50 м) старым испытанным способом – обычным бутылочным батометром или бутылкой Мейера, которая представляет собой склянку емкостью 250–500 см³, снабженную пробкой и одним или двумя грузами. Бутылка опускается в водоем в закрытом виде (рис. 9) на нужную глубину, затем резким рывком веревки пробка открывается, вода заполняет бутылку, после чего её поднимают на поверхность и сразу же в нее погружают термометр без оправы и быстро снимаются показания по температуре воды.

Для образцов воды по содержанию в ней растворенного кислорода используются банки с притертыми пробками емкостью около 300 см³. Взятые пробы воды затем определяются в гидрохимических лабораториях. В настоящее время для определения содержания кислорода в воде широко применяется прибор оксиметр (рис. 10).

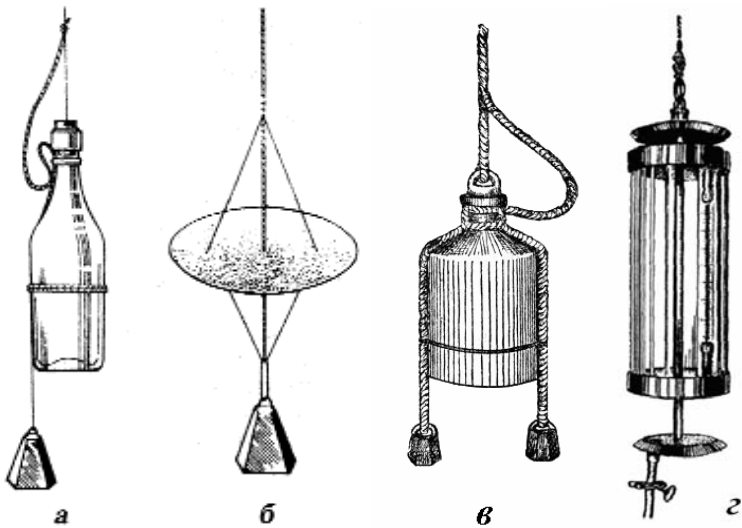


Рис. 9. Бутылочный батометр (а), диск Секки (б), бутылка Мейера (в), батометр Рутнера (г)



Рис. 10. Термооксиметр

Растворенный в воде кислород определяется 2 раза в сут (в 4, 12–14 ч), 1–2 раза в неделю. В гидрохимии для определения растворенного в воде кислорода используется широко распространенный метод Винклера, ценность которого состоит в том, что им можно пользоваться для анализа вод любой минерализации (Гидрохимия, 1984; Залозный, 1989).

Определение растворенного в воде кислорода осуществляется в три приема – фиксация растворенного в пробе кислорода, выделение свободного йода и количественное определение растворенного йода титрованием.

Реактивы и их приготовление для проведения исследования:

1. Сантинормальный раствор гипосульфита (0,01 н. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$). Отвешивают 2,5 г гипосульфита и растворяют сначала в небольшом количестве воды, затем объем доводят прокипяченной или свежеперегнанной дистиллированной водой до 1 л (для лучшей сохранности раствора в него добавляют 1–2 мл ксилола или хлороформа). Готовый раствор хранят в темной посуде. Раствор гипосульфита должен приготавливаться заранее.

Примечание. Раствор гипосульфита по мере хранения меняет концентрацию. Первые 3 дня нормальность его сильно меняется. Перед его употреблением необходимо определить коэффициент поправки.

2. Сантинормальный раствор йодноватистокислого калия (КЮЗ). Отвешивают точно 0,3567 г йодата калия и растворяют в небольшом количестве дистиллированной воды в мерной колбе на 1 л. После полного его растворения в колбу добавляют дистиллированную воду точно до отметки. Раствор является точно 0,01 н. и употребляется для установления и проверки нормальности раствора гипосульфита.

3. 32%-ный раствор едкого натрия с йодистым калием (NaOH+KJ). Отвешивают 32 г едкого натрия и растворяют в 100 мл дистиллированной воды. Затем в полученной жидкости растворяют 10 г сухого йодистого калия (KJ).

Вместо раствора NaOH можно взять 32%-ный раствор KOH, но навеску в этом случае нужно увеличить в 1,5 раза.

4. 40%-ный раствор хлористого марганца ($MnCl_2$). 40 г хлористого марганца растворяют в 100 мл дистиллированной воды. Раствор фильтруют, он должен быть бледно-розового цвета.

5. 25%-ный раствор серной кислоты (H_2SO_4) или концентрированной соляной кислоты (HCl). Раствор серной кислоты (при отсутствии соляной кислоты) готовят путем добавления к четырем частям дистиллированной воды одной части концентрированной серной кислоты (1:4).

6. 1%-ный раствор крахмала. На плитке доводят до кипения 100 мл дистиллированной воды и добавляют после этого 1 г крахмала, предварительно растворив его в небольшом количестве холодной воды. Раствор должен быть прозрачным, пригоден для работы только в течение дня.

Примечание. С раствором йода крахмал должен давать чистую синюю окраску. Появление фиолетового или бурого оттенка указывает на плохое качество крахмала.

7. Йодистый калий (KJ). Применяется в сухом виде для определения нормальности раствора гипосульфита.

Ход определения. Пробу на кислород берут с помощью батометра или других приспособлений. Из батометра пробу воды переносят в две специальные кислородные склянки с притертыми пробками (одна для контроля). Склянки заполняют доверху и наполнение продолжают до тех пор, пока перельется не менее половины объема склянки (т.е. пока не сменится вода, соприкасавшаяся с воздухом, находившемся в склянке).

Фиксация пробы. После наполнения склянки водой немедленно фиксируют растворенный в ней кислород. Для этого медленно вводят последовательно 1 мл 40%-ного раствора хлористого марганца ($MnCl_2$) и 1 мл 32%-ного раствора едкого натрия с йодистым калием (NaOH+KJ). При этом пипетку с раствором опускают ниже 1/2 склянки и по мере выливания медленно поднимают ее к по-

верхности (для каждого реактива должна быть своя пипетка, помеченная каким-либо особым способом). Выдувать растворы нельзя. Пробу плотно закрывают. Прилитые растворы реагируют между собой. Образуется гидрат окиси марганца – $Mn(OH)_3$ в виде хлопьевидного бурого осадка, по интенсивности окрашивания которого ориентировочно можно судить о том, много или мало кислорода в воде. Если его много, осадок быстро буреет; легкое побурение осадка указывает на недостаток кислорода. При отсутствии кислорода осадок остается совершенно белым.

Склянку несколько раз переворачивают для перемешивания в ней содержимого. После фиксации пробы ее можно хранить в темном прохладном помещении 2–3 дня, но лучше дальнейшие операции проводить в тот же день.

Через 15–20 мин после фиксации пробы и полного осаждения осадка на дно склянки ее открывают и добавляют 2 мл концентрированной соляной или 3 мл 25%-ной серной кислоты. При этом кислоту из пипетки необходимо выливать непосредственно над осадком и следить, чтобы хлопья осадка не поднимались к горлышку кислородной склянки. Выдувать кислоту из пипетки не следует. Склянку быстро закрывают и содержимое тщательно перемешивают, плавно переворачивая склянку, до полного растворения осадка.

Титрование пробы. После растворения осадка из склянки берут пипеткой 50 или 100 мл исследуемой воды и переносят в коническую колбу на 200–250 мл для титрования (перед началом работы рабочий сантинормальный раствор гипосульфита хорошо перемешивают, бюретки тщательно промывают и заполняют их раствором до нуля). Титруют пробу, непрерывно встряхивая ее, раствором гипосульфита до слабо-соломенного цвета. Чтобы точнее уловить конец титрования, вводят в колбу 1 мл свежеприготовленного 1%-ного раствора крахмала как индикатора. Крахмал в присутствии свободного йода окрашивает раствор в колбе в синий цвет. Раствор дотитровывают, точно улавливая момент полного его обесцвечива-

ния. Если в исследуемой воде кислорода мало и цвет жидкости после растворения осадка кислотой оказался бледно-желтым, а не бурым, то крахмал добавляют с самого начала титрования. Правильно оттитрованный раствор через несколько минут должен вновь посинеть в результате окисления иодидов кислородом воздуха. Количество гипосульфита, израсходованного на титрование, записать.

Расчет. По количеству раствора гипосульфита, пошедшего на титрование, с помощью формулы определяют количество кислорода, содержащегося в данной пробе воды:

$$\text{O}_2, \text{ мл/л} = \frac{A \times K \times T \times 1000}{V - V_1},$$

где A – количество 0,01 н. раствора гипосульфита, пошедшее на титрование пробы, мл; K – поправка к нормальности раствора гипосульфита (рассчитывается по формуле $K = \frac{10}{n}$, где 10 – 10 мл 0,01 н. раствора йодноватистокислого калия (KJO_3); n – количество раствора гипосульфита, пошедшее на титрование 10 мл йодноватистокислого калия); V – количество пробы, взятое для анализа (объем кислородной склянки), мл; V_1 – количество раствора Винклера, добавленное при фиксации, мл; T – количество кислорода, эквивалентное 1 мл 0,01 н. раствора гипосульфита, мг (для данного метода T составляет 0,08 мг O_2 , т.е. множитель 0,08 взят из расчета: атомный вес кислорода 16, грамм-эквивалент O_2 равен 8, а 1 мл 0,01 н. раствора гипосульфита эквивалентно 0,08 мг O_2); 1000 – множитель, вводится для пересчета количества определяемого кислорода на 1 л воды.

Определение концентрации водородных ионов (рН) требует также специальных навыков. Активная реакция среды (рН) и кислород определяются одновременно. Обычно она оценивается при помощи индикаторной лакмусовой бумажки с разными пределами измерения рН. Точность определения рН при этом способе составляет 0,5–1,0 и позволяет судить об активной реакции воды.

В настоящее время для оценки рН широко используются карманные рН-метры типа «рНер» (рис. 11), которые предназначены для измерения рН в диапазоне 0,0...14,0 рН с точностью $\pm 0,2$ рН, пригодны для работы в лабораторных и полевых условиях. Для проведения измерений необходимо включить прибор, погрузить электрод в исследуемый раствор и подождать, пока стабилизируется показание. Нельзя опускать электрод выше уровня погружения.



Рис. 11. Карманный рН-метр

Гидробиологические данные. При характеристике водоема должное внимание уделяется изучению *растительности* водоёма. Устанавливаются преобладающий состав, степень развития и пространственное распределение прибрежно-водной (тростник, камыш, хвощ, осока и др.), надводной (ряска, телорез и др.), донной (рдесты, хара, элодея, роголистник, тысячелистник, кувшинка и пр.) растительности. Высшие растения и крупные водоросли легко собирать путем засушивания, хотя водоросли лучше сохранять до их определения в жидкостях: в растворе формалина (1 часть формалина на 10 частей воды) или, когда формалина нет, в спирту (70–90°). Важно выяснить распре-

деление растительности в зависимости от глубин. Очень важно иметь сведения о том, наблюдается ли явление цветения в данном водоеме. Вышеперечисленное выясняется в процессе обследования водоема, при этом оформляется гербарий, осуществляются записи в полевых журналах, наблюдения сопровождаются фотографированием акватории водоема и прибрежной его зоны.

Для сбора *гидробиологического* материала (животные объекты) по водоему существует много хорошо разработанных инструкций, но мы все же приведем некоторые рекомендации по его сборам.

Для сбора мелких организмов, плавающих в толще воды, следует иметь планктонные сетки, которыми и облавливают определенные участки этой толщи, проводя лов или вертикально, или горизонтально. Пробы планктона можно брать не ежедневно: иногда достаточно проводить эту работу 1–2 раза в декаду (на одном и том же участке).

Донные организмы (бентос) собираются тралом, драгой, скребком, сачком.

При фиксации донных беспозвоночных водных животных нужно иметь в виду, что раствор формалина разрушает известковые части тела, поэтому животных, имеющих раковины, следует фиксировать в растворе формалина (4%), предварительно нейтрализованном насыщенным раствором соды (NaHCO_3), нейтрализацию формалина проводят для предотвращения растворения помещенных в него известковых раковин. Для лучшей сохранности раковин в сухом виде следует смазывать их маслом. Чаще же всего донные беспозвоночные водные животные фиксируются в 70°-ном спиртовом растворе.

Для характеристики растительных и животных форм будут полезны и пробы грунта, о которых говорилось выше.

При сборе водных беспозвоночных полезные советы и рекомендации можно найти в следующих публикациях: Богоров, 1934; Инструкция для сбора... 1939; Иогансен, 1939; Киселев, 1950; Яшнов, 1952, 1969; Петропавловская, 1973 и др.

3. ИЗУЧЕНИЕ ИХТИОФАУНЫ ВОДОЕМОВ

Рыбы составляют важную часть населения большинства рек, озер, водохранилищ. Всестороннее изучение рыбы имеет не только научное, но и важнейшее практическое значение. Первое, что биологически отличает рыбу от других пресноводных животных, это ее способность активно передвигаться на значительные расстояния, и поэтому она не может быть ограничена узкими факторами физико-географических условий района исследований.

При изучении рыб как одного из главных биологических ресурсов водных экосистем рассматриваются следующие вопросы:

- какие виды обитают в данном водоеме, их количественное соотношение;
- к какому фаунистическому комплексу относятся исследованные виды рыб;
- как растет рыба и каков ее возрастной состав;
- где и когда происходит икрометание;
- какова плодовитость рыб;
- чем питается рыба и т.д.

Все вопросы, кроме двух первых, рассматриваются отдельно по каждому виду рыб, обнаруженных в исследуемом водоеме.

Видовой состав. Выявление видового состава рыб в водоеме – первостепенная задача рыбохозяйственных исследований. Задача эта не из легких, поскольку в сибирских бассейнах крупнейших рек (например, бассейны рек Оби, Енисея и Лены) видовое разнообразие рыб достаточно велико, хотя на локальных участках русла реки, в водохранилищах, в придаточной системе общий видовой список редко превышает 20–30 видов. Исключение составляет оз. Байкал, в котором обитает 56 видов и подвидов, в том числе 34 эндемика (Рыбы озера Байкал... 2007).

К настоящему времени в Обь-Иртышском бассейне и Обской губе число видов рыб в основном за счет акклиматизантов, случайных вселенцев и объектов аквакультуры, иногда вылавливает-

мых в руслах рек, заметно увеличилось и составляет уже более 70 видов.

Приступая к изучению видового состава рыб на практике, необходимо иметь определители пресноводных рыб и уметь ими пользоваться. В качестве таких пособий можно рекомендовать монографии Л.С. Берга «Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран» (1948, 1949), Е.А. Веселова «Определитель пресноводных рыб фауны СССР» (1977), Н.А. Мягкова «Атлас-определитель рыб» (1994). Если нет возможности взять в поле указанные определители, то необходимо использовать хотя бы определительную таблицу для определения семейства, рода и вида рыб. Если же какие-либо виды рыб не поддаются точному определению в полевых условиях, то их необходимо фиксировать в 4%-ном растворе формалина и дальнейшую их обработку проводить в лабораторных условиях, привлекая для консультаций опытных специалистов.

Современные тенденции таковы, что десятки видов рыб получили новую для себя «прописку», подчас «оставив» для себя родину за тысячи километров. Безусловно, все это происходит при непрременном участии человека. Если для некоторых видов рыб существовали биологические обоснования, то другие были ввезены случайно или просто оказались выпущены в водоемы отечественными «преобразователями природы». Среди последних оказались в водоемах случайные вселенцы (верховка, уклейка, амурский чебачок, бычок-цуцик), оказавшиеся в рыбоводных материалах и поступившие в результате завоза икры или молоди предлагаемых акклиматизантов (например, некоторые сиговые, лещ, сазан и судак в Обском бассейне).

Иногда местными «рыбоводами» проводилась посадка вроде бы ценных видов (озера Горного Алтая: микижа, кумжа, форель), но при этом они мало задумывались над тем, как эти посадки в итоге скажутся на аборигенной лососевой (ленки, таймень) и сиговой фауне. Другие оказались в водоемах в результате немотивированных экспериментов аквариумистов (ротан, видимо, дальневосточный вьюн). Наконец, третьи появляются в реках и

озерах Сибири как побочный результат рыборазводной деятельности в естественных водоемах и тепловодных хозяйствах.

Не обошла эта участь и сибирские водоемы. Списочный состав каждой из крупных сибирских рек пополнился, и процесс, к сожалению, продолжается. В списке рыб Западной Сибири (охватывает большую часть Обь-Иртышского бассейна) Б.Г. Иоганзен (1953) указывал 69 таксонов, включая различные подвиды, племена и акклиматизантов. Если рассматривать только виды, их окажется только около 50. Общий состав современной ихтиофауны Западно-Сибирского региона составляет 76 видов и подвидов, среди которых 46 пресноводных, 5 эвригалинных и 25 солоноватоводных (Карасев, 2006). В список попали много морских и эвригалинных видов, населяющих Северную часть Обской губы, Байдарацкую, Гыданскую и Юрацкую губы. Столь широко состав нижнеобской ихтиофауны Б.Г. Иоганзен не рассматривал. Однако в этот список не попали натурализовавшиеся в русле или в отдельных локальных водоемах обширного Обь-Иртышского бассейна и уже давно известные акклиматизанты и случайные вселенцы (европейская ряпушка, чудской сиг, сиглудога, европейская корюшка, сазан, верховка, амурский чебачок, обыкновенный судак, ротан, бычок-цуцик и змееголов).

Кроме этих рыб в различных районах Обь-Иртышского бассейна есть достаточно много рыборазводных хозяйств, использующих популярные объекты отечественного тепловодного рыбоводства. Некоторые из них периодически отлавливаются в русле реки, немало удивляя при этом местных рыболовов.

Среди новых *пришельцев* есть виды, которые способны не только жить в условиях сибирских водоемов, но и размножаться. В результате произошла их натурализация, и их численность зависит только от пресса рыболовства. Некоторые виды рыб, которые активно используются как объекты рыборазведения, в условиях сибирского водоема не вызревают до получения полноценных половых продуктов, и человек вынужден поддерживать их

высокую численность для рыбоводных целей, создавая соответствующие условия (регулируемая температура воды, создание парникового эффекта), или путем искусственного воспроизводства (буффало, белый амур, толстолобики, кошацьи сомы и др.).

Однако некоторые тепловодные хозяйства, расположенные на юге Сибири, локально способны создавать условия не только для существования, но и воспроизводства экзотичных для Сибири рыб. В 80-е гг. прошлого века в пруд-охладитель Западно-Сибирской ТЭЦ Кемеровской области завезен змееголов – *Channa argus*, где успешно акклиматизировался (Бузмаков, Поляков, 2002). Условия водохранилища Беловской ГРЭС позволяют, хотя и в ограниченных возможностях, существовать амурским растительноядным рыбам. Там же в настоящее время в условиях садкового содержания уже много лет обитают веслонос – *Polyodon spathula*, декоративные китайские серебряные караси *Carassius auratus* и японские карпы (кой). Карповые успешно разводятся для коммерческих целей.

Весной 2009 г. в теплом (сбросном) канале Беловской ГРЭС было отловлено несколько особей растительноядной пираньи – чёрного паку *Colossoma brachypomum*, видимо, выпущенных в этот водоем опять же с целью *посмотреть, а что из этого выйдет...* Мы склоняемся к этой версии, поскольку в условиях пресноводного аквариума вырастить подобный экземпляр крайне трудно. Судя по размерам самой крупной (более 4 кг) рыбы, она провела в этих условиях не менее одной сибирской зимы.

Широко известны в Новосибирске, Барнауле журналистские *сенсации*, когда «удивленные» и перепуганные рыболовы или просто отдыхающие демонстрировали перед объективами фото- и видеокамер *зубастую пиранью* (видимо, *Serrasalmus* sp.), одну из ряда легендарных плотоядных рыб семейства Characidae (подсем. Serrasalminae), только что выловленную в суровом сибирском водоеме, внося немалое замешательство в общественное мнение ближайшего населенного пункта.

Вообще это не полный список тех рыб, которые в разное время использовались для целей рыборазведения (были и Цихлоловые) или просто живут в условиях тепловодного источника в результате выпуска аквариумистов (Карпозубые и др.). Дело в том, что иногда некоторые из них появляются в уловах любителей или профессионалов за многие сотни километров от мест их использования в аквакультуре. В этом списке есть канальный сомик, пестрый толстолобик, внося немалое замешательство при этом. Поэтому в данном пособии авторы рассматривают не только тех рыб, которые входят в состав аборигенной фауны, натурализовались в результате акклиматизационных работ или случайного проникновения, поскольку каждая из них может стать предметом ихтиологического изучения.

При подготовке определителя рыб для Обь-Иртышского бассейна использовались ценные замечания, оригинальные приёмы и комментарии и новые данные по спискам рыб из разных участков обширной гидросистемы сибирской реки (Рекомендации... 1980; Гундризер и др., 1984; Васильева, 2004; Голубцов, Малков, 2006, 2007; Карасев, 2006; Матковский, 2006). От традиционных определителей он отличается тем, что он более расширен, содержит комментарии и иллюстрирован рисунками, что для начинающего исследователя окажется более удобным и понятным.

Пользоваться определителем не сложно. С левой стороны напечатаны цифры: первая – открытая – называется тезой, вторая – в скобках – антитезой. Определяющий вид рыбы читает и следит, чтобы описание соответствовало признакам определяемой рыбы. Если текст не подходит, то определяющий переходит к антитезе, которая становится теперь уже тезой.

Так, например, для определения окуня нужно пройти следующие цифровые значения: 1(**4**), **4**(1), 5(**8**), **8**(5), **9**(136), 10(**49**), **49**(10), 50(**52**), 52(**55**), **55**(52), 56(**107**), **107**(56), 108(**113**), **113**(108) – семейство Окуневые: 114(**115**), 115(**116**), **116**(117) – речной (обыкновенный) окунь.

Для определения сибирской ряпушки: 1(4), 4(1), 5(8), 8(5), 9(136), 10(49), 11(12), 12(11), 13(48), 14(17), 17(14), 18(24), 24(18) – семейство Сиговые: 25(45), 26(29), 27(28), 28(27) – сибирская ряпушка.

Для определения сибирского ельца: 1(4), 4(1), 5(8), 8(5), 9(136), 10(49), 49(10), 50(52), 52(55), 55(52), 56(107), 57(133), 58(59), 59(58), 60(65), 65(66), 66(67), 67(66) – семейство Карповые: 68(104), 69(63), 70(82), 82(70), 83(86), 86(83), 87(88), 88(89), 89(92), 92(89), 93(92), 94(95), 95(94), 96(97), 97(103), 98(99), 99(100), 100(99), 101(102) – елец сибирский.

Определитель рыб из водоемов Обь-Иртышского бассейна

1(4). По бокам головы 7 пар жаберных отверстий, не прикрытых жаберными крышками. Тело змеевидное, на разрезе круглое. Парных плавников нет.

Класс – Цефаласпидоморфы (Cephalaspidomorphi) – семейство Миноговые (Petromyzontidae).



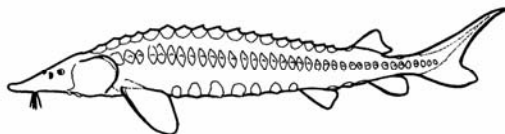
2(3). Крупная (до 50 см и более), проходная минога – **тихоокеанская (японская, ледовитоморская) минога**. *Lethenteron camt-schaticum* (Tilesius, 1811) (= *Petromyzon japonicus* Martens, 1868).

3(2). Мелкая (до 25 см), непроходная минога – **ручьевая, сибирская минога** – *Lethenteron kessleri* (Anikin, 1905). Видовой статус этой миноги дискутируется.

4(1). По бокам головы одна пара жаберных отверстий, прикрытых жаберными крышками. Тело веретеновидное, округлое либо сжатое с боков. Парные плавники (грудные и брюшные) есть или видоизменены в форме диска.

Класс – Лучепёрые (Actinopterygii).

5(8). Вдоль тела пять рядов костных жучек. Рыло вытянутое, рот на нижней стороне головы. Хвостовой плавник неравнолопастный – верхняя лопасть длиннее нижней – **семейство Осетровые** (*Acipenseridae*).



6(7). Рыло умеренной длины (у молодых особей более заостренное, нежели у взрослых). Боковых жучек обычно 42–47. Жаберные тычинки в форме веера (оканчиваются несколькими рожками). Усики не бахромчатые – **осетр сибирский** – *Acipenser baerii* Brandt, 1869.

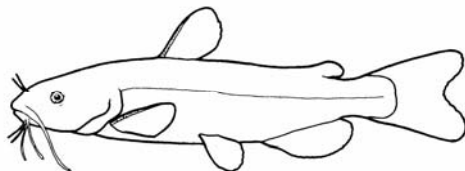
7(6). Рыло более или менее вытянутое. Боковых жучек более 50. Жаберные тычинки не в форме веера. Усики бахромчатые – **стерлядь** – *Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758.

8(5). Костных жучек вдоль тела нет.

9(136). Голова симметричная, глаза расположены по обе стороны от продольной плоскости головы; рыбы плавают вверх спиной, лежат на дне на брюхе.

10(49). Имеется жировой плавник.

11(12). Тело голое; спинной плавник с колючкой; есть усики – **семейство Кошачьи сомы** (*Ictaluridae*).

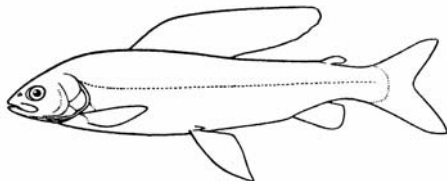


Наиболее известные представители этого семейства, – разводятся в тепловодных хозяйствах Западной Сибири, – канальный сомик *Ictalurus punctatus* (Rafinesque, 1818) и американский сомик *Ameiurus nebulosus* (Le Sueur, 1819). Объекты аквакультуры. Известны случаи поимки этих сомов в русловой части рек бассейна Оби.

12(11). Тело покрыто чешуей, усиков нет.

13(48). Боковая линия полная.

14(17). Спинной плавник длинный, имеет больше 17 лучей – **семейство Хариусовые** (Thymallidae).



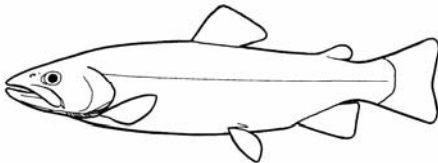
15(16). Чешуя в боковой линии относительно крупная от (68) 70 до 92; в среднем 78–84. Неветвистых лучей в спинном плавнике (6) 7–10 (11); в среднем 7,7–8,9. Длина спинного плавника в среднем составляет около 23% от длины по Смитту. Пятна на спинном плавнике у взрослых рыб крупнее зрачка глаза – **хариус Никольского** (верхнеобской хариус). *Thymallus nikolskyi* Kashchenko, 1899 Бассейн верхней Оби. *Th. arcticus brevicephalus* Mitrofanov, 1971 – хариус из оз. Маркаколь.

16(15). Чешуя в боковой линии относительно мелкая – от 81 до 100; в среднем 89–93. Неветвистых лучей в спинном плавнике 8–12; в среднем 9,1–10,0. Длина спинного плавника в среднем составляет около 25% от длины по Смитту. Пятна на спинном плавнике у взрослых рыб равны или меньше зрачка глаза – **сибирский хариус**. *Thymallus arcticus* (Pallas, 1776). Бассейн нижней Оби.

17(14). Спинной плавник короткий, имеет менее 17 лучей.

18(24). Чешуя мелкая, плотно сидит на теле. Число чешуй в боковой линии более 120, на теле есть темные пятна, у молоди – полосы.

19(17). Верхняя челюсть обычно длинная, достигает (род *Brachymystax*) или заходит за край глаза (арктический голец, горбуша, таймень, кумжа, микижа) – **семейство Лососевые** (Salmonidae).



20(23). Рот большой, число ветвистых лучей в анальном плавнике от 10 до 16 – **горбуша** – *Oncorhynchus gorbusha* (Walbaum, 1792). Редко встречается в уловах из нижней Оби и Обской губы.

21(20). Рот большой, число ветвистых лучей в анальном плавнике от 7 до 10, верхняя челюсть узкая, заходит за вертикаль заднего края глаза. Жаберных тычинок более 18, пилорических придатков менее 60 – **арктический голец** – *Salvelinus alpinus* (Linnaeus, 1758).

22(21). Рот большой, число ветвистых лучей в анальном плавнике от 7 до 10, верхняя челюсть широкая, заходит за вертикаль заднего края глаза. Жаберных тычинок обычно 11–12, пилорических придатков более 150 – **таймень** – *Hucho taimen* (Pallas, 1773).

23(24). Рот маленький. Верхняя челюсть никогда не заходит за вертикаль заднего края глаза – **ленки**, ускучи (род *Brachymystax*).



«тупокрылый»
(р. Пыжа)

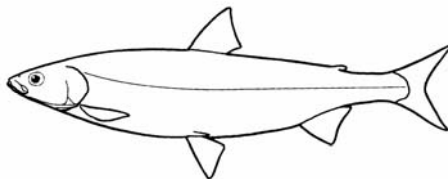


«острокрылый»
(р. Кальджир)

Обычно в списках рыб сибирских ленков называют *Brachymystax lenok* (Pallas, 1773) – обыкновенный ленок. В верховьях Оби его численность заметно снизилась, но он еще многочислен в оз. Маркаколь (бассейн р. Иртыша), где выделен в подвид *Brachymystax lenok savinovi* Mitrofanov, 1959. Ленки бассейна верховьев Оби хорошо отличаются от ленков из бассейна Иртыша по относительной ширине supraethmoideum (прил. 2: mesethmoideum) и сошника (vomer) (Мина, Алексеев, 1985). По совокупности внешних фенетических признаков их соответственно относят к тупорылой и осторылой формам, имеющим морфологические и генетические различия (Мина, Алексеев, 1985; Алексеев, Осинов, 2006). В настоящее время эти формы некоторыми авторами рассматриваются в Обь-Иртышском бассейне как аллопатричные виды, по аналогии с

дальневосточными ленками (Шедько, 2001; Шедько, Шедько, 2003; Голубцов, Малков, 2006, 2007 и др.): *Brachymystax lenok* (Pallas, 1773) – обыкновенный, острорылый ленок, населяет бассейн верхнего Иртыша и *Brachymystax tumensis* Morigi, 1930 – тупорылый ленок, населяет бассейн верхней Оби. Относительно этой точки зрения существуют возражения против идентификации обиртышских ленков с этими видами и вообще придания им видового статуса (Алексеев, Осинев, 2006). Окончательно не решен вопрос о возможном присутствии острорылого ленка в верхнем течении р. Оби и ее верхних притоках (Шедько, Шедько, 2003). В бассейне Енисея присутствует острорылая форма ленка.

24(18). Чешуя относительно крупная, в боковой линии обычно менее 120 чешуй. Тело серебристое, темных пятен нет. Зубы на челюстях отсутствуют или очень слабые. Верхняя челюсть короткая, обычно не заходит за вертикаль заднего края глаза – **семейство Сиговые** (Coregonidae).



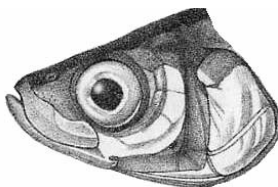
25(45). Рот маленький: верхний, конечный, нижний.

26(29). Рот верхний: верхняя челюсть короче нижней, нижняя круто загнута кверху.

27(28). Число позвонков в среднем менее 58 – **европейская ряпушка** – *Coregonus albula* (Linnaeus, 1758). Акклиматизирована в начале 30-х гг. прошлого века и натурализовалась в оз. Инголь Красноярского края, бассейна верхнего Чулыма (Башмаков, 1953). В современных уловах эта ряпушка присутствует.

28(27). Число позвонков в среднем более 60; чешуя легко опадающая – **сибирская ряпушка** – *Coregonus sardinella* Valenciennes, 1848. Ареал на западе проходит по р. Печоре, где симпатрична с европейской ряпушкой. В оз. Виви, Маковском и Норильских (Хантайское,

Кета, Собачье, Глубокое Лама и др.) отмечена малопозвонковая ряпушка, вполне подходящая под диагноз *Coregonus albula*.



29(26). Рот нижний или конечный, нижняя челюсть короче либо равна верхней.

30(35). Рот конечный, верхняя челюсть равна нижней.

31(32). Чешуя легко опадающая; в боковой линии не более 80 чешуй (обычно 60–68). Жаберных тычинок менее 40; позвонков 50–57 – **тугун** – *Coregonus tugun* (Pallas, 1814). В настоящее время тугун сохранился только в нижних участках и некоторых притоках бассейна Оби (р. Северная Сосьва и др.: *C. t. sossvinka*). Локальная популяция тугуна из бассейна рр. Томи и Чулыма (*C. t. manerka*) исчезла.



32(31). Чешуя плотно сидящая; в боковой линии обычно более 80 чешуй.

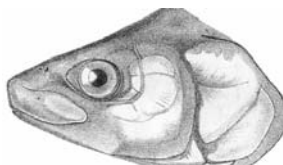
33(34). Чешуй в боковой линии от 80 до 111. Жаберных тычинок 35–54, чаще 42–46; в анальном плавнике ветвистых лучей 10–14; позвонков 60–66; пилорических придатков более 130. Тело прогонистое, слегка вальковатое – **омуль** – *Coregonus autumnalis* (Pallas, 1776).

34(33). Чешуй в боковой линии от 76 до 102. Жаберных тычинок 46–69. В анальном плавнике ветвистых лучей 12–16; позвонков 57–63; пилорических придатков от 70 до 170. Тело высокое, особенно у половозрелых озерных форм – **пелядь** (сырок) – *Coregonus peled* (Gmelin, 1789).

35(30). Рот нижний, верхняя челюсть заметно выделяется над нижней.

36(39). Жаберных тычинок больше 40.

37(32). Жаберных тычинок больше 40 (обычно 50–60) – **муксун** – *Coregonus muksun* (Pallas, 1814).



38(39). Жаберных тычинок больше 35 (35–45) – **чудской сиг** – *Coregonus lavaretus maraenoides* Polyakov, 1874. Акклиматизирован и натурализовался в оз. Инголь Красноярского края (Башмаков, 1953; Иоганзен и др., 1972). Современная численность очень низкая.

39(36). Жаберных тычинок менее 40.

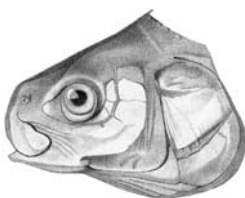
40(41). Жаберных тычинок от 30 до 40. Мелкие рыбы (половозрелые при длине от 11 до 15 см), преимущественно планктофаги. Телецкое озеро, истоки р. Бии – **сиг Правдина** – *Coregonus pravdinellus* Dulkeit, 1949.



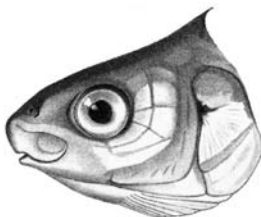
41(42). Жаберных тычинок от 24 до 30. Половозрелый при длине 20–24 см. Телецкое озеро – телецкий сиг – *Coregonus lavaretus pidschian natio smitti* Warpachowski, 1901.

42(43). Жаберных тычинок обычно менее 29.

43(44). Верхнечелюстная кость широкая и короткая, обычно не заходит за вертикаль переднего края глаза; ее ширина обычно составляет более половины ее длины. Длина верхней челюсти в среднем менее 22% от длины головы. Рыло впереди глаз заметно горбатое – **чир** – *Coregonus nasus* (Pallas, 1776).

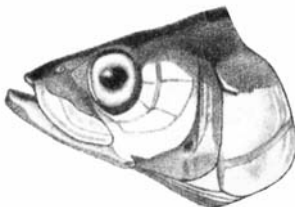


44(43). Верхнечелюстная кость почти достигает переднего края глаза; ее ширина обычно составляет существенно менее половины ее длины. Длина верхней челюсти в среднем более 22% от длины головы – **сиг-пыжьян** – *Coregonus lavaretus pidschian* (Gmelin, 1789).

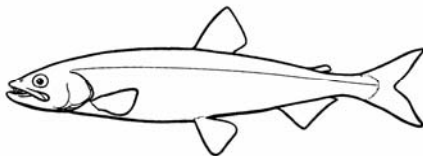


Внешне похож на сига-пыжьяна лудога (сиг-лудога) – *Coregonus lavaretus ludoga* Polyakov, 1874, вселенный в оз. Большое (бассейн р. Чулым) Красноярского края в начале 30-х гг. прошлого века (Башмаков, 1953). Сиг натурализовался в этом водоеме и встречается в настоящее время. Число жаберных тычинок у лудоги варьирует от 20 до 29 (Берг, 1948). На таксономический статус этого сига существуют и другие точки зрения (Богущая, Насека, 2004; Kottelat, Freyhof, 2007).

45(25). Рот большой; верхняя челюсть достигает середины глаза. Чешуя относительно мелкая; в боковой линии от 96 до 121 – **нельма** – *Stenodus leucichthys nelma* (Pallas, 1773).



46(13). Боковая линия неполная. Чешуя легко опадающая. Обычно темная спинка и серебристые бока – **семейство Корюшковые** (Osmeridae).



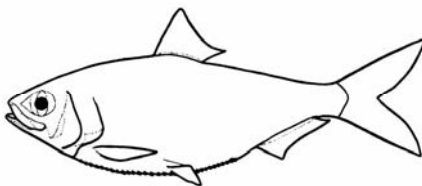
47(48). Рот большой, верхняя челюсть заметно заходит за вертикаль середины глаза; зубы на челюстях хорошо развиты. В боковой линии 14–30 прободенных чешуй; в анальном плавнике чаще 13–14 ветвистых лучей – **азиатская зубатая корюшка** – *Osmerus mordax dentex* Steindachner et Kner, 1870.

48(47). Рот большой, верхняя челюсть заметно заходит за вертикаль середины глаза; зубы на челюстях слабые. В боковой линии (0) 4–16 прободенных чешуй; в анальном плавнике чаще 12–13 ветвистых лучей – **европейская корюшка** – *Osmesus eperlanus* (Linnaeus, 1758). Акклиматизирована и натурализовалась в оз. Большой Кисегач Челябинской области в 30-е гг. прошлого века (Корляков, Мухачев, 2009).

49(10). Жирового плавника нет.

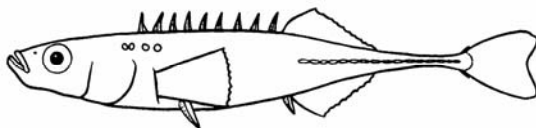
50(52). Боковая линия на теле отсутствует.

51(50). Вдоль середины брюха имеется киль из приостренных чешуй; чешуя округлая, легко спадающая; рот небольшой, полу-верхний – **семейство Сельдевые** (Clupeidae).



Семейство представлено только тихоокеанской сельдью, которая встречается в осолоненных участках Обской губы – **тихоокеанская сельдь** – *Clupea pallasii* Valenciennes, 1847.

52(55). Перед спинным плавником 7–12 (обычно 9) свободных колючек. Брюшные плавники также в виде колючек – **семейство колюшковые** (Gasterosteidae).



53(54). Хвостовой стебель с боков с хорошо развитыми килями. Ветвистых лучей в спинном плавнике от 9 до 12 – **девятииглая колюшка** – *Pungitius pungitius* (Linnaeus, 1758).

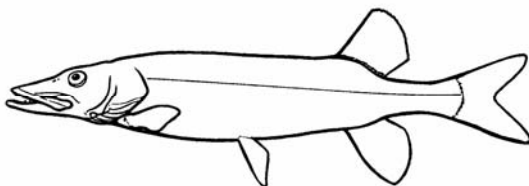
54(53). Хвостовой стебель гладкий, с боков без кия. Передняя часть тела более или менее покрыта вертикальными костяными пластинками. Ветвистых лучей в спинном плавнике от 7 до 10 – **малая южная колюшка** – *Pungitius platygaster* (Kessler, 1859). В Иртыше и Ишиме зарегистрировано ее обилие (Мухачев, 2002). Отмечено саморасселение аральского подвида малой южной колюшки – *P. p. aralensis* (Kessler, 1877) по бассейну верховьев Оби (Журавлев, 2006). Малочисленна.

55(52). Перед спинным плавником нет свободных колючек. Брюшные плавники не в виде колючек.

56(107). Спинной плавник один.

57(133). Спинной плавник относительно короткий (менее 26 лучей).

58(59). Спинной плавник далеко позади сдвинут над анальным плавником – **семейство Щуковые** (Esocidae).

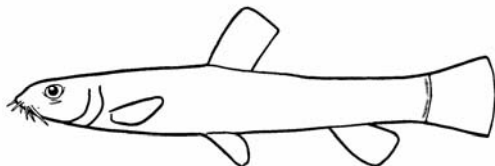


Семейство в бассейне р. Оби представлено одним видом – **обыкновенная щука** – *Esox lucius* Linnaeus, 1758.

59(58). Спинной плавник более или менее посередине тела, впереди анального.

60(65). Вокруг рта от шести до 10 усиков – **семейства Балиториевые и Вьюновые.**

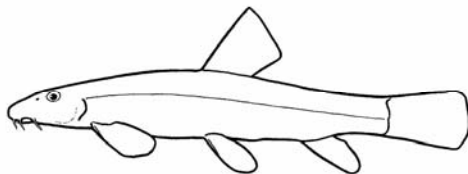
61(62). Голова и тело сжаты с боков. Под глазом есть складной шип, иногда скрытый под кожей, усиков 6 (если шипа нет, то усиков 10) – **семейство Вьюновые (Cobitidae).**



62(63). Усиков 6, из них 4 на конце рыла и 2 в углах рта; под глазом с каждой стороны имеется складной шип – **сибирская шиповка** – *Cobitis melanoleuca* Nichols, 1925. Семейство в бассейне р. Оби до последнего времени было представлено только одним видом.

63(61). Усиков 10, из них 4 на нижней челюсти; под глазом нет складного шипа – **вьюн Никольского** – *Misgurnus nikolskyi* Vasil'eva, 2001. Недавно в окрестностях г. Новосибирска этот вьюн был обнаружен в двух разных местообитаниях, не связанных между собой (Интересова, 2009; Интересова и др. 2010). Проникновение его в водоемы бассейна р. Обь, по мнению авторов, скорее всего, связано с интродукционными работами, проводившимися на Новосибирском водохранилище, в которое в конце 50-х гг. прошлого века завозились с Дальнего Востока белый амур и белый толстолобик. Видимо, с ними он и был завезен.

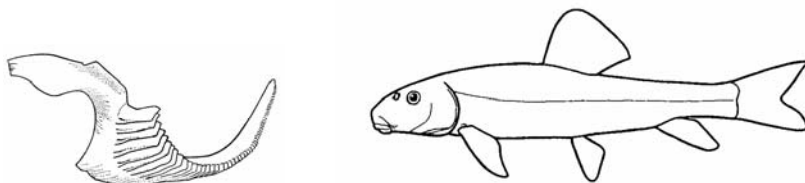
64(61). Голова не сжата с боков; под глазом нет складного шипа; усиков 6 – **семейство Балиториевые (Balitoridae).**



Из представителей этого семейства в Обь-Иртышском бассейне имеет широкое распространение только **сибирский голец-усач** – *Barbatula toni* (Dybowski, 1869). Другие голецы узкоареальны и присутствуют только в притоках Черного Иртыша и оз. Зайсан: **маркакольский голец** – *B. toni markakulensis* Menshikov, 1939 и **пятнистый губач** – *B. strauchi* (Kessler, 1874).

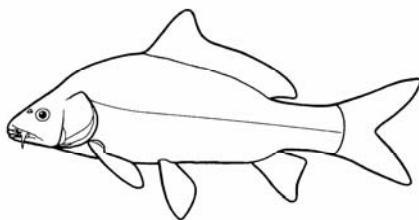
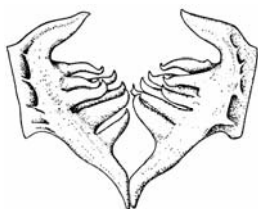
65(66). Рот без зубов, но хорошо развиты зубы (глочные зубы) на увеличенных серповидных нижнеглочных костях.

66(67). Глочные зубы однорядные, многочисленные (более 16 зубов в ряду); толстые губы покрыты ворсинками; усиков нет – **семейство Чукучановые** (Catostomidae)

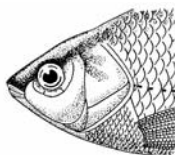


Ближайший представитель семейства чукучановых рыб, входящий в состав аборигенной фауны России, – чукучан (*Catostomus catostomus*) – обитает в водоемах Якутии. Как объект аквакультуры завозился в прудовые и тепловодные хозяйства Восточного Казахстана и Алтайского края. Наиболее известен большеротый буффало – *Ictiobus cyprinellus* (Valenciennes, 1844). Вне прудовых хозяйств известны случаи поимки его в верховьях Оби: в районе с. Сорочиха и р. Большая Чемровка (Бабуева, 1997). В 1980 г. вселялся в водохранилище Беловской ГРЭС, где не прижился (Колосов, Скалон, 2004). В эти же районы для проведения рыбоводных работ завозился и чёрный буффало *Ictiobus niger* (Rafinesque, 1819). Информация о поимках этой рыбы в естественных водоемах отсутствует.

67(66). Глочные зубы расположены в 1–3 ряда, малочисленные (не более 8 зубов). Усиков либо нет совсем, либо есть, но не более двух пар – **семейство карповые** (Cyprinidae).



68(104). Жаберные перепонки прикреплены к межжаберному промежутку. Глаза расположены по оси тела или выше.



69(63). Рот нижний или конечный.

70(82). Усики есть (одна или две пары).

71(72). Усиков одна пара.

72(74). Чешуйный покров неполный.

73(72). Почти все тело голое; чешуя находится только вдоль боковой линии и у основания грудных плавников – **голый осман** – *Diptychus dybowskii* Kessler, 1874. Обитает только в горных притоках верхнего Иртыша.

74(72). Чешуйный покров полный.

75(77). В боковой линии более 85 чешуй.

76(75). Толстое тело покрыто плотно сидящей чешуей; глоточные зубы однорядные; рот конечный – **линь** – *Tinca tinca* (Linnaeus, 1758).

77(78). В боковой линии более 70 чешуй.

78(79). Чешуя мелкая, в боковой линии более 70 чешуй (горные озера Алтай) – **алтайские османы или горные ельцы: алтайский осман Потанина** – *Oreoleuciscus potanini* (Kessler, 1879).

79(68). В боковой линии менее 70 чешуй.

80(79). В боковой линии не более 45 чешуй. Тело удлиненное, вальковатое. По бокам тела темные пятна – **сибирский пескарь** – *Gobio gobio cynocephalus* Dybowski, 1869. В отдельный подвид вы-

делен **маркакольский пескарь** – *Gobio gobio acutipinnatus* Menchikov, 1938.

81(71). Усиков две пары – **сазан, обыкновенный карп** – *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758. Работы по акклиматизации сазана в озера Обского бассейна проводились с конца 20-х гг. прошлого века. С конца 50-х гг. акклиматизирован в Новосибирское водохранилище. Отсюда он проник в русло Оби ниже плотины ГЭС. Натурализация, видимо, произошла в середине 80-х гг.

82(70). Усиков нет.

83(86). В анальном и спинном плавниках есть зазубренный луч. В спинном плавнике не менее 14 ветвистых лучей.

84(85). Жаберных тычинок на первой жаберной дуге 23–35 (чаще 26–31); зубчики на луче (в *D*) относительно мелкие – **обыкновенный (золотой) карась** – *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758).

85(84). Жаберных тычинок на первой жаберной дуге 35–51 (чаще 43–47); зубчики на луче (в *D*) относительно крупные; брюшина темная – **серебряный карась** – *Carassius gibelio* (Bloch, 1782).

86(83). В анальном и спинном плавниках нет зазубренного луча. В спинном плавнике менее 14 ветвистых лучей.

87(88). Тело очень высокое, сильно сжатое с боков; ветвистых лучей в анальном плавнике 23–30 – **лещ** – *Abramis brama* (Linnaeus, 1758). Акклиматизант, по руслу Оби распространен вплоть до устья.

88(89). На боках тела большие или мелкие темные пятна неопределенных очертаний или вдоль боков тела тянется сплошная узкая продольная полоска. Мелкие рыбки.

89(92). На боках тела не бывает больших темных пятен неопределенных очертаний, бока тела или почти одноцветные, или покрыты мелкими резко очерченными темными пятнышками, или вдоль боков тела тянется сплошная узкая продольная полоска; у половозрелых самцов никогда не бывает роговых бугорков; тело сжато с боков, не веретенообразное; толщина хвостового стебля (у конца анального плавника) меньше наименьшей высоты тела.

90(91). Тело высокое: наибольшая высота тела больше длины хвостового стебля (обычно более 24% длины тела); боковая линия обычно

неполная; длина рыла обычно меньше ширины лба. Окраска либо одноцветная, либо по бокам тела есть резко очерченные маленькие пятнышки или продольная темная полоса – **озерный гольян** – *Phoxinus (Eupallasella) percnurus* (Pallas, 1814).

91(90). Вдоль тела полосы нет; грудные плавники короткие; боковая линия развита только в начале тела или отсутствует; длина рыла обычно больше ширины лба – **гольян Чекановского** – *Phoxinus czekanowskii* Dybowski, 1869. Обычно включается в списки видов рыб Обь-Иртышского бассейна, но исследования по этому виду здесь пока не проводились.

92(89). На боках тела темные пятна неопределенных очертаний, иногда располагаются одно за другим в виде продольного ряда; мелких резко очерченных темных пятнышек на боках тела никогда не бывает; у половозрелых самцов на голове развиваются роговые бугорки; тело удлиненное веретенообразное; толщина хвостового стебля обыкновенно больше наименьшей высоты тела; пространство между ноздрями выпуклое – **гольян обыкновенный** – *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758).

93(92). Вдоль тела темная полоса; грудные плавники длинные, немного не достигают до основания брюшных; брюхо впереди брюшных плавников не имеет чешуй (оз. Зайсан) – **зайсанский гольян** – *Phoxinus (phoxinus) sedelnikovi* Berg, 1908.

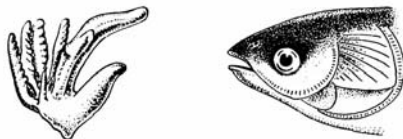
94(95). Чешуя относительно крупная, легко опадающая. Маленькие рыбки. Боковая линия неполная, прекращается на первых чешуях 2–13 (0–19) – **верховка** – *Leucaspius delineatus* (Heckel, 1843). Случайный вселенец. В водоемах Западной Сибири впервые появилась в прудах Ояшинского карпового питомника, куда попала вместе с карпом в 1962 г. К настоящему времени известна из Верхней Оби, Ишима, Тобола и Томи.

95(94). Боковая линия полная.

96(97). Чешуя легко опадающая, блестящая; тело более или менее удлиненное; жаберные тычинки густые и длинные – **уклейка** – *Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758). Случайный вселенец. Впервые обнаружена в начале 70-х гг. прошлого века в оз. Хорошее Бурлинской системы озер, куда, видимо, попала вместе с завозившимся туда карпом.

97(103). Рот конечный или нижний.

98(99). Радужина глаз золотистая; по краю каждой чешуйки темная полоска; спинной и хвостовой плавники темные; чешуй в боковой линии 37–47; глоточные зубы на вершине сжаты с боков и резко зазубрены – **белый амур** – *Stenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844). Объект аквакультуры.



99(100). Радужина глаз красная; чешуй в боковой линии обычно не более 45 (чаще 43–44) – **сибирская плотва** (чебак, сорога) – *Rutilus rutilus lacustris* (Pallas, 1814).

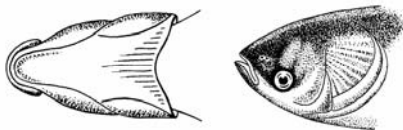
100(99). Радужина глаз черная, серая; чешуй в боковой линии более 45.

101(102). В боковой линии 48–52 чешуи (реже до 54). Тело прогонистое – **елец сибирский** – *Leuciscus leuciscus baicalensis* (Dybowski, 1874).

102(101). В боковой линии 56–61 чешуй. Тело умеренно удлинненное – **язь** – *Leuciscus idus* (Linnaeus, 1758).

103(97). Рот верхний, очень маленький, поперечный; боковая линия совершенно прямая, тянется посередине тела – **амурский чебачок** – *Pseudorasbora parva* (Temminck & Schlegel, 1846). Обилие амурского чебачка зарегистрировано в рр. Иртыше и Ишиме (Мухачев, 2002). Несанкционированно вселён в оз. Маркаколь рыбаками-любителями. Впервые обнаружен в оз. в 1999 г. Распространен по всей акватории озера, многочислен. В настоящее время входит и в состав ихтиофауны Черного Иртыша (Куликов, 2007).

104(68). Жаберные перепонки не прикреплены к межжаберному промежутку. Глаза расположены ниже оси тела.



105(106). Не покрытый чешуей киль тянется от горла до анального отверстия; жаберные тычинки длинные и тонкие, соединяются между собой в сплошную ленту вдоль переднего края жаберной дуги – белый толстолобик – *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes, 1844). Объект аквакультуры.

106(105). Не покрытый чешуей киль имеется только за брюшными плавниками; жаберные тычинки не соединяются друг с другом – пёстрый толстолобик – *Hypophthalmichthys (Aristichys) nobilis* (Richardson, 1845). Объект аквакультуры.

107(56). Спинных плавников два или три.

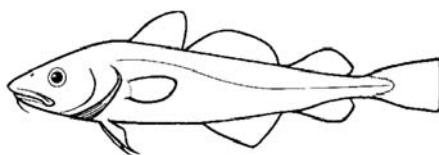
108(113). Колючих лучей в плавниках нет.

109(110). Спинных плавников два. На подбородке есть усик – **семейство Налимовые** (Lotidae).



В фауне присутствует единственный пресноводный представитель семейства (и отряда) – **налим** – *Lota lota* (Linnaeus, 1758). Некоторые систематики рассматривают налимовых в рамках семейства тресковых рыб.

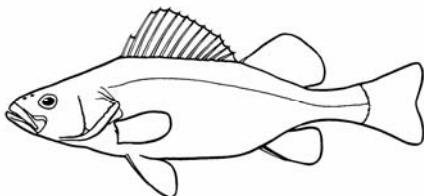
110(109). Спинных плавников три – **семейство Тресковые** (Gadidae).



111(112). Боковая линия прерывистая на всем своем протяжении; чешуя на теле очень мелкая, чешуйки не налегают друг на друга; зубов на небе не бывает – **сайка, арктическая тресочка** – *Boreogadus saida* (Lepechin, 1774).

112(111). Боковая линия прерывистая только в задней части тела, за началом второго спинного плавника – **навага** – *Eleginus navaga* (Koelreuter, 1770).

113(108). Колючие лучи в первом спинном плавнике есть. Тело покрыто чешуей. В анальном плавнике 1–2 колючих луча, **семейство Окуневые** (Percidae).



114(115). Оба спинных плавника слиты вместе в один – **обыкновенный ёрш** – *Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758).

115(116). Спинные плавники раздельны либо соприкасаются, но не слиты.

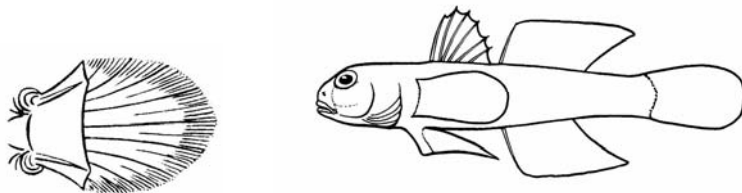
116(117). В конце первого спинного плавника есть темное пятно – **речной (обыкновенный) окунь** – *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758.

117(116). Спинные плавники обособлены; в конце первого спинного плавника нет темного пятна – **обыкновенный судак** – *Sander (Stizostedion) lucioperca* (Linnaeus, 1758).

118(124). Брюшные плавники срастаются, образуя присоску.

119(120). Брюшные плавники срастаются, образуя присоску. Спинных плавников два.

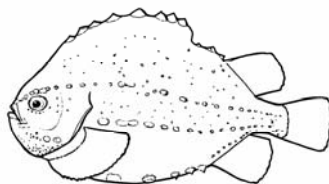
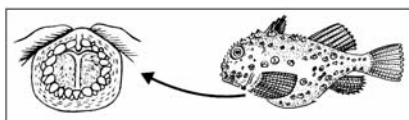
120(121). Тело продолговатое, оба спинных плавника хорошо выражены – **семейство Бычковые** (Gobiidae).



121(122). Брюшная присоска без ясных лопастинок; ширина лба меньше диаметра глаза; основной цвет тела буровато-серый или желто-серый; на боках имеется несколько поперечных полос – **бычок-цуцик** – *Proterorhinus marmoratus* (Pallas, 1814). Ловится

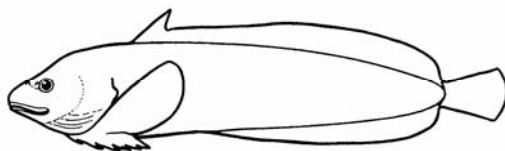
вблизи Абалакского осетрового рыбоводного завода, расположенного на Нижнем Иртыше, вблизи впадения Тобола, и, вероятно, случайно завезен с молодью осетровых из рыбхозов и заводов юга России (Мухачев, 2002).

122(118). Тело округлое; на брюхе или на горле обычно имеется присасывательный диск, образованный видоизмененными брюшными плавниками; тело мягкое, с подвижной скользкой кожей, иногда покрыто шипиками, бугорками, костными пластинками – **семейство Круглопёровые, пинагоровые (Cyclopteridae).**



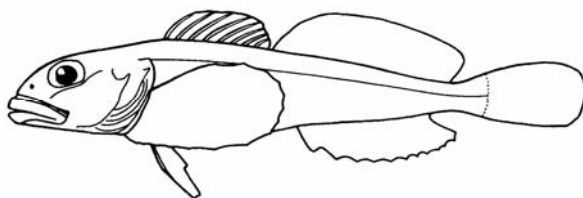
Семейство круглопёровых представлено только одним видом, который встречается в Обской губе – **пинагор** – *Cyclopterus lumpus* Linnaeus, 1758.

123(119). Брюшные плавники преобразованы в большой присасывательный диск; спинной плавник один. Тело голое, спинной плавник один – **семейство Липаровые, морские слизни (Liparidae).**



Семейство Липаровых представлено только одним видом, который встречается в Обской губе – **обыкновенный липарис** – *Liparis liparis* (Linnaeus, 1766).

124(132). Брюшные плавники не срастаются; тело без чешуи, голое, с шипами; на голове и теле имеются каналы боковой линии – **семейство Рогатковые (Cottidae).**



125(128). Жаберные перепонки приращены к широкому межжаберному промежутку и не образуют поперек него складку.

126(127). На брюшных плавниках видны поперечные полосы – **пестроногий подкаменщик** – *Cottus poecilopus* Heckel, 1840. Последние исследования восстанавливают в статусе вида **алтайского (сибирского) пестроногого подкаменщика** – *Cottus altaicus* Kaschenko, 1899 (Сиделева, Гото, 2009).

127(126). На брюшных плавниках никогда не бывает поперечных полос – **сибирский подкаменщик** – *Cottus sibiricus* Warpachowski, 1889.

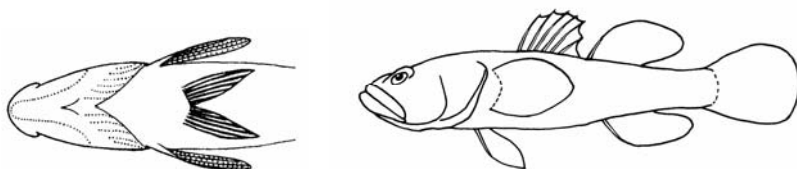
128(125). Жаберные перепонки свободны от межжаберного промежутка и образуют поперек него свободную складку.

129(130). Вдоль боковой линии расположен ряд хорошо развитых костных пластинок – **восточный двурогий ицел** – *Icelus spatula* Gilbert et Burke, 1912. Обская губа.

130(131). Вдоль боковой линии нет хорошо развитых костных пластинок; верхний предкрышечный шип прямой с небольшими дополнительными шипиками; нет зубов на сошнике и небных костях – **арктический шлемоносный бычок** – *Gymnocanthus tricuspis* (Reinhardt, 1830). Обская губа.

131(130). Второй спинной плавник значительно выше первого – **четырёхрогий бычок, рогатка** – *Trigloopsis quadricornis* (Linnaeus, 1758). Обская губа.

132(124). Тело покрыто чешуей; голова большая приплюснутая, ее длина укладывается не более 3 раз в длине тела; брюшные плавники сильно сближены и соприкасаются основаниями – **семейство Головешковые** (Odontobutidae).



Семейство представлено одним видом – **ротан-головешка** – *Percottus glenii* Dybowski, 1877. Предполагается, что в начале 1970-х гг. был выпущен аквариумистами в озера поймы р. Томи. В настоящее время активно распространяется по руслу Оби.

133(57). Спинной плавник один, длинный (более 26 лучей).

134(135). Хвостовой плавник сливается со спинным и анальным. Маленькие брюшные плавники располагаются на горле – **семейство Бельдюговые** (Zoarcidae).



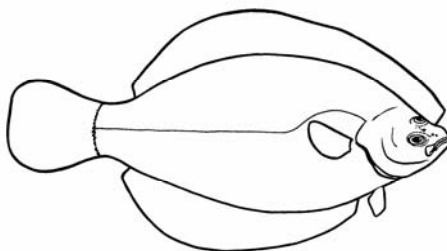
Семейство Бельдюговых представлено только одним видом, который встречается в Обской губе – **полярный ликод** – *Lycodes polaris* (Sabine, 1824).

135(134). Хвостовой плавник не сливается со спинным и анальным. Чешуя покрывает все тело и голову; голова большая, уплощенная; лучей в спинном 49–54 – **семейство Змееголовые** (Channidae).



В водоемах России встречается только один вид в бассейне Амура – **змееголов** – *Channa argus* (Cantor, 1842). Акклиматизирован в водоемы Средней Азии, встречается в водоемах Казахстана. В 1980-е гг. завезен в пруд-охладитель Западно-Сибирской ТЭЦ Кемеровской области, где успешно натурализовался (Бузмаков, Поляков, 2002).

136(9). Голова асимметричная, оба глаза расположены, как правило, на правой стороне головы, являющейся верхней; тело сильно сжато с боков, высокое, овальной формы; рыбы плавают и лежат на дне на одном боку – **семейство Камбаловые** (Pleuronectidae). Представители семейства присутствуют в Обской губе.



137(140). Тело с обеих сторон покрыто налегающей чешуей, костные бугорки или пластинки отсутствуют.

138(139). Челюсти с обеих сторон головы симметричные; зубы одинаково хорошо развиты с обеих сторон головы – **европейская камбала-ёрш** – *Hippoglossoides platessoides limandoides* (Bloch, 1787).

139(138). Челюсти с обеих сторон головы асимметричные; зубы лучше развиты со слепой стороны головы – **полярная камбала** – *Liopsetta glacialis* (Pallas, 1776).

140(137). Чешуя на теле почти полностью заменена мелкими костными бугорками или пластинками, почти всегда образующими ряды вдоль оснований спинного и анального плавников; на теле имеются очень редкие, погруженные в кожу чешуйки – **северная речная камбала** – *Platichthys flesus septentrionalis* (Suvorov, 1925).

Перед выездом в поле необходимо тщательно проработать имеющуюся литературу по данному водоему и ее рыбному населению. Это обеспечивает успех проводимых исследований и существенно экономит время.

Для установления видового состава рыб водоема существует два основных подхода.

1. Необходимо использовать сведения любителей-рыболовов, которых можно встретить в каждом населенном пункте, расположенном вблизи водоемов. Они могут значительно расширить сведения не только о составе рыбного населения, но и о сроках нереста, о распределении рыб по водоему, поведении рыб и т.д. Следует помнить, что при использовании в своей работе опросных данных, полученных от разных лиц, необходимо их тщательно анализировать.

2. Наиболее результативным подходом сбора материала по изучению ихтиофауны водоема является организация опытных ловов на водоеме. Для этого надо использовать различные рыболовные снасти.

При изучении фауны рыб важно выявить доминирующие виды (по численности и биомассе), широко распространенные и редко встречающиеся, указать из общего числа обнаруженных видов – аборигенных (местных), акклиматизантов и случайных вселенцев. Помимо этого важно охарактеризовать (на основании опытных ловов) распределение рыб в целом по водоему и их относительную численность на разных участках.

Структура ихтиофауны. Большинство современных ихтиофаун гетерогенны по своему происхождению, т.е. они слагаются из разных фаунистических комплексов (Никольский, 1980). Фаунистический комплекс – это группа видов, связанная общностью географического происхождения, т.е. развитием в одной географической зоне, к абиотическим и биотическим условиям которой виды, слагающие комплекс, приспособились в процессе своего становления.

В связи с этим выявление распределения рыб по фаунистическим комплексам в исследуемом водоеме представляет большой научный и практический интерес. Основными признаками при отнесении видов к тому или иному фаунистическому комплексу являются: общность ареала для видов, слагающих данный фаунистический комплекс, динамика ареала (учитывается

особенно при акклиматизационных работах), взаимоотношения видов с абиотическими и биотическими факторами среды, сроки размножения, плодовитость, характер нерестового субстрата, характер пищевых отношений. Г.В. Никольским (1980) описано 10 пресноводных фаунистических комплексов рыб. Специфика этих комплексов изложена ниже, с указанием тех видов, которые в него входят.

Арктический пресноводный комплекс – в него входят *сиги*, в широком понимании, *нельма (белорыбица)*, *налим*, *арктический голец*, *большеротые корюшки*, *далиш* (черные рыбы) и др. Рыбы этого комплекса приспособлены к жизни в холодной воде, обычно с большим содержанием кислорода. Тело их вальковатое, приспособлено к преодолению течения, имеют мелкую чешую. Почти все виды откладывают донную, почти неклеякую икру, нерест у большинства видов протекает осенью или зимой, большинство видов – эврифаги, доминируют из них бентофаги, растительноядных рыб среди этого комплекса нет.

Бореальный предгорный комплекс включает *тайменя*, *ленков*, *хариусов*, *речного гольяна*, *сибирского гольца*, *подкаменщиков* и др. Приспособлены они к жизни в реках предгорного типа и значительно реже к жизни в озерах. Все они оксифилы, тело веретенообразное, покрыто мелкой чешуей. Окраска русловая, донная или придонная (темная спинка, темные пятна и разводы по бокам). Откладывают донную икру на каменистый грунт или закапывают в него. Нерест протекает весной или осенью. Икра имеет большой запас желтка. По характеру питания они в основном бентофаги. Отношения хищник – жертва в пределах этого комплекса более напряжены, чем в арктическом комплексе. Сформировался этот комплекс в предгорных, текучих водоемах.

Бореальный равнинный комплекс. Виды приспособлены к жизни в стоячих и текучих водах равнин бореальной зоны. К этому комплексу относятся *сибирский осетр*, *щука*, из карповых – *плотва*, *елец*, *язь*, *озерный гольян*, *лινь*, *обыкновенный*

пескарь, караси золотой и серебряный, из окуневых – *окунь, ерш*. Есть виды (караси, линь) этого комплекса, приспособленные к жизни в стоячих водоемах с малым количеством кислорода в воде. Наибольшее число видов имеют донную окраску (*пескарь, ерш, осетр*) или зарослевую (*щука, окунь, озерный голянь*). По характеру размножения они разнообразны: литофилы – *осетр*; псаммофилы – *пескарь, щиповка*, большинство видов *фитофилы*, откладывающих икру, главным образом, на прошлогоднюю растительность. Нерест проходит весной или в начале лета. Нет рыб, охраняющих свою икру. В основном в этом комплексе виды – бентофаги.

Понтический пресноводный комплекс. Сюда относятся такие виды из наших сибирских водоемов, как *уклейка, верховка и лец*. Кроме того, в этот комплекс входят *вырезуб, красноперка, подусты, чехонь, усачи, чопы, трехиглая колюшка* и др. Виды этого комплекса – обитатели медленно текучих и стоячих, сравнительно прозрачных вод с высоким содержанием кислорода. Преобладают рыбы с пелагической окраской, но есть и с донной, и зарослевой. Тело по форме слегка уплощенное с боков (веретенообразное – у *уклейки*, высокое – у *леща*). Размножаются весной или в начале лета, много среди них порционнонерестующих. По характеру размножения в основном это *литофилы* и *фитофилы*. По характеру питания основная масса видов – бентофаги.

Древний верхнетретичный или пресноводный амфибореальный комплекс: сюда относятся из наших водоемов *оксифилы – судак*, есть виды, приспособленные к жизни в воде с небольшим содержанием кислорода (*сазан, умбра, вьюн* и др.). Нерест проходит весной или летом. Окраска может быть пелагической, донной, зарослевой. Основная масса видов – *фитофилы*. По характеру питания – бентофаги. У многих видов развито «вооружение».

Китайский равнинный комплекс – сюда относятся виды, обитающие только в бассейне Амура и в небольшой степени в реках

Приморья (*белый и пестрый толстолобики, белый и черный амур-ры, ротан, амурские лещи, кони, колючие горчаки и др.*).

Выделяют еще *нагорноазиатский комплекс*, к которому относятся *османы*, маринки, нагорцы. В основном это виды южно-азиатского происхождения. Имеют донную, часто русловую окраску. Икру откладывают донную, клейкую, развивающуюся между галькой. Нерестуют весной или летом. У многих видов икротетание порционное. Виды этого комплекса в большинстве своем эврифаги.

Также еще выделяются *переднеазиатский, индийский предгорный, индийский равнинный комплексы*. Виды этих комплексов населяют водоемы Закавказья. Рыбы, характерные для этих комплексов, в наших сибирских водоемах отсутствуют.

Таким образом, на основе указанного руководства по фаунистическим комплексам исследователь ориентировочно уже может выделить определенную группу комплексов в фауне рыб исследуемого водоема.

Для сбора материала по изучению ихтиофауны водоема необходимо использовать различные рыболовные снасти (невод, бредень, сети, удочка, разного рода ловушки и т.д.).

Наиболее объективную картину по видовому составу рыб и их биологии можно получить, применяя активные орудия лова – бредни, невода размером не менее 10–25 м. Если этих орудий лова нет, то можно договориться с местными любителями-рыболовами об их использовании. Лов бреднем, неводом проводится по течению реки в прибрежных и глубинных (с лодки) участках. После каждого притонения необходимо указывать общее число видов в уловах, численность каждого вида за улов и их биомассу.

При проведении полевых исследовательских работ не следует особо увлекаться ловом сетями, ибо постановка и выборка сетей представляет значительные трудности и требует особых навыков, а главное – материал, получаемый таким путем лова,

не отражает не только общую картину состава рыбного населения водоема, но и данные по экологии рыб, так как величина отваливаемых рыб целиком зависит от размера ячеи сетей (в таком случае нужно иметь набор сетей с разными ячеями). Но, тем не менее, исключать этот вид лова при исследовательской работе нельзя, так как материал, добытый таким способом лова, также дает определенные результаты.

При лове рыбы сетями обычно берут набор сетей с разными размерами ячей (22–24, 26–28, 30–32, 34–36 мм), если же в водоеме есть крупная рыба, то выставляют сети и с большей ячеей (50–80 мм и более). При расстановке сетей необходимо придерживаться определенного порядка. Во-первых, располагать сети нужно на разном расстоянии от берега и на разных глубинах, обязательно нужно охватить и прибрежную и глубинную зоны; во-вторых, сети располагаются попарно в противоположных друг другу направлениях: одна перпендикулярно к берегу, другая на некотором расстоянии от первой – параллельно к берегу, или одна поперек течения, другая – по течению.

Менять расстановку сетей нельзя без достаточных к тому оснований. В дневнике (журнале) расстановку сетей надо обязательно указывать (описывать), а если есть карта данного водоема с крупным масштабом, то это можно отметить на ней. При осмотре сетей необходимо наблюдать, с какой стороны преимущественно вошла в сеть рыба (для установления направления движения рыбы), а также какие размеры ячей для данного участка являются наиболее уловистыми. При осмотре сетей обязательно проводится определение поверхностной температуры воды и направление течения (эти данные заносятся в журнал наблюдений).

Учет рыбы проводится обязательно в средних показателях на сетку за ночь лова. Расстановка сетей на разных участках водоема позволит судить о направлении движения рыбы, о начале и конце хода рыбы на нерест и т.д. Если сетей расставлено много,

то можно по уловам охарактеризовать плотность рыбных скоплений. Сопоставляя уловы из разных участков водоема, можно приближенно определять, куда перемещается рыба.

При сборе материала следует отличать промысловых рыб, которые ловятся в массе, от рыб, которые попадаются в уловах единичными экземплярами. В первом случае отбирается средняя проба (без разбора из улова берется рыба) – не менее 200–250 экз. и это в том случае, когда улов большой, а обычно же весь улов подвергается анализу от каждого орудия лова: проводятся массовые промеры рыб без их вскрытия. Сбор ихтиологического материала необходимо проводить регулярно в течение всего промыслового сезона и охватывать все промысловые участки.

Пробы по доминирующим видам рыб берутся на одном и том же участке не реже одного раза в месяц, а лучше – 2 раза в месяц или по пятидневкам; от рыб сезонного промысла – не чаще двух раз в пятидневку.

При анализе улова определяется следующее: видовой состав улова, количество экземпляров и общий вес (отдельно по видам), неопределенные экземпляры фиксируются и их определение проводится в лабораторных условиях. Проводятся массовые промеры (без вскрытия) рыб по доминирующим видам; сбор материала на определение возраста (по разным видам), время от времени проводится сбор материала по питанию, по плодовитости (незадолго до нереста), по жирности (визуально). Помимо этих данных заносятся в журнал также: место и глубина лова, орудие лова, продолжительность лова, температура воды, сила и направление ветра, течение.

Карточки по уловам ведутся каждый день, а затем по ним вычисляются средний и общий улов по видам на единицу орудия лова. При сетном лове рассчитывают улов на сетку за сутки, для этого надо знать общий улов (количество экземпляров и общий вес рыбы в улове) и количество использованных сетей. Если проводится неводной лов, то рассчитывается улов за при-

тонение. Уловы можно рассчитывать также по месяцам, декадам (10 дней), за пятидневку и т.д. В конце полевых работ можно провести сравнение уловов из разных участков и по ним можно до некоторой степени судить о распределении рыбы в водоеме. Если организовать собственный лов не представляется возможным и в районе практики проводится лов коммерческими бригадами или ведется гослов, то необходимо пользоваться и их материалами.

Обычно в районе полевых работ имеются водоемы различных типов. Следует, по возможности, не ограничиваться сборами материала лишь на одном из них. Рыбное население каждого из водоемов дает разную картину состава ихтиофауны, соотношения видов, распределения их и т.д. Сравнение данных, полученных по материалам из разных водоемов, и установление причин, определяющих состав, распределение, основные черты биологии рыб, обитающих в разных условиях, является весьма интересным и необходимым для будущего исследователя.

При возможности анализа уловов из разных мест водоема и при сравнительно больших уловах следует попытаться, путем подсчета количества выловленных представителей разных видов, установить примерное количественное соотношение различных видов рыб в водоеме. Ясно, что при работе на маленьких водоемах эти данные будут больше приближаться к реальной обстановке, чем при работе на больших водоемах.

Отловленная рыба дальше подвергается морфологическому и биологическому анализам, которые проводятся согласно имеющимся руководствам (Правдин, 1966 и др.). Морфологический анализ рыб рассматривается в гл. 4. Биологический анализ предусматривает определение линейных и весовых размеров, возраста по чешуе (отолитам, плоским костям, лучам плавников и др.), пола и стадий зрелости гонад, взятие навесок для определения плодовитости, фиксирование желудочно-кишечного тракта для определения характера питания.

При определении линейных размеров рыбы пользуются такими промерами: для щуковых, карповых и окуневых определяется *длина тела* (l , мм) – от вершины рыла до основания хвостового плавника (до конца чешуйного покрова); для лососевых – *длина по Смитту* (l_{Sm} , мм) – от вершины рыла до конца средних лучей хвостового плавника; у осетровых – *абсолютная длина* (L , мм) – от вершины рыла до вертикали конца верхней лопасти хвостового плавника (рис. 12).

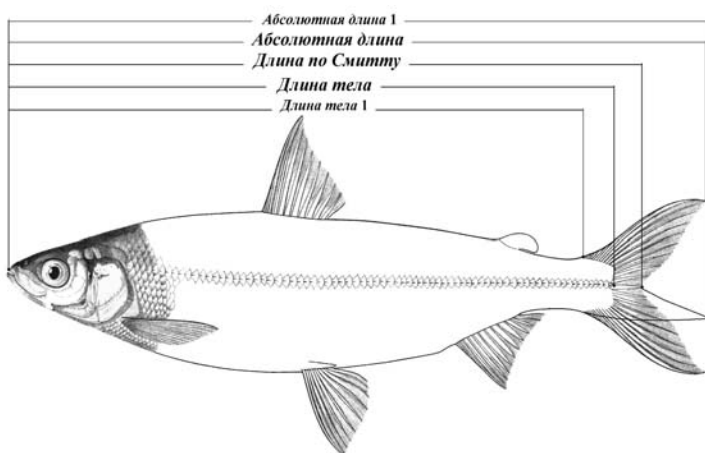


Рис. 12. Схема измерения линейных размеров рыб.
Жирным шрифтом выделены наиболее часто используемые промеры

Особенности сбора материала по другим параметрам биологического анализа (возраст, питание, плодовитость, стадии зрелости гонад и др.) рассматривается в соответствующих главах, изложенных ниже (гл. 5–9).

Для оценки состояния популяций исследованных видов рыб важно определять не только средние значения биологических параметров, но выяснять и их сезонную изменчивость, которая отражает, с одной стороны, цикл процесса, происходящего в

самом организме, а с другой – изменение окружающей среды рыб в течение года.

О сезонной изменчивости рыб можно судить на примере таких процессов, как: созревание (позднее, раннее), рост (высокий, низкий), жиронакопление (в какой период наиболее интенсивное).

Изучение указанных процессов позволяет проследить их развитие во времени, установить их взаимосвязь, оценить состояние популяции в данный момент годового цикла и путем сравнения с другими популяциями выявить специфику каждой из них.

При изучении состояния популяции рыб в течение годового цикла целесообразно использовать комплекс следующих биологических показателей: темп линейного и весового роста, коэффициент упитанности (лучше по Кларку), показатель жирности, индекс печени, коэффициент зрелости гонад. Эти показатели наиболее часто используются потому, что получение этих данных в полевых условиях наиболее доступно.

Для определения *коэффициента жирности* следует у каждой особи взвесить массу полостного жира и затем вычислить процент его содержания от веса тела рыб (без внутренностей).

В тех случаях, когда часть жира откладывается в соединительной ткани оболочки половой железы (например, у карповых), этот жир при вычислении коэффициента жирности следует суммировать с остальным полостным жиром, однако его надо вначале взвесить отдельно.

Печень играет важную роль в обмене веществ и, кроме того, служит накопителем запасных питательных веществ. Количество последних в печени непостоянно и зависит от целого ряда условий (вида и пола рыбы, кормовой базы, температуры воды, сезона года и др.). Для определения *индекса печени* она взвешивается, а затем вычисляется процентное соотношение ее массы к массе рыбы без внутренностей.

Вес гонад – важный показатель их состояния, но поскольку он сильно зависит от размеров рыбы, то при их анализе чаще используют *коэффициент зрелости* гонад (*гонадосоматический индекс*; ГСИ), т.е. процентное соотношение массы гонад к массе рыбы без внутренностей (можно и с внутренностями, но это обязательно оговаривается). Определение коэффициента зрелости гонад всегда должно сопровождаться визуальным определением и их стадии зрелости (рассматривается в гл. 8).

Изучение сезонной изменчивости указанных биологических показателей целесообразно начинать сразу после нереста в данном году и оканчивать нерестом в следующем году.

При изучении сезонной динамики биологических показателей необходимо учитывать, что материал при исследовании должен быть однородным. Для этого необходимо:

- использовать нужно рыб одной локальной популяции, приуроченной в период нереста к одному и тому же нерестилищу;

- сравнивать рыб одного возраста или размера, так как каждая возрастная группа имеет определенный уровень обмена веществ;

- учитывать физиологическое состояние рыб (не объединять неполовозрелых и половозрелых, даже если они относятся к одной размерной или возрастной группе);

- самок и самцов следует рассматривать также отдельно.

Следует обязательно указывать сроки нереста, так как они в значительной степени обуславливают дальнейший ход изменений рассматриваемых биологических показателей (например, затянувшийся поздний нерест задерживает рост рыбы в нагульный период даже при благоприятных условиях откорма). Если сравниваются данные за ряд лет, то сбор материала должен проводиться в одних и тех же местах и в одни и те же сроки.

Частота взятия проб может варьировать, но в нагульный период пробы нужно брать не реже 2 раз в месяц, а зимой, когда

обмен веществ понижен и гидрологический режим более стабилен – не реже 1 раза в месяц.

Разовая проба должна содержать не менее 10 экз. самок и 10 экз. самцов одной возрастной или размерной группы, но не следует пренебрегать и меньшим количеством при невозможности получения полноценной выборки.

Таким образом, проводимые исследования позволят изучить не только биологию отдельных видов рыб, но оценить состояние их популяций, состояние рыбных запасов данного водоема, на основе чего можно разрабатывать практические рекомендации по их рациональному использованию.

4. МЕТОДИКА СБОРА МАТЕРИАЛА ПО МОРФОЛОГИИ РЫБ

Исторически сложилось так, что наибольшее внимание уделяется тому признаку, который наиболее полно отражает имеющиеся морфологические различия между близкими животными. Например, систематика миног построена не на внешних промерах, а на основе анализа ротовой воронки (оральные диски) (рис. 13). Ее строение, топография основных элементов, их форма, особенности строения буравящего языка и зубов имеют отличия у разных видов (Атлас пресноводных рыб России, 2002) и принимаются к диагностике (рис. 14).

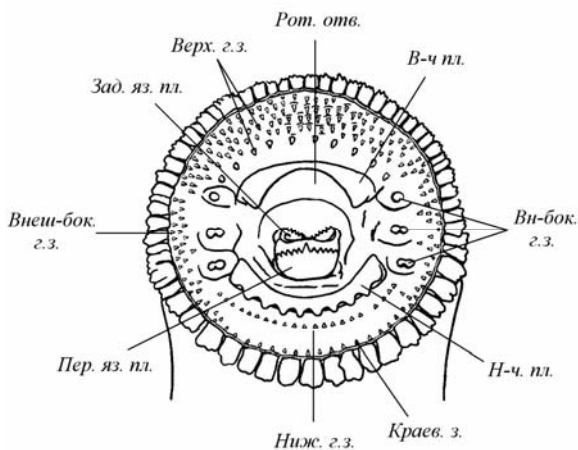


Рис. 13. Схема вооружения рта у миног (по Бергу, 1948):

Верх. г.з. – верхнегубные зубы; *В-ч. пл.* – верхнечелюстная пластинка;
Внеш-бок. г.з. – внешние боковые губные зубы; *Вн-бок. г.з.* – внутренние боковые губные зубы; *Зад. яз. пл.* – задние язычные пластинки; *Краев. з.* – краевые зубы; *Н-ч. пл.* – нижнечелюстная пластинка; *Ниж. г.з.* – нижнегубные зубы; *Пер. яз. пл.* – передняя язычная пластинка;
Рот. отв. – ротовое отверстие

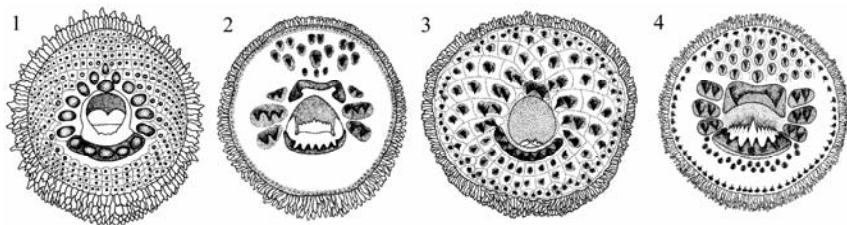


Рис. 14. Строение оральных дисков некоторых видов миног России:
1 – каспийская минога – *Caspiomyzon wagneri* (Kessler); 2 – речная,
невская минога – *Lampetra fluviatilis* (L.); 3 – морская минога –
Petromyzon marinus L.; 4 – тихоокеанская (ледовитоморская) минога –
Lethenteron camtschaticum (Tilesius) [= *L. japonicum*]

У рыб строению ротового аппарата уже не придается подобного значения, хотя в отдельных случаях схемы промеров челюстей у представителей разных семейств рыб дают важную диагностическую информацию.

Морфологический анализ рыб имеет более долгую историю своего применения и разработан несравненно детальнее, чем для других животных. Это вызвано спецификой изучаемого объекта. Наблюдать жизнь рыб в естественной обстановке исследователи получили возможность лишь в последние десятилетия, да и то в очень ограниченной сфере. Вряд ли когда-либо ученый-ихтиолог сможет достичь таких же успехов в визуальном наблюдении рыб, какими обладают исследователи млекопитающих, птиц, рептилий, земноводных, насекомых и других групп животных.

Препятствий к тому очень много. Никакие аквариальные условия, как бы они ни были приближены к естественным, не могут заменить наблюдений в природе. Вода, в которой обитают рыбы, не всегда способна *допустить* исследователя для проведения визуальных наблюдений. Причиной могут быть и большая разреженность некоторых видов, за которыми необходимо организовать наблюдения, мутность самой воды, особенно во

многих сибирских водотоках, отсутствие доступной аппаратуры для организации подобных исследований на больших глубинах. В то же время надо отметить, что для проведения наблюдений за наиболее интересными объектами уже сегодня возможно и доступно применение специальной регистрирующей, в том числе и спутниковой аппаратуры, позволяющей фиксировать миграционные, этологические изменения.

Наблюдение над жизнью животных в естественной среде обитания – один из основных элементов познания. Если же мы не имеем такой возможности, то тогда на помощь приходит анализ обстановки, в которой обитает изучаемый объект, и анализ самого объекта. Сравнительное сопоставление накопленных данных по одному виду в разных условиях существования и по разным видам в сходных условиях существования (или в одинаковых) позволяет сделать выводы о влиянии тех или иных факторов среды на строение организма, его жизненные функции и поведение. Вот поэтому морфологическое исследование рыб и приобрело такую популярность наряду с детальным анализом среды обитания, включающим изучение физических и химических свойств воды и грунта, влияние гидробиоценозов на эти свойства и взаимоотношения организмов.

Успехи, достигнутые в познании взаимосвязи организм–среда, в ихтиологии огромны и стали практически прописными истинами. Это позволяет применять только одну сторону исследований, например изучение морфологии рыбы, чтобы судить о другой – среде обитания. Изучение же среды (озера, реки и т.п.) позволяет не только сделать заключение, какие рыбы могут здесь жить, но и как они изменятся в этих условиях.

Основы морфологического анализа рыб были заложены еще во второй половине XIX в. при исследовании сельдевых, лососевых тресковых и других промысловых рыб. Было показано, что подобные исследования достаточно надежно диагностируют морфологические особенности различных стад рыб. Свой

наиболее полный и окончательный вид морфологический анализ приобрел в известной работе Смитта (Smitt, 1886). Схема основных промеров практически без изменений дошла до нашего времени, и поэтому ее еще называют «схема измерений Смитта». Сама схема была апробирована автором на лососевых и сиговых рыбах, но ее основные идеи позднее были заложены в аналогичные схемы промеров рыб из других отрядов и даже классов. Можно добавить, что развитие этого направления исследований шло по пути относительно упрощения схем промеров рыб.

Если раньше почти каждый исследователь сам решал, какие морфологические признаки следует изучить у определенного вида в конкретных условиях, четко осознавая, с чем он хочет сопоставить свои данные, какой анализ провести (выяснить видовую принадлежность или экологическую пластичность), то после выхода в свет «Руководства по изучению рыб» И.Ф. Правдина (1966), книги, значение которой в развитии ихтиологических исследований несомненно, предложенные и систематизированные им схемы измерения рыб различных семейств стали применять во всех случаях.

Трудности при проведении морфологического анализа начинают возникать, если исследователь не принимает во внимание некоторых общих закономерностей изменчивости признаков у рыб. Прежде всего, не учитывая, что рыба растет всю жизнь, у нее естественно изменяются и размерные характеристики. Поэтому еще со времен П. Палласа принято приводить не абсолютные промеры, а их относительные показатели. Например, обычно промеры, произведенные на теле рыбы, пересчитываются в процентах относительно определенному базовому показателю. В качестве одного из таких базовых показателей для большинства видов рыб обычно выступает длина тела до конца чешуйного покрова. Однако аналогичную функцию может выполнять и абсолютная длина, и длина до конца средних лучей хвостового плавника (длина по Смитту), и длина туловища. По-

следняя, по мнению И.Ф. Правдина (1966), – единственная величина, которая свободна от многих недостатков, присущих другим базовым длинам, и именно ее следовало бы признать стандартной длиной для рыб. Недостатки, о которых сообщает автор, наиболее присущи рыбам, облик которых в процессе полового созревания претерпевает существенные изменения. Например, морфологические преобразования в голове самцов и отчасти самок, которые можно наблюдать в процессе преднерестовых миграций у дальневосточных лососей.

Второй «базовой длиной» для оценки значений индексов обычно выбирается длина головы (C). Именно относительно длины головы принято рассчитывать признаки, измеряемые на голове. Однако этими базовыми длинами обычно не ограничиваются. В ранних работах, где исследовались морфологические признаки рыб, часто было принято оценивать индексы некоторых *мелких* признаков относительно более крупных расстояний. Например, такие как отношение длины грудного или брюшного плавников относительно расстояния между грудным и анальным плавниками; отношение длины хвостового стебля к наибольшей высоте тела; отношение длины головы к наибольшей высоте тела и т.п. Здесь важно самому определиться: данные индексы сегодня уже не входят в список основных промеров рыбы, но если в ваших исследованиях они дают дополнительные и, с точки зрения оценки наблюдаемых различий, важные информационные данные, то их можно использовать.

Определяющим фактором в выборе базовой длины остается исторически традиционно принятая схема измерений при изучении того или иного вида (семейства). Поэтому исторически сложилось, что у представителей лососевидных рыб это обычно длина по Смитту, у карповых и окуневых – длина тела, а у осетровых, сомовых и тресковых – абсолютная длина тела. Надо помнить, что отказ от принятой базовой длины в пользу другой приведет к тому, что большой научный материал предшест-

вующих публикаций может оказаться не востребуемым для сравнения. Полезно до начала собственных исследований познакомиться с имеющейся современной научной литературой, посвященной этим вопросам.

Важным моментом, определяющим стратегию собственных морфологических исследований, должно выступать и понятие о значительной морфологической изменчивости рыб. Среди позвоночных только рыбы могут быть определены как наиболее изменчивые животные. На данный факт довольно быстро обратили внимание отечественные ихтиологи. На сегодняшний день можно определить следующие направления исследований в этой области: изучение полового диморфизма у рыб, исследование размерно-возрастной, биотопической и географической изменчивости. Каждое из этих направлений и определяет стратегию сбора данных, включая перечень необходимых для исследований морфологических признаков и, особенно, объем выборки.

Половой диморфизм. Изучение полового диморфизма рыб само по себе представляет определенный интерес. Особенно если он визуально определяем и без вскрытия рыбы можно точно установить пол особи. Большое число видов рыб, обладающих половым диморфизмом, обитает в субтропической и экваториальной областях. Известны случаи, когда разные пола одного вида первоначально описывались как разные виды. Одним из классических примеров для демонстрации полового диморфизма у отечественных рыб можно считать строение брюшных плавников у линя (*Tinca tinca*). Неветвистые лучи в этих плавниках у самцов заметно толще, чем у самок (рис. 15).

В водоемах Сибири таких видов рыб не так уж и много. К ним можно отнести, например, некоторых хариусов, у которых самцы обладают более крупными плавниками, особенно спинными, чем самки. В этой связи можно привести следующий пример.

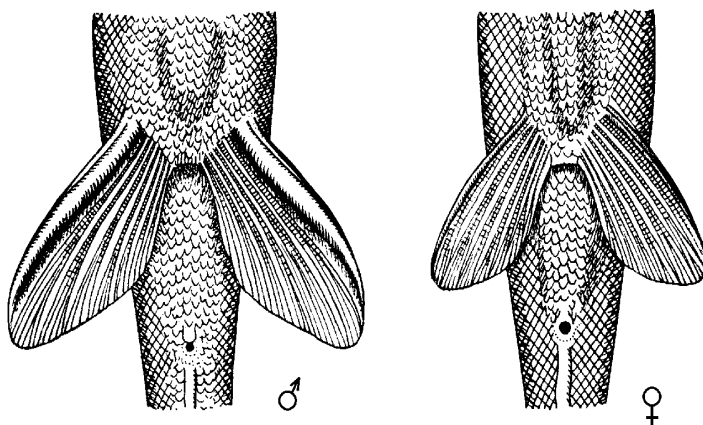


Рис. 15. Брюшные плавники самцов и самок линя (по: Никольский, 1950)

Исследование пластических признаков симпатричных хариусов из бассейна оз. Хантайского показало, что у обоих хариусов достаточно сильно выражен половой диморфизм. Было определено, что данные хариусы могут быть отнесены к сибирскому и чёрному байкальскому хариусам. Половой диморфизм у этих хариусов выражен по-разному. Наиболее отличаются самцы и самки сибирского хариуса (исследовались 50 самцов и 47 самок). Из 39 исследованных пластических признаков (29 индексов тела и головы вычислялись относительно длины по Смитту и 10 – относительно длины головы) 25 (64,1%) отличались на уровне значимости 0,05; 13 (33,3%) – на уровне значимости 0,001.

Половые отличия байкальского хариуса (исследовалось по 50 особей) относительно менее выражены. Здесь только по 16 признакам (41,0%) обнаружены достоверные различия ($p \leq 0,05$), причем только в 5 (12,8%) случаях был превышен самый высокий уровень значимости ($p \leq 0,001$). Самцы имели достоверно большие первую и вторую высоты и длину спинно-

4. Методика сбора материала по морфологии рыб

го и брюшного плавников. Однако они уступали самкам в высоте анального плавника. Вычисленная матрица дивергенций Кульбака (D^2), суммирующая наблюдаемые различия (расстояния), вполне наглядно демонстрирует эту ситуацию (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

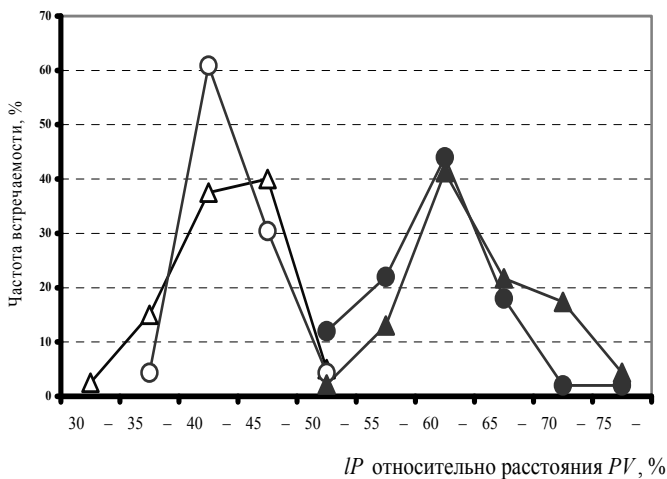
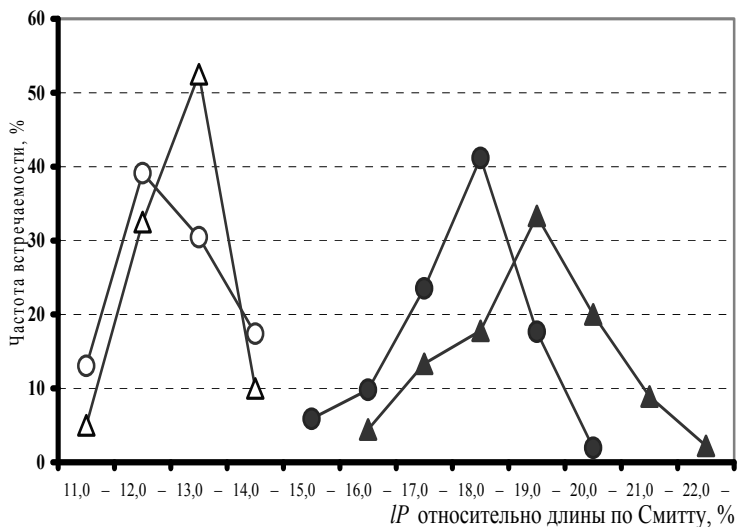
Матрица дивергенций самцов и самок хариусов по пластическим признакам тела (использованы 39 признаков)

Хариус, пол		Черный байкальский	Сибирский	
		Самки	Самцы	Самки
Черный байкальский <i>Thymallus baicalensis</i>	Самцы	16,6	69,3	–
	Самки	–	–	66,3
Сибирский <i>Thymallus arcticus</i>	Самки	–	35,2	–

Важно добавить, что все исследуемые рыбы были половозрелы и имели относительно одинаковые размеры. Хотя было замечено, что и у сибирского, и у байкальского хариусов одновозрастные самцы несколько крупнее, чем самки. Данное обстоятельство также относится к категории полового диморфизма этих видов рыб.

Интересно, что подобные морфологические различия между самцами и самками таймырского гольца *Salvelinus taimyricus* (T) из Таймырского озера оказались выражены сильнее (45,2% достоверно различающихся признаков), чем у симпатричного с ним *альтиноидного* гольца-хищника (X) (14,3%). Наиболее выражены оказались различия в относительных пропорциях плавников у этих гольцов. Примером может служить оценка распределения длины грудного плавника (IP) относительно длины по Смитту и пектро-вентрального (PV) расстояния (рис. 16).

Надо заметить, что в первом сравнении обнаруживается хиатус в значениях этого признака и здесь же лучше заметны половые отличия в распределении длины плавника относительно длины по Смитту у таймырского гольца.



—△— самцыХ —○— самкиХ —▲— самцыТ —●— самки

Рис. 16. Распределения длины грудного плавника (IP) относительно длины по Смитту и пектроventрального (PV) расстояния у гольцов оз. Таймырского

В данной ситуации методически правильнее проводить сравнение между этими рыбами отдельно для самцов и для самок. Объединенный же в половом отношении материал будет обладать, как показано на рис. 16, очень большой изменчивостью и не даст точной и полноценной информации. В случае если половой диморфизм выражен слабо, допускается объединение материала. Но и здесь надо стараться, чтобы самцы и самки в выборке были представлены достаточно ровно по объему.

Наличие или отсутствие полового диморфизма и определяет объем материала, который необходим для этих исследований. Минимальной для этих целей выборкой может считаться объем не менее 25–30 особей для каждого из полов. При этом необходимо стараться, чтобы все рыбы были половозрелые или уже принимавшие участие в размножении и достаточно равных размеров.

Размерно-возрастная изменчивость. Данный вид изменчивости довольно сильно влияет на морфологический облик многих видов рыб. Особенно это касается тех рыб, которые в процессе своей жизни достигают достаточно крупных размеров. Очевидно, если мы сравним морфологические промеры молодежи и предельно взрослых рыб у налима, голецов (р. *Salvelinus*), щуки, сома и других представителей ихтиофауны, мы обнаружим довольно существенные различия.

Именно данное обстоятельство, как нам кажется, обнаружило наличие достоверных отличий и позволило описать в качестве нового вида гольца Дрягина в оз. Мелком, входящем в систему р. Пясины (Логашев, 1940). Автор описания нового гольца имел выборку из 17 очень крупных рыб с длиной по Смитту от 55 до 90 см, что, например, в 1,5–2 раза превышало по своим размерам есейских и боганидских палий, которые находились в распоряжении Л.С. Берга (1926) и были прежде описаны как новые виды для водоемов Таймыра. Поскольку у лососевых размерно-возрастная изменчивость выражена особенно сильно, все это и привело к тому, что сравниваемые биометрические данные пока-

зали существенные отличия в большинстве пластических признаков и послужили основой для доказательной базы.

Определение размерно-возрастной изменчивости может проводиться, например, по такой схеме: путем сбора данных, представляющих рыб мелких – средних размеров – крупных. Число данных выборок (групп) может быть 3–4, в зависимости от предельных размеров крупных особей. Здесь, безусловно, следует учитывать наличие полового диморфизма и стремиться к более-менее равному количеству рыб в каждой группе. Дальнейшая обработка сводится к сравнению средних значений всех признаков и оценке направления их изменчивости. При данных исследованиях возможна оценка достоверности различия особо изменчивых признаков в процессе роста рыбы. При этом в каждой группе должно быть не менее 25 особей.

Иногда бывает достаточно полученной информации о направлениях изменения тех или иных пластических признаков. Выводы здесь могут быть следующие: в процессе роста рыбы признаки увеличиваются, уменьшаются или относительно малоизменчивы. Эту же информацию можно получить, собирая разноразмерных рыб в объеме 40–60 особей и проведя в дальнейшем корреляционный анализ. Оценка зависимостей пластических признаков от длины тела производится по значению и знаку (+, –) коэффициента корреляции (положительная, отрицательная аллометрии). В случае если значение коэффициента корреляции, независимо от знака, невысокое и может быть признано недостоверным, делается заключение об отсутствии зависимости.

Биотопическая изменчивость. Иногда к этой изменчивости относят и *экологическую* изменчивость. Оценка данного типа изменчивости рыб производится при изучении вида, занимающего разные экологические ниши в водоеме. Это обстоятельство, прежде всего, касается тех видов, которых можно отнести к «фоновым» данного водоема. Их можно встретить в русле реки, в ее верховьях и низовьях, в придаточной системе поймы, в ма-

териковых озерах. Оценка биотопической изменчивости в итоге даст информацию о том, насколько и по каким признакам меняется вид, обитающий в столь разных условиях своего существования, предполагая, что на формирование морфологического облика рыбы известное влияние оказывают факторы течения, термика водоема, различные объекты питания и т.п.

Подобный же тип изменчивости можно наблюдать при исследовании формирующегося водохранилища. Любой искусственный водоем в процессе своего развития проходит три фазы: *фазу вспышки трофии*, которая обычно наблюдается в процессе залития водохранилища и в первые годы его существования, *фазу трофической депрессии*, она наступает при вспышке численности рыбы, и *фазу относительной стабилизации*, которая наступает впоследствии и может длиться достаточно большой период времени. Существенные изменения трофности искусственного водоема влияют на сроки достижения рыбами половой зрелости, упитанности, показателей абсолютной и относительной плодовитости самок. Все это в той или иной мере воздействует на внешнюю морфологию рыб и может быть изучено в режиме мониторинга популяции определенного вида.

Обычно меристические признаки при подобных исследованиях не показывают существенные различия, а предположение о возможных достоверных изменениях в строении жаберного аппарата при явной динамике трофической базы требует планирования более длительных наблюдений.

Географическая изменчивость. Многие исследования морфологии рыб посвящены как раз этому типу изменчивости. В свое время на основании сбора морфологических данных сига *Coregonus lavaretus* на обширном пространстве Евразии России было выделено более десятка подвидов и около сотни форм в ранге *patio*. Все эти выводы базировались как раз на оценке географической изменчивости этого вида. Полученные заключения о достоверных отличиях (по большей части в пластических признаках) и

давал основание исследователям приходиться к заключениям о выделении новой таксономической формы. До начала 1970-х гг. было в порядке вещей описывать, хотя бы в ранге *patio*, морфологически отличные выборки рыб. Основанием для этого было достаточно получить значения критерия различия ($Diff$, M_{diff}), превышающие критическое значение $> 3,0$ (Правдин, 1966). Надо заметить, что получение таких значений при сравнении исследуемых выборок не являлось трудно достижимым событием. Ограничения 2-го издания Международного кодекса зоологической номенклатуры, не признающего описанные формы животных в ранге инфраподвидовых (абберация, морфа, «нации» и вариететы; опубликованные до 1961 г.), несколько *стабилизировали* ситуацию с появлением новых таксонов низкого уровня.

Определенный интерес вызывает оценка связи внешних морфологических признаков рыбы с условиями жизни и основные направления в их изменчивости под воздействием определенных факторов. В решении данных вопросов, как справедливо отмечал В.П. Митрофанов (1977), есть много предположительного, так как не всегда удается найти соответствующие сведения в литературе и собственных исследованиях.

В.П. Митрофановым (1977) была предпринята попытка оценки влияния того или иного фактора на формирование и функционирование того или иного морфологического признака на примере рыб. Организм как целое состоит из различных частей, органов, выполняющих ту или иную работу, связанную с процессом жизни. Для рыб четко намечаются три основные жизненно важные функции: питание, дыхание и размножение. Остальные могут рассматриваться как их производные – передвижение в поисках пищи или мест нереста, спасение бегством или специальными приспособлениями от врагов и т.д.

Во всех случаях обеспечение трех основных функций связано с переменой мест, т.е. с движением. Отсюда движение приобретает большое значение и заслуживает выделения в самостоятель-

ный функциональный процесс, обеспечивающий основные жизненные функции, хотя и подчиненный им. Органы передвижения рыб – плавники – должны отвечать подчас противоречивым требованиям: они обеспечивают необходимую скорость движения и участвуют в откладке, а то и инкубации икры.

Отсюда и большое разнообразие в строении плавников и их огромная отзывчивость на изменения внешних условий. Столь же лабильны и органы, обеспечивающие питание и размножение рыб, что связано с колоссальным разнообразием пищи и условий нереста.

Более стабильны органы дыхания. У взрослых рыб различия либо очень существенны в крупных таксономических единицах, либо очень незначительны в пределах мелких таксонов. Не случайно в морфологических измерениях рыб почти не встречаются различия, связанные с дыхательной системой.

Исходя из этих положений В.П. Митрофанов (1977) определяет функционально связанные группы признаков:

- I. Признаки, связанные с движением.
- II. Признаки, связанные с питанием.
- III. Признаки, связанные с размножением.
- IV. Признаки, связанные с дыханием.
- V. Признаки, функциональная нагрузка которых не ясна.

Несколько в особом положении находятся признаки, связанные с органом зрения. Орган зрения, как и органы обоняния и осязания, имеет значение в отыскании пищи и брачной пары, а также при защите от врагов. Поэтому их не следует относить к упомянутым группам, и лучше рассмотреть их изменчивость отдельно.

Особенности внешнего строения рыбы

Любое первичное описание объекта исследования начинается с внешнего осмотра. Как никакие другие биологические объекты, относящиеся к миру животных, рыбы характеризуются удивитель-

ным разнообразием форм и окраски. Все эти особенности во внешнем строении и окраске рыб – отражение достаточно длительного эволюционного прошлого этой большой группы и результат приспособительных возможностей представителей пресноводной и, особенно, морской ихтиофауны (рис. 17, см. вклейку).

Окраска рыб, цвет тех или иных частей тела, наличие или отсутствие пятен, полос, их форма, размеры – все это также несет очень важную информацию. Если обратить внимание на форму и окраску спинных или брюшных плавников некоторых хариусов, можно заметить, что у одних рыб фоновым рисунком спинного плавника будут пятна, причем диаметр пятен у одноразмерных рыб, например у двух симпатричных хариусов бассейна р. Хантайки, существенно отличается (рис. 18, см. вклейку). Если же ихтиологу удастся побывать в верховьях или низовьях Лены, на Колыме, некоторых других реках Восточной Якутии или Монголии, то он обратит внимание на совершенно другой тип рисунка плавников, который имеется у местных хариусов (рис. 19, см. вклейку). У этих рыб данные особенности, видимо, выполняют идентификационные функции.

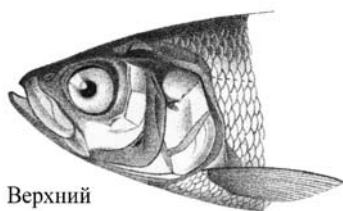
Надо отметить, что не многие сибирские рыбы обладают столь разнообразным строением и рисунками на спинных плавниках. И тут у хариусов просто нет конкурентов. Кроме обозначенных выше особенностей формы тела, окраски, рисунков плавников необходимо обратить внимание и на положение рта у исследуемой рыбы.

Данная характеристика имеет и важное экологическое значение, поскольку, определяя положение рта, можно с большой уверенностью говорить и о тех доминирующих объектах питания, которые использует рыба (рис. 20). Рыбы, имеющие верхний рот, обычно используют для собственного питания приповерхностные организмы. Это могут быть и беспозвоночные, и ихтиопланктон.

В то же время *верхний* рот имеют и некоторые хищники, основное охотничье или сторожевое положение которых заклю-

4. Методика сбора материала по морфологии рыб

чается в затаивании на дне. К таким видам можно отнести некоторых скорпен, обыкновенного морского черта, звездочета и др. Зоопланктон потребляют и рыбы, имеющие *конечный* рот. Подобное строение рта имеют и многие хищники. У рыб, имеющих *нижний* рот, основной способ питания – потребление организмов дна.



Верхний



Конечный



Нижний

Рис. 20. Различные типы положения рта у рыб

Это могут быть беспозвоночные (бентос) и придонные рыбы. Для этого многие бентофаги и хищники имеют специальные органы осязания в виде усов или специальных органов, расположенных на рыльной части головы. Характерно, что многие акулы и большинство скатов обладают этой способностью к обнаружению затаившейся в грунте жертвы. Из сибирских рыб надо, прежде всего, отметить осетровых: сибирского осетра и стерлядь, наиболее хорошо приспособленных к добыче корма из литорали водоема.

Надо отметить, что данное деление достаточно условно, поскольку можно назвать немало видов рыб, у которых трудно однозначно определить положение рта, и поэтому возникают дополнительные наименования, такие, например, как *полунижний* или *полуверхний*. Даже на примере гибрида пеляди (*Coregonus peled*), имеющей конечный рот, и сига (*Coregonus lavaretus*), у которого нижний рот, можно заметить, что у гибридов положение рта не может быть диагностировано однозначно, поскольку занимает промежуточное положение. Поскольку при исследовании ихтиофауны того или иного водоема встреча гибридов у сиговых и карповых рыб (до 3–5% от общего состава вида) вполне возможна, необходимо внимательно относиться к исследуемым объектам.

Очевидно, если исследователь не обратит на это внимание, он рискует «заложить» заметную ошибку в свои будущие выводы. Если возникают сомнения в вопросах оценки статуса принадлежности исследуемой особи к тому или иному виду или к их гибридам, следует помнить, что имеются морфологические признаки (жаберные тычинки, боковая линия и т.п.). В Сибири гибриды пеляди и сига-пыжьяна дополнительно легко определяются, стоит только посмотреть число тычинок на первой жаберной дуге. У пеляди обычно их не менее 45, у сига-пыжьяна – обычно не более 25. Наиболее частое значение числа жаберных тычинок, которое встречается у гибрида, 30–33.

Изучение морфологических признаков рыб

Исследуемые морфологические признаки, которые изучаются у рыбообразных и рыб, делятся на две группы: *меристические*, или счетные, и *пластические*. Меристические признаки начали выполнять свою важную диагностическую роль с момента становления таксономии в систематике животных и растений. Действительно трудно себе представить определительные таблицы без участия в них тех групп признаков, которые характеризуют наблюдаемые различия на основе просчета тех или иных морфологических структур. Например, для определения плотвы (*Rutilus rutilus*) и язя (*Leuciscus idus*), внешне похожих, достаточно знать, что у плотвы чешуй в боковой линии не более 48, а у язя – не менее 53. Важным отличительным признаком между золотым (*Carassius carassius*) и серебряным карасями (*Carassius gibelio*) является число жаберных тычинок на первой жаберной дуге.

По данным П.А. Попова (2007), в водоемах Сибири у золотого карася этот признак варьирует в пределах от 23 до 44, чаще 25–31; у серебряного, соответственно, от 31 до 55, чаще 44–47. Нетрудно заметить, что признаки перекрываются, и на единичных особях определения могут быть затруднительны, но в выборке и определится окончательно представление о собранном материале. Дополнительно можно привлечь данные о числе чешуй в боковой линии, которые у этих карасей также имеют разные модальные значения и пределы варьирования.

Очевидно, что степень квалификации исследователя может существенно сказаться на итогах проводимых изысканий. Важным моментом здесь может оказаться *правильная трактовка* разными операторами (коллекторами) возможных особенностей просчета меристических и промера пластических признаков у рыбообразных и рыб.

В истории становления морфологического анализа рыб можно найти периоды как его абсолютизирования, так и существенного

отрицания или попыток значительного упрощения самой схемы промеров. Многие авторы вполне убедительно указывают на весьма высокий уровень субъективизма при проведении морфологических исследований рыб (Правдин, 1966; Андреев, Решетников, 1977; Митрофанов, 1977; Мина и др., 2005; Мироновский, 2006 и др.). Отсюда возникла идея «одного оператора» (одних рук) при проведении промеров с наименьшими погрешностями. Особенно это касается промера пластических признаков. При этом во многих публикациях в разделе методических описаний часто можно найти фразу, что морфологический материал был собран и промерен одним исследователем.

Данный подход понятен, но он сразу закрывает или существенно ограничивает возможность сравнения собственных результатов промеров морфологических признаков с опубликованными прежде данными других авторов. Возникает вопрос, насколько постоянны те самые признаки в природных популяциях. Раньше мы выяснили, что существует целая группа причин, обуславливающих саму изменчивость организма рыбы (половая, размерно-возрастная, биотопическая и т.п.).

Есть немало свидетельств относительно высокой (статистически достоверной) хронологической (межгодовой) изменчивости даже вполне надежных меристических признаков (Скрябин, 1977; Решетников, 1980; Бочкарев, Романов, 2009) или между поколениями одной и той же популяции (Лукин, 1975; Изюмов и др., 1982; Бабукина, 1990; Интересова, 2000; Ядренкина и др., 2005 и др.).

Эти примеры показывают, что даже руками одних и тех же исследователей получают отличающиеся морфологические данные по тем или иным признакам. Это касается рыб, обитающих в относительно стабильных экосистемах, к числу которых можно отнести, например, оз. Телецкое и формирующееся Хантайское водохранилище (Бочкарев, Романов, 2009). Данные обстоятельства необходимо непременно учитывать. Все-таки, как показали исследования, меристические признаки более стабильны и про-

4. Методика сбора материала по морфологии рыб

являют меньшую межгодовую изменчивость, а среди пластических, например, у сига-пыжьяна, наиболее изменчивыми оказались признаки, характеризующие пропорции головы и плавников. Исследуемые сиговые из оз. Телецкого (планктофаг и бентофаг) и Хантайского водохранилища (бентофаг) показали большую изменчивость исследуемых признаков, чем язь из оз. Чаны. С другой стороны, оценка степени морфологического сходства с помощью кластерного анализа между выборками сига-пыжьяна Хантайского водохранилища разных лет сборов (1977–1990 гг.; 9 выборок) показала (рис. 21), что все эти выборки, собранные в одном из основных нерестовых притоков водохранилища – р. Хантайке, оказались более близки относительно друг друга, нежели выборка из другого притока водохранилища – р. Горбиачин, сделанная в тот же период (Романов, 2010).

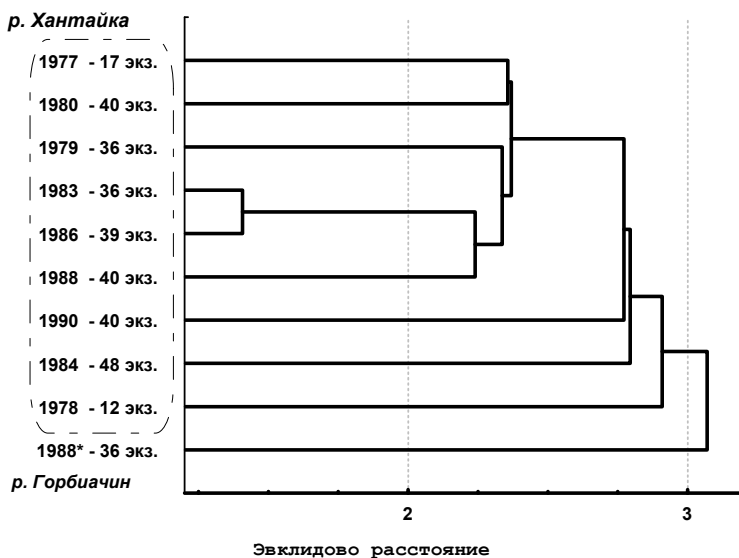


Рис. 21. Дендрограмма сходства по пластическим признакам сига-пыжьяна Хантайского водохранилища разных лет его формирования

Сравнение результатов, полученных операторами, заранее согласовавшими схему промеров остеологических или пластических признаков, показало существенное снижение расхождений по точности промеров признаков между ними, чем если бы такого согласования не проводилось (Мина и др., 2005). По данным этих авторов, погрешности в промерах были существенно ниже, если исследовался остеологический материал. На наш взгляд, она бы вообще исчезла, если бы в качестве объектов измерения были даны те объекты измерения, где обычно и используются штангенциркули – для промеров деталей или твердых образцов.

Важным моментом в организации и проведении морфологического анализа с таким объектом, как рыба, являются следующие факторы: правильная организация рабочего места, хороший инструмент, работа со свежей, не поврежденной или механически травмированной рыбой, правильное предварительное хранение предназначенного к исследованию материала. Однако в любом случае требуется необходимый в этой ситуации инструктаж. Правильная трактовка измерения того или иного признака, работа только со свежими объектами позволит получить приемлемые результаты.

Меристические признаки. То, что эти признаки обсуждаются первыми, вовсе не означает, что именно с них следует начать проведение морфологического анализа. Обычно они исследуются после изучения пластических признаков, но их статус оценивается все-таки выше. Число исследуемых меристических признаков, которые принято изучать у тех или иных рыб, может быть достаточно видоспецифичным, и поэтому, приступая к сбору материала, полезно познакомиться с их перечнем. Например, у осетровых важный морфологический признак – число жучек на теле рыбы (пять рядов), у других представителей сибирской ихтиофауны жучки отсутствуют.

Если предстоит исследовать особенности морфологии спинного плавника, надо помнить, что таких плавников может быть не только один, но и два (налимовые, окуневые и др.) и даже

три (тресковые). Каждый из плавников имеет свою формулу и должен быть точно определен. Начинающему специалисту полезно еще перед выездом в поле составить для себя, на основании имеющихся монографических описаний, возможные пределы варьирования того или иного признака, замечания авторитетных специалистов по методике подсчетов, где могут быть допущены ошибки и т.п.

И еще одно замечание: если в результате подсчета того или иного меристического признака появилось сомнение в точности выполнения этой процедуры, нужно немедленно проверить свои данные. Не стоит ставить конечный результат в неременный приоритет. Может случиться, что не удалось по тем или иным причинам тщательно вырезать жаберную дугу для определения числа тычинок. Дуга может быть просто оборвана при извлечении. Попытка определения числа жаберных тычинок для разорванной дуги очень часто может привести к неверному определению.

На первых порах главное в приобретении того или иного навыка – научиться умению грамотной подготовки того или иного препарата от предназначенной к морфологическому анализу рыбы к предполагаемому исследованию того или иного из характеризующих ее признаков.

Число чешуй в боковой линии (*Lineae lateralis – L.l.*). Существует мнение, что этот признак изменяется очень часто синхронно с позвонками рыб, т.е. между ними имеется положительная корреляция. Тем не менее число чешуй в боковой линии, или латеральная линия, является важным морфологическим признаком. Обычно для подсчета выбирается наибольший ряд, который совпадает с рядом прободенных чешуй. Для большинства сибирских рыб такой ряд легко определяем (рис. 22). Обычно это полный ряд прободенных чешуй, проходящий до места выхода средних лучей хвостового плавника. Как редкое исключение может быть так, что последняя чешуйка в этом ряду

может оказаться непрободенной. Это можно наблюдать у некоторых карповых и сиговых рыб.

В то же время у ряда видов боковая линия в виде прободенных чешуй либо неполная и доходит не до конца, либо имеет существенные пропуски. Например, число непрободенных чешуй, расположенных в конце боковой линии чёрного байкальского хариуса из бассейна Хантайского озера, редко превышает 1–2 (в среднем $0,55 \pm 0,11$), а у симпатричного с ним сибирского модальное значение 3 (в среднем $2,74 \pm 0,14$). Подобная ситуация дает дополнительный материал для обсуждения статуса этих хариусов. Если в ряду чешуй имеются две непрободённые, то их записывают, например, так: *L.l.*: 97+2.

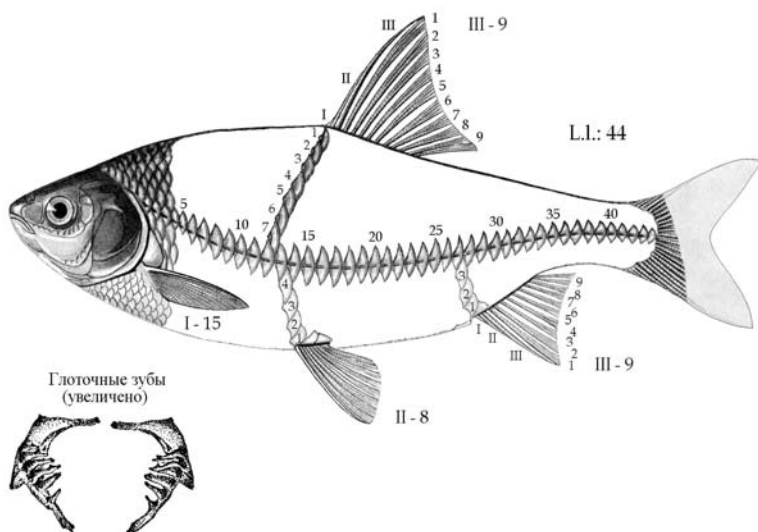


Рис. 22. Схема подсчета чешуй в боковой линии и на других участках тела рыбы

Неполная боковая линия отмечена у корюшек, некоторых голянов, верховки. Особенно следует отметить боковую линию у щуки (*Esox lucius*). Она прерывистая, и помимо ее выше и ни-

же расположены *строчки* прободенных чешуй. Сельдевые и кефали вообще не имеют прободенных чешуй в боковой линии.

Для некоторых рыб, например для лососевых, просчитывают число прободенных чешуй в боковой линии и число поперечных рядов чешуй (*squata* [чешуя] или *squatae* [чешуйный покров]; сокращенно **squ.**). При этом, например, у арктического гольца (*Salvelinus alpinus*) число прободенных чешуй в боковой линии варьирует от 130 до 140, а число поперечных рядов чешуй от 190 до 240 (Берг, 1948).

Кроме числа чешуй в боковой линии и числа поперечных рядов чешуй можно просчитывать число чешуй над (x) и под (y) боковой линией. Для многих рыб число чешуй над боковой линией – это их максимальное число, и оно определяется по схеме: от переднего края основания спинного плавника до боковой линии. Также просчитывается число чешуй и под боковой линией – от переднего луча основания брюшного плавника до боковой линии (рис. 21). Можно определить и число чешуй под боковой линией до начала основания анального плавника, хотя этот признак в настоящее время используется крайне редко.

Число лучей в плавниках. Для удобства принято обозначение, исходя из латинских названий плавников: спинной (дорзальный, *dorsalis*) – D ; анальный (*analis*) – A ; грудной (*pectoralis*) – P ; брюшной (*ventralis*) – V . В случае, если имеются дополнительные спинной или анальный плавники, эти буквенные обозначения индексируются номером плавника (например, D_1, D_2, D_3 ; A_1, A_2 и т.д.). Эти характеристики также относятся к числу основных меристических признаков у рыб.

Обычно плавник по своему строению можно разделить на две части. Первые (начальные) лучи, управляющие постановкой плавников для стабилизации положения рыбы, управления движением в потоке воды, имеют вид жестких неветвистых лучей. Во второй части плавника расположены ветвистые лучи, основная задача которых несколько другая: они обуславливают

увеличение или уменьшение «рабочей поверхности» плавника для обеспечения устойчивости в потоке воды или движения рыбы. Для некоторых рыб, например хариусов, предполагается их важная роль в обеспечении успеха при половом поведении самцов при ухаживании за самками и размножении.

Обычно неветвистые и ветвистые плавники просчитываются отдельно. При этом принята следующая форма записи: неветвистые лучи фиксируются римскими цифрами, а ветвистые – арабскими (рис. 22, 23).

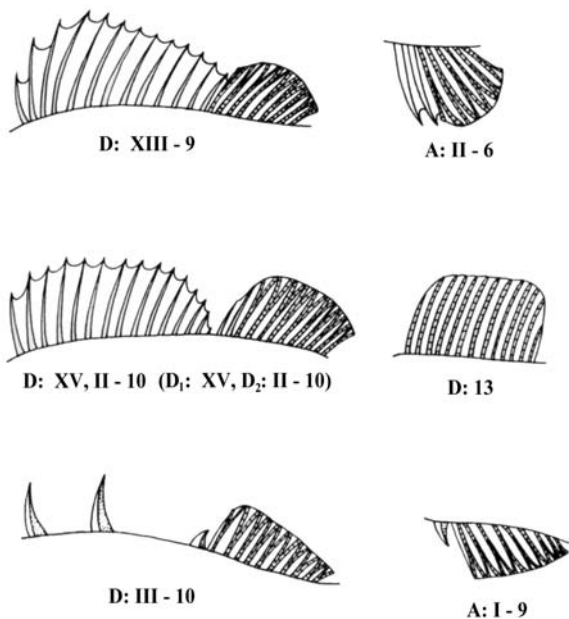


Рис. 23. Примеры определения формулы плавников (из Holčík et al., 1989)

У некоторых рыб (скорпенообразные, окунеобразные) имеется второй плавник, полностью состоящий из неветвистых лу-

чей. Обычно это первый спинной плавник, а эти лучи представлены в нем в виде жестких колючек. Данное обстоятельство обусловило и тот факт, что неветвистые лучи еще называют *жесткие*, или *колючие*. Вместе с тем лучи в плавнике могут быть и неветвистыми, но мягкими на ощупь (например, у налима). При внимательном просмотре легко обнаружить, что каждый луч здесь имеет точно такую же структуру, что и ветвистый, т.е. состоит из ячеистых структур.

При определении числа лучей в спинном и анальном плавниках очень важно точно определить первые самые маленькие неветвистые лучи. В отдельных случаях эти лучи можно обнаружить, только вскрыв при помощи препаровальных игл зону, прилегающую к спинному плавнику. Некоторые первые лучики лишь слегка выглядывают из кожи и бывают практически незаметны. Именно при определении этого признака допускается больше всего ошибок, и чаще всего они заключаются в недосчитывании числа неветвистых лучей. Особенно важно это при изучении спинных плавников хариусов. Например, у чёрных байкальских хариусов из водоемов бассейна оз. Хантайского число неветвистых лучей не менее 6 (5) и не более 10, чаще 7–8, а у сибирского – от 8 до 12, чаще 10. Очевидно, что и этот признак имеет определенную таксономическую ценность.

Среди ветвистых лучей спинного и анального плавников определенные трудности могут возникнуть при оценке последнего луча. Часто он представлен более сложной структурой, которая состоит из двух ветви-

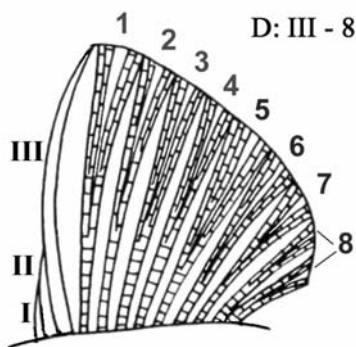


Рис. 24. Расположение лучей в спинном плавнике

стых лучей. В данной ситуации стоит обратить внимание на то, как эти лучи выходят из тела рыбы. Если они отходят от одного луча, то они засчитываются за один ветвистый луч (см. рис. 24). Если видно, что каждый из них развивается независимо, то лучи разные и просчитываются как отдельные.

Определенное внимание требуется при подсчете числа лучей в грудном плавнике. Здесь самое сложное – точно подсчитать самые мелкие ветвистые лучи. У рыб, которые имеют более чем 13–15 лучей, крайние лучи существенно меньше по своей длине, чем те, что расположены в начале ряда, и сидят они очень плотно. Здесь есть риск просто недосчитать последние ветвистые лучики. Можно просто расчлнять их при помощи препаровальной иглы, но и здесь требуется большое внимание. Число лучей в хвостовом плавнике не просчитывается.

Количество жаберных тычинок (*spinae branchiales – sp.br.*). Количество жаберных тычинок обратно коррелирует с величиной объектов питания: чем меньше организмы планктона, тем большее число тычинок у рыбы и тем они длиннее. Все это позволяет значительно увеличивать площадь отцеживающего аппарата. На этот признак влияют абиотические факторы среды: температура и соленость, характер объектов питания, причем влияние последних является доминантным.

Принято подсчитывать число жаберных тычинок на первой левой жаберной дуге рыб. У хищных рыб число тычинок обычно никогда не бывает большим и их форма иногда уже мало напоминает «типичную» тычинку. Например, у крупной щуки или тайменя они имеют вид бугорков или пластинок, расположенных на жаберной дуге (*arcus branchiales*). Хотя у молодежи этих рыб жаберные тычинки видны более четко. У окуня жаберные тычинки густо покрыты шипиками и выростами, и некоторые имеют булавовидную форму (рис. 25, см. вклейку).

Наибольшее число жаберных тычинок характерно для планктофагов. Из отечественных рыб самым большим числом жаберных

тычинок характеризуются некоторые сельди. Например, у каспийско-черноморского пузанка (*Alosa caspia*) на первой жаберной дуге, по данным Л.С. Берга (1948), число жаберных тычинок варьирует от 70 до 149 (чаще 115–130), составляя в среднем 122. Рекордсменами среди отечественных рыб являются толстолобики. У пестрого толстолобика число жаберных тычинок достигает 300, а у белого вообще представляют собой своеобразный цедильный аппарат.

Среди сибирских рыб столь высокие показатели числа жаберных тычинок не отмечены, но некоторые представители семейства сиговых (омуль, муксун, пелядь и ряпушка) обладают достаточно большим числом жаберных тычинок (рис. 26, см. вклейку). Самое большое их число отмечено у муксуна из оз. Анама (басс. р. Курейки), в среднем составляющее 70,0 (см.: Сиделев, 1981).

Бентофаги характеризуются обычно небольшим числом жаберных тычинок, которые не бывают длинными. Отмечено, что в зависимости от мест обитания и доминирующих объектов питания число жаберных тычинок у бентофага может достаточно сильно варьировать. Например, в бассейне Хантайки сигпыжьян из водохранилища характеризовался средним числом $21,85 \pm 0,07$ (338 экз.), но в Хантайском озере в разных частях акватории эти показатели составляли от 22,52 до 23,67. В оз. Хаканча, которое входит в состав бассейна, были отмечены самые высокие показатели числа жаберных тычинок – $23,79 \pm 0,15$ (71 экз.). Если сравнивать крайние характеристики по критерию Стьюдента (t), то обнаружим достоверные различия на самом высоком уровне значимости.

Данное обстоятельство свидетельствует о том, что одинарная точечная выборка, взятая в условиях сложных гидросистем, не всегда полно характеризует вид рыб по этому признаку в пределах исследуемого бассейна. Число жаберных тычинок – особенно переменный в этом отношении признак.

У крупных рыб, особенно у тех, которые обладают небольшим числом жаберных тычинок, можно их считать, не извлекая дуги из жаберной полости. Все-таки данный подход применим при приобретении определенного опыта подсчета числа жаберных тычинок на приготовленных препаратах.

При изъятии жаберной дуги следует быть особенно внимательным, чтобы полностью вырезать дугу, сохранив на ней все жаберные тычинки. Процедура эта не простая, и здесь необходимо выработать определенные навыки. Особенности требования предъявляются к специальному инструменту, который должен быть достаточно острым и иметь узкое лезвие. Здесь вполне подойдет глазной скальпель. После изъятия жаберная дуга освобождается от слизи и крови и в расправленном состоянии (рис. 27) укладывается на специальную подложку, в качестве которой особенно удобно иметь кусок толстой черной резины, на фоне которой намного удобнее считать жаберные тычинки. Только убедившись, что весь ряд жаберных тычинок присутствует на препарате, можно приступить к исследованию самой дуги.

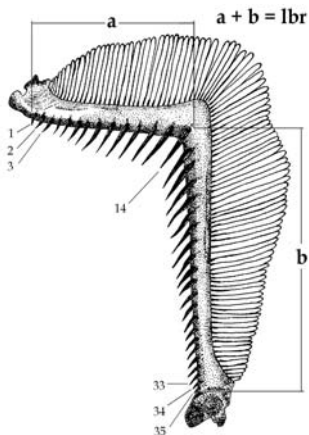


Рис. 27. Жаберная дуга одного из гольцов (р. *Salvelinus*) оз. Хантайского

Различают верхнюю (*a*) и нижнюю (*b*) части жаберной дуги. Иногда приводят данные числа жаберных тычинок по верхней, нижней частям и их общее количество (например, sp.br.: 14+21=35). Особенно тщательно необходимо подойти к исследованию краевых зон жаберной дуги. В некоторых случаях только препаровальная игла способна помочь нащупать в ткани самые мелкие тычинки. Все они, безусловно, должны быть учтены, даже если практически невидимы или плохо различимы на жаберной дуге (рис. 28, см. вклейку).

Иногда встречаются ситуации, которые можно объяснить как аномалии в развитии жаберной дуги. В верхней или нижней частях дуги попадаются сросшиеся тычинки. Обычно это бывает пара подобных тычинок и реже несколько (рис. 29, см. вклейку). На фото хорошо виден блок из четырех сросшихся тычинок, со второй по пятую. Попытка отсоединения их друг от друга не всегда приносит желаемый результат. Вместе с тем при подсчете подобных тычинок, каждая из них считается отдельно.

Существует устойчивое мнение, что по мере роста рыбы число жаберных тычинок увеличивается. В большинстве случаев исследователи просто невнимательно просчитывали тычинки у молодых особей, и какие-то тычинки не были учтены. В наиболее сложных случаях приходится использовать увеличительные лупы или более сложную оптическую технику.

Если тычинки имеют относительно сложную структуру строения, это должно быть обязательно зафиксировано в дневнике. Имеются в виду случаи, когда у некоторых рыб, обычно бентофагов, тычинки либо раздваиваются, либо имеют дополнительные выросты (например, рис. 30, см. вклейку). Показанная на рисунке *V*-образная тычинка считается как одна, поскольку развивается из одного «корня».

Здесь имеет смысл оценить статистику встречаемости данных проявлений и зарисовать характерные типы.

Иногда возникает необходимость оценки размеров самих тычинок. Обычно оценивают индекс наибольшей жаберной тычинки, определяемый как ее длина к длине самой жаберной дуги ($a+b=lbr$; см. рис. 27). Очевидно, что планктофаги характеризуются и наиболее длинными тычинками, чем бентофаги и хищники, но подобный индекс целесообразно оценивать, если исследуются близкие виды (формы) рыб, у которых и замечены отличия по размерам жаберных тычинок. Длину наибольшей жаберной тычинки обычно измеряют у места соединения нижней и верхней ветвей дуги, где они самые длинные.

Данный случай хорошо иллюстрирует следующий пример. При исследовании гольцовой фауны (р. *Salvelinus*) Хантайского озера оказалось, что в акватории озера выделяются три доминирующие группы: «длиннотычиночные», «короткотычиночные» и «тыптушки». Кроме внешних отличий окраски, строения челюстного аппарата и других морфологических признаков (Романов, 2004) они отличаются по строению жаберных дуг и числом жаберных тычинок (рис. 31, табл. 5).

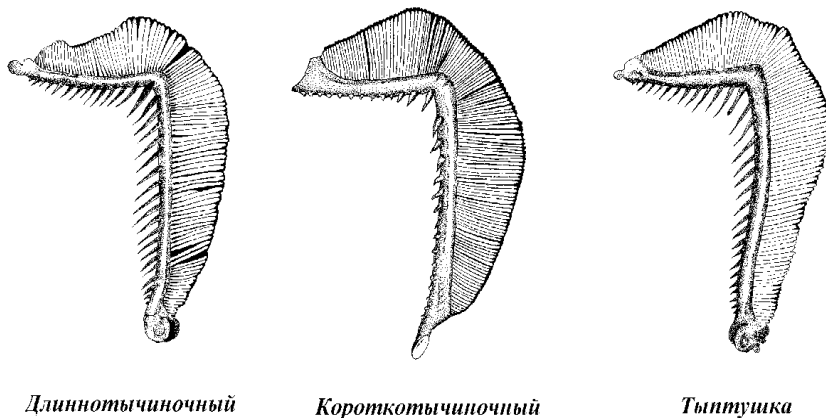


Рис. 31. Жаберные дуги массовых гольцов Хантайского озера

Распределение числа жаберных тычинок у различных гольцов Хантайского озера

Форма	Число жаберных тычинок															
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	
Длинно-тычиночный	–	–	–	–	1	19	41	76	98	81	38	28	10	6	3	
Короткотычиночный	–	2	8	16	31	45	34	8	7	1	–	–	–	–	–	
Тыптушка	3	6	20	28	43	26	18	4	–	2	1	–	–	–	–	

При этом типично *мирным* гольцом является только тыптушка, остальные гольцы – хищники. В данной ситуации исследование числа жаберных тычинок, определение индекса наибольшей из них может дать дополнительный материал по определению статуса этих симпатричных форм.

Надо заметить, что кроме наружного ряда жаберных тычинок существует и внутренний. Обычно они считаются очень редко, но определенные возможности могут быть использованы. Например, И.В. Зуевым (2007) определено, что гольяны Приенисейской Сибири вполне удовлетворительно определяются на основе имеющейся информации о соотношении формы головы, отделов позвоночного столба и количества жаберных тычинок. Для пары гольян Чекановского (*Phoxinus czekanowskii*) – озерный гольян (*Phoxinus percnurus*), по заключению автора, эти признаки являются видоспецифическими. Что касается жаберных тычинок, здесь хорошую диагностическую информацию давал просчет как внешнего, так и внутреннего рядов.

Количество жаберных лучей (*radii branchiostegi* – *r.br.*). Этот признак не часто учитывается исследователями. Основная функция лучей – поддерживать жаберную крышку. Признак довольно постоянен для вида.

Формула глоточных зубов. Этот признак исследуется только у карповых рыб. Один из наиболее стабильных признаков, позволяющий отличать виды карповых рыб друг от друга. Эти зубы расположены на пятой (последней) жаберной дуге. Нижнеглоточную кость с зубами извлекают через наружное жаберное отверстие. Для этого нужно ножом отделить верхний край ключицы (cleithrum), прилегающей снаружи к заднему краю жаберной щели, и вынуть эту кость с глоточными зубами.

Глоточные зубы у карповых бывают однорядные, двухрядные и трехрядные (рис. 32). На основании анализа строения глоточных зубов и определяется их формула. Число зубов одной стороны отделяется от числа зубов другой стороны горизонтальной линией. Если зубов не один ряд, то ближе к черте указывают число зубов, расположенных на внешнем (нижнем) крае кости, а затем числа других рядов.

Для однорядных, например, формула 6–5 означает, что с левой стороны находятся 6 зубов, с правой – 5 (плотва); для двухрядных, например, формула 3.5–5.3 означает, что с левой стороны в одном ряду 3, в другом 5 и с правой в одном ряду 5 и в другом 3 (жерех, язь). Примером формулы трехрядных зубов могут служить глоточные зубы сазана: 1.1.3–3.1.1. Данная формула обычна для дикой формы, у окультуренных сазанов-карпов глоточные зубы претерпевают серьезные изменения. Обычная формула 1.1.3–3.1.1 может быть измененной до двухрядной 2.1–1.2. В природе таких изменений обычно не бывает и, если встречаются какие-то аномалии, то они могут свидетельствовать о гибридном происхождении исследуемой особи.

Как показывают исследования, и у некоторых представителей «дикой фауны» встречается по несколько вариантов формул глоточных зубов (табл. 6).

4. Методика сбора материала по морфологии рыб

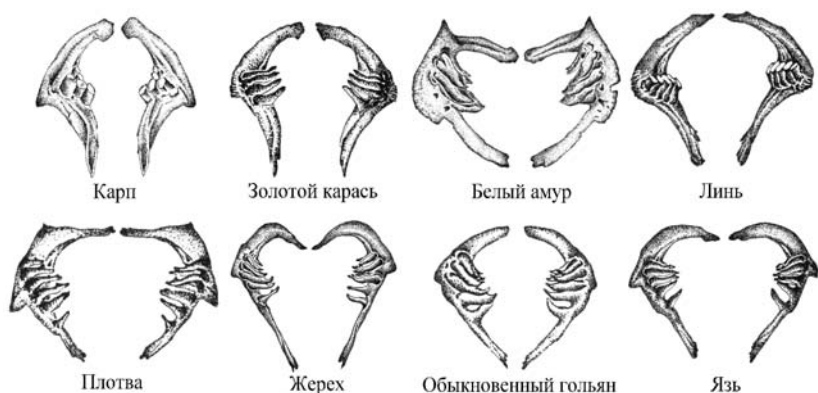


Рис. 32. Различные формы глоточных зубов у карповых рыб

Т а б л и ц а 6

**Наиболее распространенные формулы глоточных зубов
для некоторых видов карповых рыб**

Карп	Золотой карась	Белый амур	Линь
1.1.3–3.1.1	4–4	2.5–5.2	4–5; 5–4
1.2.3–3.2.1			4–4; 5–5
Плотва	Жерех	Обыкновенный гольян	Язь
6–5	3.5–5.3	2.5–4.2	3.5–5.3
5–5	2.5–5.3	2.4–4.2	
6–6	3.5–5.2		

Примечание. Жирным выделены наиболее часто встречаемые формулы глоточных зубов.

Количество пилорических придатков (appendix pylorica – рс.). Возможность оценить число пилорических придатков появляется только после вскрытия рыбы. Основная функция придатков – способствовать пищеварению рыбы; они расположены на желудочно-кишечном тракте (рис. 33) и представляют собой слепые выросты кишечника, которые расположены вблизи желудка. Основная функция пилорических придатков – обеспе-

чить увеличение всасывающей поверхности кишечника. Здесь содержатся ферменты, обеспечивающие полный цикл расщепления белков, углеводов и жиров.

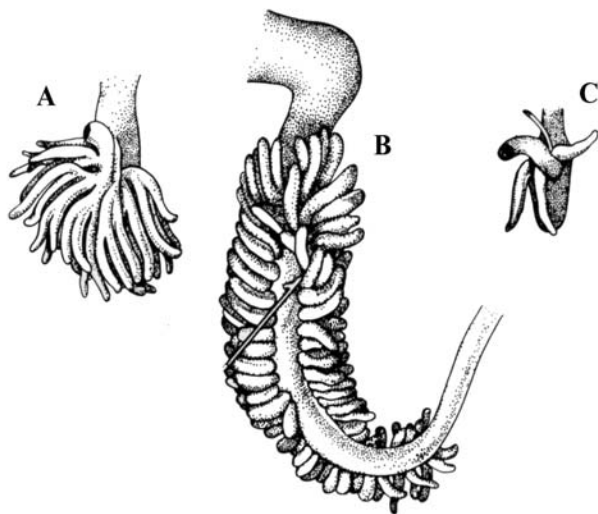


Рис. 33. Пилорические придатки налима (А), тайменя (В) и обыкновенного окуня (С) (по: Harder, 1964)

Обычно этот признак исследуется у сиговых, лососевых, хариусовых и налимовых рыб. Количество пилорических придатков имеет важное значение при диагностике лососевых рыб. Некоторые лососи имеют в среднем более 150 придатков (кета, кижуч). В то же время у хариусов их обычно меньше 20, а у карповых, сомовых и щуковых их нет. Можно считать, что это неплохой диагностический признак не только для диагностики вида, но и для форм, различающихся между собой трофическими спектрами. Установить зависимость между характером объектов питания и количеством пилорических придатков довольно трудно, хотя она, несомненно, имеется.

Нередко пилорические придатки покрыты жиром, и это создает некоторые трудности при их подсчете. Одним из эффективных способов учета пилорических придатков можно рекомендовать их отсечение при помощи ножниц или скальпеля и их тщательный подсчет.

Число позвонков (*vertebrae – vt.*). В систематике рыб термины «малопозвонковые» и «многопозвонковые» встречаются довольно часто. Их можно найти у сельдевых рыб (атлантическая и тихоокеанская сельди). Европейская и сибирская ряпушки отличаются по числу позвонков, и для них это ключевой признак. Все это свидетельствует о важности, которая уделяется этой морфологической характеристике. В то же время некоторые сложности в правильном подсчете числа позвонков иногда приводят к тому, что встречаются факты в научных публикациях, где авторы выражают недоверие опубликованным данным по правильному подсчету позвоночного столба рыб.

Число позвонков считают без уростиля (*urostil – U*), принимая его за часть последнего позвонка, или с уростилем – как последний позвонок, который у разных рыб имеет различную форму. Поэтому всегда надо упоминать, как производился подсчет позвонков. Л.С. Берг (1948) писал, что последний позвонок со всеми гипуралиями (*hypuralia – H*) нужно принимать за один позвонок. Имеются особенности и в строении первых позвонков у представителей различных семейств рыб (рис. 34).

У карповых рыб первые четыре позвонка образуют веберов аппарат. Они довольно сильно видоизменены, подсчет их затруднен вследствие их частичного слияния как тел позвонков, так и остистых отростков. Обычно только пятый позвонок имеет вид, характерный для позвонков туловищного отдела.

Сам позвоночный столб состоит из разных отделов. От тела позвонков отходят костные верхние и в хвостовой части нижние дуги с хорошо окостеневшими остистыми отростками. В туловищной части таковые же ребра, образующие защитный свод для на-

ходящихся в полости тела внутренних органов. Между туловищным и хвостовым отделами позвоночника находятся несколько позвонков так называемого переходного отдела (рис. 35).

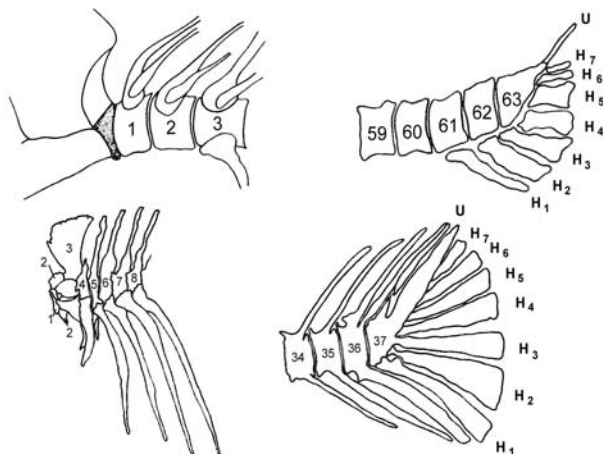


Рис. 34. Особенности строения начальных и конечных частей позвоночного столба у сиговых (вверху) и карповых рыб (по: Решетников, 1980; Urbanowicz, 1956)

Количество туловищных позвонков относительно более стабильно, чем хвостовых, и в процентном отношении общее количество позвонков изменяется не столь резко, как хвостовых. Поэтому этот признак имеет диагностическую ценность. Наряду с общим числом позвонков иногда приводят данные по отделам, а особенности формы и количество позвонков переходного отдела могут составить предмет отдельного фенетического исследования (см. Ядренкина и др., 2005).

Из скелетных элементов первых четырех позвонков образовалась система косточек, входящая в состав Веберова аппарата, являющегося одной из отличительных особенностей карпообразных (Cypriniformes).

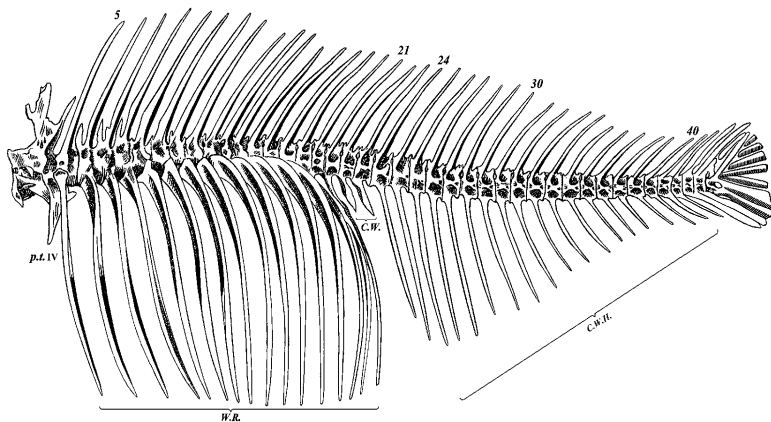


Рис. 35. Строение позвоночника леща (*Abramis brama*)

Примечание. *p.t. IV* – парапофиз четвертого позвонка; *W.R.* – позвонки с ребрами, туловищный отдел; *С.В.* – передние каудальные позвонки, переходный отдел; *С.В.Н.* – каудальные позвонки с гемальными отростками, хвостовой отдел

Веберов аппарат – это орган, передающий изменение давления внешней среды во внутреннюю полость. Он представляет собой орган, состоящий из скелетных элементов первых позвонков, эндолимфатической полости лабиринта, перилимфатического пространства слуховой капсулы и плавательного пузыря (рис. 36).

Остистый отросток первого позвонка преобразован в одну из косточек Веберова аппарата – запор (*claustrum*); верхняя дуга первого позвонка – в чашевидную (*scaphium*) косточку. Из верхней дуги второго позвонка образована вставочная (*incus*) косточка, из поперечного отростка третьего позвонка – трехногая (*tripus*).

Последняя косточка Веберова аппарата (*os suspensorium*) развивается за счет ребер четвертого позвонка. Все косточки связаны между собой, а трехногая с помощью связки соединена с на-

ружной стенкой плавательного пузыря. При изменении наружного давления пассивно изменяется объем воздушной камеры, что влечет за собой движение косточек аппарата. В связи с этим изменяется давление через пери- и эндолимфу на лабиринт, передаваемое раздражение вызывает в качестве рефлекса соответствующее изменение мышечного тонуса.

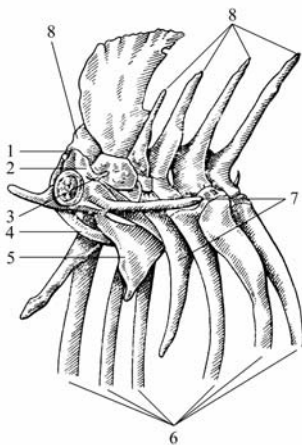


Рис. 36. Веберов аппарат (вид сбоку; по: Скорняков и др., 1986): 1 – запор; 2 – чашевидная косточка; 3 – вставочная косточка; 4 – трёхногая косточка; 5 – последняя косточка; 6 – ребра пятого, шестого и седьмого позвонков; 7 – парапофизы второго и четвертого позвонков; 8 – верхние остистые отростки 2–7-го позвонков

Несколько меньшее внимание уделяется еще одной группе признаков, которые присущи любому ихтиологическому объекту, но свое использование они нашли в основном только для оценки систематики скорпенообразных и окунеобразных рыб. Речь идет о сейсмодативной системе – топографии каналов, канальцев и пор на голове и передней части тела рыбы (рис. 37). Присмотритесь внимательнее и обнаружите, что поры и каналы такой системы есть у всех пресноводных и морских рыб, а их топография, возможно, способна помочь в оценке особенностей строения сейсмодативной системы для разных видов и даже родов рыб (см. Андрияшев, 1967; Андрияшев, Якубовски, 1971; Неелов, 1979 и др.). Рыб для подобных исследований надо фикс-

4. Методика сбора материала по морфологии рыб

сировать сразу после поимки, и дальнейшие работы необходимо проводить в лаборатории.

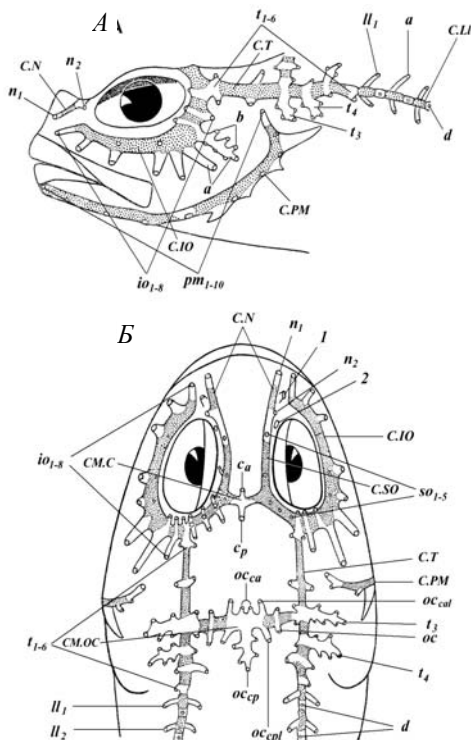


Рис. 37. Схема обозначения каналов и канальцев (по: Неелов, 1979):
 А – вид сбоку; Б – вид сверху. *C.IO* – подглазничный канал (canalis infraorbitalis); *C.N* – носовой канал (с. nasalis), *C.SO* – надглазничный канал (с. supraorbitalis); *C.T* – заглазничный канал (с. temporalis); *C.PM* – предкрышечно-нижнечелюстной канал (с. праеорегуло-мандибуларис); *C.L.I* – туловищный канал [боковая линия] (с. lineae lateralis); *CM.C* – корональная комиссура (commissura coronalia); *CM.OC* – затылочная комиссура (com. occipitalia)

Кроме рассмотренных выше меристических признаков сам объект исследования определяет перечень тех признаков, количество которых может дать полезную информацию. Это может быть количество усиков, полос или пятен (например, на теле некоторых хариусов), количество и топография пор, в которых находятся фотофоры (например, у светящихся анчоусов).

Исследование черепа рыб. В задачи данного пособия не входит обсуждение методов исследования невробраниума рыб, поскольку рассматриваются методики полевых сборов. Однако исследование костей черепа, его хрящевого основания для некоторых рыб является весьма важным и информативным. Здесь можно остановиться только на методике сбора голов, дальнейшее исследование которых предполагается проводить в стационарных условиях. Если такая задача поставлена, необходимо отобрать рыб приблизительно одного размера, если не планируется проводить оценку размерно-возрастной изменчивости костей черепа. Если в процессе полового созревания происходят существенные изменения в строении головы, это следует учитывать при сборе материала.

Возможно, сама программа проведения исследования черепов рыб возникла на предположении о возможных морфологических различиях и на остеологическом уровне у симпатричных форм (гольцы, сиговые, хариусы), которые заметно отличаются друг от друга.

Это касается внешнего вида, особенностей строения ротового аппарата, имеются различия в морфологических признаках и т.п. В этом случае целесообразно при сборе материала для краниологического анализа, с учетом возможного полового диморфизма, сосредоточить внимание на том, чтобы отобранные особи были достаточно близки по своим размерам, имели одинаковое физиологическое состояние.

Для сбора этих материалов череп отделяется от тела, помещается в марлевый мешочек. Туда же вкладывается этикетка, в

которой записывается необходимая информация. Параллельно в полевом дневнике записываются все необходимые данные о собранном материале с указанием места сбора, даты, пола и состояния рыбы с указанием вида или предполагаемой формы. Все черепа помещаются в емкость с концентрированным раствором соли. Необходимо этот раствор приготовить заранее. В кипящую воду засыпается соль до тех пор, пока она не перестает растворяться. Крепость этого раствора (тузлук) бывает достаточной, если в нем не тонет сырой картофель. Головы рыб помещаются в холодный раствор. Надо помнить, что в процессе хранения с фиксированными в нем головами тузлук постепенно теряет свою концентрацию и требует либо добавления соли, либо замены тузлука.

Поскольку в пособии обсуждаются некоторые остеологические признаки головы, в прил. 2 приведена схема черепа на примере европейского тайменя с русскими и латинскими названиями костей (Holčík et al., 1984; Черешнев и др., 2001).

Пластические признаки. Эта группа признаков фиксирует промеры рыбы, которые производятся специальным инструментом (см. рис. 3). Среди всего списка промеряемых расстояний можно выделить три группы признаков: первая определяет межплавниковые расстояния, вторая – размеры плавников, третья характеризует особенности признаков, расположенных на голове рыбы. Безусловно, различные представители ихтиофауны, имеющие своеобразное строение тела, плавников, имеет некоторые отличия и в схемах промеров (см. Правдин, 1966). Прежде чем приступать к изучению морфологии того или иного вида рыб, необходимо познакомиться с особенностями промеров.

Предлагаемая в этом пособии схема (рис. 38) вполне подойдет к исследованию карповых, сиговых, хариусовых и лососевых рыб. Многие из промеров характерны и для других рыб, но для полного списка промеров представителей других семейств все-таки необходимо определиться с особенностями промеров *специфических* признаков (см. прил. 3). Схема промеров пла-

стических признаков рыб (нижняя часть схемы) здесь и в прил. 3 приведена в «упрощенном» виде.

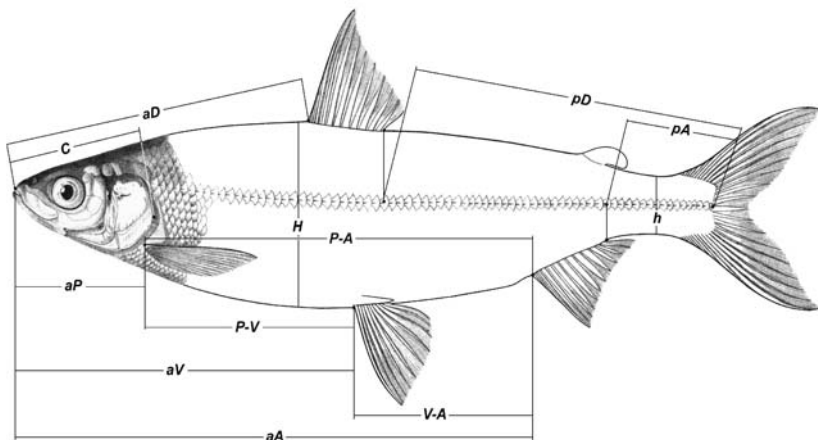


Рис. 38. Схема промеров некоторых пластических признаков тела рыб

Исследование пластических признаков начинают с промеров длин рыбы. Абсолютная длина обычно здесь не промеряется, за исключением миноговых, осетровых и тресковых рыб, поскольку для них она является базовой для расчета индексов. Следует помнить, что для большинства видов рыб, за исключением лососевидных (сиговые, хариусовые, лососевые), сельдевых, корюшковых и некоторых других, базовой длиной является длина тела без хвостового плавника или длина от начала рыла до конца чешуйного покрова. Для последних базовой длиной для расчета индексов является длина тела от начала рыла до конца средних лучей хвостового плавника (длина по Смитту). При расчете индекса базовая длина принимается за 100% и определяется в процентах та часть, каковую исследуемый признак составляет от базовой.

Антедорсальное расстояние (aD). Измеряется расстояние от начала (вершины) рыла до места выхода из тела первого луча спинного плавника. У большинства рыб за начало рыла прини-

мается верхняя часть. Однако у щуковых, сомовых, некоторых сельдей нижняя челюсть выступает вперед, и именно она принимается за вершину рыла.

Постдорсальное расстояние (pD). Этот промер берется от вертикали заднего конца основания спинного плавника до окончания чешуйного покрова (основание хвостового плавника). Промер берется по середине тела рыбы. Если плавников два или три, эту линию откладывают от конца основания первого плавника, если он отделен от других. Если плавники сращены, постдорсальное расстояние берется от вертикали второго плавника, но это должно в последующем быть оговорено в таблице.

Антеанальное расстояние (aA). Измеряется от начала рыла до места выхода из тела первого луча анального плавника. Это самый большой промер на теле рыбы. Важно следить, чтобы сама рыба в процессе промеров сохраняла свою естественную форму. Здесь недопустимы искривления формы тела, которые в итоге дадут заведомо ложные показатели.

Антевентральное расстояние (aV). Измеряется от начала рыла до места выхода из тела первого луча брюшного плавника.

Антепектральное расстояние (aP). Измеряется от начала рыла до места выхода из тела первого луча грудного плавника.

Длина хвостового стебля, постанальное расстояние (pA). Этот промер берется от вертикали заднего конца основания анального плавника до окончания чешуйного покрова. Промер берется по середине тела рыбы.

Длина головы (C). Измеряется расстояние от начала рыла до той точки на жаберной крышке, которая максимально отстоит при промере. Обычно эта точка находится несколько ниже осевой линии. Для сомовых, щуковых и некоторых сельдевых длина головы промеряется от нижней челюсти. При промере длины головы жаберная перепонка (*membrana branchiostega*), которая несколько дальше заходит за жаберную крышку, не учитывается. Длина головы достаточно стабильна по оценке из-

менчивости и является *базовым промером* для расчета индексов тех признаков, расположенных на самой голове. Поэтому к промеру нужно подойти особенно внимательно, как и к любому промеру базовых величин и собственно признаков.

Наибольшая высота тела (H). Промер делается в самой широкой части тела рыбы. Обычно эта точка находится чуть впереди от спинного плавника. Плавники, а у осетровых и костяные жучки, в расчет не входят. Признак характеризуется очень большой изменчивостью. Часто просто наличие или отсутствие пищи у хищника (например, щука, налим) существенно влияют на этот промер. Для некоторых рыб наблюдается положительная аллометрия при размерно-возрастной изменчивости.

Наибольшая толщина тела (B). Для проведения этого промера следует приподнять саму рыбу от стола. Наибольшее расстояние между боками рыб, которое и определит наибольшую толщину тела, следует замерять выше боковой линии. Эта зона обычно находится там же, где и промерялась наибольшая высота. Существует еще один промер, получивший название *наибольший обхват тела*. В традиционной морфологии он почти не используется, но для оценки рыбоводных морфологических характеристик рыб употребляется довольно часто. Наибольший обхват тела измеряется в месте с наибольшей толщиной и высотой рыбы.

Наименьшая высота тела (h). Обычно этот промер проводится недалеко от основания хвостового плавника. Измерение делается перпендикулярно осевой линии рыбы.

Пектроанальное расстояние (PA). Этот и следующие промеры проводятся между плавниками. Эта группа плавников и индексы этих расстояний особенно чутки к оценке полового диморфизма рыб. Даже у рыб, у которых половой диморфизм выражен слабо, при измерении половозрелых особей, а особенно если самки имеют еще и развитые половые продукты, как правило, половой диморфизм определяется. Здесь измеряется расстояние между грудным и анальным плавниками. Точками

для проведения промера определяются места выхода первых лучей этих плавников.

Пектровентральное расстояние (PI). Расстояние измеряется от места выхода первых лучей грудного и брюшного плавников. Есть рыбы, у которых грудные плавники находятся над или позади брюшных плавников (тресковые), тогда это расстояние не измеряется.

Вентроанальное расстояние (VA). Расстояние измеряется от места выхода первых лучей брюшного и анального плавников.

Менее популярны в практике морфологических исследований промеры расстояний от начала спинного (DC), брюшного (VC) и анального (AC) плавников до места выхода средних лучей хвостового плавника (до конца чешуйного покрова).

Длина основания спинного плавника (ID). Измерение производится от места выхода первого до места выхода последнего ветвистого луча (рис. 39).

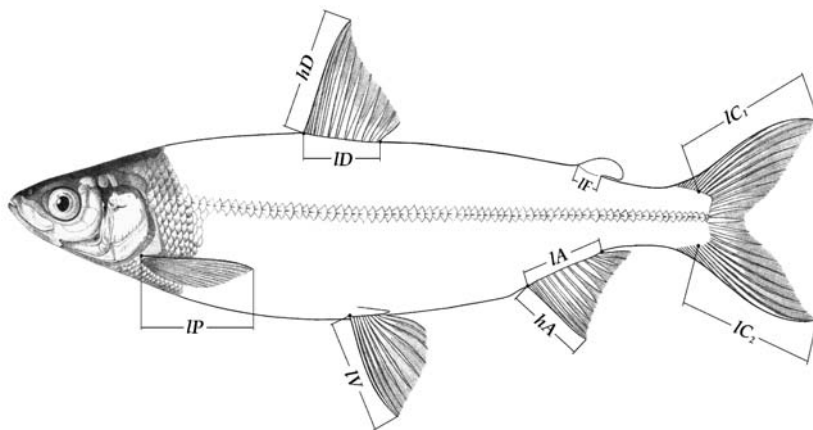


Рис. 39. Схема промеров плавников рыб

Высота спинного плавника (hD). Для проведения этого промера необходимо плавник расправить и приподнять. Для всех плавников важно уточнить, нет ли на них порывов, целы ли самые кончики плавников. Иногда в результате применения отцеживающих орудий лова, что плавники обламываются. Такие структуры ни просчету, ни измерению не подлежат. Измеряется самый длинный неветвистый луч, обычно последний среди аналогичных лучей. Иногда допускают ошибку, взяв за начальную точку промера место выхода первого луча. В случае если число неветвистых лучей невелико (3–5), погрешность при таком измерении оказывается небольшой.

Однако есть рыбы (например, сибирские хариусы), число неветвистых лучей у которых доходит до 16 (!), и этот луч уже довольно далеко отстоит от начала спинного плавника. Использование здесь подобной схемы промера даст уже неправильный результат. У тех же хариусов часто используют еще один промер – наиболее длинного ветвистого луча. У этих рыб форма спинного плавника такова, что взрослые самцы обладают крупными «флаговыми» плавниками (см. рис. 18). У самок они обычно меньше. Самыми длинными неветвистыми лучами здесь являются 2–4-й лучи от конца, и по ним берутся измерения второй наибольшей высоты (h_2D).

При наличии второго и третьего спинных плавников все они измеряются. Берется промер самого длинного луча в плавнике.

Длина основания анального плавника (lA). Аналогичные подходы, которые были использованы при исследовании пропорций спинного плавника, применяются и при промере анального. Следует опасаться одного – чрезмерного сжатия губками штангенциркуля нежной ткани, которая находится в конце анального плавника.

Высота анального плавника (hA). Измеряется длина наибольшего неветвистого луча. Размеры плавников, особенно спинного и анального, довольно часто у половозрелых самцов относительно крупнее, чем у самок.

Длина грудных плавников (IP). Эти плавники парные, измерению подлежит только один левый плавник. Промер берется от места выхода первого луча и до окончания плавника.

Длина брюшных плавников (IV). Измеряется только один левый плавник. В гидродинамическом отношении брюшные плавники наименее загружены, чем все остальные.

Длина лопастей хвостового плавника (IC_1, IC_2). Многие сибирские рыбы не имеют сколько-нибудь заметных различий в длине верхней и нижней лопастей хвостового плавника. Неравнолопастные хвосты называются гетероцеркальными. В этом признаке иногда проявляется диморфизм, связанный с различием глубин на местах нагула. Увеличение верхней лопасти по сравнению с нижней свидетельствует о необходимости быстрого глубокого погружения. Увеличение нижней лопасти свидетельствует о необходимости более быстрого всплытия. Ярко выраженный гетероцеркальный хвост с большой верхней лопастью имеют осетровые рыбы и акулы. Слабая гетероцеркальность характерна для некоторых хариусов, у которых нижняя лопасть чуть длиннее. Обычно при наличии ассиметрии в строении хвостового плавника и исследуется этот признак. Измеряются наибольшие лучи в верхней (IC_1) и нижней (IC_2) частях хвостового плавника.

Длина основания жирового плавника (IF). В свое время этот промер вошел в список морфологических признаков для лососевидных, предложенных Смиттом. В настоящее время признак практически не используется в морфологическом анализе.

Длина рыла, предглазничное расстояние (aO). Измеряется от вершины рыла до переднего края глаза, до переднего наружного края глазного яблока (рис. 40).

Диаметр глаза (O). Измеряется собственно диаметр роговицы. Промер горизонтальный, совпадающий с осевой линией. В некоторых случаях делают измерение диаметра через вертикаль глаза, это дополнительное измерение; данное обстоятельство оговаривается в таблице.

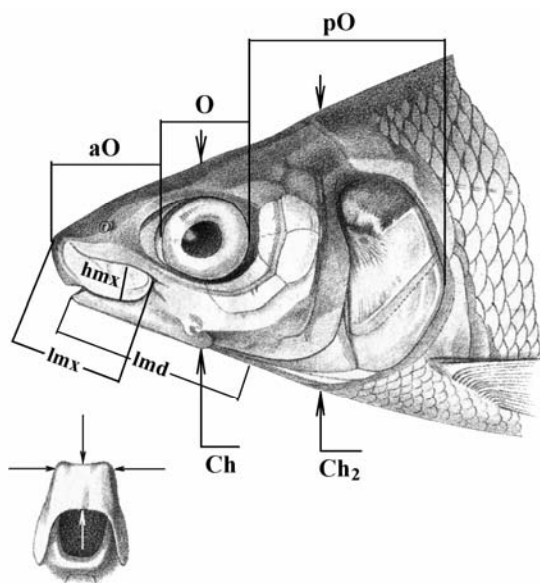


Рис. 40. Схема промеров признаков головы

Заглазничное расстояние (pO). Измеряется от заднего края глаза до наиболее удаленной от конца рыла точки жаберной крышки. Конечная точка аналогична той, что использовалась при измерении длины головы.

Высота головы через середину глаза (Ch). Измерение проводится строго перпендикулярно к осевой линии рыбы.

Высота головы на уровне затылка (Ch_2). Промер аналогичен по исполнению с предыдущим. Необходимо найти точку сочленения головы с туловищем рыбы. У многих рыб эта точка находится там, где заканчивается чешуйный покров, но у кефалевых чешуя заходит на лоб, и у таких рыб нужно найти задний конец верхнезатылочной (*supraoccipitale*) кости. У осетровых этот промер производится впереди первой спинной жучки. Оба этих промера характеризуются довольно большой изменчивостью.

Толщина головы (bC). Измерение производится чуть позади глаз. Расстояние между жаберными крышками (жаберная полость) не промеряется.

Ширина лба (f, k, i.o.). Этот признак еще называется межглазничным расстоянием. Промер делается сверху головы, измеряется ширина черепа между глазами.

Длина верхней челюсти (ltx). Данный признак измеряется у рыб, имеющих выраженную верхнечелюстную кость. У лососевидных рыб верхняя челюсть состоит из двух: межчелюстной (praemaxillare – *ptx*) и верхнечелюстной (maxillare – *tx*) костей. Сверху к верхнечелюстной кости крепится небольшая накладная косточка (supra-maxillare – *smtx*). По рекомендации И.Ф. Правдина (1966) за точку начала длины тела сигов при измерениях нужно брать расстояние от переднего наружного края верхнечелюстной кости (maxillare). Эта же точка используется для измерения самой верхнечелюстной кости.

Действительно, у сиговых рыб передняя часть maxillare заходит на praemaxillare и фактически покрывает ее сверху (рис. 41). Однако у хариусовых и, особенно, лососевых рыб место, которое занимает межчелюстная кость, довольно значительно.

Передний край верхнечелюстной кости легко определить, если ее оттянуть за задний конец слегка вбок и вперед. Она достаточно надежно определяется у сиговых, хариусовых и лососевых рыб. Однако если ее измерять так, как было предложено Смиттом и как приводит И.Ф. Правдин (1966) для лососевых рыб – от начала рыла и до конца верхнечелюстной кости, то мы фактически промеряем две косточки: praemaxillare + maxillare. При этом присваиваем этому промеру неверное название – длина верхнечелюстной кости. В связи с этим для хариусовых и лососевых рыб предлагается ввести два промера: *длина верхнечелюстной кости* и *длина от начала рыла до конца верхнечелюстной кости*. Безусловно, данные промеры необходимо оговаривать в таблице.

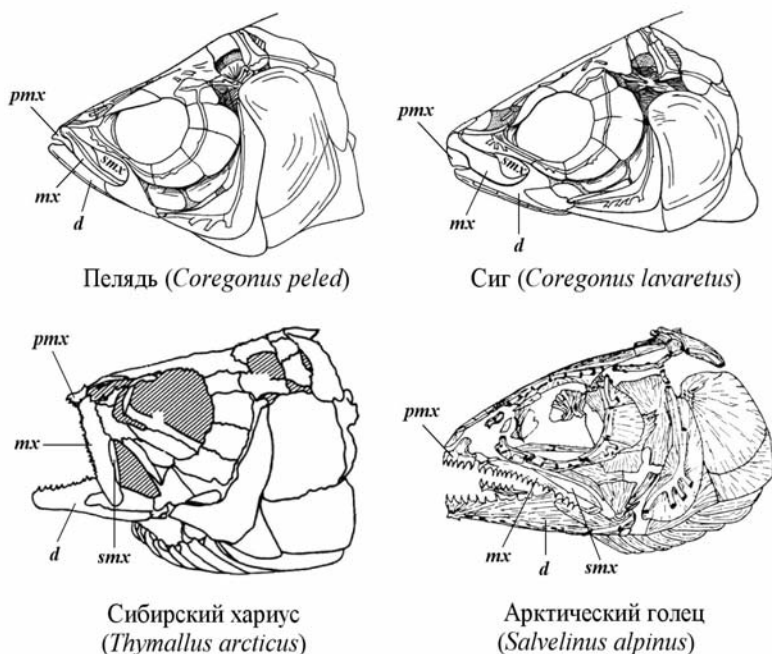


Рис. 41. Особенности строения челюстного аппарата у лососевидных рыб (по Norden, 1961; Shaposhnikova, 1970; Глубоковский, 1980)

Высота верхней челюсти (hmx). Для этого промера выбирается самая широкая зона верхнечелюстной кости.

Длина нижней челюсти (lmd). Если начальная точка нижней челюсти достаточно очевидна, то для определения ее конца необходимо найти место сочленения. Для этого достаточно зацепить нижнюю челюсть пальцами или необходимым инструментом и сделать несколько движений, имитирующих открывание-закрывание рта. Внимательно наблюдайте за этими движениями, в итоге эту точку сочленения удастся определить. Она и будет концом нижнечелюстной кости.

Некоторые особенности строения челюстного аппарата вызывают необходимость привлечения дополнительных промеров. Например, у сигов бентофагов, имеющих нижний рот, дополнительно промеряются высота и ширина рыльной площадки (см. рис. 40). У осетровых, учитывая положение рта, наличие усиков, число исследуемых признаков головы увеличивается (рис. 42).

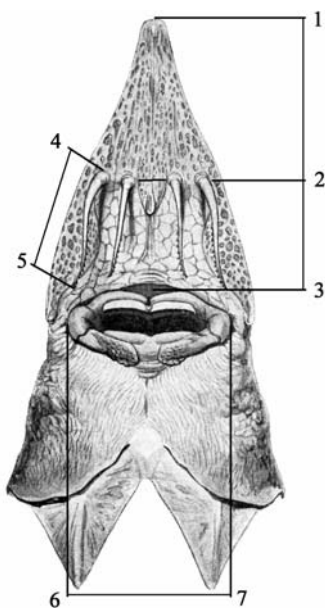


Рис. 42. Схема измерения нижней части головы осетровых рыб: 1–2 – расстояние от конца рыла до средних усиков; 1–3 – расстояние от конца рыла до хрящевого свода рта; 4–5 – длина наибольшего усика; 6–7 – ширина рта

Современные возможности фотографической техники и специальные компьютерные программы внедряются в проведение морфологических исследований пластических признаков рыб.

Современный цифровой фотоаппарат уже не ограничивает фотографа объемами снятых фотографий и позволяет контролировать их качество. Подобные методы получения информации при проведении исследований, например пластических признаков, находят все более широкое применение за рубежом (Truss network – метод обработки цифровых фотографий рыб).

Подобные подходы к сбору цифровой информации по внешней морфологии рыб находят своих последователей и в России (Бочкарев, Зуйкова, 2007). Эта методика основана на промерах пластических признаков рыб по фотографическому изображению и их последующей обработке при помощи специальной программы AxioVision или аналогичной.

Рыба помещается на специальное однотонное поле. Плавники расправляются и, в случае необходимости, закрепляются металлическими булавками. Фотоаппарат устанавливается на штатив и выставляется на необходимую высоту. Оптическая ось должна проходить через точку пересечения боковой линии с визуальной линией промера наибольшей высоты тела рыбы (Н). Рядом с рыбой выкладываются миллиметровая линейка и карточка с порядковым номером объекта съемки.

Дальнейшая обработка изображений проводится на компьютере. На основании реальной длины объекта, определяемой по линейке, вычисляется поправочный коэффициент, и данные переводятся в единые единицы измерений, например в миллиметры, затем обрабатываются в электронных таблицах Microsoft Excel. Поскольку фотографии сохраняются в электронном виде, к ним всегда можно вернуться и повторить или проверить исследования. По утверждению авторов (Бочкарев, Зуйкова, 2007), различия между обычным и данным методами исследования пластических признаков незначительны и находятся в пределах межгодовой изменчивости.

Внедрение в научные исследования сканирующей электронной техники позволяет существенно автоматизировать сам про-

цесс морфологических изучений. К преимуществам данного метода следует отнести следующее:

1. Появляется возможность изучения внешней морфологии рыб без необходимости их умерщвления или фиксации. Важно добиться при этом фиксированного и «правильного» положения объекта съемки. В этих случаях может помочь слабая наркотизация при помощи паров эфира или подобных. Данная возможность особенно актуальна при исследовании редких или особо охраняемых видов.

2. Всегда сохраняется возможность контроля, повторных и альтернативных промеров рыб со стороны других операторов.

3. Полученные цифровые фотоотпечатки возможно неограниченно долго хранить без потери качества и использовать в качестве демонстрационного материала в научных публикациях и при изготовлении презентаций.

4. Легче унифицировать схемы взятия самих промеров, что позволит повысить и точность измерения.

Однако не следует считать, что данная методика – это усовершенствованная и более точная методика проведения морфологического анализа рыб. Попробуйте провести в качестве первого опыта цифровую съемку 25–30 экземпляров, предназначенных для морфологических исследований рыб, а в последующем во втором опыте проведите промеры тех же рыб традиционным способом. В дальнейшем сравните эти выборки с использованием критериев оценки достоверности разности выборочных совокупностей. Возможно, по ряду признаков вы получите достоверные различия. На наш взгляд, все-таки следует придерживаться либо одной, либо другой из предложенных схем исследования пластических признаков рыб. Не стоит в качестве серьезных аргументов приводить ваши доказательства существенных различий, если сравниваете свою выборку, полученную путем обработки цифровых изображений, с табличным массивом, найденном в литературном источнике и обработанном по традиционной схеме промеров на живых объектах.

Фиксация меристических и пластических признаков может проводиться следующим образом. Можно записывать полученные числовые данные с каждой рыбы в специальную карточку (прил. 4). Способ удобен тем, что в дальнейшем нет сложностей с сортировкой самих карточек по признакам полов, размеров и т.п. Можно просто составлять таблицы, в которых указываются все исследуемые признаки, а просчеты меристических и промеры пластических признаков записываются в колонки (таблица промеров). Данные таблицы или карточки необходимо заготовить заранее, исходя из предполагаемого объема собираемых объектов.

Таблица промеров _____ (вид рыбы) Место сбора _____ Дата _____

Признак	Порядковый номер рыбы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Пол и стадия зрелости										
Длина по Смитту, мм										
Длина тела без С, мм										
Масса рыбы (необязательно)										
Кол-во чешуй в боковой линии										
Кол-во лучей в D										
Кол-во лучей в A										
Кол-во лучей в P										
Кол-во лучей в V										
Кол-во тычинок на одной жаберной дуге										
Кол-во позвонков										
Антедорсальное расстояние										
Постдорсальное расстояние										
И т.д.										

Морфологические промеры молоди рыб. Размеры личинок рыб на определенных этапах развития также могут служить систематическим признаком. Длину тела у всех рыб, кроме осетровых и лососевых, измеряют от конца рыла до конца хорды или до начала средних лучей хвостового плавника (рис. 43;

4. Методика сбора материала по морфологии рыб

табл. 6), у осетровых – до конца хорды или до конца лучей средней части хвостового плавника, у лососевых – до конца хорды или до конца средних лучей хвостового плавника.

Уже на стадии предличинки или личинки можно проводить некоторые морфологические измерения. По мере формирования различных органов и систем число морфологических признаков может быть увеличено. Промеры проводят в поле зрения бинокулярной лупы при помощи окуляр-микрометра. Полученный статистический материал может быть использован для анализа размерной изменчивости.

В последующем, для обработки цифровых данных, полученные материалы заносятся в электронные таблицы Microsoft Excel.

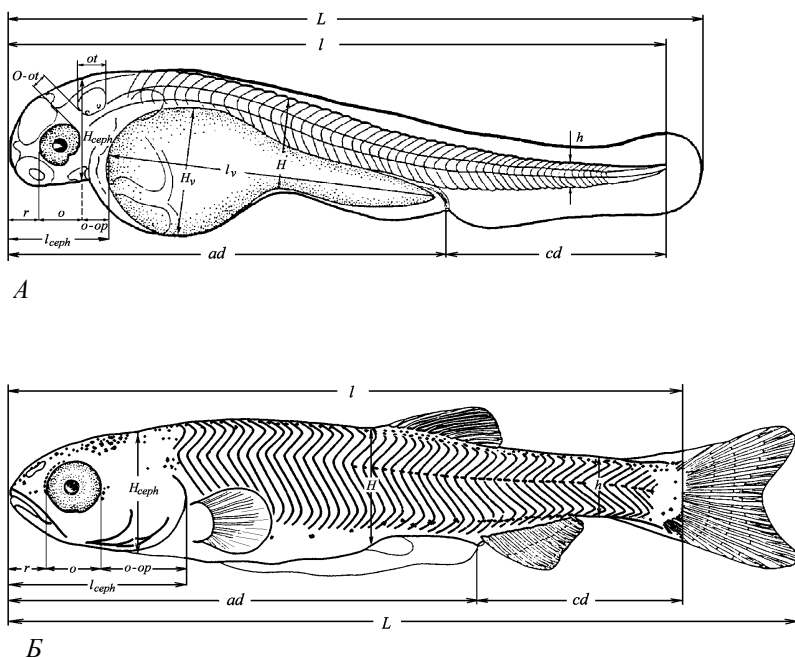


Рис. 43. Схема измерений молоди рыб (по: Ланге, Дмитриева, 1981)
A – предличинка; *B* – личинка

Рекомендуемая схема измерения к рис. 43

Признак	Наименование признака	Способ измерения
L	Длина рыбы	От конца рыла до конца плавниковой складки или хвостового плавника
l	Длина тела	От конца рыла до конца хорды, на более поздних этапах – до начала лучей хвостового плавника
ad	Длина туловища	От конца рыла до анального отверстия
cd	Длина хвоста	По средней линии тела от анального отверстия до конца хорды; на более поздних этапах – до начала лучей хвостового плавника
H	Наибольшая высота тела	Высота тела перед спинным плавником, если спинных плавников два – перед вторым. У предличинки и ранних личинок – перед началом спинной плавниковой складки
h	Наименьшая высота тела	Высота хвостового стебля
l_v	Длина желточного мешка	Максимальная длина
H_v	Высота желточного мешка	Максимальная высота
l_{ceph}	Длина головы	От конца рыла до переднего края пояса грудных плавников; до его образования – до заднего края слуховых капсул
H_{ceph}	Высота головы	У предличинки – на уровне заднего края глаза, у личинок и мальков – на уровне соединения черепа с первым позвонком
r	Длина рыла	От конца рыла до переднего края глаза
o	Диаметр глаза	Горизонтальный
ot	Диаметр слухового пузырька	Горизонтальный
$o-ot$	Расстояние между глазом и слуховым пузырьком	От заднего края глаза до переднего края слухового пузырька
$o-op$	Заглазничное расстояние	От заднего края глаза до переднего края пояса грудных плавников; до его образования – до переднего края слуховых капсул

5. МЕТОДИКА СБОРА МАТЕРИАЛА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРОВ РЫБ

Внешняя среда, воздействуя на физиологическое состояние организмов, обуславливает изменения экстерьерных и интерьерных показателей. Приспособительные отличия, появляющиеся у разных популяций, половых и возрастных групп, обнаруживаются как изменения в соотношениях массы (или длины) тела и органов. Проявляясь как морфологические особенности, они, тем не менее, косвенно свидетельствуют о своеобразном направлении физиологических реакций на воздействие среды обитания. Метод морфофизиологических индикаторов, разработанный сотрудниками Института экологии растений и животных УНЦ РАН, включает комплекс морфологических показателей, пригодных для этой цели (Смирнов и др., 1974). В основу данной главы положены рекомендации этих авторов.

Обычно используются относительная масса *сердца, печени, почек, селезенки, мозга*, относительный *вес и длина кишечника, диаметр и масса глаза, степень развития жаберного аппарата*. Отличие, а в некоторой степени и преимущество морфофизиологических индикаторов по сравнению с физиологическими показателями состоит, прежде всего, в простоте получения первичных данных. Их можно получать в полевых условиях с использованием простого оборудования и минимальными затратами времени на каждое отдельное исследование. Это позволяет получать представительные выборки, характеризующие все категории составляющих популяцию рыб. Невысокая точность каждого отдельного результата компенсируется многими повторностями, а длительные исследования позволяют обнаружить

не только стойкие межпопуляционные различия, не говоря уже о межвидовых, но и возрастные, сезонные, хронографические изменения, связь с фазами жизненного цикла и меняющимися условиями среды, со скоростью роста и временем полового созревания, с обеспеченностью кормом и уровнем численности.

Метод морфофизиологических индикаторов использует косвенные показатели взаимодействия между организмами и внешней средой. Это обстоятельство заставляет с большей ответственностью относиться к численно выраженным результатам исследований, тщательно подбирать такие методы обработки данных, которые наилучшим образом ответят на конкретно поставленный исследователем вопрос. Необходимо не только строгое соблюдение простейших требований статистики, но и умение в некоторой мере изменять вычислительные приемы для получения более надежных результатов. Массовость получаемых данных позволяет использовать математический аппарат с большей полнотой и эффективностью.

Задача исследования – обнаружить изменения (различия) в величине исследуемых показателей и их вариабельности. Любые неточности в работе тоже могут создать видимость изменений, поэтому необходимо соблюдать стандартные приемы вскрытия и препаровки, включая и последовательность операций.

Вскрытие начинают с небольшого и неглубокого поперечного разреза перед анальным отверстием (не задеть кишечник!). От него по середине брюшной стороны ведется продольный разрез до жаберных дуг. Сердце расположено позади последней пары жаберных дуг в небольшой полости, отделенной от общей полости тела соединительнотканной перегородкой (рис. 44, 45). Перерезав кьюьеровы протоки и брюшную аорту вплотную к артериальной луковице, сердце вместе с венозным синусом извлекают из полости. Кровь и сгустки выдавливают из сердца через луковицу или, если сердце крупное, через небольшой разрез. После этого следует сполоснуть его в воде и промокнуть.

Взвешивание проводят немедленно, не давая органу подсохнуть. Это в равной мере относится и к остальным органам.

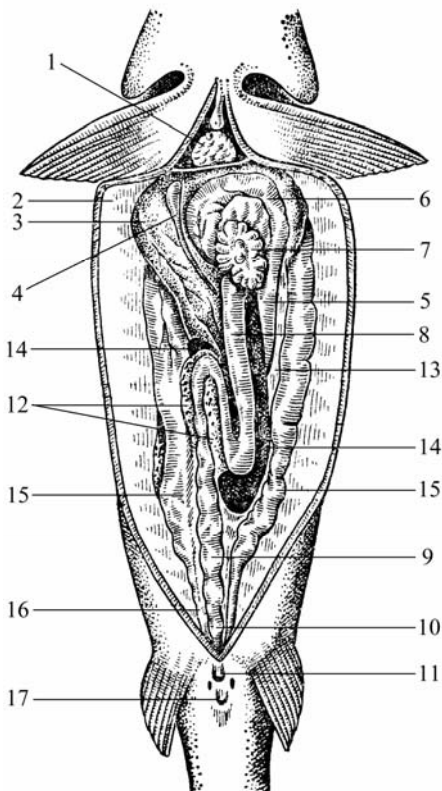


Рис. 44. Общая топография внутренних органов стерляди (по: Скорняков и др., 1986): 1 – сердце; 2 – брюшная полость; 3 – печень; 4 – желчный пузырь; 5 – кардиальный отдел желудка; 6 – пилорический отдел желудка; 7 – пилорическая железа; 8 – двенадцатиперстная кишка; 9 – спиральный клапан; 10 – прямая кишка; 11 – анальное отверстие; 12 – поджелудочная железа; 13 – плавательный пузырь; 14 – селезенка; 15 – семенники; 16 – половой проток; 17 – половое отверстие

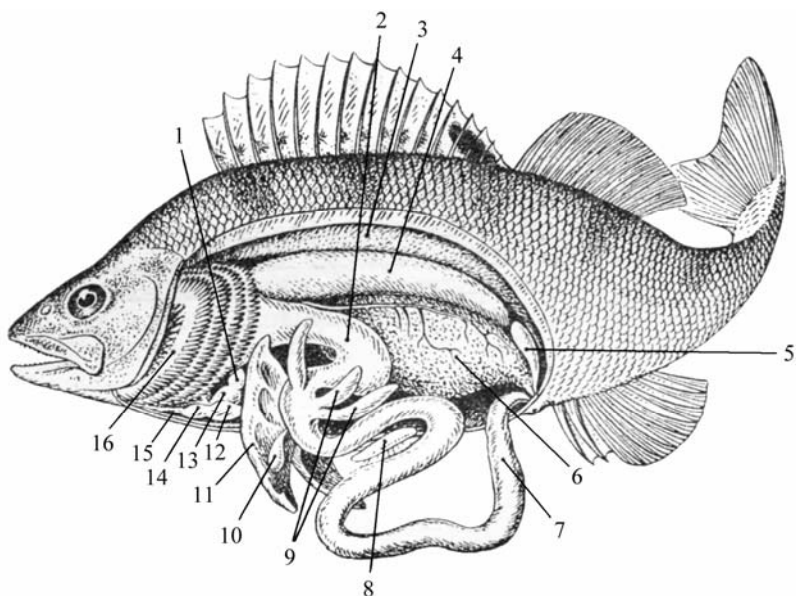


Рис. 45. Общая топография внутренних органов окуня:
1 – венозный синус; 2 – желудок; 3 – почка; 4 – плавательный пузырь;
5 – мочевой пузырь; 6 – яичник; 7 – кишечник; 8 – селезёнка;
9 – пилорические придатки; 10 – желчный пузырь; 11 – печень;
12–14 – сердце; 15 – брюшная аорта; 16 – жабры

Затем извлекается весь пищеварительный тракт вместе с печенью и селезенкой (рис. 46). В передней части его отрезают вплотную к заднему краю жаберного аппарата, в задней – вплотную к анальному отверстию. Петли кишечника расправляют, начиная с заднего конца. Брыжжейки при этом перерезают ножницами и одновременно удаляют с кишечника жир. Когда из петли кишечника освобождается селезенка, ее тотчас взвешивают. Затем отделяют и взвешивают печень без желчного пузыря (разная степень наполнения пузыря желчью повышает вариабельность массы печени).

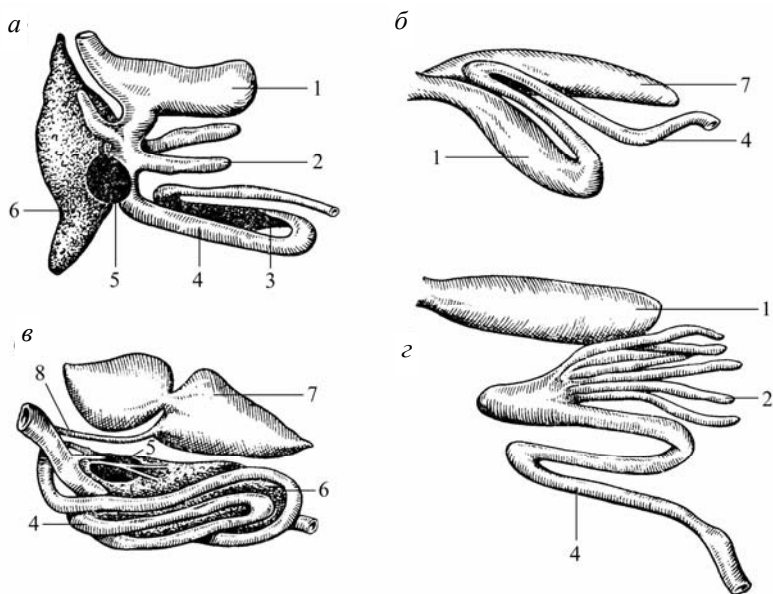


Рис. 46. Часть пищеварительного тракта и плавательный пузырь рыб:
а – окуня; *б* – щуки; *в* – сазана (карпа); *г* – налима.

1 – желудок; 2 – пилорические придатки; 3 – селезёнка; 4 – кишечник;
 5 – желчный пузырь; 6 – печень; 7 – плавательный пузырь;
 8 – воздушный канал

Длину расправленного кишечника измеряют в наполненном состоянии, после чего легким скользящим движением выдавливают его содержимое. При большой длине его можно предварительно разрезать на несколько частей, но выдавливать с большим усилием не следует, иначе вместе с содержимым выдавится и слизистая, очень рыхлая, особенно если вскрывается несвежепойманная рыба. Освобожденный от пищи кишечник взвешивают.

Извлекают гонады, отделяют от плавательного пузыря, измеряют их длину и взвешивают.

Почки костистых рыб расположены по бокам позвоночника, тесно прижаты к нему и становятся видимыми после удаления

плавательного пузыря. Цвет почек темно-красный, напоминает сгустки крови, форма у разных видов может быть различной. Например, у щуки они начинаются на уровне второго позвонка в виде массивного подковообразного тела, двумя отдельными полосами тянутся по обеим сторонам позвоночника, затем сливаются в непарную хвостовую почку, достигающую уровня анального отверстия. Их нужно аккуратно выскабливать по частям шпателем или ложкой и сразу переносить на весы, чтобы не допустить потерь и усыхания почечной ткани.

Для извлечения жаберного аппарата необходимо отделить вентральные концы жаберных дуг от стенок тела, а дорзальные – от основания черепа и от глоточных зубов. Жабры освобождают от слизи и грязи и взвешивают. Затем первую жаберную дугу отделяют от остальных, измеряют ее длину в выпрямленном состоянии и длину наиболее длинного жаберного лепестка (в средней части дуги); подсчитывают жаберные тычинки. Жаберные лепестки со всех четырех пар дуг отделяют (сдирают) вместе с тонкой пленкой и взвешивают. У крупных рыб лепестки довольно грубые и их можно срезать ножницами.

При извлечении мозга из черепной коробки нужно учитывать следующие обстоятельства. Мозг необходимо взять с обонятельными долями и продолговатым мозгом (рис. 47). Для этого из крышки черепа ножницами вырезается прямоугольный участок. Рыхлую жировую массу, закрывающую мозг, удаляют промоканием. Обонятельные нервы отрезают вплотную к обонятельным долям. При перерезании спинного мозга нужна особая тщательность.

Продолговатый мозг переходит в спинной без видимых границ; линия разреза может оказаться несколько сдвинутой вперед или назад. Чтобы обеспечить фиксированную линию разреза, ее следует проводить на уровне заднего края теменных костей. После этого головной мозг можно легко вытряхнуть в чашку весов.

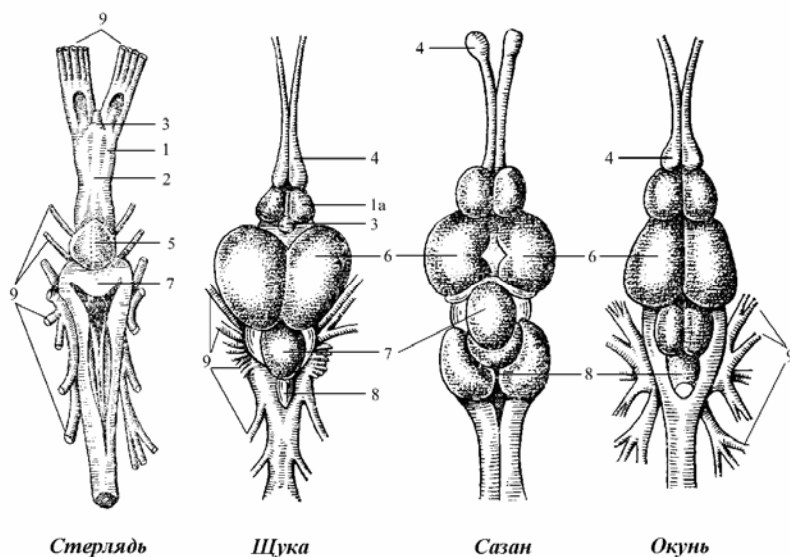


Рис. 47. Головной мозг рыб (вид сверху):

- 1 – передний мозг; 1a – полушария переднего мозга; 2 – промежуточный мозг; 3 – эпифиз; 4 – обонятельные луковицы; 5 – средний мозг; 6 – зрительные доли среднего мозга; 7 – мозжечок; 8 – ромбовидная ямка продолговатого мозга; 9 – нервные окончания

Последней операцией является измерение горизонтального диаметра глаза и извлечение его с последующим взвешиванием (при извлечении не повредить глазное яблоко!). Извлеченный глаз следует очистить от прилегающих тканей, включая зрительный нерв.

Для анализа необходим наиболее свежий материал. При хранении в летнее время даже за несколько часов происходит изменение всех внутренних органов. Кишечник становится дряблым, слизистая набухает, легко отслаивается от стенок и выдавливается вместе с пищевой массой; жабры также набухают, ослизняются, а масса лепестков заметно уменьшается за счет вы-

деленной ими слизи. Селезенка теряет типичный для нее темно-красный цвет и у мелких рыб ее трудно обнаружить.

Существует представление, что для получения данных с необходимой точностью объем выборок можно вычислить до начала исследования. Это верно, если цель исследования состоит лишь в том, чтобы определить средние арифметические с ошибкой, не превышающей 15%, 10%, 5% и т.д. Однако в каждом конкретном исследовании важна не абсолютная точность результатов, а надежность различия двух одноименных показателей при сравнении разных групп животных. Чем меньше по своей относительной величине различия между сравниваемыми группами рыб, тем выше должна быть точность. Поэтому чем больше собрано материала, тем вернее можно обнаружить различия. Практическое решение вопроса, какой объем выборок достаточен для анализа явления, решается с учетом многих обстоятельств и в значительной мере зависит от практических возможностей исследователя. Необходимо спланировать объем исследований таким образом, чтобы максимально загрузить как сезон полевых работ, так и период камеральной обработки собранных данных. В частности, при обилии объектов исследования и недостатке рабочих рук в полевой сезон целесообразно отказаться от трудоемких исследований. Наоборот, при недостатке материала имеет смысл полнее и всестороннее исследовать каждую особь, привлекая дополнительные показатели (константы жира, содержание витаминов, гематологические, биохимические, серологические и иммунологические тесты, электрофорез).

Единые приемы статистической обработки требуют обязательного соблюдения однородности сравниваемого материала. Однако практически можно добиться лишь относительной однородности выборочных данных. В частности, не представляется возможным собрать равное количество как средневозрастных, так и рыб старшего возраста. Последние, как правило, по-

ступают на исследование в весьма ограниченных количествах. В зависимости от поставленных задач выход из этого затруднения может быть противоположным. Можно отказаться от анализа тех возрастных групп, которые в сборах малочисленны, а исследовать только особей среднего возраста. Равным образом и сезонные исследования можно сосредоточить на сравнительно коротком отрезке времени, исключив те сезоны, когда трудно получить материал. Но это значит, что анализ явления будет недостаточно полным. Нельзя заранее предрешить, в каком возрасте следует ожидать наиболее четких различий между сравниваемыми популяциями, в каком сезоне года, по какому показателю и т.п. Поэтому наиболее рациональная схема сбора материала представляется такой. Весь ход исследования разбивается на предварительный поиск, когда берутся на анализ все возрастные группы, в разные сезоны, из разных мест обитания, по всем возможным показателям. Такое «распыление» не позволит собрать достаточно материала для получения надежных результатов, но основные тенденции обнаружатся. Следующий этап – массовый сбор данных из тех мест, в те сезоны и в тех возрастных группах, где наметились тенденции различия. На этом этапе можно отказаться от показателей, которые при рекогносцировочном исследовании окажутся бесперспективными.

Наиболее употребительная схема постановки задачи – выявить различия между популяциями (стадами), генерациями или возрастными группами, сезонными пробами и т.п. Следовательно, будут проводиться попарные сравнения с целью обнаружения различия между ними, направления и величины изменений. В этом случае в каждой пробе пары должно быть примерно одинаковое количество исследуемых рыб. Значительное превышение объема одной выборки по сравнению с другой, малочисленной, не дает никакого эффекта. Например, если две выборки характеризуются тем, что в одной индекс сердца равен 1,25%, а в другой 1,15% и коэффициенты вариации 20%, то по-

средством выборочных наблюдений эту разницу можно обнаружить с 95% уровнем значимости ($t = 2,0$), если в обеих выборках будет по 46 данных, или в первой 40, а во второй 56, или же в первой 30, во второй 126, в первой 28, во второй 227. Если же в первой выборке окажется только 25 данных, то, как бы ни была велика вторая выборка, желаемого уровня значимости не удастся получить.

Приемы статистической обработки общеизвестны. Однако для получения желаемых результатов, необходимо предварительно подобрать материал для сравнения так, чтобы получить ответ именно на тот вопрос, который поставил исследователь. В условиях лабораторного эксперимента такая цель достигается просто: подбираются однородные испытуемые объекты, подвергаются действию только одного фактора, а параллельно ставится контрольный опыт. В природных условиях действующих факторов много, исследуемые объекты находятся в разных состояниях. Тем не менее, поставив определенную задачу, например выявить различия между самцами («контроль») и самками («опыт»), нужно из всего разнообразия имеющихся данных составить парные группы, состоящие из самцов и самок, но по другим признакам (возраст, сезон, место обитания и т.п.) они должны быть предельно однородными.

Метод морфофизиологических индикаторов позволяет путем опосредованных приемов судить о состоянии популяций, об их взаимодействии со средой обитания и приспособлениях к изменениям последней. Но это условие, в отличие от прямых наблюдений, обязывает исследователя с большой ответственностью относиться к математической обработке результатов наблюдений.

При сборе первичных данных по морфофизиологии рыб вместо полевых журналов или в дополнение к ним целесообразно пользоваться карточками (прил. 5). По мере надобности карточки можно группировать по полу, возрасту, стадии зрелости половых продуктов, по массе или длине тела и т.п. Для ре-

гистрации количества проведенных вскрытий достаточно чешуйной книжки. В качестве рекомендаций следует обратить внимание на следующее:

1. Масса сердца берется с венозным синусом и артериальной луковицей (для осетровых – с артериальным конусом).

2. Для мозга вычисляется относительная масса (%) и приведенная масса мозга (масса мозга в мг, деленная на квадратный корень из массы тела в г).

3. Нумерация выборок сохраняется неизменной во всех таблицах, поэтому в близко расположенных таблицах можно для экономии места опускать графы 2, 3, 4.

4. При небольшом количестве выборок можно объединять в одной таблице несколько родственных показателей; при большом количестве целесообразно массу, длину и приведенную массу тела, а также абсолютную и относительную длину, абсолютный и относительную массу кишечника давать отдельными таблицами.

Таблицы по остальным органам составляются аналогично.

Более детально вопросы использования морфофизиологических индикаторов освещены в книге «Применение морфофизиологических индикаторов в экологии рыб» (Смирнов и др., 1972).

6. МЕТОДИКА СБОРА МАТЕРИАЛА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ВОЗРАСТА И РОСТА РЫБ

Чтобы изучить жизнь рыбы, надо знать ее возраст и скорость роста. Возраст и рост рыбы характеризуют: продолжительность ее жизни, условия существования, время наступления половой зрелости и время, когда она пойдет первый раз на нерест.

Возраст рыб можно определять по чешуе и костям. Рассмотрим некоторые особенности и отдельно технику сбора тех объектов, по которым можно определить возраст рыбы.

Типы чешуи рыб. Одной из характерных особенностей рыб является наличие у них кожных образований – чешуи. У рыб выделяют три основных типа чешуи, различающихся как по форме, так и по материалу, из которого они построены. Это плакоидная, ганоидная и костные (циклоидная и ктеноидная) чешуи (рис. 48).

Плакоидная чешуя, называемая кожными зубами, состоит из лежащей в коже пластинки и сидящего на ней шипа, покрытого слоем эмали; острие шипа выдвигается через эпидермис наружу. Основу плакоидной чешуи составляет дентин – твердое органическое вещество с солями кальция. Внутри чешуи находится полость с кровеносными сосудами и нервными окончаниями. Плакоидная чешуя располагается на теле рыб диагональными рядами, причем каждая чешуя свободно лежит в коже и не соединяется с соседней, что не препятствует боковой подвижности рыбы.

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

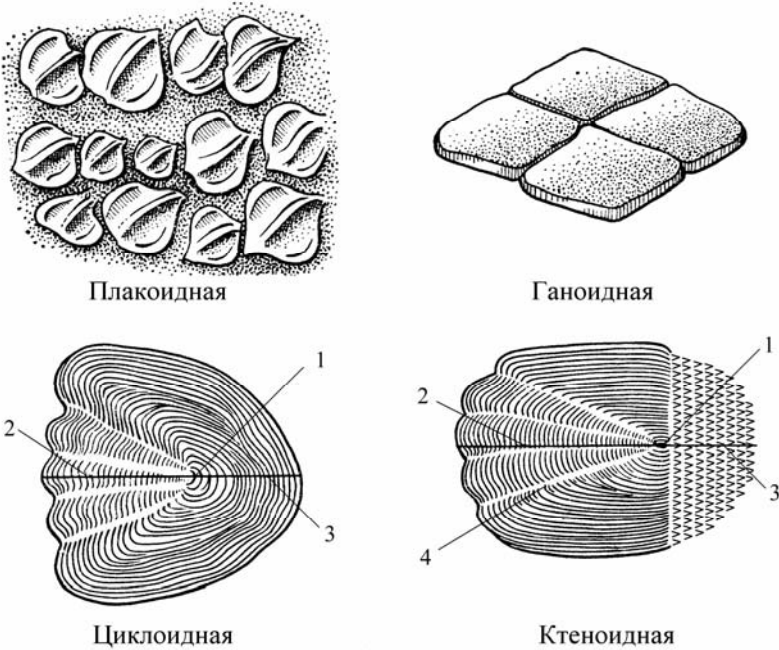


Рис. 48. Типы и строение чешуй: 1 – центр чешуи; 2 – передний радиус; 3 – задний радиус; 4 – каналы питания

Многим ископаемым кистеперым, современной латимерии и ископаемым двоякодышащим рыбам свойственна космоидная чешуя. По своему происхождению космоидная чешуя – это слившиеся и сильно измененные плакоидные чешуи. У ныне живущей латимерии чешуя состоит из четырех слоев: поверхностного (эмалеподобного) с зубчиками и порами; губчато-костного; костно-губчатого; нижнего, состоящего из плотных костных пластинок.

Ганоидная чешуя возникла из космоидной. Она состоит из костной ромбической формы пластинки с боковым крючковидным выступом, благодаря которому чешуи плотно соединяются

друг с другом, образуя на теле рыбы панцирь. Сверху чешуя покрыта дентиноподобным веществом – ганоином. Такая чешуя была свойственна ископаемым палеонискам и выполняла защитную функцию. Из ныне живущих рыб такую чешую имеют многопёрообразные (у них космоидно-ганоидная чешуя), панцирничкообразные (у них ганоидная чешуя). У осетрообразных остатки ганоидной чешуи сохранились на верхней лопасти хвоста. Видоизменениями ганоидной чешуи являются фулькры – седловидные образования, располагающиеся по внешней грани плавников панцирных щук и многопёров, а у осетровых – по внешней грани верхней лопасти хвостового плавника.

Костная чешуя свойственна большинству современных костных рыб. Филогенетически представляет видоизменение ганоидной чешуи. Она имеет вид тонких округлых пластинок, лежащих на теле рыбы в кожных кармашках; один конец ее закруглен, другой свободно налегает на соседнюю чешую. Появление костной чешуи способствовало развитию боковой подвижности рыб, уменьшению их массы, маневренности движения. Кроме того, черепицеобразное расположение исключает возможность образования вертикальных складок на коже при боковых движениях, способствуя этим сохранению гладкой, хорошо обтекаемой поверхности тела. Чешуя состоит из основной пластинки костного происхождения, та в свою очередь – из параллельных волокон и жесткого минерализованного верхнего гиалодентинового слоя. Гиалодентиновый слой имеет неровности в виде концентрически расположенных валиков – склеритов.

Чешуя растет нижним подстилающим слоем: под первой пластинкой, закладывающейся у малька, появляется новая, большего диаметра. При дальнейшем росте на следующий год снизу закладывается еще одна пластинка большего диаметра. На выступающих из-под старой пластинки краях вновь образованных пластин располагается гиалодентиновый слой в виде

склеритов. В результате роста центральная часть чешуи становится более плотной, чем ее края. В период замедленного роста (осенью и зимой) склериты на внешней поверхности чешуи закладываются близко друг к другу или совсем не закладываются. В период интенсивного роста (весной и летом) склериты закладываются на расстоянии друг от друга. Граница между сближенными склеритами осеннего роста и широко раздвинутыми склеритами весенне-летнего роста и есть годовое, или годичное, кольцо. Кроме годовых колец в период замедленного роста на чешуе могут образовываться дополнительные кольца.

Часть чешуи, прикрытая налегающей соседней чешуей, называется передней, она заметно отличается от свободной неприкрытой – задней и отделяется ясно различимой границей. Передний край чешуи у большинства рыб неровный, волнообразный, что способствует закреплению чешуи в кожном кармашке. На пересечении линии, отделяющей границу передней и задней частей чешуи, и средней продольной диагонали лежит центр чешуи. От него отходят радиальные полоски – каналы питания чешуи (см. рис. 48). Центр чешуи иногда может быть смещен к заднему краю.

Вследствие механических повреждений отдельные чешуи у рыб часто выпадают, и на их месте вырастает новая регенерированная чешуя. Центр ее лишен правильной склеритной структуры и состоит из трещин основной пластинки, идущих в разных направлениях. Правильная склеритная скульптура верхнего слоя чешуи начинается с того года, когда чешуя вновь образовалась. Такая чешуя *непригодна для определения возраста*.

Костная чешуя бывает двух типов: *циклоидная*, с гладким задним краем, и *ктеноидная*, по заднему, свободному от кармашка краю которой находятся шипики (ктении). Ктении видны лишь при увеличении, но явственно различимы на ощупь, поэтому у рыб с ктеноидной чешуей шероховатая поверхность тела. Циклоидная чешуя свойственна низкоорганизованным

рыбам отрядов сельдеобразных, щукообразных и др. Ктеноидная чешуя свойственна высокоорганизованным рыбам (окунеобразные, камбалообразные). Однако это положение не является абсолютным, и в этих отрядах встречаются рыбы с циклоидной чешуей. У некоторых видов (полярная камбала) самки имеют циклоидную чешую, самцы – ктеноидную. У обыкновенного окуня тело покрыто ктеноидной, а щеки – циклоидной чешуей. Например, у молоди ротана закладка чешуи начинается при длине тела 12,0 мм, а при длине 22,0 мм чешуя уже покрывает все тело рыбы, при этом видна дифференциация по типам чешуй (рис. 49, см. вклейку).

Размеры чешуи тесно связаны со способами движения рыбы. У рыб с угревидной и лентовидной формами тела, плавающих благодаря сильному изгибанию тела, чешуя мелкая (угревые, зубатковые), а в некоторых случаях такой способ движения ведет к ее исчезновению (муреновые). Мелкую чешую имеют рыбы, передвигающиеся скомброидным типом за счет очень большой частоты поперечных локомоторных изгибаний корпуса, при которых присутствие чешуи затрудняло бы латеральное изгибание тела и с увеличением частоты изгибаний чешуя уменьшается в размерах. У скумбриевых в передней части тела, у грудных плавников и на спине, где латеральные изгибания практически отсутствуют, чешуя сохраняется и бывает крупнее, образуя так называемый корсет. У рыб с высоким телом, как правило, чешуя крупнее. Наиболее крупная чешуя у малоподвижных рыб, большинство из которых является обитателями стоячих вод или коралловых рифов (спаровые, щетинозубые и многие карповые). На внутренней поверхности чешуи, прилегающей к телу рыбы, залегает слой, содержащий кристаллики гуанина и извести, что придает ей серебристый цвет.

Слой гуанина особенно обилен на чешуе пелагических рыб (сельдевые, чехонь, укляя). Отсутствие гуанина обуславливает прозрачность чешуи (корюшковые). Наружная поверхность че-

шуи покрыта слоем эпидермиса, под которым находится тонкий слой соединительной ткани с пигментными клетками. На теле некоторых рыб (карповые, сиговые, корюшковые) в период нереста на туловище и голове появляется так называемая жемчужная сыпь – бугорки, образованные разрастанием эпидермиса, который конусовидно выдвигается наружу. Сверху бугорок покрывается роговым веществом. Развиваясь в период размножения под действием половых гормонов, жемчужная сыпь позже исчезает, не оставляя следов.

Тело некоторых рыб может быть покрыто костными щитками, пластинками, выполняющими защитную функцию. В некоторых случаях щитки или пластинки, плотно прилегая друг к другу, образуют на теле рыбы панцирь (колюшки, морские иглы, кузовки, морские лисички).

Методика сбора чешуи. Методика сбора чешуи очень проста и доступна людям, не имеющим даже специального образования. При сборе чешуи во всех случаях, когда это возможно, следует брать с середины тела: выше или ниже боковой линии, не захватывая ее, под спинным плавником или чуть впереди него (рис. 50). Если же спинных плавников несколько (2–3), то чешую берут под первым, расположенным ближе к голове. Если у рыбы нет четко выраженной боковой линии (сибирский голец-усач, налим, верховка), то чешую берут с середины бока рыбы, также под спинным плавником.

В этом месте чаще всего чешуя крупная с отчетливой структурой и правильной формы, что особенно важно при обратном расчислении роста рыбы. Использовать для работы чешую, взятую не на середине тела, рискованно, так как на ней не всегда можно различить годовые и дополнительные кольца. На чешуе, взятой у головы или в хвостовом отделе, особенно, когда они неправильной формы, добавочные кольца почти невозможно отличить от годовых.

Когда у отловленной рыбы чешуя почти отсутствует (легко опадающая), тогда ее берут там, где она еще сохранилась, даже деформированную чешую из-под грудного плавника. Конечно, по такой чешуе определение возраста сомнительно и нерестовых отметок невозможно выявить. Все определения в этом случае приблизительны. Если неизвестно, с какой части тела собрана чешуя (архивные материалы), надо выбирать для исследования чешуйки наиболее правильной формы и без разрушенного центра.

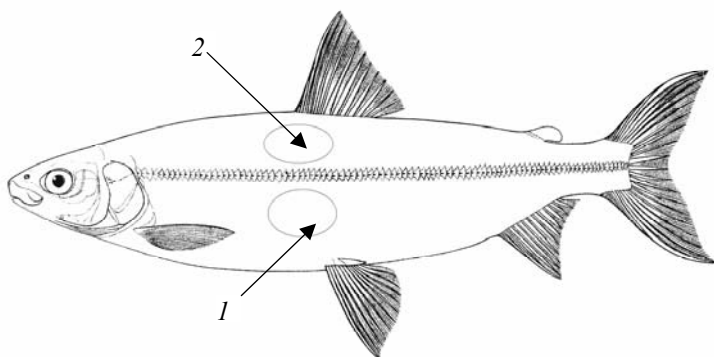


Рис. 50. Предпочтительные места сбора чешуй (1, 2) для определения возраста рыб

К сбору чешуи приступают после того, как рыба взвешена и определена ее длина. Необходимо следить за тем, чтобы не попала случайно прилипшая чешуя от других рыб. Поэтому то место, где предполагается взять чешую, должно быть предварительно тщательно очищено от прилипшей «посторонней» чешуи и от излишней слизи. Чтобы удалить с поверхности тела слизь и прилипшие чешуйки от других рыб, предварительно проводят тупой стороной скальпеля по боку рыбы от головы к концу тела рыбы (к хвостовому плавнику). Затем тем же скальпелем (острием) соскабливают (или сдирают) чешую, проводя

им в направлении от хвостового плавника к голове там, где намечено взять чешую.

Снимать крупную чешую с тела рыбы лучше всего пинцетом, у которого, если они есть, сошлифованы насечки. Обычно при захвате чешуй они оставляют следы. Если же чешуя мелкая, то ее можно соскоблить скальпелем. Рыбу с легко отпадающей чешуей предварительно окунают в ведро с водой, чтобы смыть «чужую» прилипшую чешую. Количество чешуй, взятых от каждой особи, должно быть не менее 10–15 шт., так как среди них могут быть дефектные чешуйки; иногда требуется повторный просмотр чешуйных препаратов.

Взятая чешуя укладывается на листочки особой книжки, получившей название «чешуйная», к которым чешуйки хорошо приклеиваются собственной слизью. Чешуйная книжка представляет собой прямоугольный блокнот из мягкой бумаги размером 6 × 11 см, но они могут меняться в зависимости от величины чешуи. В книжке должно быть 25–50 листов, чтобы в нее входила вся проба из улова. Проба чаще всего бывает в 50 экз. (для тех рыб, которые имеют не более 3–4 возрастных групп) или в 100 экз. (для крупных, многовозрастных рыб). Безусловно, данные объемы следует считать как минимальные. Отдельно стоит сказать о чешуйных книжках, в которых будут фиксироваться не чешуя рыб, а костные элементы (позвонки, отоциты, жаберные крышки и маргинальные лучи осетровых). Объем чешуйных книжек в этих случаях определяется с учетом размеров будущих фиксируемых элементов. Например, для 10–15 жаберных крышек или позвонков крупного окуня, 10–15 маргинальных лучей стерляди вполне достаточно и книжки такого же объема.

Книжки в 50 листов удобнее в работе. Чешую от 100 экз. рыбы лучше брать в 2–3 книжки. Чешуйные книжки ведутся отдельно по каждому виду рыб, так как взятие чешуи от разных видов вносит путаницу при обработке материала. Если предпо-

лагается собрать материал для приготовления чешуйных препаратов у большого числа рыб, чешуйные книжки нумеруются, в них указывается продолжающаяся нумерация (№ 1–50; 51–100; 101–150 и т.д.). Все записи в чешуйной книжке и на этикетках следует писать простым карандашом, чтобы можно было исправить ошибки. Карандашные записи на кальке вполне хорошо сохраняются в любых фиксирующих жидкостях.

На лицевой стороне (обложке) чешуйной книжки пишутся ее номер, название вида рыбы и ее начальные и конечные номера, дата, место, станция сбора, орудие лова, фамилия сборщика-исследователя (рис. 51, 1).

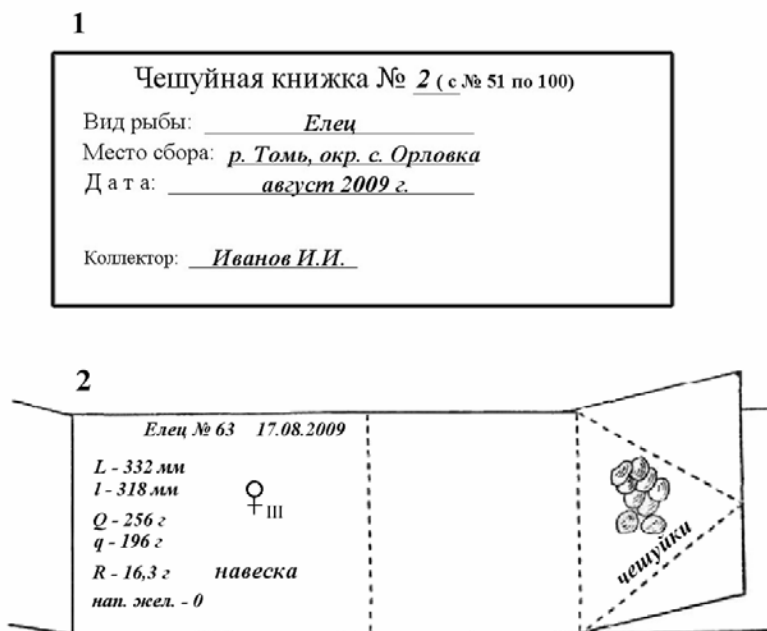


Рис. 51. Образец чешуйной книжки с записями: 1 – записи на обложке; 2 – записи на каждом листе. Пунктир – линии сгиба листа

На каждой странице (листочке) чешуйной книжки с левой стороны указываются вид рыбы, ее номер и точная дата сбора материала. Ниже указываются некоторые биологические показатели по каждой особи: l – длина тела, мм; Q – масса рыбы с внутренностями; q – масса рыбы без внутренностей, г; пол и стадия зрелости, масса половых продуктов – R , г, делается также отметка о том, что взято на анализ – икра (навеска) или желудок для определения компонентов питания рыбы (рис. 51, 2).

С правой стороны (ближе к краю листа) помещаются чешуйки, концы листа дважды загибаются, и чешуя оказывается как бы в своеобразном конвертике. Если коллектор после закрытия чешуи мягко придавит лист пальцами и как бы потрет, это обеспечит более лучшее прилипание самой чешуи и даже частично снимет гуаниновый слой, что облегчит в будущем приготовление чешуйного препарата.

Чешую для определения возраста лучше брать со *свежей рыбы*, но можно использовать рыбу мороженую, соленую и даже фиксированную в формалине, хотя в последнем случае чешуя бывает мутной и теряет прозрачность, что затрудняет определение возраста. В лабораторных условиях приступают к обработке материала, собранного для определения возраста рыбы. Для многих видов рыб, если поставлена задача определения их возраста, чешуйный препарат (рис. 52) является вполне достаточным, и эта методика наиболее популярна у ихтиологов.

Порядковые номера рыб в чешуйной книжке служат ориентиром для всех остальных проб, взятых от данной особи, так как и плодовитость и питание всегда изучаются в связи с возрастом рыбы. Чешуйные книжки нужно хранить с особой тщательностью, так как они являются своего рода паспортом рыбы и большинство собранных материалов в отсутствии данных, записанных в чешуйных книжках, просто теряют свою ценность. После проведения полевых работ следует перенести необходимые сведения в ихтиологический журнал и проводить

обработку чешуйных, остеологических препаратов уже с ним (прил. 1).

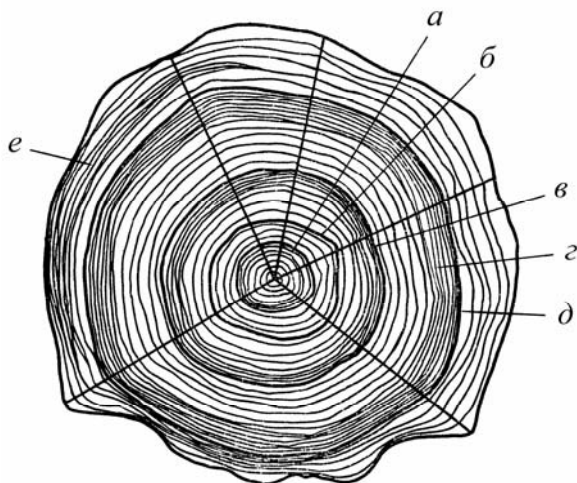


Рис. 52. Схема чешуи трехлетней рыбы (по: Чугунова, 1959)
Примечание. На чешуе, кроме годовых колец (а, в, д),
выражены добавочные кольца (б, г, е)

Методика сбора костей рыб. Возраст рыб можно определить по костям, на которых также образуются наслоения (соответствующие годовым кольцам чешуи). Многие кости черепа в той или иной степени фиксируют рост рыбы, но наиболее часто используемыми являются четыре кости *жаберной крышки*: предкрышечная (преоперкулярная), крышечная (оперкулярная), подкрышечная (субоперкулярная) и междкрышечная (интероперкулярная); челюстные кости (особенно верхнечелюстная), окаймляющие рот; большая *кость плечевого пояса* — клейтрум, отделяющая жаберную щель рыб от туловища (рис. 53), а также *плоские кости* черепа. Наиболее оптимальные результаты получаются при оценке возраста по крышечной кости.

Кости рыб для определения возраста используются в трех случаях:

1. При определении возраста рыбы, у которой отсутствует чешуйный покров или чешуя очень мелкая (осетровые, линь, налимовые). В таких случаях кости – основной материал.

2. Когда методика определения возраста по чешуе для данной рыбы не разработана, и необходимо иметь материал (для проверки и уточнения определения возраста) по разным объектам.

3. Для определения возраста по срезам лучей рыб, имеющих пригодную для определения чешую. По этим костям определение возраста вести хорошо, но еще не разработан метод расчисления роста и не найдено нерестовых отметок.

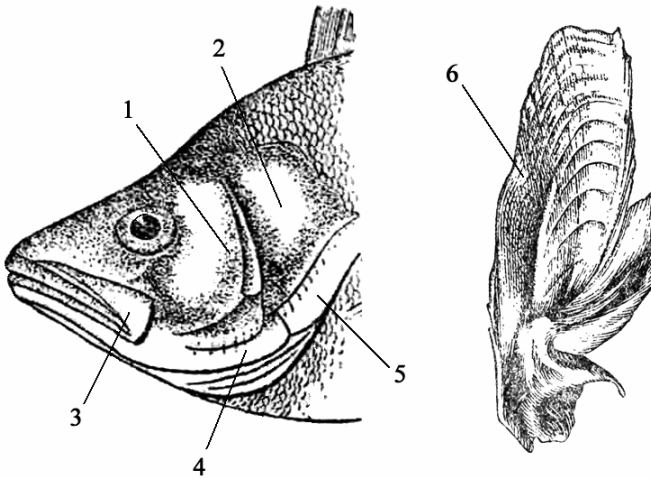


Рис. 53. Некоторые плоские кости головы окуня и плечевого пояса леща:
1 – предкрышечная; 2 – крышечная; 3 – верхнечелюстная;
4 – междукрышечная; 5 – подкрышечная; 6 – кость плечевого пояса леща

Впервые на возможность изучения возраста рыб по костям указали немецкие ученые Гейнке и Иммерман (в начале

XIX столетия), которые отмечали, что лучшим материалом для такой цели служат кости плоские, похожие на пластинки.

Для сбора костей головы и плечевого пояса у некоторых рыб (лещ, судак, мелкие осетровые) отрезают голову вместе с грудными плавниками, кладут этикетку в рот рыбы и, положив несколько голов в одну посуду, обваривают их кипятком (каждую голову лучше завернуть перед обвариванием в отдельную марлю).

У крупных рыб для взятия указанных костей не отрезают всю голову, а делают глубокие надрезы в соответствующих местах головы и вынимают только кости с прилегающими к ним костями и частично мышцами. Для мелких рыб достаточно бывает один или два раза обварить головы кипятком или же поварить их, не доводя воду до кипения. Кости крупных рыб иногда приходится немного прокипятить. При выварке костей их лучше не доварить, чем переварить. В последнем случае кости мутнеют и могут отпасть и перепутаться, если головы не завернуты в марлю.

После выварки кости выбирают, очищают от остатков тканей (жесткой щеточкой и тряпочкой) в теплой воде, просушивают (каждую кость пронумеровывают тушью) и раскладывают по коробочкам с этикетками. Высушенные кости очень хрупки и требуют тщательной укладки. При излишней сухости места хранения препаратов, могут легко деформироваться.

У мелких рыб крышечные кости (*оперкулюм*) жаберной крышки иногда вынимают пинцетом, складывают в чешуйные книжки, а затем в лаборатории очищают от тканей и используют для определения возраста. У осетровых эта кость обычно не употребляется, так как она сама излишне толстая, требует предварительной сложной обработки (на ее внутренней стороне имеются валики и гребни, которые приходится срезать или подпиливать напильником). В лабораторных условиях по указанным костям определяют возраст, или же отдельные кости подвергают дальнейшей доработке.

У осетровых и у сомовых рыб для определения возраста берут первые *костные лучи* грудных плавников. Возможность изучения возраста осетровых по срезам (или спилам) костного луча грудного плавника была указана русским исследователем В.О. Клером (1916). Чтобы вырезать луч, надо сделать надрез лопасти плавника вдоль костного луча до его сочленовной головки. Затем перерезают соединительнотканнные связки, отгибают отделенный от плавниковой лопасти луч и ножом извлекают его головку из сочленовной ямки. Луч нельзя обламывать или отрезать от сочленовной головки, так как для определения возраста нужна та часть, которая прилегает непосредственно к головке (рис. 54).

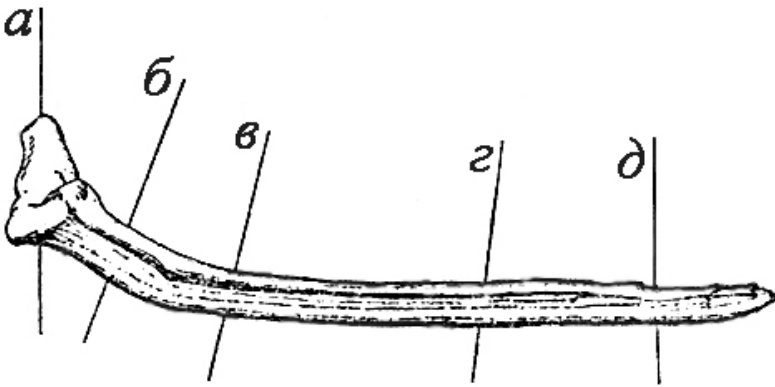


Рис. 54. Первый луч грудного плавника стерляди
а-д – возможные места поперечных распилов;
б – наиболее рекомендуемое место распила

От каждой рыбы достаточно брать по одному лучу. Каждый извлеченный луч, без предварительной выварки, снабжается этикеткой, привязываемой к нему с помощью нитки или наворачиваемой на луч в несколько слоев. Это делается вскоре по извлечению луча из плавника рыбы, тогда этикетка прилипает к

лучу, и прочно на нем удерживается. Навертывание этикетки на луч необходимо начинать с чистого ее конца с таким расчетом, чтобы надписи находились уже на слоях бумаги, а не на самом луче. Этим предупреждается возможность смазывания надписей и прилипания их к лучу.

Все надписи на этикетках следует делать простым (ни в коем случае не химическим) карандашом, а можно не смывающейся тушью. В расположении всех записей, как в чешуйных книжках, так и на этикетках, необходимо строго придерживаться указанного порядка. Такой материал будет для всех понятен. Все лучи одного и того же вида рыбы, собираемые в период полевых работ, должны иметь так же, как и страницы чешуйной книжки, одну и ту же порядковую нумерацию. Снабженные этикетками лучи, связываются плотной ниткой в цепочку, которая вывешивается для просушивания в течение нескольких дней, после чего их можно упаковать в общий мешочек из тонкой хлопчатобумажной ткани или из марли, где там они могут храниться до камеральной обработки (до распилки для получения среза).

Если покровные кости черепа не дают желаемой информации у безчешуйных рыб, то возраст определяется по *позвонкам*, образующих позвоночник рыб (рис. 55). Позвонки чаще всего берут близ головы как наиболее крупные.

Определением возраста по позвонкам пользуются редко, хотя годовые зоны хорошо видны на них у многих рыб. Для получения этого материала нужно вырезать большой кусок из рыбы, иногда вместе с головой; иногда позвонки удастся извлечь не отрезая голову. Позвонки очищают от остатков тканей (у крупных рыб) и обезжиривают (эфиром, бензином или лучше всего смесью: $\frac{1}{3}$ эфира и $\frac{2}{3}$ бензина) также, как кости головы и плечевого пояса.

Кроме того, можно использовать последний позвонок – *уростиль* (хрящевое или костное образование, облекающее загну-

тый вверх конец хорды некоторых рыб; плоские косточки – *гинуралии* (рис. 28, 56), которые служат для прикрепления хвостового плавника.

Уростиль и *гинуралии* отрезают вместе с хвостовым плавником, очищают и высушивают. О возрасте рыб можно судить по *отолитам* (слуховые камушки, известковые тельца), находящиеся в слуховой капсуле (рис. 57).

Для извлечения отолитов из капсулы отрезают жабры от межжаберного промежутка и обнажают нижнюю сторону черепа, при этом обнаруживаются обе слуховые капсулы с отолитами.

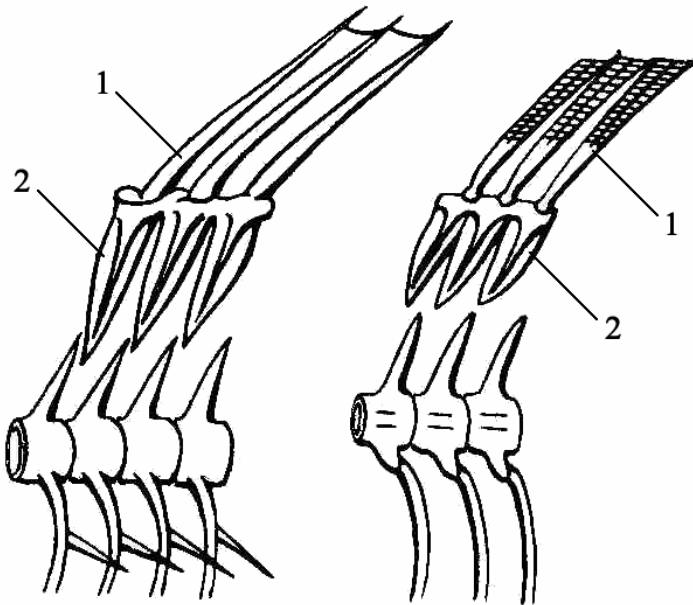


Рис. 55. Скелет спинного плавника костистой рыбы с элементами позвоночника: 1 – лучи плавника (слева неветвистые, справа ветвистые); 2 – птеригофоры

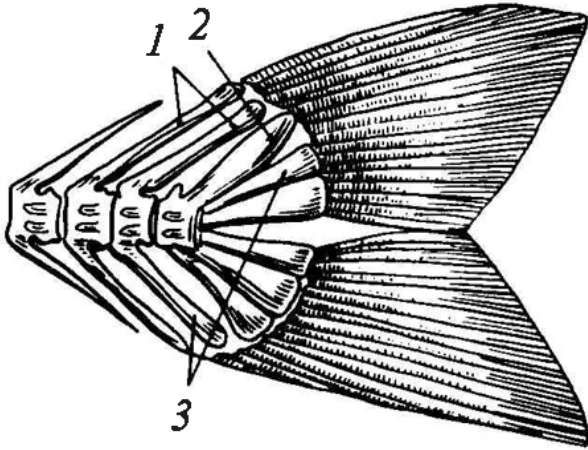


Рис. 56. Скелет хвостового плавника костистой рыбы:
1 – уроневралии; 2 – уростиль; 3 – гипураллии

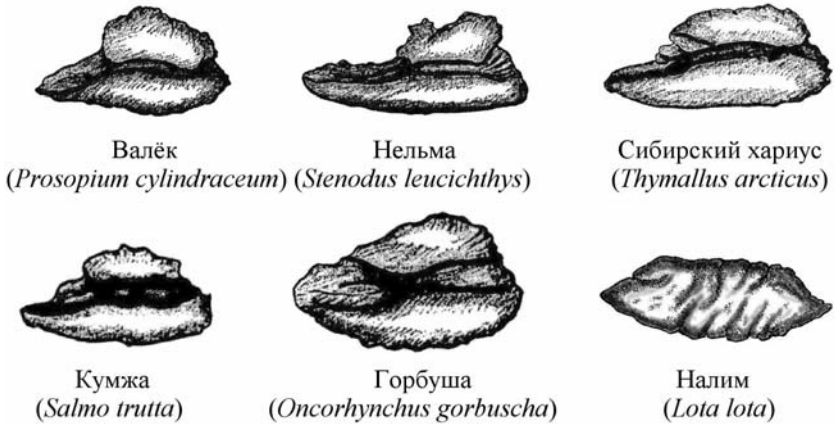


Рис. 57. Отолиты некоторых костистых рыб (увеличено)

Надрезав над ними тонкие кости, отолит вынимают пинцетом, стараясь не сдвинуть его вовнутрь черепа (тогда найти отолит будет трудно). Отолиты собирают в чешуйную книжку. Как правило, их надо брать у свежей рыбы.

У рыб, фиксированных формалином, отолиты становятся очень хрупкими и теряют прозрачность, в таком случае они не пригодны для определения возраста. По отолитам, только что извлеченным из слуховой капсулы пойманной рыбы, определение возраста дает хорошие результаты (рис. 58). По отолитам возраст более точно определяется у многих лососевых, налима, ерша, ротана.



Рис. 58. Шлиф отолита
с годовыми кольцами
(5-летний налим)

Все данные из чешуйных книжек переносятся в ихтиологический журнал и создаются базы данных для дальнейшей цифровой обработки собранного материала. Для удобства ихтиоло-

гический журнал заводится для каждого вида рыб отдельно и конкретно для того или иного научного исследования.

Величина проб. Приступая к сбору материала для определения возраста (возрастного состава рыб в уловах), прежде всего важно решить вопрос о величине проб и способе их сбора. Длина и масса рыб колеблются по своей величине, как и все другие биологические и морфологические признаки, и располагаются в вариационной ряд. Следовательно, при обработке цифрового материала приходится пользоваться вариационной статистикой. Исходя из методики вариационной статистики, определяют величину проб. Пробы могут быть *средние* и *выборочные*, в зависимости от того, какая задача ставится перед исследователем (Правдин, 1939; Чугунова, 1959).

Средние пробы. Чтобы определить возрастной состав улова рыбы каким-либо определенным орудием лова, прежде всего следует взять среднюю пробу, которая покажет возрастной состав всего улова. Для получения средней пробы рыбу берут из улова без выбора (подряд) и отсчитывают нужное количество экземпляров. При взятии средних проб надо особенно тщательно не допускать отбора хотя бы неумышленного, иначе возрастной состав будет искажен: такая проба уже не будет «средней» и, следовательно, не отразит действительного возрастного состава улова.

Для определения возрастного состава большинства наших местных рыб берут среднюю пробу в 100 экз. Из улова мелких (маловозрастных) рыб достаточно взять 50 экз., а крупных (многовозрастных) нужно брать от 100 до 300 экз. Улов же, состоящий менее чем из 100 рыб, следует брать целиком.

Если в одном и том же улове оказывается несколько видов рыб, причем все они должны быть исследованы, а времени мало, то при взятии средних проб рекомендуется руководствоваться следующими приемами.

1. Если улов ведется в одном и том же месте и если есть уверенность, что уловы той или иной рыбы будут повторяться несколько дней подряд, то пробы всех рыб в один и тот же день не берутся. В таком случае составляется план сбора проб разных видов рыб на пятидневку, собирая в один день пробы одних видов рыб (одного или двух), в другие – других, сохраняя намеченный объем пробы (50–100–200 экз.).

2. Если место лова рыбы все время меняется, то при необходимости одновременно исследовать несколько видов за короткое время (2–3 ч и меньше), величину пробы уменьшают до 30 экз. вместо 50–100 (при этом результаты будут менее точными). Выбор одного из этих приемов определяется задачами исследования и требуемой точностью данных.

Выборочные пробы. При взятии выборочной пробы для изучения возраста и роста из всего улова отбирают только некоторых рыб. Чаще всего необходимо на каждый класс вариационной кривой по длине тела рыбы (в 20, 10, 5 мм и т.д.) отобрать по равному количеству рыб, иногда учитывая отдельно самцов и самок. При этом материал по рыбам средних размеров удается собрать очень быстро, а мелких и крупных рыб приходится довольно долго выбирать из уловов. Таким способом собирают материал для составления кривых соотношения длины тела рыбы и радиуса чешуи по Ф.И. Вовку (1955), по способу Э. Леа и Р. Ли (Чугунова, 1959). Так, например, по Ф.И. Вовку для сазана при составлении кривой по длине тела от 2 до 60 см, для каждого класса вариационного ряда с классовым промежутком в 10 мм, отбирают по 10 экз. рыб, причем рыб средних размеров по 10 экз. самок и 10 экз. самцов.

Очень важно определить, в каких частях водоема, в какие сезоны и какими орудиями лова следует брать возрастные пробы, чтобы получить наиболее правильное представление не только о возрастном составе рыбы в *уловах*, но и о возрастном составе *популяции* и о его изменениях в течение года и даже в разные годы.

Для изучения динамики численности рыб следует внимательно анализировать промысловые уловы по сезонам, брать пробы из исследовательских уловов в местах рассеянного обитания рыбы в соответствующий сезон и на местах обитания неполовозрелых рыб.

Дополнительную информацию по сбору материала по возрасту и росту рыб можно найти в специальных пособиях и руководствах (Чугунов, 1926; Бойко, 1951; Галкин, 1958; Чугунова, 1959; Брюзгин, 1969; Мина, Клевезаль 1970, 1976; Мина, 1973, 1976; Гончаров, Сметанин, 1974; Кафанова, 1984 и др.).

7. МЕТОДИКА СБОРА МАТЕРИАЛА ПО ИЗУЧЕНИЮ ПИТАНИЯ РЫБ

Если в задачи исследования входит изучение питания рыб, то это необходимо заранее продумать, так как сбор материала по питанию осуществляется одновременно с обработкой рыбы на биологический анализ. Номер пробы материала, взятого для определения питания, должен совпадать с номером рыбы в че-шуйной книжке, в которой делается запись о том, что у данного экземпляра взят материал по питанию (кишечник, рыба целиком и т.д.). Сбор материала по питанию проводить лучше активными орудиями лова (невод, бредень, волокуша и т.д.), которые отлавливают рыбу разного размера и не остаются долго в воде. При лове пассивными орудиями лова (ловушки, сети, ставной бредень) рыба попадает в них определенного размера (селективный лов) и остается в воде в течение суток и более, в результате чего собирается неполноценный материал, так как пища в желудках рыб, особенно при высокой температуре воды, сильно разрушается. В этих случаях целесообразно установить особый режим проверки сетей. Например, это может быть ежечасный просмотр пассивного орудия, с отбором рыб на анализ питания и немедленной обработкой. Также мало пригоден для изучения питания лов на наживку, так как при этом способе отлавливается преимущественно голодная рыба, но исключать этот лов рыбы нежелательно.

Для более точной качественной и количественной характеристики питания рыб пробы желательно брать в разных участках водоема. Если есть возможность работать на стационаре в течение всего года, пробы следует отбирать с определенной периодичностью в каждый сезон, на одних и тех же биотопах. Большую ценность для этих исследований представляют круг-

логодичные систематические материалы из нескольких или даже одного места, чем разрозненный материал из разных мест.

Число рыб, от которых взята проба для определения питания, по каждому представляющему интерес виду, из одного улова составляет 10–15 экз. (возможно и больше). При выборе материала из улова надо стремиться к тому, чтобы в сборах были представлены разные размерные (длина тела, масса) и возрастные группы по каждому виду рыб.

Наряду со сборами по питанию промысловых рыб необходимо собирать также материал по питанию непромысловых (бычки, щиповка, сибирский голец-усач, девятиглая колюшка, верховка и др.) с соблюдением тех же правил, о чем будет указано ниже. Такой сбор материала необходим для того, чтобы выяснить, насколько спектр питания малоценных рыб совпадает с питанием промысловых, какова степень пищевой конкуренции.

Для учета материала по питанию рыб необходимо делать следующие записи в отдельном журнале:

- порядковый номер пробы, дата, место и орудие лова;
- перечень видов, по которым взяты пробы на питание (с указанием номеров по чешуйной книжке), а также суммарное количество проб по каждому виду;
- вид фиксированного материала (кишечник, желудок, целая рыба).

Этот журнал по завершению полевых работ поступает вместе со сборами в лабораторию для обработки. Материал из одного улова желательно помещать в отдельную банку (емкость) или же завернуть в общую марлю с дополнительной этикеткой (вид рыбы, место и орудие лова, дата, подпись собравшего материал), сохраняя индивидуальные этикетки.

Проба на изучение питания должна состоять из 10–100 экз. рыб, в зависимости от целей исследования. Для анализа рыбы на питание, предварительно ее измеряют (определяют абсолютную длину – L , длину по Смитту – l_{Sm} и длину тела – l , в мм),

7. Методика сбора материала по изучению питания рыб

взвешивают (масса с внутренностями – Q , масса без внутренностей – q , в г), определяют пол и стадию зрелости половых продуктов, берут материал для определения возраста и роста. Данные биологического анализа записывают в журнал или специальную карточку по изучению питания (табл. 7; прил. 6), кроме того, туда же заносятся и такие дополнительные данные: водоем, место лова, дата сбора (число, месяц, год), орудие лова, температура воды и воздуха, содержание кислорода в воде.

Если для сбора материалов по питанию рыбы достаточно полевого журнала, то обработка полученных данных проводится с использованием специальных карточек, которые заводятся на каждый желудок (прил. 6). Если позволяют условия стационара, то обработка результатов сбора по питанию рыб может быть проведена на свежесобранных материалах. Подобный подход предпочтителен, но не всегда возможен, если рядом нет специалиста. В этом случае сборы по питанию фиксируются в растворе формалина, заносятся в журнал, и дальнейшая обработка проводится уже в лаборатории. Не следует тянуть с обработкой сборов или с их фиксацией, поскольку процесс пищеварения (разложения пищевых компонентов) продолжается в желудке и у уснувших рыб.

Т а б л и ц а 7

**Полевой журнал для сбора материала по питанию
взрослых рыб и их молоди**

Проба №						Дата	Температура воды	
Водоем	_____						поверхностная	придонная
Орудие лова								
Вид рыбы	№ кишечника	№ по икhtiологическому журналу	Длина, мм	Масса, г	Пол, зрелость	Примечание		

Рыбу длиной до 20 см (мелкие виды, личинки и мальки всех видов) фиксируют целиком, у более крупных особей фиксируют только желудочно-кишечный тракт (следует брать немедленно после притонения или по выемке ее из пассивных орудий лова). Извлечение желудочно-кишечного тракта проводится следующим образом: рыбу вскрывают ножницами или скальпелем по брюшной стороне от анального отверстия до головы. Определяют степень наполнения пищей желудочно-кишечного тракта по шестибальной шкале: 0 – пусто, 1 – единично, 2 – малое наполнение, 3 – среднее, 4 – много (полный желудок-кишечник), 5 – масса (растянутый).

Желудочно-кишечный тракт вырезают от начала пищевода до конца задней кишки (до анального отверстия). Края переднего и заднего концов кишечного тракта перевязывают (в случае сильного наполнения кишечника рыбы) толстой ниткой, чтобы пища не выпадала из кишечника при фиксации. Пробу вместе с этикеткой нужно завернуть в марлю и поместить в фиксирующую жидкость – 2%-ный раствор формалина (1 часть 40%-ного формалина добавляется к 19 частям воды) или в спирт 70° (1 часть воды и 3 части спирта 96°).

Целиком рыба фиксируется в 5%-ном растворе формалина (1 часть 40%-ного формалина добавляется к 7 частям воды). Раствор вводят в полость тела рыбы через боковую стенку (делается надрез) небольшой пипеткой с оттянутым стеклянным концом или шприцем для инъекций. Весь исследуемый материал снабжается этикеткой, которая должна быть написана аккуратно и четко и содержать следующие данные: название водоема, место и орудие лова, время взятия пробы, название вида рыбы, номер по чешуйной книжке. Данные биологического анализа рыб также заносятся в журнал по питанию.

При сборе материала очень важно правильно его этикетировать. Сразу после фиксации в пробу кладется этикетка, написанная на кальке, пергаменте или плотной белой бумаге простым

карандашом средней твердости или тушью. Писать этикетки шариковой ручкой нельзя, так как паста быстро обесцвечивается. Этикетки, написанные тушью, рекомендуется предварительно окунуть в спирт и только после того, как они подсохнут, помещать их в банку или в пробирку с фиксированным материалом.

Исследование питания крупных хищных рыб можно проводить в полевых условиях, но с обязательным указанием следующих моментов: наполнение желудка (хорошее, среднее, ниже среднего, желудок пустой); число заглоченных рыб и их видовой состав; длина и их масса. В случае нахождения в желудке кроме рыб другой пищи, остатки ее помещаются в пробирку с фиксирующей жидкостью и снабжаются этикеткой (например: к питанию окуня № 1), пробирка закрывается сверху ватной пробкой, помещается в общую пластмассовую емкость для хранения до лабораторной обработки. Хорошо сохранившиеся остатки рыб (мелкие окуневые, карповые и др.) из желудка хищника (судак, щука, окунь), в случае целостности их желудка, также фиксируются (для исследования питания). Помимо определения питания хищных рыб в полевых условиях необходимо фиксировать некоторое количество хищных рыб целиком (для исследования их в лаборатории).

При изучении питания мирных рыб (питающихся планктоном, бентосом, растительными организмами) определение состава их пищи в полевых условиях не проводится, а только вырезается желудочно-кишечный тракт, который снабжается этикеткой, помещается в отдельную емкость и фиксируется разбавленным 2%-ным формалином (1 часть концентрированного формалина добавляется к 12 частям воды). В случае нехватки емкостей, можно помещать в одну банку по несколько желудочно-кишечных трактов от разных особей одного вида. При этом каждый желудочно-кишечный тракт снабжается индивидуальной этикеткой, которая в него вкладывается. Концы тракта следует завязать, затем туда нужно влить шприцем некото-

рое количество разведенного формалина (2%-ного) и еще сделать в его стенках 2–3 прокола препаровальной иглой для лучшего проникновения формалина. Еще лучше сохраняется этот материал, когда каждый желудочно-кишечный тракт с этикеткой оборачивается куском мягкой материи или марли и перевязывается ниткой.

Сбор материала по питанию молоди рыб необходимо начинать изучать сразу же после всасывания желточного мешка. Затем пробы брать сначала через неделю, постепенно увеличивая интервалы; у рыб, достигших возраста полгода и больше, пробы можно брать посезонно. Молодь рыб нужно фиксировать целиком, так как в полевых условиях трудно отделить их пищеварительный тракт без повреждений. Выловленную молодь фиксируют на месте 5 %-ным раствором формалина (1 часть 40%-ного формалина добавляется к 7 частям воды). Количество фиксирующей жидкости должно быть больше объема фиксируемой молоди минимум в 4 раза. Банка для фиксации должна быть достаточно большой, чтобы молодь свободно располагалась в фиксирующей жидкости. По возвращению в лабораторию в этот же день необходимо раствор, в котором фиксировали молодь, заменить 4%-ным раствором формалина (1 часть 40%-ного формалина добавляется к 9 частям воды) для дальнейшего ее хранения. Предварительно из проб кисточкой и пинцетом убираются грязь и растительность. На ранних этапах развития молодь лучше фиксировать 4%-ным раствором формалина с добавлением поваренной соли (7 г, или 1 чайная ложка пищевой поваренной соли, добавляется к 1 л разведенного формалина). При такой фиксации хорошо сохраняется внешняя форма личинок и материал может храниться годами. Предличинок и личинок необходимо помещать в маленькие пробирки, которые следует плотно заткнуть ватными пробками (предварительно вложив в них этикетки) и сложить их пробками вниз в общую банку (желательно пластиковую) с 4%-ным раствором формалина. В про-

бирке не должно быть воздушного пузырька. Во избежание этого фиксирующую жидкость в пробирку нужно налить до краев, предварительно смочив ватную пробку той же жидкостью. Молодь рыб можно хранить также в плотно закрытых пенициллиновых флаконах.

Для гистологической обработки материал по молоди фиксируется в 10%-ном растворе формалина (1 часть 40%-ного формалина добавляется к 3 частям воды).

При сборе материала для изучения питания рыб нужно придерживаться следующих рекомендаций.

1. Собранный материал должен отражать условия питания в разных участках водоема (прибрежных и открытых участках рек и озер, в заливах, устьях рек и т.д.).

2. Материал должен отражать сезонный спектр питания рыб, в том числе не менее 15% всех сборов должно приходиться на подледный период.

3. Материал должен отражать спектр питания рыб перед, во время и после нереста.

4. Материал должен отражать спектр питания рыб разного пола, размера и возраста.

Во всех случаях обнаружения на рыбе или внутри ее каких-либо паразитов (глистов, червей, ракообразных и др.) необходимо их собирать вместе с содержимым желудочно-кишечного тракта или отдельно и снабжать этикеткой, где помимо обычных записей отмечать, в каком месте обнаружен паразит – на поверхности тела, голове, жабрах, в полости тела, внутри желудка, кишечника и др.

Одновременно с пробами на питание рыб из тех мест, где осуществляется сбор материала, обязательно берутся гидробиологические пробы (бентос, планктон, перифитон и др.). Эти данные необходимы для изучения кормовой базы, степени ее использования рыбами, избирательности пищевых организмов, пищевых взаимоотношений, получения материалов для расчета

средних стандартных масс пищевых организмов. Попутно проводятся гидрохимические и гидрологические исследования, определяющие условия обитания рыб.

Дополнительную информацию по сбору материала по питанию рыб можно найти в специальных пособиях и руководствах (Богоров, 1934; Ивлев, 1955, 1977; Руководство по изучению питания... 1961; Методическое пособие по изучению питания... 1974; Григораш, Спановская, 1976; Методические рекомендации по применению... 1980 и др.).

8. МЕТОДИКА СБОРА МАТЕРИАЛА ПО ИЗУЧЕНИЮ НЕРЕСТА РЫБ

Большинство пресноводных рыб Сибири нерестится весной (щука, язь, елец, окунь, плотва, таймень, хариус и др.) и летом (золотой и серебряный караси, линь, пескарь, верховка, уклейка, сибирский голец-усач, щиповка и др.). Поэтому наблюдение за нерестом следует проводить лучше весной с началом половодья (с момента залития прибрежной зоны, поросшей луговой растительностью, служащей для большинства видов рыб местом нереста) или с момента распаления льда.

В то же время есть группа осенненерестующих (сиговые, голец) и даже зимненерестующих (налим) рыб. Для этих рыб обычно характерны достаточно длительные периоды преднерестовых миграций. Например, некоторые обские сиговые (нельма, пелядь и муксун) имеют самые протяженные миграционные пути для этих видов в пределах их ареалов. Период миграций (хода) продолжается больше полутора-двух месяцев, и производители появляются на нерестилищах уже осенью, накануне нереста. К сожалению, численность этих высокоценных видов рыб постоянно снижается, особенно нельмы и муксуна, которые находятся в критическом состоянии. Определенно освоение нефтегазовых районов Сибири, рост численности населения в этих местах заметно влияют и на численность сиговых-мигрантов, они интенсивно вылавливаются в процессе хода на нерестилища.

И хотя климатические условия разных лет достаточно заметно влияют на то, когда вскрывается река, в пределах того или иного населенного пункта можно прогнозировать приблизительные сроки нереста рыб хотя бы в пределах южных районов Сибири (табл. 8).

Для весеннерестующих рыб сроки размножения в реке определяются сроками вскрытия водоема, которые могут различаться на одной широте в пределах до полумесяца. Надо учитывать, что и начало ледохода в истоках и низовьях рек в Сибири, таких как Обь, Енисей, Лена существенно отличаются. Все это надо учитывать при ознакомлении с табл. 8.

Постоянные наблюдения необходимо вести за нерестом как промысловых, так и непромысловых видов рыб, проводить их на одних и тех же местах систематически, желательно через день, но не реже 2 раз в неделю. При этих наблюдениях проводится контрольный лов рыбы.

Т а б л и ц а 8
**Время икротетания основных промысловых рыб
в условиях юга Сибири**

Вид рыбы	Время икротетания	Срок наступления половой зрелости
<i>Осетр сибирский</i>	Май – июнь	12–14 лет
<i>Стерлядь</i>	Июнь – июль	7–9 лет
<i>Пелядь</i>	Октябрь – ноябрь	2–4 года
<i>Муксун</i>	Ноябрь – декабрь	6–9 лет
<i>Нельма</i>	Октябрь	6–10 лет
<i>Щука</i>	Конец апреля – начало мая	3–4 года
<i>Леиц</i>	Вторая половина мая	4–5 лет
<i>Плотва</i>	Май – начало июня	3–4 года
<i>Елеиц</i>	Конец апреля – начало мая	3–4 года
<i>Язь</i>	Середина мая	4–5 лет
<i>Линь</i>	Июль	3–4 года
<i>Сазан</i>	Начало июня	3–4 года
<i>Карась золотой</i>	Май – июль	3–4 года
<i>Карась серебряный</i>	Май – июль	3–4 года
<i>Налим</i>	Декабрь – январь	4–5 лет
<i>Окунь</i>	Май	3–4 года
<i>Ери</i>	Май – июнь	2–3 года
<i>Судак</i>	Середина мая	3–4 года

Анализ улова позволяет определить видовой и количественный состав рыб, а также степень зрелости их половых продуктов. Лов взрослых рыб (помогает определить сроки нерестового хода и места нереста) осуществляется в период нерестового хода и нереста (конец апреля – май) не реже чем 1 раз в 3 дня. При этом необходимо учитывать и записывать в дневниках и журналах (по нересту) следующее: название водоема, место наблюдений, глубина, начало подъема воды в притоках, в прибрежной (залитой) зоне, сопоставляя их с высотой воды в реке (по рейке), скорость подъема воды и степень разлития ее в прибрежье, течение (есть или нет), температуру воды (измеряется у поверхности, в придонных слоях, в 7, 13 и в 21 ч) в реке и в залитой зоне, содержание растворенного в воде кислорода, активную реакцию среды (рН), отмечать, когда и какие места заливаются – заросли камыша, луговая растительность, возвышенные участки и т.п. Все это позволит выяснить и охарактеризовать картину образования залитой прибрежной зоны (поймы), постепенность ее увеличения, степень развития, пути заливания и общие условия жизни рыб на залитой площади.

Одновременно с наблюдениями над развитием залитой площади ведутся наблюдения за появлением на ней производителей различных видов рыб. Для этого используются ставные сети с различной ячеей, мальковая волокуша, разные ловушки, выставляемые на различных участках залитой площади.

В момент обнаружения первых производителей разных видов рыб на залитой пойме необходимо отмечать уровень и температуру воды в реке, в различных участках залитой поймы (посередине, у берегов), а также проводить биологический анализ рыб (размеры, пол, стадию зрелости половых продуктов, наполнение желудочно-кишечного тракта пищей). С момента обнаружения на пойме производителей необходимо устанавливать места нереста, которые обычно не бывают рассеянными по всей пойме, а сосредоточиваются на небольшом участке, покрытом свежей лу-

говой растительностью. Установленные нерестилища необходимо посещать через день-два и, во всяком случае, не менее 2 раз в неделю и вместе с тем осматривать весь залитый участок для выяснения таких вопросов: как долго выметывает икру рыба на одном и том же месте и при каком уровне воды, переходит ли она на другое место и куда именно, когда уровень воды на прежнем нерестилище повышается, избирают ли рыбы для нереста из года в год одни и те же определенные места или это случайно?

Важно выяснять, в каких местах больше нерестится рыба (на открытых, среди зарослей, равномерно по всему водоему, на одинаковой или разной глубине), наблюдается ли нерест только одного вида или нескольких видов, найдена ли икра на месте нереста. Для лова нерестящихся производителей можно использовать мелкоячеиную волокушу, частую (ячей 22–24 мм) плавную сеть. Эти орудия лова используются при массовых сборах для определения видового, полового и возрастного состава производителей или для их массовых промеров. Для выяснения полового состава рыб при каждом посещении нерестовых площадей, необходимо облавливать и прибрежные зоны, и центральные участки. При этом учету подлежат размеры, пол и степень зрелости половых продуктов (стадия) рыб.

Отмечаются и подробно описываются также все случаи и места нахождения взрослых рыб, охраняющих кладку икры в гнездах (судак, сом). Наблюдения на нерестилищах (объезд отдельных участков) ведутся не реже одного раза в 3–5 дней.

Путем визуальных наблюдений не всегда можно установить, какие рыбы выметывают икру на обследуемом нерестилище или на подходе к нему.

Многие рыбы преимущественно нерестятся рано утром, а к середине дня икрометание почти прекращается.

При каждом посещении нерестилища надо определить его площадь (хотя бы приблизительно), измерять высоту стояния воды и ее температуру.

За начало икрометания конкретного вида рыб надо считать момент первого обнаружения самок с текучей икрой и появления на залитой пойме у берега (на растительности) выметанных (а возможно, и оплодотворенных) икринок или непосредственное наблюдение за процессом нереста. Появление отнерестившихся самок (с выметанной икрой, VI стадия зрелости гонад), а также прилипшей к сетям икры, служит доказательством того, что нерест уже начался, но в распознавании икры (какому виду она принадлежит) надо быть очень осторожным в виду (внешнего морфологического) сходства ее у разных видов (карповые, окуневые и др.).

Массовый нерест приходится на тот период времени, когда на нерестилищах в уловах встречаются в массовом количестве самки с текучей икрой.

За конец икрометания следует принимать последнее обнаружение самок с текучей икрой (V стадия) или на стадии выбоя (VI стадия). Этот способ приемлем для многих рыб.

Икра многих рыб приклеивается к растениям, корням ивы, корневищам тростника, к прошлогодней и вегетирующей растительности. Искать икру надо на полях – мелководьях, разливах рек, в реках и протоках вдоль берегов. В каждом обследуемом водоеме просматривается растительность, добытая руками, сачком, шестом, веслами и т.п. Икру осетровых можно выловить только специальными орудиями лова (икорной сетью, драгой, тралом, дночерпателем). Для характеристики нереста рыб с донной прилипающей икрой практикуются объезды нерестовых участков, во время которых через каждые 20, 50 и 100 м (в зависимости от площади водоема) просматривается растительность для обнаружения на ней икры. Место нахождения икры должно быть подробно описано: следует указать название водоема, его глубину, температуру воды, время обследования, вид растительности и много ли на ней икры (на единичных растениях встречается она или на многих, расположена ли она кучно или рассеяно и т.п.).

У некоторых рыб (плотва, лещ, сазан и др.) интенсивность нереста можно определять по распределению кладок икры на учетных площадках. Такие площадки (1 × 1 м) закладываются только после того, как проведен предварительный осмотр водоема. Число этих площадок зависит от размеров водоема, но, во всяком случае, их должно быть не меньше трех и выбираются они в разных местах водоема. На каждой площадке проводится полный подсчет икры, а затем рассчитывается средняя величина. Для учета икры на площадках делают специальные железные или деревянные рамки, размеры которых могут быть разными (20 × 20 см, 50 × 50 см, 1 × 1 м). Рамки кладут на дно и внутри них срезают всю растительность вместе с икрой. Часть икринок (50–100 шт.) следует брать на инкубацию для определения ее видовой принадлежности. Иногда на одних и тех же местах происходит повторный нерест рыб, поэтому рекомендуется на отдельных площадках учет проводить не менее 2–3 раз.

Инкубирование икры проводят в чашках Петри, тарелках, а можно в обычных банках. Воды в них наливают немного, икру распределяют в один слой. Если икра найдена прилипшей к субстрату (растительности), то ее не отрывают (чтобы не повредить оболочку), а переносят в сосуд для инкубирования вместе с субстратом, удалив осторожно ножницами или пинцетом лишние части растений. Воду лучше всего брать из водоема, в котором найдена икра (водопроводной или колодезной водой пользоваться нельзя). Сосуды с икрой ставят в такие места, где нет прямого солнечного света. Воду в сосудах можно менять 1 раз в день и даже реже, за исключением тех случаев, когда инкубируется икра, развитие которой в естественных условиях происходит на течении или требует большого количества кислорода. Можно помещать икру и в проточные аквариумы или садки, обтянутые шелком или марлей, но следует учесть, что в реке садок очень быстро заносится илом. При смене воды в сосудах с икрой, свежую воду следует предварительно некоторое

8. Методика сбора материала по изучению нереста рыб

время (30 мин – 1 ч) подержать в том же помещении, где инкубируется икра, чтобы не было большой разницы температур, иначе икра может погибнуть.

После вылупления предличинок из икры, часть их (5–10 экз.) немедленно фиксируют, а часть оставляют еще на 2–3 сут, затем через определенные промежутки времени их снова фиксируют, что облегчает дальнейшее определение их видовой принадлежности. Зная видовую принадлежность икры и сроки ее инкубации в водоеме, можно более точно установить и дату нереста.

Следует учитывать, однако, и то обстоятельство, что продолжительность инкубации икры в очень большой степени зависит от температуры воды. Данные по инкубации икры некоторых видов рыб водоемов волжского бассейна приведены в табл. 9. Все эти виды в настоящее время встречаются и в сибирских водоемах.

Т а б л и ц а 9

**Продолжительность инкубации икры отдельных видов рыб
при разной температуре (по: Коблицкая, 1963)**

Вид рыбы	Колебание температуры, °С	Продолжительность инкубации, сут
1	2	3
<i>Плотва</i>	16	9
	6,5–12	15
<i>Лещ</i>	20–22	2,8–3,7
	10,8–11,6	12–13
	10–22	3–7
	10–17	8–10
<i>Карась</i>	20–23	4–7
	20	4
	19–21	6
<i>Сазан</i>	22–24	2,5
	20	3–4
	17–19	7,5–8,0
	10–25	3–7
<i>Язь</i>	10–14 (20,5)	9–10
	10–12	17–18

1	2	3
<i>Линь</i>	22–23	3
	21–25	3
<i>Уклейка</i>	19–20	5
	18–20	5
<i>Щука</i>	8–10	15–20
	8–14	10–14
	13–17	9
<i>Судак</i>	15–18	4,5
	15	10
	5–14	10–15
<i>Окунь</i>	11–15	10,2
	15–16	10–11
	16–18	7

Для учета условий, интенсивности и продолжительности нереста следует как можно чаще посещать одни и те же нерестилища (известные), отмечая параллельно с проводимыми биологическими исследованиями и ряд метеорологических и гидрологических явлений (температура воды, направление и сила ветра, высота уровня воды, волнение и т.п.), по возможности не тревожа производителей, не распугивая их и не проводя общего облова на этом нерестилище. При этом следует обращать внимание на то, есть ли на нерестилищах какие-либо хищники из рыб, птиц, причиняющих вред рыбе (поедание самой рыбы или её икры).

Для учета уходящих (скатывающихся) с поймы производителей используются ставные сети, всевозможные ловушки (вентеря, морды, котцы и др.), при этом необходимо обращать внимание на размеры, пол и наполнение пищей желудочно-кишечного тракта у рыб, отловленных тем или иным орудием лова.

Одновременно с наблюдениями за нерестом, необходимо следить за судьбой отнерестившейся рыбы (остается ли она на пойме, как долго и в каком количестве или сразу же скатывается)? У оставшейся на пойме рыбы необходимо учитывать вид, размеры,

пол, степень наполнения желудка и кишечника, а также продолжительность задержки рыб на пойме и время ухода (ската) её в связи с состоянием уровня воды. При этом следует указать и характер ухода рыбы с поймы – в массу, стаями или поодиночке (еще лучше, если это осуществлено будет по видам рыб).

При всех наблюдениях (и вскрытиях) по рыбе, находящейся на пойме, необходимо собирать данные по ее питанию, определяя: % питающихся особей среди самцов и самок, их половую зрелость (по гонадам), количество пищи (по наполнению желудочно-кишечного тракта). Эти наблюдения нужно проводить в различных участках поймы и на нерестилищах и сопоставлять их с данными рыб из реки и также в разное время лова (до нереста, во время его и после икрометания).

Следовательно, наблюдения за нерестом рыбы можно проводить по взрослым рыбам (надо знать состояние зрелости их половых продуктов и иметь данные по наблюдению за процессом икрометания), а также по икре, личинкам (на самых ранних этапах их развития – этап А–С и их распределение в конце апреля и мае) и малькам. Эти данные служат дополнительным, а часто основным материалом при оценке сроков и мест нереста рыб.

Метод оценки нерестилищ рыб по их личинкам основан на изучении особенностей поведения и распределения личинок разных видов рыб на местах вылупления их из икры. Установлено, что подавляющее большинство личинок рыб, у которых донная прилипающая икра, обитают на нерестилищах – в мелководьях ильменно-полойного типа (малопроточные места с обилием растительности и богатой кормовой базой) со дня вылупления из икры и до конца личиночного этапа С. Следовательно, места нереста рыб в таких водоемах можно определять по нахождению предличинок и личинок на этапе С. Личинки старших возрастов могут мигрировать в более отдаленные участки поймы, реки и т.п.

На нерестилищах речного типа (реках, водохранилищах) в местах с быстрым течением, на глубоких местах личинки на местах вылупления обитают недолго. К моменту рассасывания желточного мешка они мигрируют и скатываются далеко от мест рождения. Места нереста рыб в таких водоемах можно определять только по нахождению предличинок.

По нахождению предличинок и личинок можно легче и точнее установить начало нереста рыб, чем по взрослым рыбам – производителям, так как выловить первую самку с текучей икрой труднее, чем поймать личинок. Сроки нереста очень часто приходится уточнять, пользуясь способом нахождения личинок. По этому же способу легче установить нерестовые площади отдельных видов, так как не везде и не всегда можно ловить в нужном количестве взрослых рыб. Можно ежегодно определять интенсивность нереста по учету личинок на местах размножения. Но следует учитывать то обстоятельство, что иногда успешный нерест и высокие урожаи молоди не совпадают с успешным нерестовым ходом и большим количеством производителей рыб данного вида.

В табл. 10 приводятся этапы развития личинок и предличинок отдельных видов рыб, по которым можно определять места нереста, а в табл. 11 – данные о примерной продолжительности этих этапов, которая у отдельных видов рыб может меняться в зависимости от условий обитания, главным образом, от температуры воды.

Т а б л и ц а 10

Этапы развития личинок, по которым можно определять места нереста рыб в разных типах водоемов (по: Коблицкая, 1963)

Вид рыбы	Водоемы	
	Реки, протоки, водохранилища	Затапливаемые мелководья, поймы, ильмени
1	2	3
<i>Плотва</i>	А–В	А–С
<i>Леци</i>	А–В	А–С
<i>Сазан</i>	–	А–С
<i>Язь</i>	А–В	А–В

8. Методика сбора материала по изучению нереста рыб

Окончание табл. 10

1	2	3
<i>Линь</i>	–	А–С
<i>Уклейка</i>	А–В	А–С
<i>Судак</i>	А–В	–
<i>Окунь</i>	А–В	А–С
<i>Щука</i>	А–В	А–С

Примечание. А и В – этапы периода предличинки; С – этап периода ранние личинки.

Таблица 11

Примерная продолжительность (в днях) отдельных этапов развития у личинок рыб (по: Коблицкая, 1963)

Вид рыбы	Реки		Мелководья, полои, ильмени		
	Предличинки		Предличинки		Личинки
	А	В	А	В	С
<i>Плотва</i>	4–5	4–5	2–3	2–3	6–7
<i>Лещ</i>	4–5	3–4	3	3–4	6
<i>Сазан</i>	–	–	4	3–4	7
<i>Линь</i>	–	–	5	4–5	6–7
<i>Уклейка</i>	3–4	3–4	2–3	2–3	5–6
<i>Судак</i>	4–5	3–4	–	–	–
<i>Окунь</i>	3–4	2–3	2–3	2–3	–
<i>Щука</i>	–	–	2,5–4	5–8	4–5

Примечание. У окуня и судака на этапе В есть только жировая капля, желтка нет.

Зная сроки инкубации икры и продолжительность развития личинок рыб, можно произвести соответствующие расчеты и определить сроки нереста того или иного вида рыб.

Приведем пример. В Ильмене 15 мая пойманы личинки леща на этапе В. Зная, что продолжительность этапов А и В примерно пять дней, а сроки инкубации икры в Ильмене 3–5 дней, можно предположить, что нерест леща происходил 9–10 дней назад, т.е. 4–5 мая.

Располагая данными о сроках и местах икрометания отдельных видов рыб, можно определить их нерестовые площади и интенсивность нереста.

Для установления даты начала нереста надо провести однократный лов личинок в разных местах водоема. Для определения мест, площади и продолжительности нереста, лов личинок надо вести в течение всего нерестового сезона (май – июнь) – один раз в 5–6 дней.

Эти данные могут быть использованы также и для учета распределения молоди в водоеме (на нерестилищах), установления количественного соотношения отдельных видов рыб и т.п.

Дополнительную информацию по изучению размножения рыб можно найти в специальных пособиях и руководствах (Коблицкая, 1963, 1966; Исследования размножения и развития... 1981; Кошелев, 1984 и др.).

9. ИЗУЧЕНИЕ СТЕПЕНИ ЗРЕЛОСТИ ПОЛОВЫХ ПРОДУКТОВ И ПЛОДОВИТОСТИ РЫБ

Весной пол у рыб (весенненерестующих) определяется путем надавливания на брюшко и выдавливания из полового отверстия капли семенной жидкости из семенников самцов или нескольких икринок из яичников самок. Иногда, но далеко не всегда, можно руководствоваться при определении пола и внешним видом рыбы: отвислым брюшком или вытекающей икрой у самок, текучими продуктами из семенников или брачным нарядом у самцов, но при этом всегда необходимо делать контрольное надавливание на брюшко для получения половых продуктов. Летом и осенью, когда ни надавливанием на брюшко, ни по внешнему виду нельзя определить пол рыбы, приходится специально вскрывать рыбу.

Для определения степени зрелости половых продуктов каждая особь вскрывается следующим образом. Рыба берется в левую руку за спинку и поворачивается брюшком вверх так, чтобы хвостовой отдел ее был обращен к наблюдателю (исследователю), а голова – от него. В правую руку берутся анатомические ножницы, с помощью которых от анального отверстия делается длинный разрез вдоль всего брюшка вплоть до головы. Затем стенки брюшка отгибаются в стороны и прижимаются к телу рыбы пальцами левой руки, в которой все время остается рыба. Концами ножниц (или тупой стороной скальпеля) отворачивается в сторону (обычно направо от наблюдателя) желудок и кишечник с печенью и, таким образом, обнажаются половые органы, которые и рассматриваются снаружи, приподнимаются в случае надобности концами ножниц и перерезаются (продольным – у самок или поперечным – у самцов надрезом) для определения степени зрелости половых продуктов.

Степень (стадия) зрелости половых продуктов устанавливается на основании определенных визуальных признаков по шестибальной шкале, обозначаемой римскими цифрами от **I** до **VI**.

Стадия I – *неполовозрелые особи (juvenis)*. Половые железы неразвиты, плотно прилегают к внутренней стороне стенок тела (по бокам и ниже плавательного пузыря) и представлены длинными, очень узкими шнурами (лентами), по которым нельзя невооруженным глазом определить пол.

Стадия II – *созревающие особи или особи, развивающие половые продукты после икрометания*. Половые железы начали развиваться. На шнурах (лентах) образуются заметные утолщения, в которых уже узнаются яичники и семенники и по ним можно определить пол. Икринки настолько мелки, что не видны невооруженным глазом. Яичники (ястыки) от семенников (молк) отличаются тем, что вдоль первых по стороне, обращенной к середине тела, проходит довольно толстый и сразу бросающийся в глаза кровеносный сосуд, на семенниках таких крупных сосудов нет. Половые железы малы и далеко не заполняют (меньше $\frac{1}{4}$) полость тела.

Стадия III – *особи, у которых половые железы хотя и далеки от зрелости, но сравнительно развиты*. Яичники значительно увеличиваются в размерах, заполняют от $\frac{1}{3}$ до $\frac{1}{2}$ всей брюшной полости и наполнены мелкими непрозрачными, белесоватыми икринками, ясно различимыми невооруженным глазом. Если разрезать яичник и поскоблить по разрезу концом ножниц, то яйца с трудом отрываются от его внутренних перегородок и всегда образуют комки по несколько штук вместе.

Семенники имеют более расширенную переднюю часть и сужаются к заднему отделу. Поверхность их розоватая, а у некоторых видов красноватая от обилия мелких разветвляющихся кровеносных сосудов. При надавливании на брюшко из семенников нельзя выдавить семенную жидкость с содержащимися в ней сперматозоидами. При поперечном разрезе семенника, края

его не округляются и остаются острыми. В этой стадии рыба находится довольно долго: многие виды (сазан, лещ, елец, плотва, окунь и др.) – с сентября до февраля следующего года.

Стадия IV – особи, у которых половые органы достигли максимального развития и продукты вполне созрели. Яичники очень велики и заполняют до $\frac{2}{3}$ всей брюшной полости. Икринки крупны, прозрачны и при надавливании на брюшко легко вытекают. При разрезе яичника и поскабливании ножницами по нему, икринки легко отделяются одна от другой.

Семенники белого цвета лишены кровеносных сосудов и наполнены семенной жидкостью, которая каплями вытекает при надавливании на брюшко. При поперечном разрезе семенника края его тотчас округляются и разрез заливаается жидким его содержимым. Эта стадия очень непродолжительна и быстро переходит в следующую.

Стадия V – текучие особи. Икра и содержимое семенников настолько зрелы, что свободно вытекают не каплями, а струей при самом легком надавливании на брюшко. Если держать рыбу в вертикальном положении за голову и потряхивать ею, то икра из яичников и жидкость со сперматозоидами из семенников свободно вытекают.

Стадия VI – отнерестившиеся особи. Половые продукты выметаны. Полость тела далеко не заполняется внутренними органами. Яичники и семенники очень малы, дряблы, воспалены, тёмно-красного цвета. Нередко в яичнике остается небольшое количество мелких икринок, которые претерпевают жировое перерождение и рассасываются. Через несколько дней воспаление проходит и половые железы переходят в стадию II.

Если половые продукты находятся на промежуточной стадии между какими-либо двумя из шести описанных стадий, или часть продуктов развита больше, часть меньше, или когда наблюдатель затрудняется точно обозначить стадию зрелости, то она обозначается двумя цифрами через тире, но при этом та стадия, к которой бли-

же стоят по своему развитию половые железы, ставится впереди. Пример: III–IV; IV–III; VI–II и т.д.

Существуют рыбы, которые выметывают икру не всю сразу, а отдельными порциями (в 2–3 приема), иногда даже в течение целого лета (карась) с промежутками в 10–15 дней между отдельными икрометаниями. Сначала выметывается одна порция икры в стадии V, остальная же икра в стадии III, незрелая, остается в яичнике и постепенно созревает в течение одной – полторы недели, проходя стадии IV₂ и V₂. Когда вторая порция выметана, то в яичнике остается последняя, третья порция в стадии III₃, которая в свою очередь дозревает в такой же срок и выметывается. Только после этого снова наступает полная стадия VI, а за ней II.

Распознавание отдельных порций икры затруднительно и удается это лишь после некоторого навыка. Руководящими указаниями при этом могут быть следующие:

– первая порция икры всегда заполняет всю полость тела и расширяет брюшко;

– в стадии IV среди зрелых прозрачных икринок ясно видны мелкие, непрозрачные, более светлые, незрелые, иногда среди них удастся невооруженным глазом рассмотреть две группы – более крупные и более мелкие (под лупой эти различия видны очень хорошо);

– вторая порция икры, даже в период полной зрелости гонад, уже не заполняет всей полости тела, в которой замечается как будто какая-то пустота, брюшко не расширено так сильно, яичники при той же их длине, что и в первый раз, уже не так толсты и объемисты, в стадии IV среди зрелых икринок видны и мелкие, но их заметно меньше и на этот раз все они одинаковых размеров;

– третья порция еще менее заполняет полость тела, брюшко не раздутое, яичники длинные, но сравнительно тонкие, в стадии IV и V среди зрелых икринок уже совершенно не замечается мелких незрелых.

Во время икрометания у рыб с порционным нерестом икра каждой порции вытекает очень быстро. После первого икрометания в яичнике икра второй порции занимает сравнительно большой объем, но следующие порции бывают значительно меньшие. При освобождении последней порции икры яичник приобретает характер, сходный с яичником рыб однократного нереста, т.е. остаются микроскопические яйцеклетки генерации следующего года, кровеносные сосуды воспалены, яичник мал и дрябл.

У самцов отдельные периоды икрометания выражены еще менее резко, чем у самок и различать их гораздо труднее. Единственным признаком может служить степень освобождения семенников: в первый период – весь семенник почти одинаковой ширины по всей своей длине; во второй период – задняя часть семенника уже освобождена от семенной жидкости, передние же отделы еще широки и объемны; в третий период – только передний конец семенника широк, объемен, задняя же часть освобождена и имеет вид узкой трубки. Вообще у самцов общая картина освобождения семенника от семенной жидкости вместе со сперматозоидами маскируется тем, что во всякое время при надавливании на них можно выдавить хотя бы одну каплю жидкости. В период икрометания ее выделяется больше, чем в промежуток между порциями.

Для обозначения стадий зрелости у порционнонерестующих карповых, окуневых (ерш) и других рыб, около римской цифры, обозначающей стадию зрелости, ставится арабская цифра, указывающая порцию (первая, вторая и т.д.) выметываемой икры.

Например:

первая порция I₁ II₁ III₁ IV₁ V₁ VI₁ – III₂

вторая порция III₂ IV₂ V₂ VI₂ – III₃

третья порция III₃ IV₃ V₃ VI₃ – II

и так далее, в зависимости от количества порций и только после этого гонады снова переходят во II стадию зрелости.

Плодовитость рыб. Сбор материала по плодовитости рыб проводится в полевых условиях либо при общем анализе средних проб (анализ уловов), либо при выполнении специального задания.

У осетровых видов рыб сборы материалов могут проводиться в течение круглого года, у карповых, окуневых и других – весной до икрометания и только для некоторых видов (сиговые) осенью, у налима – зимой. Но во всех случаях икра для сборов должна быть достаточно зрелой, в стадии IV (лучше всего), либо IV–V (допустимо, но не желательно), у осетровых рыб – не жировая (нет черного пигмента), но вместе с тем ни в коем случае ни текучей, чтобы была полная гарантия того, что ни одной икринки еще не было выметано.

Все работы по сбору материала на плодовитость строго регистрируются и записываются в особых журналах по плодовитости, причем каждая исследуемая особь обозначается порядковым номером, начиная с 1-го. При такой работе прежде всего исследуемая особь измеряется (избранный способ) и данные заносятся в журнал. Измерения рыбы необходимо проводить до ее вскрытия, после измерения рыба взвешивается (всегда на одних и тех же весах). Из каждой измеренной и взвешенной самки вынимаются парные гонады (ястык) с икрой, взвешиваются в целом виде (R , г) или по частям (потом все суммируется) и данные заносятся в соответствующую графу журнала.

После взвешивания всего яичника, из него берется (безразлично из правого или левого яичника, если икринки в них одинакового размера) навеска икры, которая очень точно взвешивается на торсионных весах (или электронных – для крупных рыб, но всегда на одних и тех же весах). Для крупных рыб (осетровые, сиговые) навеска должна составлять 5–10 г, для мелких рыб (вьюновые, карповые, окуневые и др.) – 250–500 мг и даже 1 г. В данном случае вырезается кусочек от гонады так, чтобы он захватывал и части до середины гонады. Если в одной

гонаде икринки крупнее, а в другой мельче, то каждый из них взвешивается отдельно и из каждой берется отдельно навеска той же величины.

Если икра незрелая (жировая), частично выметана или гонада покрыта жиром, в таком случае из нее не следует брать навеску. Если развит только один яичник, а другого совершенно нет, или один значительно больше (по размерам) другого, то навеска берется из большего; в этом случае в журнале делается соответствующая запись.

Навеска помещается на кусочек плотной марли, широкого бинта или очень мягкую ткань из хлопка, концы марли соединяются и перевязываются ниткой. Внутри пробы *обязательно помещается этикетка* с указанием индивидуального номера (по чешуйной книжке). Взятая от каждой исследованной особи навеска помещается в отдельную (по каждому виду) емкость с спиртом 60° или 1–2%-ным раствором формалина (разбавление в 20–40 раз) и в нее также помещается этикетка (калька, водостойкая бумага) с соответствующими обозначениями: место и время сбора, название вида, соответствующего номера в чешуйной книжке, где помещены чешуйки, масса ястыка, фамилия собиравшего материал. Если нет возможности представить отдельные емкости по каждому виду, то собранный материал желателен соответствующим образом маркировать. В качестве маркеров проще всего использовать нитки разных цветов, которыми перевязываются пробы.

Если время в период полевых работ ограничено или нет соответствующего оборудования, то можно брать оба яичника, которые на месте сбора заворачиваются в марлю вместе с этикеткой и фиксируются, а в лабораторных условиях проводится соответствующая доработка и обработка этого материала. Подобный подход предпочтительнее и в случае, если сбор плодовитости производится у некрупных рыб и отсутствуют точные весы. При фиксировании необходимо предохранять икру от

сдавливания, так как икринки могут деформироваться и даже лопнуть. У рыб с порционным икрометанием икру следует брать до первого нереста.

Относительно каждой особи в журнале по плодовитости ведется запись в соответствующих колонках (графах), где отмечается: время и место сбора, название вида, № рыбы по порядку, длина (указать какая бралась) в мм, общая масса рыбы (Q , г), масса без внутренностей (q , г), масса гонад (яичников – ястыков) или всей икры (R , г), навеска икры (г, мг), примечания. В графу примечаний вносятся всякого рода заметки: о ненормальности строения яичников, о присутствии жира в гонадах, о нахождении в особи или на ней паразитов и т.д. В дальнейшем на каждую пробу заполняется соответствующая карточка обработки плодовитости (см. прил. 7).

Материал по плодовитости нужно собирать от самок различных размеров, так как с возрастом рыбы плодовитость изменяется (обычно, чем старше рыба, тем выше плодовитость, но до известного предела, у старых особей плодовитость снижается). Весь собранный материал по плодовитости доставляется в лабораторию (на кафедру) для его обработки. В процессе обработки материала по плодовитости рыб данные заносятся в специальные карточки. Там же делают первичную математическую обработку данных.

Дополнительную информацию по сбору материала по плодовитости и состоянию половой системы рыб можно найти в специальных пособиях и руководствах (Иоганзен, 1955; Сакун, Буцкая, 1968; Анохина, 1969; Турдаков, 1972; Типовые методики исследования... 1976. Ч. II; Исследования размножения и развития... 1981; Казаков, 1981; Петлина, 1987; Шатуновский, Рубан, 2009 и др.).

10. МЕТОДИКА СБОРА МАТЕРИАЛА ПО ИЗУЧЕНИЮ МОЛОДИ РЫБ

При сборе материала по молоди рыб необходимо охватить все периоды и этапы развития, начиная от икры до уже сформировавшейся особи (сеголеток). Для этого необходимы регулярные наблюдения с четко продуманным графиком работ, о чем уже неоднократно говорилось в других главах. Также необходимо вести подробный журнал наблюдений по гидрометеорологическим, гидрологическим показателям исследуемого участка и биологическим данным. Материал по молоди правильнее всего собирать сразу после наблюдений за нерестом. При таком логично продолжающемся исследовании, не будет проблем с поиском нерестилищ, а также больше вероятность того, что исследователь не пропустит день выклева личинок из икры. Развитие икры происходит в течение нескольких дней, длительность развития зависит от видовой принадлежности рыбы, от температуры воды и некоторых других условий.

Субстратом, на который рыба откладывает икру, чаще всего является мягкая водная растительность, отмершая прошлогодняя трава, иногда мох и корневища прибрежных растений. Способ сбора икры напрямую зависит от того, на какой субстрат она была отложена. У разных видов рыб есть свои особые предпочтения относительно субстрата и глубины, на которых они откладывают икру. Если нерестилища мелкие, на глубине до 40 см (характерны для язя, уклейки, окуня, иногда леща) или икра отложена на растения, у поверхности воды, то пробы можно брать руками. Пробы с нерестилищ, расположенных на глубине, можно брать скребком для сбора бентоса (небольшая глубина) или драгой. Наиболее эффективные результаты дает

болгарская драга, представляющая собою комбинацию сачка, скребка и граблей (рис. 59).

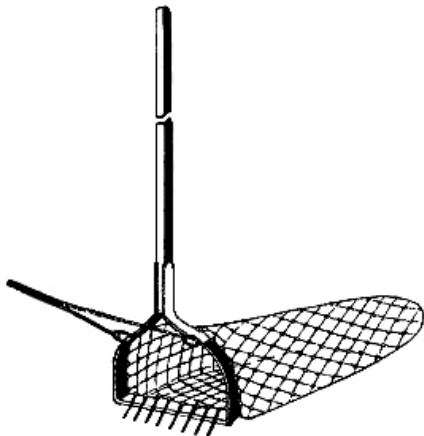


Рис. 59. Болгарская драга

Икру, развивающуюся в толще воды, удобно собирать *икорной сетью* (рис. 60), которая представляет собой конусообразный мешок из шелкового мельничного газа № 15. Диаметр входного отверстия обычно делается 50–80 см, а длина сети – 2–4 м. К верхнему и нижнему концам сети пришиваются полоски плотного материала (суровое полотно, бязь и т.д.) шириной 6–10 см. В край верхней полоски вшивают металлический обруч, изготовленный из железного прута сечением 10–12 мм. К нижней полоске прикрепляется металлический стаканчик, если его нет, то стеклянная банка емкостью 0,5–1 л.

При изучении нерестилищ исследователь должен бережно обращаться с субстратом, на котором отложена икра, и брать пробы в самом ограниченном количестве. Икра фиксируется сразу же на месте 2%-ным раствором формалина, желательнее брать пробы с одного и того же нерестилища ежедневно, чтобы

проследить развитие икры. Если же это невозможно, следует живую икру вместе с субстратом поместить в просторную стеклянную емкость и наблюдать за ее развитием. Сосуд нужно установить в прохладном месте, покрыть сверху марлей и ежедневно менять воду.

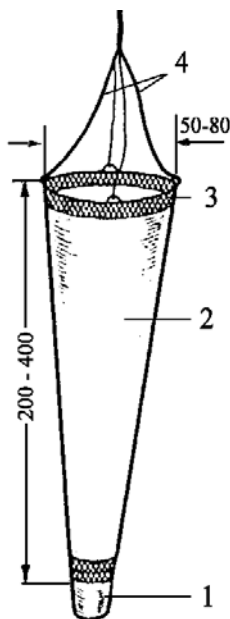


Рис. 60. Икорная сеть (размеры даны в см):
1 – металлический стаканчик; 2 – конусообразный мешок; 3 – металлический обруч; 4 – поводцы

Отлов молоди *икорной сетью* проводится как у берега, так и на середине реки. Перед началом лова икорную сеть промывают в реке: сеть несколько раз опускают и вынимают из воды с открытым металлическим стаканчиком (если используется банка, то ее привязывают после того, как сеть уже промыта). Сеть опускают в воду на веревке по течению. Длина веревки должна составлять не менее 10–

15 м, чтобы сеть полностью погрузилась в воду. Для придонных ловов икорную сеть привязывают одной веревкой к якорю, а другой – к борту лодки (чтобы ее не оторвало течением от якоря).

Лов у берега на одном месте или на якоре проводят в течение 10 мин. Икорной сетью можно ловить с лодки, спуская ее вниз по течению реки, в течение 5 мин. Для получения сопоставимых данных о количестве молоди на единицу объема воды, лов икорной сетью необходимо проводить строго определенное время. При этом нужно учитывать скорость течения, так как в одно и то же время при различной скорости течения через орудие лова проходит разный объем воды. Для придонного лова икорную сеть загружают с таким расчетом, чтобы она шла у дна. По окончании лова сеть осторожно вынимают из воды: сначала к лодке подтягивают веревки, а затем сеть вынимают из воды в вертикальном положении, так чтобы весь улов находился в кутце (мотне – конец сети). Сеть промывают с наружной стороны из ведра или банки, чтобы смыть с кутца приставших к внутренней стороне сети личинок. После этого осторожно открывают стакан и выливают его содержимое в другую емкость (или отвязывают от икорной сети стеклянную банку), из которой через мельничное сито отливают примерно $\frac{1}{8}$ или $\frac{1}{9}$ часть воды. Чтобы личинки не разложились и были пригодны для определения, немедленно доливают тот объем (который был отлит из емкости первоначально) 4–5%-ным раствором формалина, в пробу кладут этикетку с соответствующей записью.

Для отлова личинок и мальков, в малозаросших проточных участках, можно применять *мальковый круг* или *сетку Кори*. Для сетки Кори (рис. 61) обычно используют шелковую материю (№ 4) или из конгресс-канву (крупноячеистый газ), с ячеей 2,5 мм, длина сети 150 см, ширина у верхнего края 60 см. Сетка Кори выставляется на течении обязательно на определенное время: 5, 10, 15 или 30 мин, в зависимости от обилия мальков, считая достаточным залов 150–200 экз.

Опускается сетка под поверхность воды так, чтобы верхняя подбора была на поверхности, причем к нижней подборе следует привязать свинцовые или каменные грузики. Для выбора наиболее уловистого и показательного места регулярных ловов необходимо предварительно провести пробные ловы в разных местах. Ловы следует проводить раз в 3 дня, причем кроме дневного времени весьма важны ловы в темное время (поздно вечером и ночью), когда иной раз бывают наиболее удачные и разнообразные заловы.

Для изготовления малькового круга используется тот же материал, что и для сетки Кори, его диаметр должен быть не менее 1 м.

В зарослях хорошо применять обыкновенный сачок с мешком из марли или мельничного газа № 10–15. Мешок имеет форму конуса длиной 40–45 см, дно закруглено. Диаметр железного обруча равен 40–50 см, сачок насаживается на деревянную ручку длиной 1–1,5 м. Мешок следует шить двойным швом и закруглить его конус.

При лове сачком среди зарослей, делают несколько взмахов в тех местах, где есть личинки или мальки. Для лова можно выбирать и участки, свободные от растительности. Важно учитывать, что недавно вылупившиеся из икринок очень мелкие предличинки рыб плохо видны, прячутся у дна, подвешиваются к растительности и т.п., поэтому надо ловить их в тех местах, где

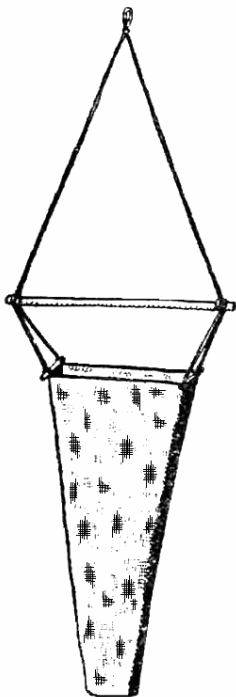


Рис. 61. Сетка Кори для лова мальков рыб

человек плохо видны, прячутся у дна, подвешиваются к растительности и т.п., поэтому надо ловить их в тех местах, где

личинок в воде визуально не видно. Сачком, осторожно проводя по растениям, можно собирать только что вышедших из икры предличинок, личинок а также уже оформившихся мальков, которые держатся стайками на мелководье и в тихих заводях (при большом улове одного вида лишняя молодежь выпускается в водоем). Сачок с уловом полностью из воды вынимать нельзя. Содержимое сачка вычерпывается в банку с водой, кутец сачка выворачивают и прополаскивают в банке. Пробу сразу же (на месте лова) фиксируют 2%-ным раствором формалина (1 часть формалина на 19 частей воды), а через сутки его заменить 4–5%-ным. Емкость с молодеью следует заливать до пробки, чтобы жидкость в ней не болталась и не повреждала тем самым органы и покровы рыб.

На мелководных перекатах быстрых рек и ручьев хорошие результаты дает лов мальков сеткой Киналева, которая представляет собой конусообразный мешок из мельничного газа № 9–10–15 с закругленным конусом (рис. 62).

Входное отверстие его обшивается плотным материалом, который прикрепляется к прямоугольной металлической раме размером 50 × 100 см или 30 × 75 см, длина мешка – 1,5 м. Сетка устанавливается либо против течения и в нее загоняется молодежь, либо протягивают ее по дну против течения.

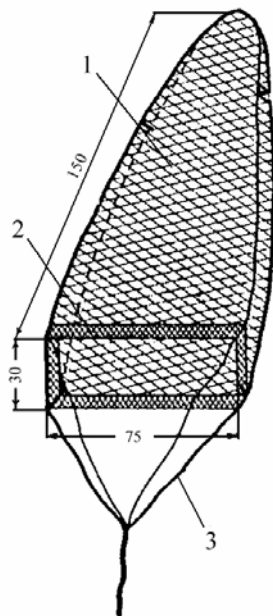


Рис. 62. Сетка Киналева (размеры даны в см):
1 – конусообразный мешок;
2 – прямоугольная металлическая рама;
3 – поводцы

Для лова подростшей молоди также можно рекомендовать *бредень (мальковая волокуша)*, который состоит из крыльев и мотни (или кутца) (рис. 63). Крылья делают из капроновой сетки № 8–10, ее можно заменить мешковиной, марлей или для крупной молоди хлопчатобумажной делью с размером ячеи 4–6 мм. Длина крыльев 2–3 м, ширина 70 см. Один конец крыльев пришивается к мотне, наружный крепится к палкам (клячам). Мотню делают из мельничного газа № 12–15, длина ее 1,0–1,5 м, конец закруглен. Если нет мельничного газа (сита), кутец делают из дели, обшивая его изнутри марлей. Верхний и нижний края волокуши обшивают плотным материалом. К верхнему краю прикрепляются поплавки из пенопласта или пробки, к нижнему – грузила. Верхние концы клячей (палка) должны выступать над верхним краем волокуши (бредня), чтобы волокушу при лове было удобнее вести, прижимая ее нижний край ко дну.

Для лова более взрослой молоди рыб целесообразно применение *комбинированной мальковой волокуши*. Общий ее размах от 15 до 50 м (рис. 64). Крылья готовятся из дели с ячеей 26 и 6 мм или только из дели с ячеей 5 мм; кутец длиной 3 м – из конгресс-канвы (или крупноячейного газа). Раскрытие волокуши (высота стенки) – 3 м. Крылья по высоте скошены у нижней подборы от 3 до 1 м ближе к клячам.

Количественная оценка волокушного лова может проводиться с учетом облавливаемой площади и высоты водного столба. Мальковые волокуши из шелкового сита могут использоваться не только как активные орудия лова, но и в качестве обметывающей стенки учетных площадок. При лове бреднем (волокушей), его тянут вдоль берега 10–15 м по течению, иногда против течения, или протягивают его из глубины к берегу. По окончании лова мотню бредня полностью из воды не вынимают, чтобы избежать травмирования молоди. Молодь отчерпывается вместе с водой в стеклянный сосуд, затем вода осторожно сливается через мельничный газ, а молодь (в полевых усло-

виях) фиксируется в сосуде 2%-ным раствором формалина, а затем презаливается 4–5%-ным. Лов бреднем проводят, главным образом, в прибрежных частях водоема, на небольших глубинах.

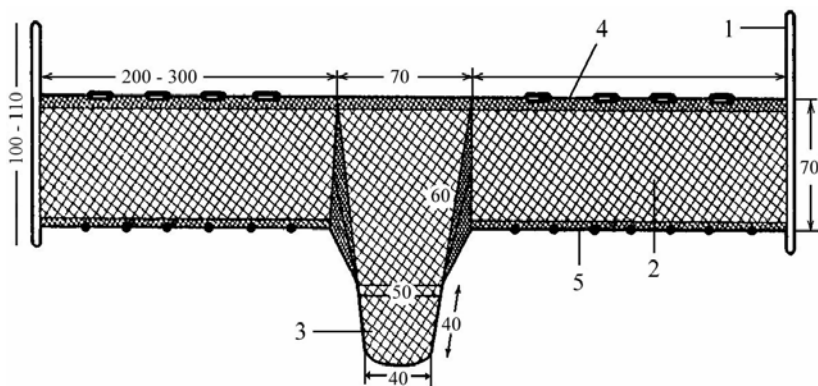


Рис. 63. Мальковая волокуша (размеры даны в см):
1 – кляч; 2 – крылья; 3 – кутец (мотня); 4 – верхняя подбора;
5 – нижняя подбора

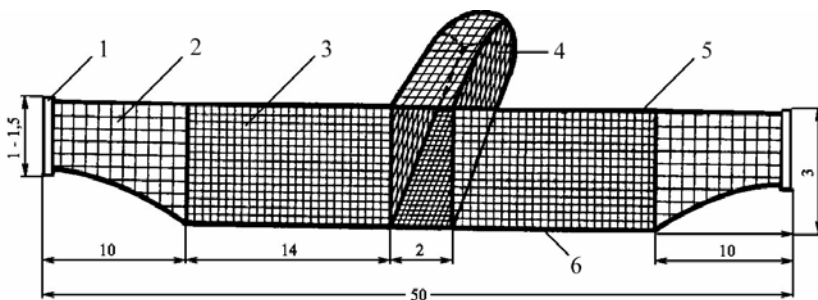


Рис. 64. Комбинированная мальковая волокуша (размеры в м):
1 – кляч (палка); 2 – крылья (ячейя 26 мм); 3 – полотно (ячейя 6 мм);
4 – кутец (из крупноячейного газа); 5 – верхняя подбора; 6 – нижняя подбора

Для того чтобы обловить глубины, превышающие средний рост человека, можно сделать бредень с высокими стенками, сильнее загрузить его нижнюю подбору, а верхней – придать большую плавучесть. Оба конца бредня снабжаются длинными веревками, одна из них привязывается к лодке, другую тянет идущий по берегу человек. Такой способ лова не всегда возможен и требует большой затраты сил. Облов бреднем возможен лишь в том случае, когда на дне водоема нет больших зарослей водных растений, коряг и прочих засоряющих дно предметов.

При выходе свободных эмбрионов из икры они проходят четыре основных периода в своем развитии: предличинки, личинки, мальки и сеголетки (рис. 65). Только что вышедшие из икры личинки держатся некоторое время на том же субстрате, что и икра, и почти не двигаются. После всасывания желточного мешка личинки переходят к активному питанию, делаются более подвижными и держатся стайками.

Для отлова молоди (мальков, сеголетков) можно использовать *ставные мелкоячейные сети* (ячейя 5–8–10 мм), длина сети 10 м, высота сети 1–2 м. Сети одиночные или порядки сетей (несколько сетей, соединенных вместе) устанавливаются на различных горизонтах с помощью буйков. Уловы могут дать определенное представление о направлении миграций, вертикальном и горизонтальном их размещении (в водохранилищах или озерах).

Метод учета площадок применим на мелководьях. Он заключается в том, что на обследуемой территории, чаще в зарослях растительности, ограничивается небольшой участок, в пределах которого проводятся учет и отлов молоди или отбор икры. Для ограничения контрольного участка можно использовать учетную раму из проволоки размером 0,5 × 0,5 м, мальковые волокуши из газа и учетный куб В.М. Кузнецовой – жесткий каркас, обтянутый тканью, или коробка квадратного сечения 0,5 × 0,5 м, высотой 0,8 м (из листового металла). Послед-

ний используется для учета ранней молоди рыб в густых зарослях мелководий. После набрасывания куба на участок с растительностью, донный край его вдавливается в грунт, затем выпалывается вся растительность из оконтуренной зоны и проводится учет молоди.

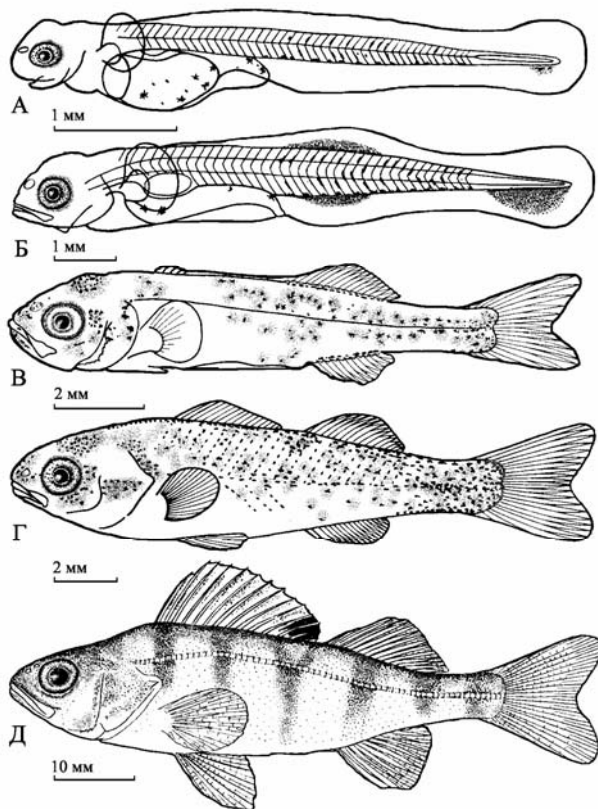


Рис. 65. Молодь обыкновенного окуня *Perca fluviatilis* (по: Коблицкая, 1981): А – предличинка длиной 5,0 мм; Б – ранняя личинка длиной 8,25 мм; В – поздняя личинка длиной 14 мм; Г – малёк длиной 20,5 мм; Д – сеголеток длиной 73 мм

Можно также ловить молодь на удочку, но это возможно лишь при наличии свободного времени, что в полевых условиях бывает очень редко.

Для записи уловов молоди следует иметь специальный журнал, где указываются дата и название водоема, характер биотопа, на котором проводился лов, количество и размер выловленной рыбы по каждому виду отдельно. Если улов большой, то фиксировать можно только часть его – после разборки; если в улове единичные экземпляры, то можно зафиксировать улов целиком. Наиболее крупные экземпляры (вполне оформившиеся рыбки) можно заворачивать в марлю по несколько штук вместе (снабдив их соответствующей этикеткой), которые фиксируются 4%-ным раствором формалина в железных или пластиковых емкостях.

Улов тщательно разбирается: просчитывается количество молоди по видам рыб. Если улов невелик (до 250–300 экз.), то измерение всех особей проводится с помощью штангенциркуля (лучше электронного) и определяются такие длины: ab – до основания хвостового плавника, ac – до конца хвостового плавника, l_{Sm} – до средних лучей хвостового плавника. Каждый малек взвешивается (электронные, торсионные весы).

Если улов велик, то из него предварительно отбираются все редко встречающиеся мальки, подлежащие измерению. Затем из основной массы улова отбирается проба в количестве 100–200 мальков. Проба берется объемным методом (половина, четверть и т.д. всего улова), сортируется по видам, промеряется и по группам (для каждого вида) взвешивается. При групповом взвешивании должен быть точный штучный просчет для последующего вычисления общего количества и средней массы мальков.

Все эти данные записываются в журнал измерений мальков с указанием места, даты лова. В дневник записываются общие наблюдения над ходом данных работ с краткой характеристикой распределения мальков, различия в дневных и ночных ловах и т.д.

Если мальки не могут быть определены, то проводится только их просчет и делается соответствующая запись в журнал, а затем мальки фиксируются слабым раствором (2%-ным) формалина (на 1 часть 40%-ного формалина добавляется 19 частей воды) в отдельной банке и снабжаются этикеткой. После 2–4-дневного выдерживания мальков в формалине следует их переложить в емкость с спиртом 60–70°.

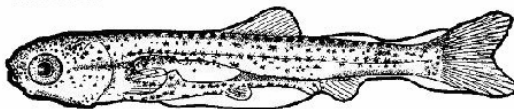
Рекомендуется осуществлять сбор материала по молоди рыб через следующие промежутки времени: сразу после выклева, через 3, 7, 14, 21 день и в возрасте одного месяца. Поскольку в эти промежутки времени происходят последовательные существенные изменения в строении молоди, то они широко могут быть использованы для характеристики развития отдельных видов. В указанном возрасте для многих рыб характерно видовое расположение пигментных пятен (и клеток), что также может использоваться для более полной характеристики вида (рис. 66). Однако даже для представителей одного семейства можно найти дифференцирующие признаки (рис. 67).

Сбор материалов по питанию молоди проводится теми же способами и с соблюдением тех же правил, какими пользуются при сборе материала по питанию взрослых рыб (подробно рассмотрено в главе 7). По отношению к молоди хищных рыб важно подметить момент перехода молоди к «хищному» образу питания.

Измерение молоди рыб более удобно проводить в лабораторной обстановке.

При изучении морфологических признаков особое внимание рекомендуется уделять следующим: число чешуй в боковой линии или число поперечных рядов чешуй, число жаберных тычинок, число ветвистых лучей в спинном и анальном плавниках, длина тела, длина головы, диаметр глаза, высота тела, антедорсальное расстояние, длина хвостового стебля, длина спинного плавника, высота спинного плавника, длина грудного плавника (одного из двух).

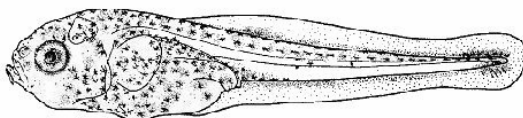
Плотва



Сибирский голец-усач



Налим



Окунь



Ротан

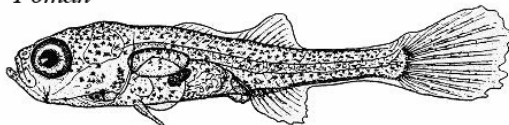


Рис. 66. Внешний вид и степень выраженности пигментации у поздних личинок некоторых рыб

Названные признаки (число их около 15), по-видимому, имеют (одни большую, другие малую) зависимость от возраста рыбы, но этими признаками не охватываются все возрастные изменения морфологических признаков молоди.

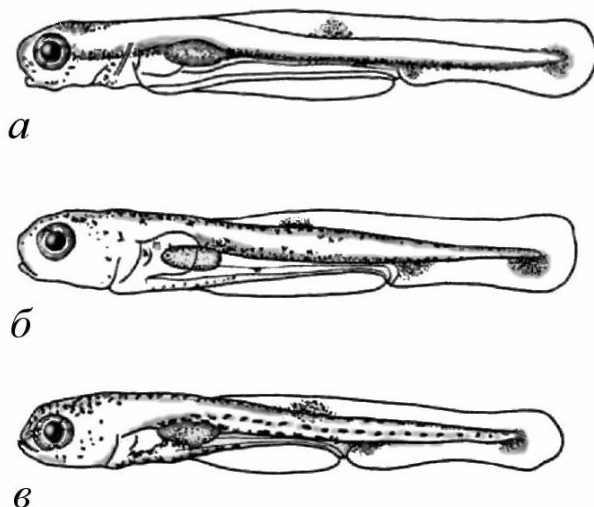


Рис. 67. Расположение линий пигмента у ранних личинок карповых рыб (*Cyprinidae*): а – одна линия пигмента (линъ); б – две линии пигмента (сазан); в – три линии пигмента (плотва)

Дополнительную информацию по сбору и обработке молоди рыб можно найти в специальных пособиях и руководствах (Ланге и др., 1977; Пахоруков, 1980; Коблицкая, 1981; Ланге, Дмитриева, 1981; Богданов, 1998; Шестаков, 1998; Петлина, Романов, 2004, 2007 и др.).

11. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ИХТИОЛОГИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

Ихтиологические материалы, собранные в период полевых работ, дальше обрабатываются в лабораторных условиях. Методика лабораторных ихтиологических работ довольно подробно изложена в соответствующих методических руководствах, но опыт показывает, что в полевых условиях можно проводить предварительную разборку и частичную обработку собранных проб. В полевых условиях первичная обработка материала должна осуществляться следующим образом:

1) прежде всего, весь научный материал должен быть строго инвентаризирован, причем в инвентаризацию следует внедрять принцип карточной системы. Подобную базу данных необходимо создать и на ЭВМ;

2) нужно составить карточки для материала по возрасту рыб, на которых пишется вид рыбы, указывается пол, длина тела (l , l_{sm}), масса (Q , q) и оставляется место для будущей записи возраста;

3) в полевой обстановке можно приготовить препараты по возрасту (например, чешуя промывается в 5%-ном растворе аммиака, после чего 5–10 чешуй закладывается между предметными стеклами и зажимается малярным скотчем, на котором оформляется этикетка). Труднее приготовить шлифы для костей. Для работы по изготовлению шлифов нужно иметь весьма несложный инструментарий: спиртовку, куски канифоли, матовое стекло и 1–2 мелких (полубархатных) напильника. Окончательную обработку шлифов можно оставить до лабораторных исследований;

4) коллекция рыб должна содержаться в полном порядке: каждый экземпляр фиксированной рыбы должен быть снабжен

этикеткой с указанием: местного и научного названия вида рыбы, времени (число, месяц и год), места отлова и обязательно фамилии собиравшего ихтиологический материал;

5) по меристическим (счетным) и пластическим признакам (включенных в список промеров рыб для морфологии) необходимо в дальнейшем составить базу данных на ЭВМ в офисной программе Microsoft Excel. Эти данные будут обрабатываться в электронных таблицах для расчета индексов признаков и получения основных статистических характеристик у собранного морфологического материала;

6) можно заниматься и подсчетом икры, взятой для определения плодовитости рыб;

7) проводить предварительную разборку проб молоди рыб, помещая ее в отдельные банки (с учетом видовой принадлежности);

8) промеры молоди желательно проводить на свежем материале.

Перечисленные виды работ может осуществлять (при наличии неограниченного времени) любой наблюдатель-исследователь в полевых условиях.

Все рукописные материалы (дневники, отдельные журналы по возрасту рыб, питанию, размножению и т.д.) должны поступить из мест наблюдений в лабораторию в таком виде, чтобы ими мог пользоваться и обрабатывать любой научный сотрудник (соответствующей специальности), а не только исследователь, который проводил сборы этих материалов. Никаких условных обозначений, понятных только одному наблюдателю, в имеющихся записях (дневники, журналы, этикетки) не должно быть.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Алексеев С.С., Осинов А.Г. Тупорылые ленки (род *Brachymystax*: *Salmoniformes*, Salmonidae) бассейна Оби: новые данные по морфологии и аллозимной изменчивости // Вопр. ихтиологии. 2006. Т. 46, № 4. С. 478–494.
- Андреев В.Л., Решетников Ю.С. Исследование внутривидовой морфологической изменчивости сига *Coregonus lavaretus* (L.) методами многомерного статистического анализа // Вопр. ихтиологии. 1977. Т. 17, вып. 5. С. 862–878.
- Андряшев А.П. Обзор рыб-бородаток рода *Pogonophryne* Regan (*Pisces*, Harpagiferidae) с описанием пяти новых видов из Восточной Антарктики и Южных Оркнейских островов // Рез. биол. исслед. Сов. антаркт. эксп. (1955–1958). Исслед. фауны морей. Л.: Наука. Т. 4 (12), № 3. С. 389–412.
- Андряшев А.П., Якубовски М. Морфологическое обоснование родового обособления антарктических широколобиков (*Trematomus borchgrevinki* Boulenger и *T. brachysoma* Pappenheim) и новый статус рода *Pagothenia* Nichols et LaMonte (Nototheniidae) // Зоол. журн. Т. 50, вып. 7. С. 1041–1055.
- Анохина Л.Е. Закономерности изменения плодовитости рыб на примере осенне- и весенненерестующей салаки. М.: Наука, 1969. 295 с.
- Атлас пресноводных рыб России: В 2 т. / Под ред. Ю.С. Решетникова. М.: Наука, 2002. Т. 1. 379 с.; Т. 2. 253 с.
- Бабкина Н.Л. Плотва Мороцкого озера. Сообщ. 2: Анализ изменчивости числа позвонков и особенностей строения каналов сейсмосенсорной системы в ряду поколений и у разных полов // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1990. Вып. 85. С. 47–50.
- Бабуева Р.В. Современная ихтиофауна Верхней Оби // Первый конгресс ихтиологов России: Тез. докл. М., 1997. С. 140.
- Барсуков В.В., Световидов А.Н. Изменение длины и пропорций тела рыб при фиксации // Вопр. ихтиологии. 1966. Т. 4, вып. 3. С. 468–476.

- Башмаков В.Н.* Акклиматизация сигов в озерах Большом и Инголе Красноярского края // Тр. Том. ун-та. 1953. Т. 125. С. 167–182.
- Берг Л.С.* Рыбы бассейна реки Хатанги // Матер. Комис. АН СССР по изуч. Якут. АССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1926. Вып. 2. С. 1–22.
- Берг Л.С.* Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М.; Л.: Изд-во АН СССР. 1948–1949. Ч. 1. 1948. 466 с.; Ч. II. 1949. С. 469–925.; Ч. III. 1949. С. 929–1382.
- Богданов В.Д.* Морфологические особенности развития и определитель личинок сиговых рыб р. Оби. Екатеринбург.: УО АН СССР, 1998. 54 с.
- Богоров В.Г.* Инструкция по сбору и обработке материала по исследованию питания планктоноядных рыб. М.: ВНИРО, 1934. 13 с.
- Богуцкая Н.Г., Насека А.М.* Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями. М.: Товарищество науч. изд. КМК, 2004. 389 с.
- Бойко Е.Г.* Методика определения возраста рыб по спилам плавников // Тр. Азов.-Чер. НИРО. 1951. Т. 15. С. 141–168.
- Бочкарев Н.А., Зуйкова Е.И.* Дополнительные возможности сбора морфологических данных у рыб // Биологические аспекты рационального использования и охраны водоемов Сибири. Томск: Лито-Принт, 2007. С. 24–25.
- Бочкарев Н.А., Романов В.И.* Межгодовая изменчивость морфологических признаков у некоторых видов рыб из различных экосистем // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2009. № 1. С. 49–56.
- Брюзгин В.Л.* Методы изучения роста рыб по чешуе, костям и отолитам. Киев: Наукова думка, 1969. 186 с.
- Бузмаков Г.Т., Поляков А.Д.* Рыбы Кузбасса. Кемерово: Кемеров. ЦНТИ, 2002. 32 с.
- Васильева Е.Д.* Вьюны (род *Misgurnus*, Cobitidae) азиатской части России. I. Видовой состав рода в водах России (с описанием нового вида) и некоторые номенклатурные и таксономические проблемы близких форм с территориями сопредельных стран // Вопр. ихтиологии. 2001. Т. 41, № 5. С. 581–592.
- Васильева Е.Д.* Популярный атлас-определитель. Рыбы. М.: Дрофа, 2004. 400 с.
- Веселов Е.А.* Определитель пресноводных рыб фауны СССР. М.: Провсвещение, 1977. 238 с.

- Вовк Ф.И. О методике реконструкции роста рыб по чешуе // Тр. биол. ст. «Борок» АН СССР. 1955. Вып. 2. С. 351–392.
- Гидрохимия: лабораторные работы для студентов специализации «гидробиология». Красноярск: Изд-во Красноярск. ун-та, 1984. 30 с.
- Галкин Г.Г. Атлас чешуй пресноводных костистых рыб // Изв. ВНИОРХ. 1958. Т. 46. 105 с.
- Глубоковский М.К. Внутривидовая изменчивость и межвидовые отличия особенностей строения черепа у гольцов (*Salvelinus*, *Salmoniformes*) // Фауна пресных вод Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1980. С. 136–184.
- Глубоковский М.К. Эволюционная биология лососевых рыб. М.: Наука, 1995. 343 с.
- Голубцов А.С., Малков Н.П. Особенности ихтиофауны верховьев Оби в пределах Республики Алтай с точки зрения биогеографии и сохранения биоразнообразия // Экология рыб Обь-Иртышского бассейна. М.: Товарищество науч. изд. КМК, 2006. С. 333–359.
- Голубцов А.С., Малков Н.П. Очерк ихтиофауны Республики Алтай: систематическое разнообразие, распространение и охрана. М.: Товарищество науч. изд. КМК, 2007. 164 с.
- Гончаров А.М., Сметанин М.М. Способ объективного определения возраста и изучения роста рыб по чешуе // Биология внутр. вод: Информ. бюл. 1974. № 22. С. 63–67.
- Григораиш В.А., Спановская В.Д. Изучение питания и пищевых отношений вида // Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. Вильнюс: Мокслас, 1976. Ч. II. С. 93–103.
- Гундризер А.Н., Иоганзен Б.Г., Кривошеков Г.М. Рыбы Западной Сибири. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1984. 120 с.
- Дебуадзе Ю.Ю. Экологические закономерности изменчивости роста рыб. М.: Наука, 2001. 276 с.
- Денисова С.И. Полевая практика по экологии. Минск, 1999. 120 с.
- Жаков Л.А., Менишуткин В.В. Практические занятия по ихтиологии: Учеб. пособие. Ярославль: Изд-во Ярослав. ун-та, 1982. 112 с.
- Журавлев В.Б. Рыбы бассейна Верхней Оби // Экология рыб Обь-Иртышского бассейна. М.: Товарищество науч. изд. КМК, 2006. С. 194–224.

- Залозный Н.А. Практическое руководство по химическому анализу природных вод: Метод. указания. Томск, 1989. Ч. 1. 30 с.
- Зиновьев Е.А., Мандрица С.А. Методы исследования пресноводных рыб: Учеб. пособие по спецкурсу. Пермь: Изд-во Пермск. ун-та, 2003. 115 с.
- Зуев И.В. Гольяны рода *Phoxinus* (сем. Cyprinidae) бассейнов рек Енисея и Пясины: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Томск, 2007. 22 с.
- Ивлев В.С. Экспериментальная экология питания рыб. М.: Пищепромиздат, 1955. 251 с.
- Ивлев В.С. Экспериментальная экология питания рыб. Киев: Наукова думка, 1977. 272 с.
- Изюмов Ю.Г., Касьянов А.Н., Яковлев В.Н. Популяционная морфология плотвы *Rutilus rutilus* водоемов верхней Волги // Фенетика популяций. М.: Наука, 1982. С. 222–233.
- Инструкция для сбора и первичной обработки бентоса. М.; Л.: Пищепромиздат, 1939. 24 с.
- Интересова Е.А. К вопросу о проблемах использования фенетического метода в популяционных исследованиях карповых рыб // Экология и рациональное природопользование на рубеже веков. Итоги и перспективы // Матер. Междунар. конф. Томск, 2000. Т. 3. С. 36–38.
- Интересова Е.А. О находке вьюна *Misgurnus nikolskyi* Vasil'eva в водоемах юга Западной Сибири // X Съезд Гидробиологического общества при РАН: Тез. докл. Владивосток: Дальнаука, 2009. С. 161–162.
- Интересова Е.А., Ядренкина Е.Н., Васильева Е.Д. Находка вьюна Никольского *Misgurnus nikolskyi* (Cobitidae) на юге Западной Сибири // Вопр. ихтиологии. 2010. Т. 50, № 2. С. 270–273.
- Исследования размножения и развития рыб: Метод. пособие. М.: Наука, 1981. 225 с.
- Иоганзен Б.Г. Краткое пособие к изучению пресноводных беспозвоночных // Инструкция по биологическим исследованиям для краеведов. Томск, 1939. Вып. 1. С. 5–20.
- Иоганзен Б.Г. Рыбохозяйственные районы Западной Сибири и их биолого-промысловая характеристика // Тр. Том. ун-та. 1953. Т. 125. С. 7–44.
- Иоганзен Б.Г. К изучению плодовитости рыб // Тр. Том. ун-та. 1955. Т. 131. С. 139–162.

- Иоганзен Б.Г., Петкевич А.Н., Воинов Н.П. и др. Акклиматизация и разведение ценных рыб в естественных водоемах и водохранилищах Сибири и Урала. Свердловск: Средне-Урал. кн. изд-во, 1972. 286 с.
- Казаков Р.В. Методика исследования половых продуктов самцов рыб // Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. Вильнюс: Мокслас, 1981. Ч. IV. С. 108–118.
- Карасев Г.Л. Зоогеографическое районирование территории Западно-Сибирского региона по фауне рыб // Экология рыб Обь-Иртышского бассейна. М.: Товарищество науч. изд. КМК, 2006. С. 37–70.
- Кафанова В.В. Методы определения возраста и роста рыб: Учеб. пособие. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1984. 56 с.
- Кириллов А.Ф. Практическое пособие по камеральной обработке материалов для изучения рыб: Учеб. пособие. Якутск: Изд-во Якут. ун-та, 2002а. Ч. II. 64 с.
- Кириллов А.Ф. Практическое пособие по сбору материалов для изучения рыб: Учеб. пособие. Якутск, 2002б. Ч. I. 40 с.
- Киселев И.А. Изучение планктона водоемов. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950. 40 с.
- Клер В.О. Некоторые данные к определению возраста рыб по костям // Вестн. рыбопром. 1916. № 3.
- Коблицкая А.Ф. К изучению нерестилищ пресноводных рыб: Метод. пособие. Астрахань, 1963. 64 с.
- Коблицкая А.Ф. Изучение нереста пресноводных рыб. М.: Пищевая промышленность, 1966. 109 с.
- Коблицкая А.Ф. Определитель молоди пресноводных рыб. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. 207 с.
- Колосов М.Ю., Скалон Н.В. Ихтиофауна Беловского и Яшкинского районов Кемеровской области // Тр. Кузбас. комплексной экспедиции. Кемерово, 2004. Т. 1. С. 290–297.
- Корляков К.А., Мухачев И.С. О европейской корюшке *Osmerus eperlanus*, вселенной в озеро Большой Кисегач на Южном Урале // Вопр. ихтиологии. 2009. Т. 49, № 5. С. 687–692.
- Кошелев Б.В. Экология размножения рыб. М.: Наука, 1984. 309 с.
- Куликов Е.В. Возможные последствия для рыбного хозяйства на Иртыше от увеличения забора воды в КНР // Известия Челябинского научного центра УрО РАН. Челябинск, 2007. № 4 (38). С. 55–58.

- Кучерявый А.В., Савваитова К.А., Павлов Д.С., Груздева М.А. и др. Вариации жизненной стратегии тихоокеанской миноги *Lethenteron camtschaticum* реки Утхолок (Западная Камчатка) // Вопр. ихтиологии. 2007. Т. 47, № 1. С. 42–57.
- Ланге Н.О., Дмитриева Е.Н., Песериди Н.Е., Исламгазиева Р.Б. Особенности развития молоди костистых рыб р. Урал. М.: Наука, 1977. 112 с.
- Ланге Н.О., Дмитриева Е.Н. Методика морфоэкологических исследований развития молоди рыб // Исследования размножения и развития рыб: Метод. пособие. М.: Наука, 1981. С. 67–88.
- Логашев М.В. Озеро Мелкое и его рыбохозяйственное использование // Тр. Ин-та полярного земледелия, животноводства и промыслового хозяйства. Сер. Промысловое хозяйство. 1940. Вып. 11. С. 7–72.
- Лукин А.В. Биологическая дифференцировка локальных стад леща (*Abramis brama*) Куйбышевского водохранилища // Зоол. журн. 1975. Т. 54, вып. 7. С. 1037–1047.
- Матковский А.К. Рыбы Обской и Тазовской губы Карского моря // Экология рыб Обь-Иртышского бассейна. М.: Товарищество науч. изд. КМК, 2006. С. 311–325.
- Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. М.: Наука, 1974. 254 с.
- Методические рекомендации по применению современных методов изучения питания рыб и расчета рыбной продукции по кормовой базе в естественных условиях. Л.: ГосНИОРХ, 1980. 27 с.
- Мина М.В. Рост рыб (методы исследования в природных популяциях) // Рост животных. Зоология позвоночных: итоги науки и техники. М.: ВИНТИ, 1973. Т. 4. С. 68–115.
- Мина М.В. О методике определения возраста рыб при проведении популяционных исследований // Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. Вильнюс: Мокслас, 1976. Ч. II. С. 31–37.
- Мина М.В., Алексеев С.С. К познанию фенетической структуры рода *Brachymystax* (*Salmoniformes*, *Salmonidae*): о формах ленков в бассейне Оби // Зоол. журн. 1985. Т. 64, № 4. С. 549–561.
- Мина М.В., Клевезаль Г.А. Принципы исследования регистрирующих структур // Успехи современ. биологии. 1970. Т. 70, № 3 (6). С. 341–352.

- Мина М.В., Клевезаль Г.А.* Рост животных. Анализ на уровне организма. М.: Наука, 1976. 291 с.
- Мина М.В., Левин Б.А., Мироновский А.Н.* О возможностях использования в морфометрических исследованиях рыб оценок признаков, полученных разными операторами // *Вопр. ихтиологии.* 2005. Т. 45, № 3. С. 331–341.
- Мироновский А.Н.* Факторы, обуславливающие сопоставимость данных, полученных путем оценки пластических признаков рыб // *Вопр. ихтиологии.* 2006. Т. 46, № 2. С. 240–251.
- Митрофанов В.П.* Экологические основы морфологического анализа рыб (Учебное пособие для студентов-ихтиологов). Алма-Ата, 1977. 35 с.
- Мязгов Н.А.* Атлас-определитель рыб: Кн. для учащихся. М.: Просвещение, 1994. 282 с.
- Мухачев И.С.* Увеличение биоразнообразия фауны рыб Обского бассейна // *Международная научная конференция «Новые технологии в защите биоразнообразия в водных экосистемах».* М., 2002. С. 149.
- Неелов А.В.* Сейсмочувствительная система и классификация керчаковых рыб (*Cottidae: Muoxocephalinae, Artediellinae*). Л.: Наука, 1979. 208 с.
- Нельсон Дж.С.* Рыбы мировой фауны: Пер. 4-го перераб. англ. изд. / Предисл. и толковый словарь Н.Г. Богущкой, А.М. Насеки, А.С. Герда. М.: ЛИБРОКОМ, 2009. 880 с.
- Никольский Г.В.* Частная ихтиология. М.: Сов. наука, 1950. 436 с.
- Никольский Г.В.* Структура вида и закономерности изменчивости рыб. М.: Пищевая промышленность, 1980. 184 с.
- Пахоруков А.М.* Изучение распределения молоди рыб в озерах и водохранилищах: Метод. разработка. М.: Наука, 1980. 63 с.
- Петлина А.П.* Определение плодовитости и стадий зрелости рыб: Учеб. пособие. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1987. 106 с.
- Петлина А.П., Романов В.И.* Изучение молоди пресноводных рыб Сибири. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2004. 203 с.
- Петлина А.П., Романов В.И.* Изучение молоди пресноводных рыб Сибири. 2-е изд., доп. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2007. 244 с.
- Петропавловская М.Б.* Методические указания в учебной практике по зоологии. Барнаул: Изд-во сельхоз. ин-та, 1973. 213 с.
- Поляков Г.Д.* Экологические закономерности популяционной изменчивости рыб. М.: Наука, 1975. 159 с.

- Попов П.А.* Рыбы Сибири: распространение, экология, вылов. Новосибирск: Изд-во НГУ, 2007. 526 с.
- Правдин И.Ф.* Руководство по изучению рыб. Л.: Изд-во ЛГУ, 1939. 245 с.
- Правдин И.Ф.* Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.
- Рекомендации* рыболовам-любителям на водоемах Западной Сибири / Под ред. А.Н. Гундризера. Новосибирск, 1980. 56 с.
- Решетников Ю.С.* Экология и систематика сиговых рыб. М.: Наука, 1980. 300 с.
- Романов В.И.* Ихтиофауна плато Путорана: История исследования ихтиофауны плато Путорана. Особенности гидросети и разнообразие ихтиофауны плато Путорана. Аннотированный список видов рыбообразных и рыб плато Путорана // Фауна позвоночных животных плато Путорана. М., 2004. С. 29–89.
- Романов В.И.* Изменение морфологии сибирского сига в процессе формирования Хантайского водохранилища // Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб. Тюмень, 2010. С. 54–59.
- Руководство* по изучению питания рыб в естественных условиях. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 263 с.
- Рыбы озера Байкал и его бассейна* / Н.М. Пронин, А.Н. Матвеев, В.П. Самусенок и др. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2007. 284 с.
- Сакун О.Ф., Буцкая Н.А.* Определение стадий зрелости и изучение половых циклов рыб. Мурманск: Главрыбвод, 1968. 47 с.
- Сиделев Г.Н.* Ихтиофауна крупных озер // Озера северо-запада Сибирской платформы. Новосибирск: Наука, 1981. С. 151–171.
- Сиделева В.Г., Гото А.* Видовой статус и переописание трёх видов группы *Cottus poecilopus* (Cottidae) Евразии // Вопр. ихтиологии. 2009. Т. 49, № 5. С. 617–631.
- Скрябин А.Г.* Рыбы Баунтовских озер Забайкалья. Новосибирск: Наука, 1977. 230 с.
- Скорняков В.И., Аполлова Т.А., Мухордова Л.Л.* Практикум по ихтиологии. М.: Агропромиздат, 1986. 296 с.
- Слуцкий Е.С.* Изменчивость рыб // Изв. ГосНИОРХ. 1978. Т. 134. С. 3–132.

- Смирнов В.С., Божко А.М., Добринская Л.А. Основные требования к сбору и обработке материала по костистым рыбам при использовании метода морфофизиологических индикаторов // Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. Вильнюс: Моклас, 1974. Ч. I. С. 26–37.
- Смирнов В.С., Божко А.М., Рыжков Л.П., Добринская Л.А. Применение морфофизиологических индикаторов в экологии рыб. Петрозаводск: Карелия, 1972. 168 с.
- Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. Вильнюс: Моклас, 1974. Ч. I. 145 с.
- Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. Вильнюс: Моклас, 1976. Ч. II. 142 с.
- Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. Вильнюс: Моклас, 1978. Ч. III. 142 с.
- Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. Вильнюс: Моклас, 1981. Ч. IV. 137 с.
- Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. Вильнюс: Моклас, 1985. Ч. V. 146 с.
- Турдаков А.Ф. Воспроизводительная система самцов рыб. Фрунзе: Илим, 1972. 279 с.
- Черешнев И.А., Шестаков А.В., Скопец М.Б. Определитель пресноводных рыб Северо-Востока России. Владивосток: Дальнаука, 2001. 129 с.
- Чугунов Н.Л. Определение возраста и темпа роста рыб по костям: Сб. ст. по методике определения возраста и роста рыб / Под ред. Ф.И. Баранова, А.И. Березовского. Красноярск, 1926. С. 1–16.
- Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М.: Изд-во АН СССР, 1959. 64 с.
- Шатуновский М.И., Рубан Г.И. Экологические аспекты возрастной динамики показателей воспроизводства рыб // Экология. 2009. № 5. С. 339–347.
- Шедько С.В. Список круглоротых и рыб пресных вод побережья Приморья // Чтения памяти В.Я. Леванидова. Владивосток: Дальнаука, 2001. Вып. 1. С. 229–249.
- Шедько С.В., Шедько М.Б. Новые данные по пресноводной ихтиофауне юга Дальнего Востока России // Чтения памяти В.Я. Леванидова. Владивосток: Дальнаука, 2003. Вып. 2. С. 319–336.

- Шестаков А.В.* Биология молоди сиговых рыб бассейна реки Анадырь. Владивосток: Дальнаука, 1998. 111 с.
- Ядренкина Е.Н., Интересова Е.А., Ядренкин А.В., Хакимов Р.М.* К вопросу о пространственной дифференциации популяций карповых рыб озера Чаны (Западная Сибирь). Особенности изменчивости остеометрических признаков речной и озерной групп язя *Leuciscus idus* и плотвы *Rutilus rutilus* (сем. Cyprinidae) // Сиб. экол. журн. 2005. № 2. С. 293–304.
- Яшинов В.А.* Малый практикум по гидробиологии. М.: Сов. наука, 1952. 266 с.
- Яшинов В.А.* Практикум по гидробиологии. М.: Высш. шк., 1969. 428 с.
- Harder A.* Anatomie der Fische. Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas. A.E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 1964. Bd. II.
- Hoľčik J., Bănărescu P., Evans D.* General Introduction to Fishes // The Freshwater Fishes of Europe. Wiesbaden: AULA Verl., 1989. P. 18–147.
- Hoľčik J., Hensel K., Nieslanik J., Skácel L.* Hlvatka. Hucho hucho (Linnaeus, 1758). Veda: Bratislava, 1984. 307 p.
- Karjalainen J.* Effects different preservation methods on total length and weight of larval Vendace [*Coregonus albula* (L.)] // Nord. J. Freshwater Res. 1992. № 67. P. 88–90.
- Kottelat M., Freyhof J.* Handbook of European freshwater fishes. Delémont, Switzerland, 2007. 646 p.
- Norden C.R.* Comparative osteology of representative salmonid fishes, with particular reference to the grayling (*Thymallus arcticus*) and its phylogeny // J. Fish. Res. Board Can. 1961. Vol. 18 (5). P. 679–791.
- Shaposhnikova G.Kh.* On the taxonomy of whitefishes from the USSR // Biology of Coregonid fishes. Winnipeg: Univ. of Manitoba Press, 1970. P. 195–207.
- Smitt F.A.* Kritisk förteckning öfver de i Riksmuseum befintliga Salmonider // Handl. Cvenska Vet. Akad. 1886. B. 21, № 8. 336 s.
- Urbanowicz K.* Osteologia karpia. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 1956. 99 p.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Образец обложки и страниц ихтиологического журнала

КАФЕДРА ИХТИОЛОГИИ И ГИДРОБИОЛОГИИ

Томского госуниверситета

Адрес кафедры:
634050 г. Томск,
пр. Ленина 36

ИХТИОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

*Рекомендуется
заполнять карандашом*

Вид рыбы _____

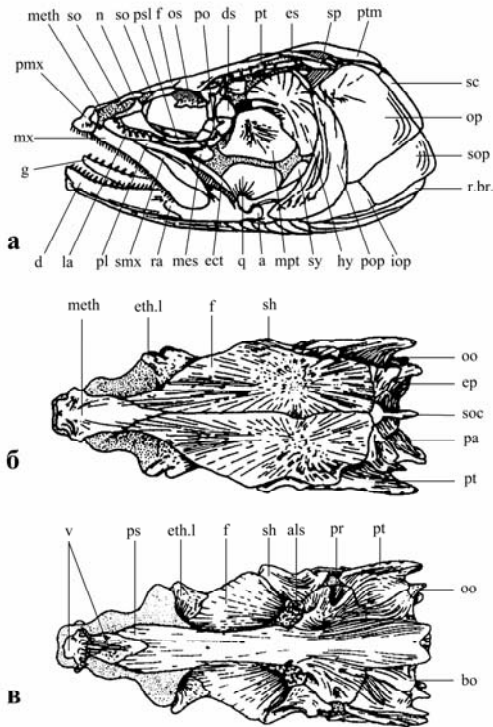
Водоем _____

Место лова _____

Коллектор _____

Дата сбора _____

Приложение 2

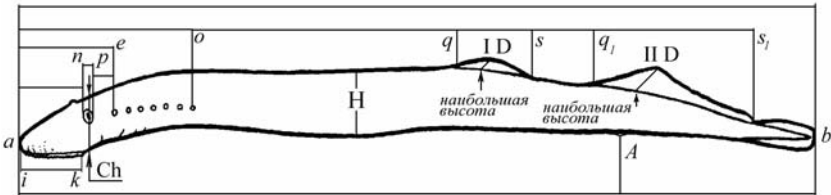


Примечание. Расположение костей на голове (**a** – вид сбоку) и хондрокраниуме (**б** – вид сверху, **в** – вид снизу) тайменя *Hucho hucho* (по: Holčík et al., 1984). Обозначения: *a* – articulare, *als* – alisphenoideum, *bo* – basioccipitale, *d* – dentale, *ds* – dermosphenoticum, *ect* – ectopterygoideum, *ep* – epioticum, *es* – extrascapulare, *eth. l* – ethmoidale laterale, *f* – frontale, *g* – glossohyale, *hy* – hyomandibulare, *iop* – interoperculum, *la* – lacrimale, *mpt* – metapterygoideum, *mes* – mesopterygoideum, *meth* – mesethmoideum, *n* – nasale, *oo* – opisthoticum, *op* – operculum, *os* – orbitosphenoideum, *pa* – parietale, *pl* – palatinum, *pmx* – praemaxillare, *po* – postorbitale, *pop* – praeoperculum, *pr* – prooticum, *ps* – parasphenoideum, *psl* – postlacrimale, *pt* – pteroticum, *ptm* – posttemporale, *q* – quadratum, *ra* – retroarticulare, *r. br.* – radii branchiostegi, *sc* – supracleithrum, *sh* – sphenoticum, *mx* – maxillare; *smx* – supramaxillare, *so* – supraorbitale, *soc* – supraoccipitale, *sop* – suboperculum, *sp* – suprapraeoperculum, *sy* – symplecticum, *v* – vomer.

Схемы промеров представителей рыбообразных и рыб некоторых семейств (с комментариями)

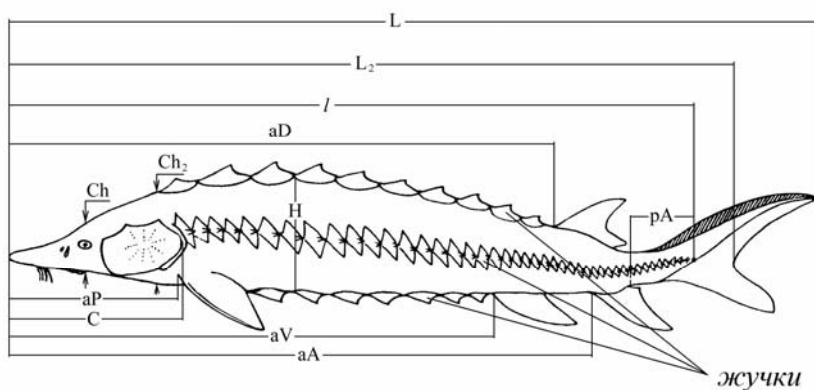
В основу данных иллюстраций легли общепринятые схемы промеров (Правдин, 1966; Holčík et al., 1989). Полезную информацию по этой теме можно также найти в публикации А.В. Кучерявого и др. (2007). Расширенные комментарии к промерам и их полную номенклатуру помещены в главе 4.

3–1. Схема промеров морфологических признаков миноговых:



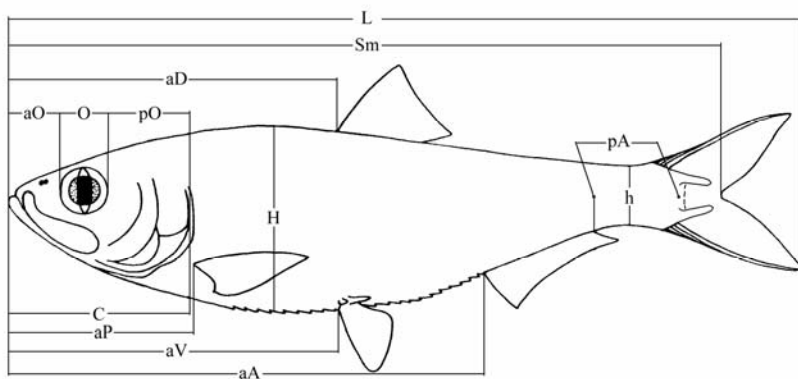
Примечание. ab – вся длина миноги; H – наибольшая высота тела; Ch – высота головы на уровне глаза; ae – расстояние от конца рыла до первого жаберного отверстия; an – длина рыла; np – диаметр глаза (горизонтальный); pe – промежуток между глазом и первым жаберным отверстием; ik – диаметр ротового диска; ao – длина головы с жаберным аппаратом; aq – антедорсальное расстояние; aA – расстояние от конца рыла до ануса; sq_1 – промежуток между ID и IID; qs – длина основания ID; q_1s_1 – длина основания IID; s_1b – длина спинной части хвостового плавника (C); Ab – расстояние от ануса до конца C.

3–2. Схема промеров морфологических признаков осетровых рыб:



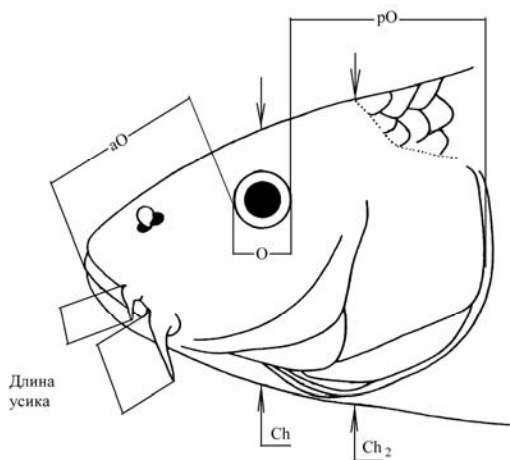
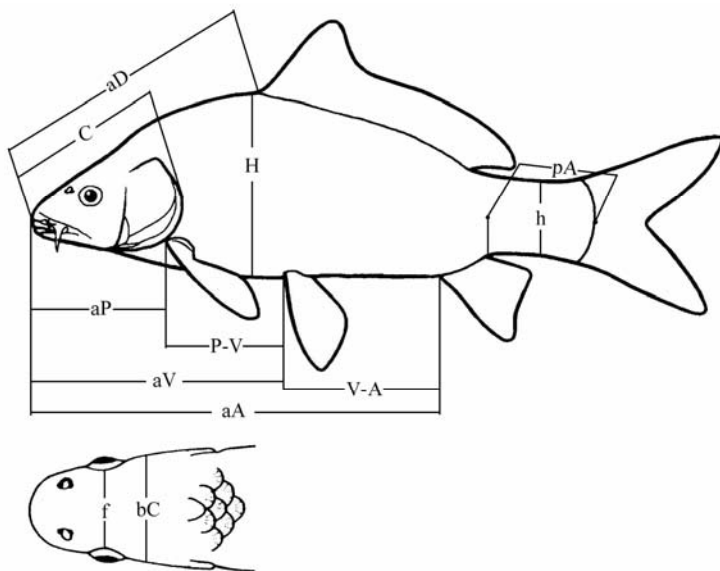
Примечание. Жучки просчитываются по трем рядам (спинные, боковые и брюшные) с левой стороны. Измерения рыла осетровых рыб показаны на рис. 35.

3–3. Схема промеров морфологических признаков сельдевых рыб:

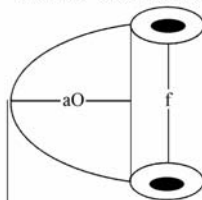


Примечание. Если верхняя челюсть сельди длиннее нижней, то промеры осуществляют от нее.

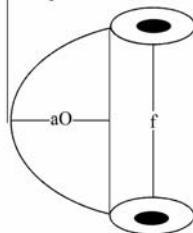
3–4. Схема промеров морфологических признаков карповых рыб:



Гольян Чекаповского

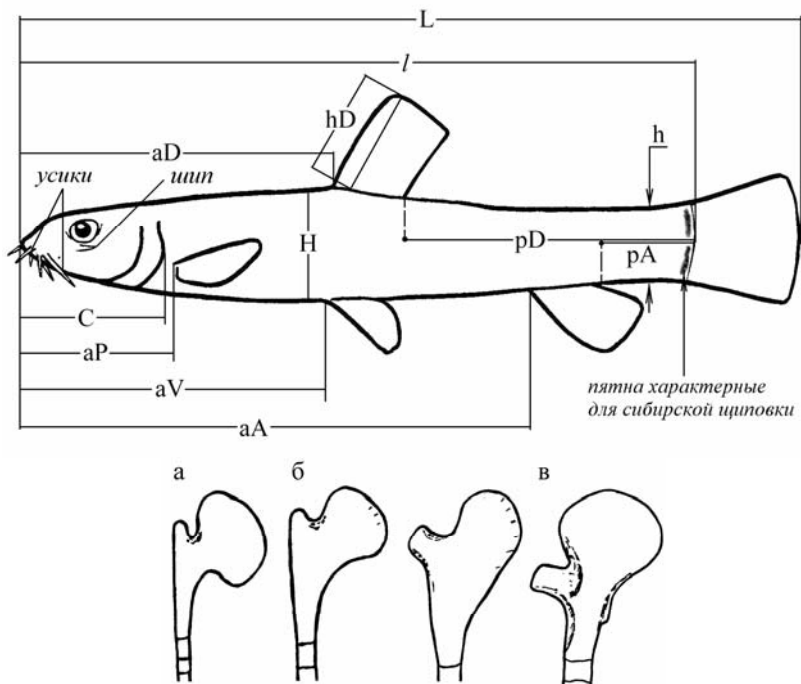


Озерный гольян



Одними из признаков, которые помогают диагностировать голянов Чекановского (*Phoxinus czekanowskii*) и озёрного (*Phoxinus phoxinus*), являются признаки головы. Озёрный голян обладает относительно высокой головой, ширина лба (f) больше или равна длине рыла (aO). Голян Чекановского имеет низкую голову, рыло обычно длиннее ширины лба (Зуев, 2007).

3–5. Схема промеров морфологических признаков вьюновых рыб:

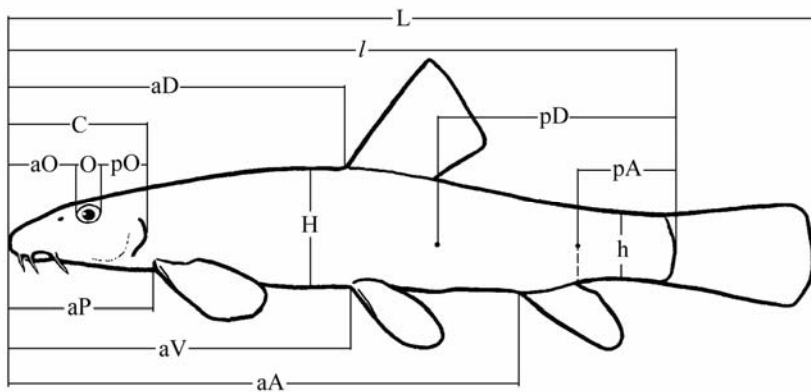


Органы Канестрини вьюнов (род *Misgurnus*) азиатской части страны
(по: Васильева, 2001)

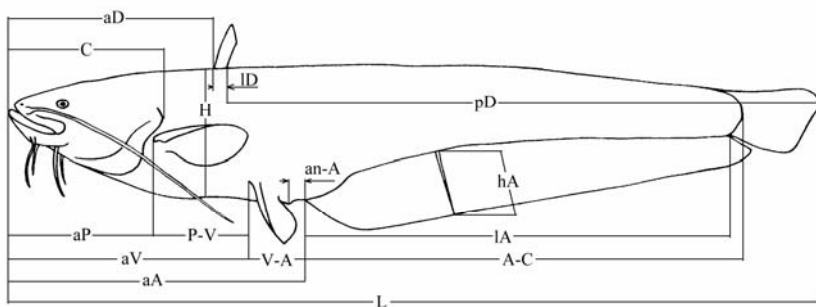
Примечание. У основания первого ветвистого луча грудного плавника имеется покрытая кожей маленькая костная пластинка (орган Канестрини; *lamina circularis*): a – орган Канестрини азиатского

вьюна (*M. anguillicaudatus*); б – орган Канестрини змеевидного (амурского) вьюна (*M. mohoity*); в – орган Канестрини вьюна Никольского (*M. nikolskyi*).

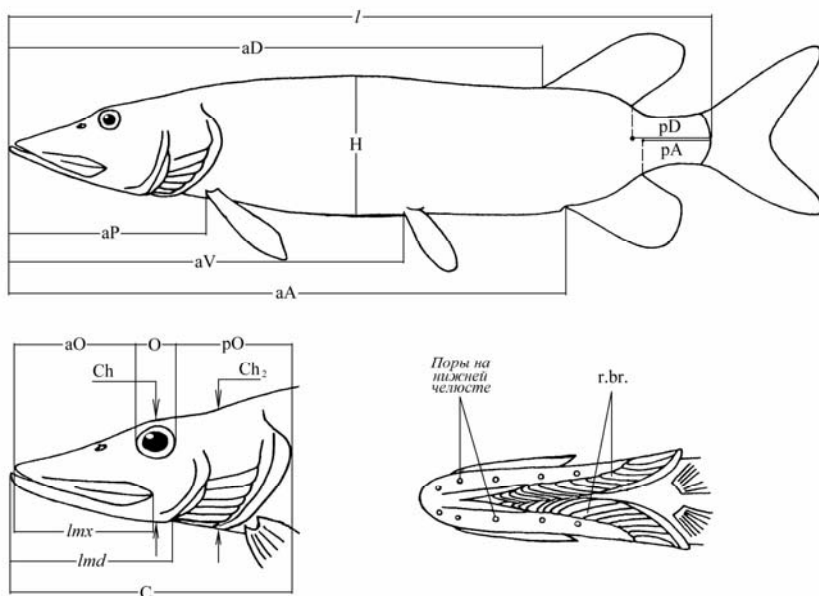
3–6. Схема промеров морфологических признаков балиторовых рыб:



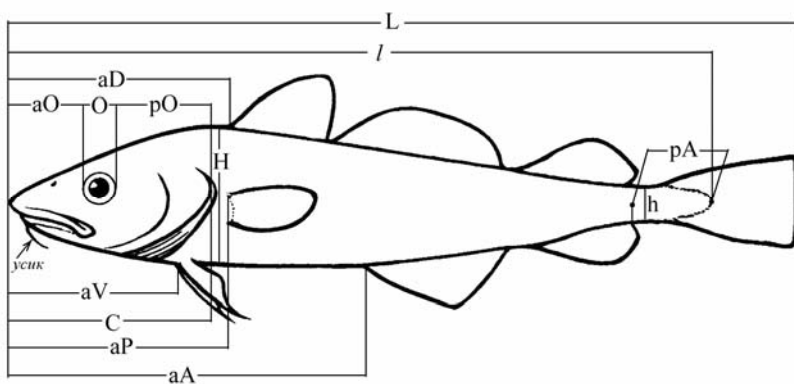
3–7. Схема промеров морфологических признаков сомовых (*Siluridae*) рыб:



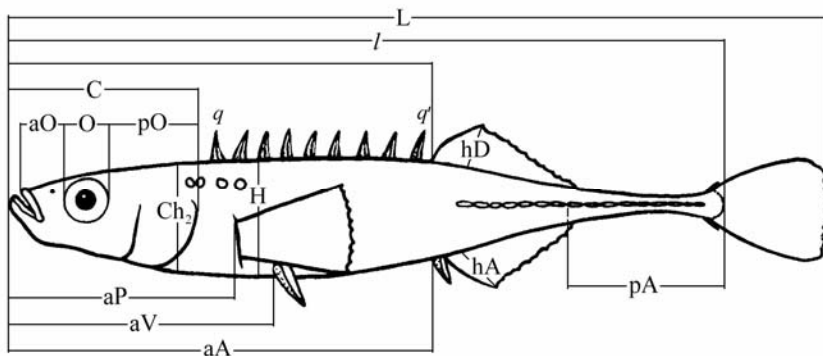
3–8. Схема промеров морфологических признаков щуковых рыб:



3–9. Схема промеров морфологических признаков тресковых рыб:

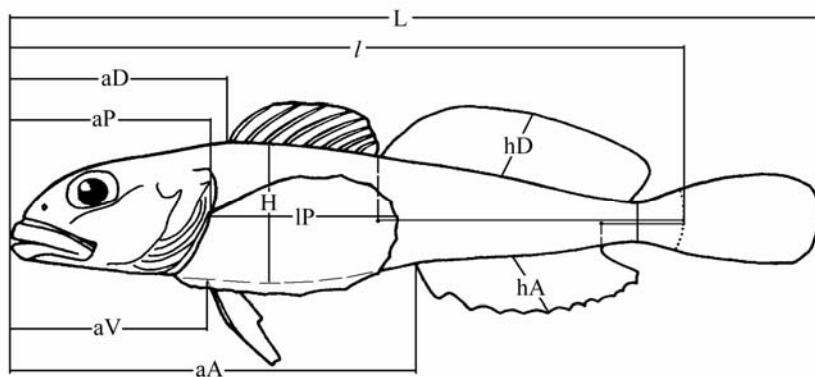


3–10. Схема промеров морфологических признаков колюшковых рыб:

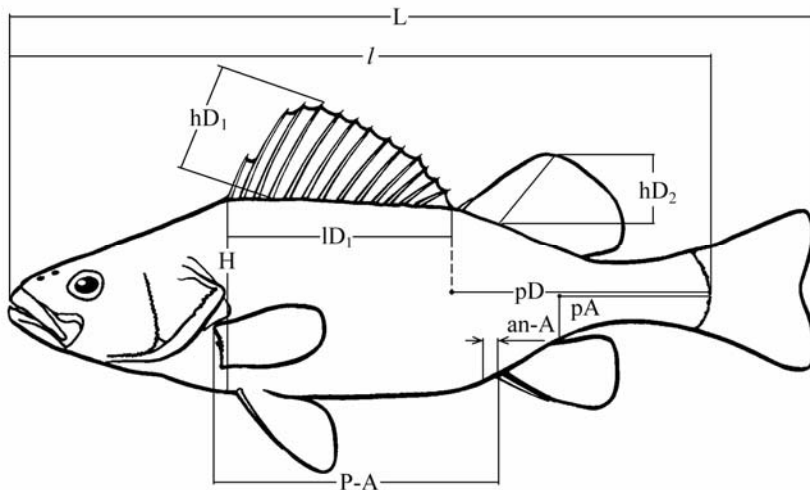


Примечание. q – высота первой спинной колючки; q' – высоты последней колючки.

3–11. Схема промеров морфологических признаков керчаковых рыб:

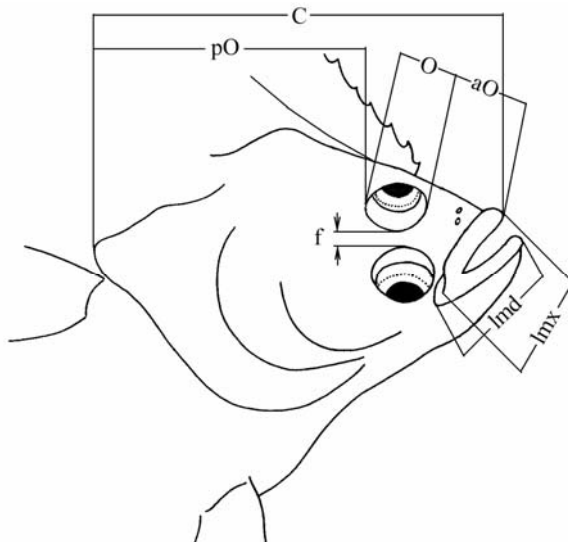
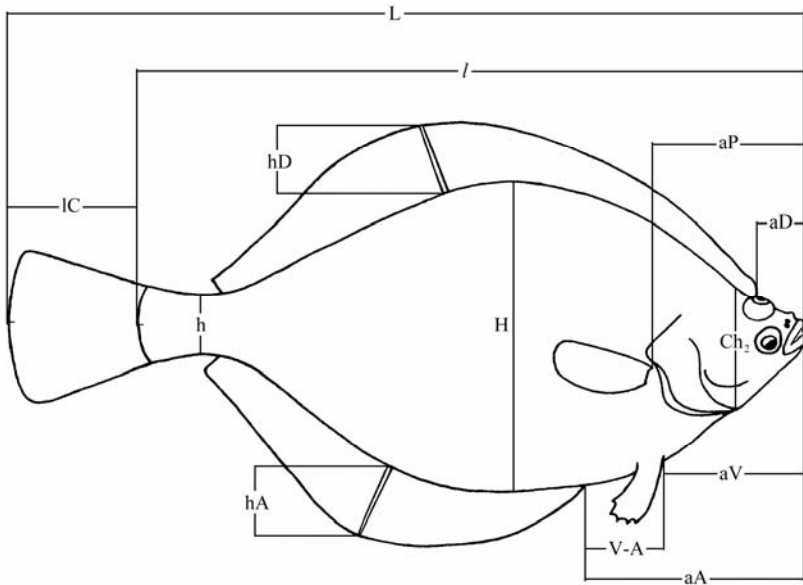


3–12. Схема промеров морфологических признаков окунёвых рыб:



Примечание. Если нижняя челюсть представителя семейства длиннее верхней (например, у балхашского окуня *Perca schrenki*), то промеры осуществляют от нее. Наибольшая высота (H) может оказаться не спереди, а на уровне первого спинного плавника. Данная схема вполне подойдет для изучения морфологии головешковых (*Odontobutidae*) рыб.

3–13. Схема промеров морфологических признаков камбаловых рыб:



Приложение 4

Образец карточки для сбора информации по морфологии рыб

Карточка обработки – систематики рыб									
Вид _____	Пол _____		Возраст _____		№ _____				
Водоем _____					Дата _____				
Sm	aA	ID	aO/r	D					
I	aV	hD	O	D ₂					
	aD	ID ₂	pO/f	P					
CC/l ₂	aP	hD ₂	C	V					
H	DC	IA	bC	A					
B/w	VC	hA	Ch ₁ /ch	l.l.					
pA/lp	AC	IP	Ch ₂ /cH	sq.					
h	PA	IV	f/k	x/y					
	PV	IC	hf	Sp.br					
	VA	IC ₂		R.br/rb					
Q	pD		lmx	vt					
q			i/hmx	Z					
			lmd	pc					
				пятен					/

Примечание. Свободные клетки позволят внести недостающие признаки.

Приложение 5

Образец карточки вскрытий для
морфофизиологического анализа рыб

Вид рыбы	Дата _____	Место лова _____	Возраст _____	Пол, стадия зрелости _____
№ вскрытия				
Длина тела, l , мм _____ Масса тела Q , г _____				
Орган, показатель	Абсолютная мг, мм	Относительная, %	Приведенный вес, мг / \sqrt{Q}	
Масса сердца				
Масса селезенки				
Масса печени				
Длина кишечника				
Масса кишечника общая				
Масса кишечника без содержимого				
Масса гонад				
Масса почек				
Жаберный аппарат:				
общая масса жабр				
Длина наибольшего лепестка				
длина 1-й жаберной дуги				
масса жаберных лепестков				
количество тычинок				
Масса мозга				
Диаметр глаза по горизонтали				
Масса глаза				

Приложение 6

Образец карточки для сбора информации по питанию рыб

Карточка обработки - питание рыб									
Вид _____	_____		№ _____						
Водоем _____	Место лова _____		t° воды _____						
Орудие лова _____	Дата _____		Время _____						
Пол, зрелость _____	№	Содержимое желудка	Кол. экз.	Вес		Сохранность			
				%	г				
Возраст _____	1								
Длина <i>St</i> / l _____ см	2								
Вес рыбы _____ г	3								
Вес кишечника _____ г	4								
Содержимое кишок _____	5								
_____	6								
_____	7								
_____	8								
_____	9								
_____	10								
		Итого							
Степень наполнения _____	Степень наполнения _____		Общий индекс		наполнения				
Степень переваривания _____	Индекс наполнения _____								
Вес _____ г	Калорийность _____								
Калорийность _____									

Образец карточки для обработки данных по плодовитости рыб

Карточка обработки – плодовитость рыб			
Вид _____	№ _____	Дата _____	г° воды _____
Водоем _____	Место лова _____		Орудие _____
L _____ мм		Диаметр икринок: I _____ II _____ III _____ мм	
S _{пл} _____ мм		Навеска _____ г, _____ шт. Лев. _____ Прав. _____	
l _____ мм			
CC _____ мм			
H _____ мм	$\frac{Q \times 100}{l^3}$	г _____ шт.	$\frac{l \times Q}{r}$
B _____ мм	$\frac{q \times 100}{l^3}$	r/q	$\frac{l \times q}{r}$
U _____ мм			
Q _____ г	R _____ г	$\frac{R \times 100}{Q}$	$\frac{l \times q}{R}$
q _____ г		$\frac{R \times 100}{q}$	$\frac{R \times 100}{R_{\max}}$

СЛОВАРЬ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ И НЕКОТОРЫХ ТЕРМИНОВ¹

Аксиллярные лопасти – парные удлиненные кожистые образования треугольной формы, расположенные с каждой стороны тела в углах между прикреплением брюшных плавников и поверхностью брюха. Основу лопастей составляют видоизмененные чешуи.

Амфибореальный ареал – прерывистое распространение вида, у которого отдельные участки ареала разобщены территориально, но в пределах бореальной (северной) зоны.

Амфиокеанский ареал – прерывистое распространение вида в северной части Тихого океана; отдельные участки ареала разобщены и расположены соответственно у азиатского и североамериканского побережий.

Анальное отверстие – самое переднее из трех отверстий мочеполовой области, в состав которой входят также половое и мочеовое отверстия; иногда последние открываются в одну общую складку.

Анальный (подхвостовой) плавник (буквенное обозначение А) – расположен за анальным отверстием по средней линии брюшной стороны тела от начала его задней части. Обычно состоит из немногих неветвистых передних и следующих за ними более многочисленных задних ветвистых лучей, обозначающихся соответственно римскими и арабскими цифрами.

Антедорзальное расстояние – измеряется по прямой линии, соединяющей конец рыла и начало основания спинного плавника.

Ареал – область распространения вида.

Базибранхиальная пластинка (*basibranchial platum*) – непарная кость, лежащая сверху на 2–4-й базибранхиале; часто несет зубы.

¹ По: И.А. Черешнев и др., 2001; с дополнениями. Дополнительную информацию к словарю морфологических признаков и терминов можно найти в толковом словаре к переводному изданию Дж.С. Нельсона (2009).

- Боковая линия** – туловищный канал сейсмодатчика системы, открывающийся наружу порами, которые пробивают чешуйки продольного ряда вдоль туловища от головы до хвостового плавника.
- Боковая обонятельная кость (*ethmoidale laterale*)** (прил. 2) – парная кость, расположенная на границе между обонятельным (этноидальным) и глазничным (орбитальным) отделами черепа.
- Брачный наряд** – изменения в форме, пропорциях головы и туловища, характере окраски у рыб в период их созревания и размножения; особенно сильно выражен у некоторых групп лососевых рыб.
- Брюшина** – оболочка, выстилающая брюшную полость.
- Брюшные плавники (V)** – парные плавники, расположенные на брюшной поверхности обычно позади грудных, реже под ними или впереди них. Наружные неветвистые лучи (обычно два, первый из них сильно уменьшен и сращен со вторым), остальные – ветвистые, обозначаются соответственно римскими и арабскими цифрами.
- Веберов аппарат** – сложно устроенный орган, передающий изменения давления – внешней среды в полость внутреннего уха. Состоит из плавательного пузыря, первых четырех, сильно видоизмененных позвонков и их дуг, выроста перилимфатической полости внутреннего уха.
- Вентроанальное расстояние** – измеряется между точкой прикрепления первых лучей брюшного и началом основания анального плавника.
- Верхнезаглазничная кость (*dermosphenoticum*)** (прил. 2) – небольшая парная покровная косточка у заднего-верхнего края головы, в которой соединяются над-, под- и заглазничные каналы сейсмодатчика системы головы.
- Верхнезатылочная кость (*supraoccipitale*)** (прил. 2) – крупная непарная кость, лежащая в задней-верхней части черепа над большим затылочным отверстием; ее боковые края частично или полностью прикрыты сверху теменными костями.
- Верхнеклеитральная кость (*supracleithrum*)** (прил. 2) – небольшая парная кость плечевого пояса, лежащая на верхнем конце клеитрума.

Верхнечелюстная кость (*maxillare*) (прил. 2) – парная, обычно длинная, сочленяется с предчелюстной, образуя вместе с ней вторичную верхнюю челюсть.

Верхние глоточные зубы (фарингобранхиальные) – расположены в верхней части ротоглоточной полости на глоточно-жаберных элементах 2–4-й жаберных дуг.

Верхний рот – нижняя челюсть сильно выступает вперед-вверх.

Вершина рыла – наиболее выдвинутая вперед точка верхней и нижней челюсти.

Ветвистые лучи – верхняя часть разделена на отдельные лучики и имеет вид кисточки; всегда мягкие.

Внешняя сочленовая кость (*supraarticulare*) – маленькая парная трубчатая косточка, расположенная на наружной поверхности и средней части нижней челюсти на границе между нижнечелюстной и сочленовной костями (например, у нельмы).

Внутренняя крыловидная кость (*mesopterygoideum*) (прил. 2) – очень тонкая парная пластинчатая покровная кость, лежащая конутри от наружной крыловидной кости, образует дно глазницы; может нести зубы.

Воздушный канал (*ductus pneumaticus*) – тонкий сосуд, соединяющий плавательный пузырь с пищеводом, служащий для удаления избытков газа из плавательного пузыря.

Выдвижной рот – в открытом состоянии образует трубку, складывающуюся при закрывании рта.

Высота головы через глаз – измеряется от верхней до нижней поверхности головы по вертикали, проходящей через середину глаза.

Высота головы через затылок – то же, что и через глаз, но по вертикали, проходящей через затылок (обычно по границе начала чешуйного покрова, если голова голая).

Высота тела наибольшая – измеряется от верхней до нижней поверхности туловища по вертикали, проходящей через максимальное расширение тела.

Высота тела наименьшая – измеряется от верхней до нижней поверхности хвостового стебля по вертикали, проходящей через минимальное его расширение.

- Генипоры** – свободносидящие чувствующие элементы (невромасты); могут быть расположены линиями.
- Гетероцеркальный хвостовой плавник** – неравнолопастной; верхняя лопасть, образованная продолжением хорды и хвостовой мускулатуры, существенно больше нижней, которая состоит лишь из удлинённых костных лучей (лепидотрихий).
- Гипуралии (*hypuralia*)** – видоизменённые нижние дуги последних позвонков, имеющие вид пластинок; причленяются к телам позвонков и поддерживают лучи хвостового плавника.
- Глазноклиновидная кость (*orbitosphenoideum*)** (прил. 2) – крупная кость, лежащая в верхней-средней части глазничного отдела и участвующая в образовании межглазничной перегородки.
- Гомоцеркальный хвостовой плавник** – наружноравнолопастной, имеющий примерно одинаково развитые верхнюю и нижнюю лопасти.
- Гонадосоматический индекс, ГСИ** – коэффициент зрелости гонад рыб. Определяется как отношение массы половых продуктов к общей массе тела (Q) или к массе тела рыбы без внутренностей (q).
- Грудные плавники (P)** – парные плавники, расположены с обеих сторон туловища сразу за головой. В них первый наружный луч неветвистый, остальные ветвистые, обозначающиеся соответственно римской и арабскими цифрами.
- Длина головы** – измеряется обычно от конца рыла (реже от конца нижней челюсти, если она выдается вперед из-под верхней) до наиболее удаленной точки конца жаберной крышки.
- Длина закладки спинного и анального плавника** – измеряется числом сегментов, занимаемых закладкой плавника (скопление мезенхимы).
- Длина нижней челюсти** – измеряется от переднего конца нижней челюсти до выемки, образующейся на нижней-боковой поверхности головы при открывании рта.
- Длина тела** – измеряется обычно от конца рыла (реже от конца нижней челюсти, если она выдается вперед из-под верхней) до вертикали конца лучей хвостового плавника (для семейств ми-

ноговых, осетровых, чукучановых, карповых, окуневых) или до конца его самых коротких средних лучей (для сельдевых, корюшковых, сиговых, хариусовых, лососевых), или до начала основания лучей хвостового плавника (для балиторových, даллиевых, шуковых, налимовых, колюшковых).

Длина хвостового стебля – расстояние от вертикали, проходящей через конец основания анального плавника, вдоль средней линии тела до окончания чешуйного покрова (или до основания лучей хвостового плавника).

Жаберная крышка (прил. 2) – комплекс из четырех костей, прикрывающий сбоку жаберную область и образующий боковую поверхность головы. В состав его входят предкрышечная, крышечная, подкрышечная и межкрышечная кости.

Жаберная перепонка – кожная складка, переходящая с заднего края жаберной крышки на ее нижний край и продолжающаяся вперед вдоль ветви нижней челюсти или прикрепляющейся к межжаберному промежутку (горлу), образуя или не образуя поперек его складку.

Жаберно-гиоидный аппарат – задний отдел рото-глоточной полости, включающий подъязычную дугу и жаберные дуги.

Жаберные лучи (*radii branchiostegi*) (прил. 2) – парные, удлинённые, пластинчатые или округлые костные образования, поддерживающие жаберную перепонку; внутренние концы лучей прикреплены к гиоиду.

Жаберные отверстия – парные; у миноговых их семь пар по бокам заднего отдела головы, у костистых рыб – по одному с каждой стороны головы.

Жаберные тычинки – костяные или хрящевые образования чаще палочковидной формы, располагающиеся на внутреннем и внешнем крае передней стороны жаберных дуг.

Желточный мешок – желток в мешке, расположенном в передней части туловища; может иметь различную форму.

Жерновок – твердая роговая подушка на крыше ротоглоточной полости напротив глоточных зубов.

- Жировая капля** (личинки рыб) – жир в желточном мешке, собранный в большую каплю.
- Жировой плавник** – непарный, расположен по средней линии спины между спинным и хвостовым; представляет из себя кожную складку каплеобразной формы, в которой отсутствуют поддерживающие костные лучи.
- Жировые веки** – полупрозрачные перепонки, частично закрывающие глаза спереди и сзади.
- Жучки** – крупные костные чешуи, составляющие основу наружного скелета туловища осетрообразных рыб.
- Заглазничные кости (*postorbitalia*)** (прил. 2) – серия из парных окологлазничных косточек, лежащих за глазом и несущих верхнюю ветвь подглазничного канала сейсмодатированной системы головы.
- Задневисочная кость (*posttemporale*)** (прил. 2) – самая верхняя парная покровная кость плечевого пояса, на нижней лопасти которой расположен задний сегмент заглазничного канала сейсмодатированной системы головы; причленяется к заднему отделу черепа.
- Заднеклеитральные кости (*postcleithra*)** – небольшие парные косточки плечевого пояса, лежащие на внутренней стороне клеитрума.
- Заднеслезные кости (*postlacrimale*)** (прил. 2) – небольшие парные косточки, расположенные за первой подглазничной костью (слезной), по которым проходит нижняя ветвь подглазничного канала сейсмодатированной системы головы.
- Заднеушная кость (*opisthoticum*)** (прил. 2) – небольшая парная кость, лежащая за переднеушной костью ушного отдела хондрокраниума.
- Задняя крыловидная кость (*metapterygoideum*)** (прил. 2) – парная кость, расположенная сверху-сзади от квадратной кости.
- Закрытопузырные рыбы** – неимеющие воздушного канала и соединения плавательного пузыря с пищеводом.
- Индивидуальная относительная плодовитость рыб, ИОП** – число икринок, приходящихся на 1 грамм массы тела. Рассчитывают ИОП с учетом общей массы тела и массы тела без внутренностей, что оговаривается в главе «Материал и методика» и в обобщаемых результатах исследования.

- Квадратная кость (*quadratum*)** (прил. 2) – парная кость, расположенная в заднем отделе первичной верхней челюсти, образованной костями, замещающими небно-квадратный хрящ.
- Киль** – острый край тела (брюха, спины или боков хвостового стебля); может быть покрыт крышеобразными килевыми чешуями (у некоторых сельдевых и карповых), голый или образован костными щитками (у колюшковых на боках хвостового стебля).
- Клейтрум (*cleithrum*)** – самая крупная парная кость плечевого пояса, расположенная за жаберной крышкой и ограничивающая сзади жаберную полость; левая и правая кости сходятся вниз.
- Клиновидноушная кость (*sphenoticum*)** (прил. 2) – небольшая парная кость, лежащая в передней-верхней части слухового отдела черепа перед крыловидноушной костью.
- Клоака (*cloaca*)** – широкая продольная щель на брюшной поверхности между задними краями оснований брюшных плавников (у хрящевых рыб).
- Колочки** – неветвистые, нечленистые, очень твердые лучи с острой вершиной; могут иметь мелкие зубчики по бокам или по внутренней стороне.
- Конечный рот** – челюсти одинаковой длины, разрез рта направлен вдоль оси тела.
- Копула** – базибранхиальный хрящ; непарный ряд таких, плотно сросшихся хрящей лежит на брюшной стороне жаберного скелета; к ним слева и справа причленяются жаберные дуги.
- Коракоид (*coracoideum*)** – парная кость плечевого пояса, лежащая под лопаткой; спереди она сочленяется с клейтрумом, сзади – с радиалиями.
- Крыловидноушная кость (*pteroiticum*)** (прил. 2) – крупная парная кость, лежащая в задней-верхней части слухового отдела черепа за клиновидноушной костью.
- Крышечная кость (*operculum*)** (прил. 2) – вторая верхняя, самая крупная кость жаберной крышки.
- Ктеноидная чешуя** – обычно в плане прямоугольной формы с многочисленными выступами и зубчиками (ктениями) на верхней поверхности заднего, свободного (выступающего наружу) края.

- Личинка** – с момента вылупления из икринки до появления всех внешних признаков взрослой рыбы.
- Лобные кости (*frontalia*)** (прил. 2) – покровные, парные, срединные, самые крупные кости крыши черепа.
- Лопатка (*scapula*)** – небольшая парная кость плечевого пояса, пронизанная большим отверстием, через которое проходит нерв; спереди она сочленяется с клейтрумом, сзади – с радиалиями.
- Лучи** – костные образования, поддерживающие плавниковую складку.
- Малёк** – молодь, имеющая все внешние признаки взрослой рыбы, в возрасте от двух-трех месяцев до года. В тропиках этот период значительно сокращается.
- Мальковые пятна** – ряд крупных, темных, овальных вертикальных пятен, расположенных на боках тела молоди некоторых групп рыб; иногда сохраняются в течение всей жизни особей.
- Межгиоид (*stylohyale*)** – небольшая парная кость, отходящая от нижней части подъязычно-челюстной кости, связывающая ее с гиоидом (брюшной отдел подъязычной дуги).
- Межглазничная перегородка** – хрящевое, соединительнотканное, костное или комбинированное образование, лежащее в середине вдоль глазничного (орбитального) отдела головы, разделяющего его на левую и правую половины, где расположены глаза.
- Межглазничное расстояние (ширина лба)** – измеряется между крайними верхними краями орбит.
- Межкрышечная кость (*interoperculum*)** (прил. 2) – первая нижняя кость жаберной крышки.
- Межмышечные косточки** (см. эпиплеуралии и эпинеуралии).
- Межчелюстная кость (*mesethmoideum*)** (прил. 2) – парная или чаще непарная покровная кость, лежащая сверху на самом конце хрящевого черепа и сочленяющаяся с предчелюстными костями.
- Мезокоракоид (*mesocoracoideum*)** – парная кость плечевого пояса, лежащая над коракоидом и лопаткой, с которыми она сочленяется.
- Меккелев хрящ** – брюшной отдел челюстной дуги, служащий нижней челюстью у хрящевых и осетрообразных рыб.

- Меланофоры** – меланиновые пигментные клетки (у личинок).
- Миомеры** – элементы мускулатуры туловища, имеющие снаружи вид ряда поперечных, параллельных, близких по ширине лент, расположенных между головой и хвостовым плавником; миомеры разделены соединительнотканными прослойками (миосептами).
- Мочеполовой сосочек** – маленькое кожистое образование треугольной формы в мочеполовой области (у бычков).
- Надглазничные кости (*supraorbitalia*)** (прил. 2) – 2 покровные парные кости орбитального кольца удлинённой формы, лежащие над верхним краем глаза.
- Надлопаточная кость (*extrascapulare*)** (прил. 2) – небольшая парная кость плечевого пояса, лежащая над лопаткой.
- Надпредкрышечная кость (*suprapraeoperculum*)** (прил. 2) – маленькая трубковидная косточка, лежащая на вершине предкрышечной кости и являющаяся верхним сегментом предкрышечно-нижнечелюстного канала сейсмодатчика системы.
- Надчелюстная кость (*supramaxillare*)** (прил. 2) – парная тонкая удлинённая косточка, расположенная на верхнем крае верхнечелюстной кости.
- Наружная крыловидная кость (*ectopterygoideum*)** (прил. 2) – узкая парная покровная кость, ограничивающая наружный край верхней челюсти между небной и квадратной костями.
- Наружная решетчатая кость (*exethmoideum*)** – непарная или парная тонкая овальная косточка, выстилающая углубление переднего отдела носовых капсул (у некоторых корюшковых рыб).
- Небная кость (*palatinum*)** (прил. 2) – парная кость, входит в состав первичной верхней челюсти, прилегает передними концами с обеих сторон к сошнику; часто несет зубы.
- Небно-квадратный комплекс (дуга)** – спинной отдел челюстной дуги, служащий верхней челюстью у хрящевых и осетрообразных рыб.
- Неветвистые лучи** – верхняя часть не разделена на отдельные лучики; могут быть двух типов: членистые (разделены по длине на отдельные членики, мягкие) и колючие (без члеников, очень твердые с острой вершиной).

- Невральный отросток** (*processus spinosus superior*) – верхний остистый отросток невральной (верхней) дуги позвонка.
- Нижнечелюстная кость** (*dentale*) (прил. 2) – парная кость, образует весь передний край нижней челюсти; часто ее верхняя сторона несет зубы.
- Нижнечелюстная пластинка** – широкая роговая пластинка, несущая зубы, расположенная под ротовым отверстием (у многок).
- Нижние глоточные зубы** – расположены на рожковых (*ceratobranchiale*) элементах редуцированной пятой дуги в нижней части заднего конца ротоглоточной полости в 1–3 ряда. В формуле глоточных зубов, например: 1.2.5–5.2.1 – означает, что с левой стороны в первом (внешнем) ряду 1 зуб, во втором (среднем) – 2, в третьем (внутреннем) – 5; зубы с правой стороны записаны в обратном порядке – внутренние, средние, внешние.
- Нижний рот** – верхняя челюсть заметно выдается над нижней; рот на нижней поверхности головы.
- Нижняя решетчатая кость** (*hypethmoideum*) – овальное непарное снизу окостенение в верхней-центральной части этмоидального отдела хрящевого черепа (хондрокраниума).
- Ноздри** – парные наружные носовые отверстия полости обонятельной капсулы, расположенные впереди глаз с обеих сторон рыла. Каждая ноздря открывается двумя отверстиями, которые могут иметь форму щелей, пор, трубочек.
- Носовые кости** (*nasalia*) (прил. 2) – покровные парные, первые, самые мелкие кости крыши черепа.
- Обонятельный нерв** (*nervus olfactorius*) – парные нервные волокна, соединяющие обонятельную луковицу с передним мозгом.
- Окологлазничные кости** (*circumorbitalia*) – мелкие парные покровные кости, лежащие вокруг глаза, образуют полное (замкнутое) или неполное орбитальное кольцо костей.
- Орбито-носовая вена** – парные сосуды, проходящие в носовую область вдоль парасфеноида через хрящевые предглазничные отростки или через боковые обонятельные кости.
- Основная затылочная кость** (*basioccipitale*) (прил. 2) – непарная крупная кость, лежащая в задней-нижней части черепа под боль-

шим затылочным отверстием; снизу она частично или полностью прикрыта парасфеноидом.

Основная клиновидная кость (*basisphenoideum*) – непарная V-образная кость, расположенная в задней части глазничного отдела и участвующая в образовании межглазничной перегородки.

Открытопузырные рыбы – имеющие соединение плавательного пузыря с пищеводом посредством воздушного канала.

Парапофизы (*parapophysis*) – нижние дуги позвонков, к которым прикрепляются ребра.

Парасфеноид (*parasphenoideum*) (прил. 2) – крупная покровная кость, подстилающая дно черепа и проходящая от его заднего края до переднего края глазницы и даже дальше.

Пектровентральное расстояние – измеряется между точками прикрепления первых лучей грудного и брюшного плавников.

Переднеушная кость (*prooticum*) (прил. 2) – парная крупная трапециевидная кость, занимающая переднюю часть ушного отдела хондрокраниума.

Пигментация – рисунок, окраска на теле личинки, образуемая специальными пигментными клетками различной формы и окраски. Пигментными линиями (рядами) условно называют расположение пигмента в разных частях тела личинок.

Пилорические придатки (*appendix pylorica*) – слепые выросты, расположенные на границе желудка и кишечника; служат для увеличения всасывающей поверхности кишечника и выделения ферментов.

Плавники – различают парные (грудные и брюшные) и непарные (спинной, анальный, хвостовой и жировой) плавники, представляющие из себя кожные складки, поддерживаемые плавниковыми лучами (за исключением жирового, не имеющего лучей).

Плавниковая кайма (складка) – непарная прозрачная плавниковая складка; тянется по спине от головы до хвоста, вокруг хвоста и вдоль средней линии брюха. По мере роста личинки плавниковая кайма постепенно рассасывается.

Подвесок (*symplecticum*) (прил. 2) – небольшая парная косточка, отходящая от нижнего края подъязычно-челюстной кости и соединяющая ее с квадратной костью.

- Подкрышечная кость** (*suboperculum*) (прил. 2) – вторая нижняя кость жаберной крышки.
- Подязычная кость** (*glossohyale*) (прил. 2) – непарная костная пластинка, лежащая на язычном хряще, часто несущая зубы.
- Подязычно-челюстная кость** (*hyomandibulare*) (прил. 2) – парная крупная кость второй висцеральной дуги, связывающая челюстной аппарат с черепом.
- Полости чувствительных органов** – крупные, хорошо различимые ряды ямок на нижней поверхности нижней челюсти, предкрышечной, окологлазничных и носовых костях (у ерша), в которых расположены органы сейсмоденситивной системы головы.
- Полукружные каналы** – три изогнутые трубочки, расположенные в трех взаимно перпендикулярных плоскостях, образующие перепончатый лабиринт статоакустического органа, выполняющего функцию органа равновесия.
- Поперечный ряд чешуи** – почти вертикальный, несколько скошенный назад ряд чешуи между верхней и нижней поверхностями туловища.
- Постдорзальное расстояние** – измеряется по средней линии тела от вертикали, проходящей через конец основания спинного плавника до окончания чешуйного покрова (или до начала основания лучей хвостового плавника).
- Преанальная складка** – часть плавниковой складки, тянущаяся по средней линии брюха, впереди от анального отверстия.
- Предглазничные кости** (*praeorbitalia*) – парные, 1 или 2 первые кости орбитального кольца, лежащие впереди-вверху слезной кости.
- Предкрышечная кость** (*praeoperculum*) (прил. 2) – первая верхняя кость жаберной крышки.
- Предорсалии** (*predorsalia*) – ряд небольших тонких косточек, расположенных сверху между невральными отростками туловищных позвонков от головы до спинного плавника.
- Предчелюстная кость** (*praemaxillare*) (прил. 2) – обычно небольшая парная первая из костей вторичной верхней челюсти; часто несет зубы.

- Псевдобранхии (ложные жабры)** – небольшая дополнительная жабра, расположенная на внутренней части жаберной крышки, против верхнего конца первой жаберной дуги или снаружи у переднего верхнего конца первой жаберной дуги.
- Птеригоподии (*pterygopodeum*)** – специальные органы из видоизмененных брюшных плавников самцов, приспособленных для внутреннего оплодотворения (у хрящевых рыб).
- Радиалии (*radialia*)** – парные элементы плечевого пояса, к которым причленяются лучи грудного плавника; радиалии прикрепляются к лопатке и коракоиду.
- Ребра (*costa*)** – парные, тонкие, изогнутые кости, ограничивающие полость тела с боков и прикрепленные к парапофизам.
- Роговые бугорки** – мелкие, конусовидные, белые эпителиальные образования на голове, чешуе и плавниках, образующиеся у некоторых групп рыб в период размножения.
- Сейсмочувствительная система** – орган чувств, воспринимающий волновые колебания разной природы, в том числе звук и перемещение частиц воды. У рыб обычно состоит из сети головных и туловищного каналов, в которых находятся чувствующие элементы – канальные невромасты, открывающиеся наружу порами. Иногда на голове и туловище бывают только свободносидящие невромасты.
- Симфизальный бугорок** – костный вырост на нижнем конце симфизиса.
- Симфизис (*symphysis*)** – место сращения передних концов нижней челюсти.
- Слезная кость (*lacrimale*)** (прил. 2) – самая крупная парная кость окологлазничного кольца, лежащая внизу-впереди глаза.
- Сочленовая кость (*articulare*)** (прил. 2) – парная кость, треугольной формы, образует задний край нижней челюсти; неподвижно сочленяется впереди с нижнечелюстной костью, подвижно сзади-вверху – с квадратной костью верхней челюсти.
- Сошник (*vomer*)** (прил. 2) – небольшая удлинённая кость, часто несущая зубы, расположена впереди парасфеноида.
- Спинной плавник (плавники) (D)** – расположен по средней линии спины в ее передней, центральной или задней части. Обычно

состоит из немногих передних неветвистых, мягких или колючих лучей и следующих за ними более многочисленных задних ветвистых лучей, обозначающихся соответственно римскими и арабскими цифрами. Если плавников два, то они обозначаются как I D, II D.

Табулярии (*tabularia*) – ряд мелких покровных косточек поперек затылка, через которые проходит затылочная комиссура сейсмо-сенсорной системы головы, соединяющая левый и правый заглазничные каналы.

Тазовые кости (*pelvis*) – крупные парные кости тазового пояса треугольной формы; к их задним расширенным основаниям прикрепляются брюшные плавники.

Теменные кости (*parietalia*) (прил. 2) – покровные парные последние кости крыши черепа.

Толщина хвостового стебля – измеряется между левой и правой стороной хвостового стебля на уровне конца основания анального плавника.

Туловищные сегменты (миотомы) – следующие друг за другом отделы продольной мускулатуры на боках тела личинки, разделенные между собой поперечными соединительнотканными перегородками. Первым туловищным сегментом считается сегмент, прилежащий к слуховому пузырьку, последний туловищный сегмент учитывается по вертикали заднего края анального отверстия.

Уростилярный позвонок (уростиль) – последний хвостовой позвонок.

Усики – кожистые удлинённые образования в передней части головы, выполняющие функцию осязания.

Фарингобранхиальные кости (*pharyngobranchiale*) – глоточно-жаберные, верхние элементы жаберных дуг.

Хвостовой плавник – непарный, расположен в конце туловища. Состоит из верхних и нижних неветвистых и средних ветвистых, образующих верхнюю и нижнюю лопасти. Форма и пропорции, а также соотношение числа неветвистых и ветвистых лучей могут быть различными у разных групп рыб. В формуле хвостового плавника (например, 5–7+17+4–6) первые две

цифры перед знаком «+» обозначают изменчивость числа верхних неветвистых лучей, затем – число средних ветвистых и после второго знака «+» – изменчивость числа нижних неветвистых лучей.

Хондрокраниум (*chondrocranium*) – хрящевой скелет головы, состоящий из хряща и конструктивно входящих в него замещающих костей. Различают обонятельный (этмоидальный), глазничный (орбитальный) и слуховой (затылочный) отделы хондрокраниума.

Хорда (спинная струна) – первый осевой скелет у низших хордовых в виде продольного тяжа, расположенного в спинной части туловища между головой и хвостовым плавником.

Циклоидная чешуя – обычно округлой формы без радиальных выступов и зубчиков на верхней поверхности заднего, свободного (выступающего наружу) края.

Циркумбореальный ареал – распространение вида в бореальной зоне Евразии и Северной Америке.

Циркумполярный ареал – распространение вида вдоль всего побережья Северного Ледовитого океана в Евразии и Северной Америке.

Эндемичный вид – местный вид, обитающий только в данном регионе (без ограничения площади) и не живущий в других.

Эпинеуралии (*epineuralia*) – тонкие парные длинные косточки, направленные кзади, прикрепленные сбоку к основаниям нервальных дуг туловищных позвонков.

Эпиплеуралии (*epipleuralia*) – тонкие парные длинные косточки, прикрепленные к верхней-задней поверхности ребер туловищных позвонков.

Эпуралии (*epuralia*) – видоизмененные верхние дуги последних позвонков, поддерживающие верхние неветвистые лучи хвостового плавника.

Яйцеводы (*oviductus*) – парные протоки, выходящие из задних концов яичников и открывающиеся за анальным отверстием самостоятельным половым отверстием.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
1. Общие рекомендации по сбору ихтиологического материала при полевых исследованиях	6
2. Необходимые исследования по изучению водоема как среды обитания рыб	16
3. Изучение ихтиофауны водоемов	38
4. Методика сбора материала по морфологии рыб	76
5. Методика сбора материала для исследования морфофизиологических индикаторов рыб	133
6. Методика сбора материала при изучении возраста и роста рыб	144
7. Методика сбора материала по изучению питания рыб	165
8. Методика сбора материала по изучению нереста рыб	173
9. Изучение степени зрелости половых продуктов и плодовитости рыб	185
10. Методика сбора материала по изучению молоди рыб	193
11. Предварительная обработка ихтиологического материала в полевых условиях	207
Рекомендуемая литература	209
Приложения	219
Словарь морфологических признаков и некоторых терминов	236

Учебное издание

**Владимир Иванович Романов
Альбина Петровна Петлина
Ирина Борисовна Бабкина**

**МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ
ПРЕСНОВОДНЫХ РЫБ СИБИРИ**

Учебное пособие

Редакторы: Ю.П. Готфрид, К.В. Полькина
Оригинал-макет – А.И. Лелоюр
Дизайн обложки – А.В. Бабенко

Подписано к печати 7.09.2012 г. Формат 60х84/16.
Ризография. Бумага офсетная. Гарнитура Times.
Усл. печ. л. 14,8. Тираж 100 экз. Заказ № 259.

Отпечатано на оборудовании
редакционно-издательского отдела
Томского государственного университета
634050, г. Томск, пр. Ленина, 36. Корп. 4. Оф. 011
Тел. 8+(382-2)–52-98-49

ISBN 978-5-94621-373-8





Торпевидный



Стреловидный



Вальковатый



Игловидный



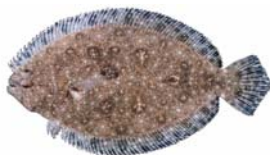
Сжатый с боков



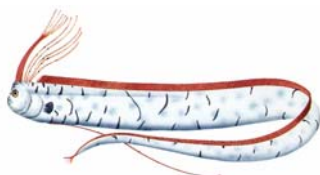
Бычководный



Угревидный



Сжатый асимметрично



Лентовидный



Сжатый дорзентально



Шаровидный

Рис. 17. Основные типы формы тела рыб

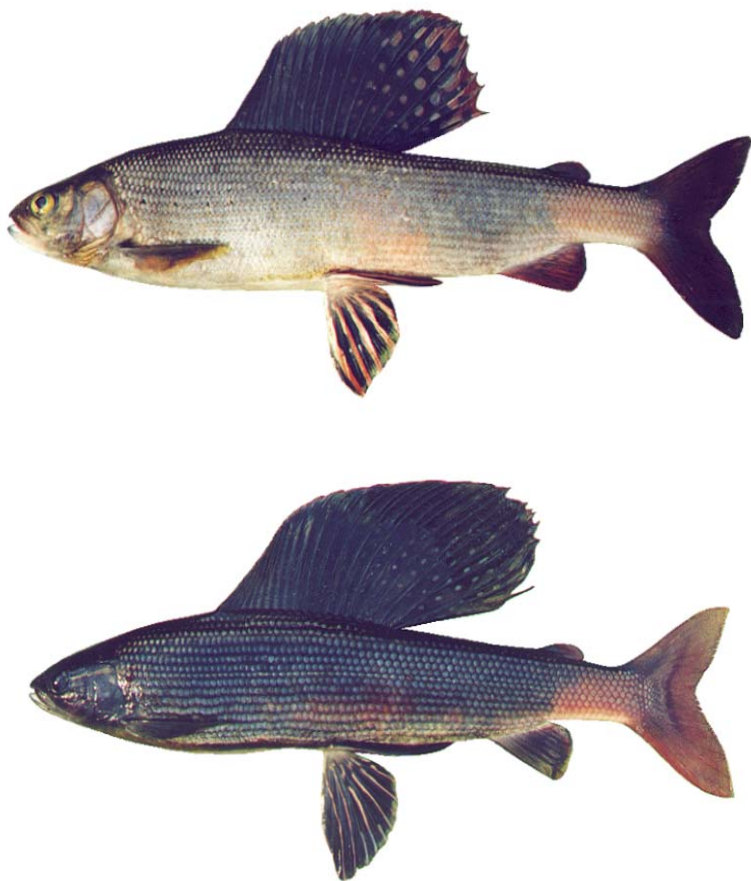


Рис. 18. Симпатричные хариусы (самцы) из оз. Кутарамакан. Обратите внимание на форму и особенности рисунков на спинных и брюшных плавниках (их формы, размеры пятен и полос)

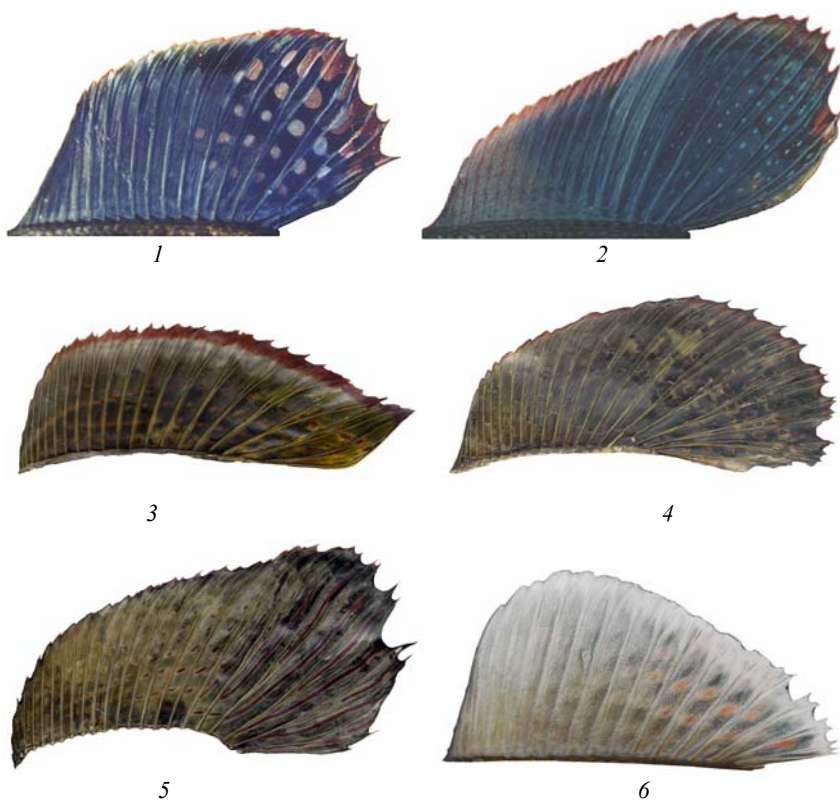


Рис. 19. Различные типы рисунков на спинных плавниках половозрелых самцов хариусов: 1, 2 – спинные плавники симпатричных хариусов из оз. Кутарамакан (бассейн оз. Хантайского; Нижний Енисей); 3 – спинной плавник хариуса из р. Олекма (Верхняя Лена); 4 – спинной плавник хариуса из р. Булкур (Нижняя Лена); 5 – спинной плавник *восточно-сибирского (колымского)* хариуса из р. Омолон (правый приток р. Колымы); 6 – спинной плавник монгольского хариуса из р. Саксай (бассейн р. Ховд).
Размеры рыб не менее 30 см



Рис. 25. Фрагмент жаберной дуги окуня



Рис. 26. Фрагмент жаберной дуги пеляди



Рис. 28. Фрагмент верхней части жаберной дуги окуня



Рис. 29. Фрагмент нижней части жаберной дуги сига-пыжьяна со сросшимися тычинками



Рис. 30. Фрагмент жаберной дуги сига-пыжьяна

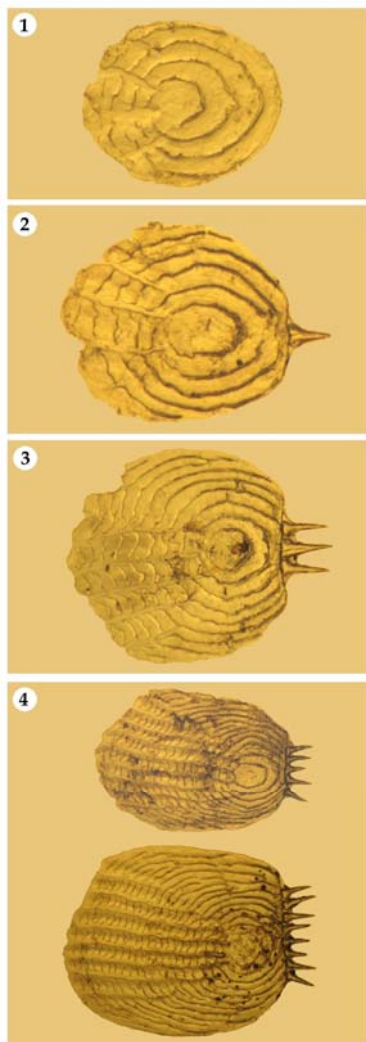


Рис. 49. Ктеноидные чешуйки личинок и мальков ротана.
Размеры молоди ротана: 1 – 14,5 мм; 2 – 16,5 мм; 3 – 18,2 мм; 4 – 30,8 мм.
Масштаб чешуй не соблюден