

Г.К.Плотников, Т.Ю.Пескова,  
А.Шкуте, А.Пупиня, М.Пупиньш

ОСНОВЫ ИХТИОЛОГИИ

СБОРНИК КЛАССИЧЕСКИХ МЕТОДОВ  
ИХТИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
В АКВАКУЛЬТУРЕ

ИХТИОЛОГИЈАС ПАМАТИ

ИХТИОЛОГИСКО ПĒTĪJUMU  
KLASISKO METOŽU KRĀJUMS  
IZMANTOŠANAI AKVAKULTŪRĀ



**Плотников Геннадий Константинович**  
Доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры зоологии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», г. Краснодар, Россия. Научные интересы – биохимия пищеварения рыб, гидробиология, экология гидробионтов, биологические ресурсы внутренних водоемов.  
gkplotnikov@mail.ru



**Пескова Татьяна Юрьевна**  
Доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой зоологии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», г. Краснодар, Россия. Научные интересы – экологическая токсикология, биологическая индикация пресноводных экосистем, разработка методов экспресс-диагностики качества вод естественных биоценозов.  
peskova@kubannet.ru



**Артурс Шкуте (Arturs Skute)**  
Доктор биологии, профессор, директор Департамента экологии Института естественных наук и технологий Даугавпилсского университета, Латвия. Научные интересы – экология, лимнология, гидробиология, аквакультура, охрана природы.  
arturs.skute@du.lv  
[https://www.researchgate.net/profile/Arturs\\_Skute](https://www.researchgate.net/profile/Arturs_Skute)



**Айя Пупиня (Aija Pupina) R.I.P. 1965 - 2017**  
Доктор биологии, ведущий батраколог Латвии, заместитель директора по научной работе и зоолог Латгальского зоопарка, Латвия. Исследовала экологию *Vombina bombina*, *Emys orbicularis*, других видов герпетофауны Латвии, инвазивные виды *Perccottus glenii*, *Batrachochytrium dendrobatidis*, *B.salamandrivorans*, *Trachemys scripta* в Латвии.  
[https://www.researchgate.net/profile/Aija\\_Pupina](https://www.researchgate.net/profile/Aija_Pupina)



**Михаилс Пупиньш (Mihails Pupins)**  
Доктор биологии, руководитель лаборатории зоокультуры и охраны природы, ведущий исследователь Департамента экологии Института естественных наук и технологий Даугавпилсского университета, руководитель Латгальского зоопарка, Латвия. Интересы – экология и охрана *Emys orbicularis*, *Vombina bombina*, зоокультура, герпетология, *Perccottus glenii*, *Batrachochytrium dendrobatidis*, *Trachemys scripta*.  
mihails.pupins@gmail.com  
[https://www.researchgate.net/profile/Mihails\\_Pupins](https://www.researchgate.net/profile/Mihails_Pupins)



ISBN 978-9984-14-839-7

Daugavpils Universitāte  
2018



DAUGAVPILS UNIVERSITĀTE

**Г.К. Плотников, Т.Ю. Пескова,  
А. Шкуте, А. Пупиня, М. Пупиньш**

**ОСНОВЫ ИХТИОЛОГИИ  
СБОРНИК КЛАССИЧЕСКИХ МЕТОДОВ  
ИХТИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В АКВАКУЛЬТУРЕ**

**ИХТИОЛОГИЈАС ПАМАТИ  
ИХТИОЛОГИСКО ПĒТĪJUMU KLASISKO METOŽU KRĀJUMS  
IZMANTOŠANAI AKVAKULTŪRĀ**



DAUGAVPILS UNIVERSITĀTES  
AKADĒMISKAIS APGĀDS "SAULE"

2018

## ISBN 978-9984-14-839-7

Сборник издан в соответствии с Договором о сотрудничестве № 4-68/1 от 05.01.2018. между Даугавпилским Университетом и Кубанским государственным университетом и рекомендован к изданию Ученым советом Биологического факультета Кубанского государственного университета 28.12.2017., протокол № 6, и Учебным советом Даугавпилсского университета 26.03.2018., протокол № 10.

Рецензенты:

**Воловик Станислав Петрович**, доктор биологических наук, профессор, инновационно-технологический центр «Кубань-Юг», Россия;

**Корпакова Ирина Григорьевна**, доктор биологических наук, профессор, ФГУП «Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства», Россия;

**Крылова Анетта Георгиевна**, кандидат биологических наук, доцент, Кубанский государственный университет, Россия;

**Jana Paidere**, доктор биологии, Даугавпилсский университет, Латвия.

**Andris Ceirans**, доктор биологии, Рига, Латвия.

Рекомендуемое цитирование:

Плотников Г.К., Пескова Т.Ю., Шкуте А., Пупина А., Пупиньш М. (состав.) (2018). Основы ихтиологии. Сборник классических методов ихтиологических исследований для использования в аквакультуре. Академическое издательство Даугавпилсского университета «Сауле», 253 с.

Plotnikov G.K., Peskova T.Yu., Skute A., Pupina A., Pupins M. (compilers) (2018). Osnovy ihtiologii. Sbornik klassicheskikh metodov ihtiologicheskikh issledovaniy dlya ispolzovaniya v akvakulture [Ichthyology basics. Collection of classical methods of ichthyological researches for use in the aquaculture]. Daugavpils University Academic Press "Saule", 253 p. (in Russian).

Контакты: в России: peskova@kubannet.ru, в Латвии: arturs.skute@du.lv

Макет и фото *Perccottus glenii* на обложке: Aija Pupina, Mihails Pupins

*Некоммерческое издание. For non-commercial use.*

ISBN 978-9984-14-839-7

«Основы ихтиологии. Сборник классических методов ихтиологических исследований для использования в аквакультуре» © составители сборника Г.К.Плотников, Т.Ю.Пескова, А.Шкуте, А.Пупина, М.Пупиньш

Методики и иллюстрации © авторы методик и иллюстраций

## Содержание

Благодарности.....	4
От авторов сборника .....	5
Авторские права .....	6
ВВЕДЕНИЕ .....	7
КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ГИДРОБИОНТОВ .....	9
РЫБЫ И РЫБООБРАЗНЫЕ В СИСТЕМЕ ЖИВОТНОГО МИРА	14
ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ РЫБ .....	24
ОНТОГЕНЕЗ РЫБ.....	38
ВНЕШНЕЕ И ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ РЫБ.....	42
ВНУТРЕННИЕ ОРГАНЫ РЫБ.....	69
СКЕЛЕТ РЫБ И РЫБООБРАЗНЫХ .....	79
ОРУДИЯ ЛОВА РЫБ.....	91
РАЗМНОЖЕНИЕ РЫБ .....	99
ПОЛ, СТАДИИ ЗРЕЛОСТИ ГОНАД И ПЛОДОВИТОСТЬ РЫБ	109
ЧИСЛЕННОСТЬ РЫБ.....	119
ВОЗРАСТ И РОСТ РЫБ .....	121
ПОЛНЫЙ БИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ .....	135
ПИТАНИЕ РЫБ.....	146
МИГРАЦИИ И МЕЧЕНИЕ РЫБ.....	161
МЕТОД МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРОВ.....	167
МОРФОМЕТРИЯ РЫБ .....	175
СХЕМЫ ИЗМЕРЕНИЙ РЫБ РАЗЛИЧНЫХ СЕМЕЙСТВ.....	182
Приложение 1 .....	191

Приложение 2 .....	199
Приложение 3 .....	203
ЛИТЕРАТУРА .....	204
ГЛОССАРИЙ.....	210
Аквакультура: исследования, образование и развитие.....	229
Исследования и охрана гидробионтов в Латвии .....	233
Ведущий батрахолог Латвии Aija Pupina R.I.P. 1965 – 2017.....	238
Aija Pupina. 1965 – 2017. Curriculum Vitae .....	241

## **Благодарности**

Авторы сборника благодарят всех авторов методик, описанных в тексте и авторов всех использованных иллюстраций. Мы благодарны Кубанскому государственному университету и Даугавпилсскому Университету за возможность нашего сотрудничества, Latgales Zoo и Даугавпилсской думе за использование аквакультур в обучении студентов. Мы благодарим Latvijas vides aizsardzības fonda administrācija (LVAFA) за софинансирование охраны природы в Латвии: в книге была использована информация, полученная в ходе реализации проектов. Мы благодарим Network of Aquaculture Centres in Central-Eastern Europe (NACEE) за международный обмен информацией и развитие аквакультуры в регионе. Мы благодарим рецензентов за анализ и ценные указания относительно улучшения данного сборника и наших студентов за то, что это они предложили составить такой сборник, как учебное пособие.

Мы благодарим нашего многолетнего соавтора и друга, известного герпетолога и ведущего батрахолога Латвии, доктора биологии Айю Пупиню (Aija Pupina) за радость совместной научной и природоохранной деятельности.

## От авторов сборника

Данная книга продолжает серию учебных пособий - сборников, посвященных классическим методам исследования гидробионтов и их экосистем для использования в аквакультуре. Развитие аквакультуры требует оперативного научного анализа состояния популяций культивируемых рыб. Вместе с тем, многие современные методы таких исследований связаны с использованием дорогостоящей аппаратуры, программного обеспечения и требуют высокой квалификации исследователя, что делает их малодоступными в реальной практике аквакультуры открытых водоемов. Поэтому в данном сборнике, как и во всей серии, были отобраны достаточно простые, ставшие классическими, пригодные для использования в аквакультуре методики ихтиологических исследований водных экосистем.

Поскольку сборник создавался в сотрудничестве Кубанского государственного университета и Даугавпилсского университета (Daugavpils University), он составлен на русском языке и описанные в нём авторские методики в основном приведены со ссылками на ранее использовавших и описывавших их русскоязычных авторов. Отбор методик провели Кубанские авторы, Даугавпилсские авторы сборника написали несколько глав, провели дополнение всего текста материалами из Латвии, адаптацию, локализацию и обработку текстов и иллюстраций.

Методики подобраны таким образом, что определение многих показателей возможно как в лаборатории, так и в полевых условиях. Кроме того, эти методики не требуют сложного или современного оборудования, программатуры и больших финансовых затрат, некоторое описанное в них оборудование может быть изготовлено самостоятельно, что является немаловажным в работе практиков аквакультуры, особенно небольших предприятий. Эти методики многие годы хорошо известны и широко используются в международной ихтиологии. К сожалению, учебная литература, концентрированно содержащая описание этих методов, стала малодоступна студентам и особенно практикам аквакультуры, что сделало актуальным составление данного сборника.

Данное учебное пособие, прежде всего, адресовано студентам аквакультуры и науки о среде, а также биологического, сельскохозяйственного и природоохранного направлений и практикам: владельцам предприятий и работникам аквакультуры.

## Авторские права

Сборник составлен в соответствии с Законом Латвии об авторских правах (Saeima 2000) “Autortiesību likums”, 19 пункта (1)2) подпункта, согласно которому “(1) Autortiesības nav uzskatāmas par pārkāptām, ja bez autora piekrišanas un bez atlīdzības šajā likumā noteiktajā kārtībā: ... 2) darbs tiek izmantots izglītības un pētniecības mērķiem,...” [“Авторские права не считаются нарушенными, если без согласия автора и без вознаграждения автору в порядке, определенном в этом законе: ... 2) работа использована для образовательных или исследовательских целей...”]. Работы всех авторов оригинальных методик, иллюстраций и других авторских работ использованы в данном сборнике исключительно в образовательных и исследовательских целях и поэтому, согласно данному закону, их авторские права не считаются нарушенными, также сборник не является коммерческим и не распространяется за плату.

В соответствии с этим же законом (Saeima 2000), “10.pants. Salikta darba sastādītājs (1) Sastādītājam, kura jaunrades rezultāts ir materiālu atlase vai izkārtojums, ir autortiesības uz attiecīgā saliktā darba sastādījumu. (2) Krājumos un citos saliktos darbos iekļauto darbu autori saglabā autortiesības katrs uz savu darbu un var to patstāvīgi izmantot arī neatkarīgi no attiecīgā krājuma vai saliktā darba.” [“10.пункт. Составитель сложной работы. (1) Составитель, результатом творчества которого есть отбор или расположение материалов, имеет авторские права на составление соответственной сложной работы. (2) Авторы работ, включенных в сборники или другие сложные работы, сохраняют авторские права каждый на свою работу и могут самостоятельно использовать также независимо от соответственного сборника или сложной работы”], авторские права на методики, описанные в этом сборнике, принадлежат авторам оригинальных методик исследований, авторские права на другие использованные в сборнике авторские работы – авторам этих работ, упомянутым в тексте и списке литературы.

Авторские права и © на составленный сборник методик: отбор методик и иллюстраций, компоновку, составление, авторский текст составителей принадлежат составителям сборника Плотникову Г.К., Песковой Т.Ю., Шкуте А., Пупиня А., Пупиньш М.

## ВВЕДЕНИЕ

*Биология аквакультуры (Aquaculture biology, Akvakultūras bioloģija)* – прикладное направление биологической науки, исследующее возможности менеджмента культивируемых популяций гидробионтов и используемых в аквакультуре естественных и регулируемых водных экосистем с целью повышения их эффективности (Pupins et al. 2017).

Одними из наиболее распространенных объектов аквакультуры являются рыбы и рыбообразные (далее также: рыбы). Развитие аквакультуры требует оперативного научного анализа состояния их популяций. Повторяющиеся исследования, проводимые по одним и тем же методикам, называются мониторингом и дают возможность оценки исследуемых явлений в динамике.

Разностороннее изучение рыб позволило сделать ряд важных общебиологических обобщений по проблемам вида, изменчивости и эволюции, распространению рыб, теории развития и миграций, динамике популяций и др. Многие из результатов этих исследований применяются в практике аквакультуры. Таким образом, ихтиологические исследования способствуют рациональному ведению рыбного хозяйства, обеспечивая устойчивое развитие рыболовства и рыбоводства.

Среди актуальных проблем современной прикладной ихтиологии – разработка и совершенствование научных основ использования сырьевых и пищевых ресурсов мирового океана, интенсивности их освоения, рационализации солонowodного и пресноводного культивирования видов в водоемах и рециркуляционных аквакультурных системах.

Ихтиология представляет собой раздел зоологии, изучающий рыб и круглоротых (миног, миксин) (далее в тексте: рыб). Это наиболее многочисленная группа позвоночных животных, насчитывающая более 20 тыс. видов. Ихтиология изучает:

- внешнее и внутреннее строение рыб (морфологию и анатомию);
- взаимоотношения рыб с окружающей средой (экологию);



- генетику, онтогенез и историю развития видов, родов, семейств и т.д. (генетику, эволюцию и филогению);
- географическое распространение рыб (зоогеографию).

В настоящее время издания на русском языке, содержащие классические методики ихтиологических исследований, пригодные для практиков аквакультуры, перешли в ранг раритетных, а поэтому стали малодоступными для широкого пользователя, особенно для молодых специалистов аквакультуры и студентов, что послужило основанием для составления данного сборника. В нем приведены основные сведения по биологии рыб и рыбообразных, а также методические указания по сбору и первичной обработке ихтиологических материалов, которые могут быть применены как в Латвии, так и в России.

Авторы сборника отдали предпочтение методам и методикам, не требующим больших финансовых затрат, сложной аппаратуры и комплектующих материалов и т.п., исходя из того, что основными пользователями данного издания будут студенты и практики аквакультуры.

Сборник включает основы ихтиологии - сведения по биологии и экологии рыб и рыбообразных, которые будут актуальны на полевых и экспедиционных работах по сбору и первичной обработке ихтиологического материала (оценка размерно-весовых параметров, снятие пластических и меристических признаков, отбор проб для определения возраста рыб, пола, плодовитости и стадии зрелости половых продуктов, первичной статистической обработки и др.).

Сборник методов ихтиологических исследований адресован студентам, магистрантам и аспирантам наук о природе, биологам, экологам, рыбоводам и зоотехникам, руководителям и практикам предприятий аквакультуры, владельцам водоемов, работникам охраны природы, а также широкому кругу читателей, интересующихся жизнью рыб.

## КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ГИДРОБИОНТОВ

*Аквакультура*, как процесс (*аквакультивирование*) – это целевое содержание человеком гидробионтов в регулируемой им же среде. Также термин «аквакультура» часто используется для названия отрасли сельского хозяйства, чаще всего животноводства, связанной с выращиванием водных организмов. Под понятием «аквакультура» также нередко подразумевают весь комплекс биотехнологий, методов и приемов выращивания гидробионтов. Реже термин используется для обозначения популяции, поколениями поддерживаемой в регулируемой водной среде (сходно с «культура *Paramecium caudatum*»). В этой книге понятие «аквакультура» будет в основном использоваться в первых двух значениях.

**Цель культивирования гидробионтов** состоит в удовлетворении потребностей человека, используя продукт, предоставляемый аквакультурой (получаемый от нее). В зависимости от типа таких потребностей и, соответственно, характера соответствующего продукта, можно выделить четыре вида аквакультуры:

1) **Вещественно-сырьевая аквакультура:** продукт – вещество, из которого состоит тело гидробионта или вырабатываемое им и которое используется человеком для производства продуктов питания, технических надобностей, получения других веществ и т.п. Пример: культивирование карпов и форелей в рыбном хозяйстве для поставок в рестораны, выращивание *Pinctada radiata* в морских фермах для получения жемчуга.

2) **Сервисно-функциональная аквакультура:** продукт – функции и сервисы, предоставляемые гидробионтами, часто связаны с их жизнедеятельностью, поведением или ролью в экосистемах. Пример: культивирование *Garra rufa* для косметических салонов; разведение и выращивание в Латгальском зоосаде (Latgales Zoo) болотных черепах *Emys orbicularis* для пополнения природных популяций и восстановления таким образом естественных экосистем (Природоохранная аквакультура, как подраздел Сервисно-функциональной аквакультуры).

3) **Информационно-познавательная аквакультура:** продукт – информация, получаемая от гидробионта для удовлетворения потребностей человека в научной или образовательной деятельности. Пример: культивирование *Danio rerio* для научных экспериментов, выращивание ротана *Perccottus glenii* в лаборатории аквакультуры Даугавпилсского университета.

4) **Чувственно-эмоциональная аквакультура:** продукт – ощущения, переживания, эмоции и чувства человека, возникающие при контакте с гидробионтом, часто связана с рекреационно-развлекательной индустрией или индивидуальной потребностью человека в таких эмоциях. Пример: содержание поликультуры водных черепах и крокодиловых кайманов в аквариуме Латгальского зоопарка (Latgales Zoo).

При этом один и тот же вид гидробионтов может культивироваться с различными целями, что выставляет различающиеся требования к получаемому продукту и поэтому приводит к использованию разных технологий аквакультуры и отличающихся направлений селекции и искусственного отбора, приводящих к выделению различающихся линий и появлению пород и форм. Иногда эти собственные потребности человека могут маскироваться независимыми внешними, например, охраной природы, но при более глубоком анализе их видно, что охраняется и фиксируется та стадия развития экосистем и то состояние фауны и флоры, которое соответствует представлениям человека об их оптимальности.

**Моно- и поликультура.** Возможно культивировать каждый целевой вид гидробионтов по-отдельности (*монокультура*) или содержать два и более видов вместе (*поликультура*). Оба эти типа аквакультуры имеют свои преимущества и недостатки.

**Различие поликультуры и сообщества в биологии.** «*Сообщество* в биологии - исторически сложившийся комплекс организмов, занимающий определенный участок биосферы - биотоп, со всеми теми условиями, которые требуются для нормального существования этих организмов...» (здесь и далее: Энциклопедия...). В отличие от *сообщества*, *поликультура* – составленный человеком набор организмов, культивируемый им в искусственно регулируемых условиях с целью эффективного

получения определенного продукта. «Все члены *сообщества* находятся в прямой или косвенной связи между собой, что определяет относительную устойчивость *сообщества* во времени и пространстве и характеризует его динамику, приводящую временами к смене одних *сообществ* другими». Связь же членов *поликультуры* между собой обычно не является прямой или значимой для них, она необязательна и преимущественно опосредована и всегда сводится к более полному потреблению ресурсов, предоставляемых человеком, и более эффективной переработке их в конечный продукт, потребляемый человеком же. Устойчивость *поликультуры* зависит только от человека, который регулирует состав видов и количество особей поликультуры, приток вещества и энергии в поликультуру и условия ее существования. Динамика *поликультуры* также полностью регулируется человеком в соответствии с его потребностями в конечном продукте. «*Сообщества* представляет собой специфически взаимодействующий, неразрывный комплекс животных и растительных организмов...». *Поликультура* не представляет собой неразрывного комплекса взаимодействующих между собой животных и растительных организмов, это артефактное их объединение, которое изменяется человеком в соответствии с его потребностями.

**Степень введения вида в аквакультуру.** Для упрощенной оценки степени введения целевого вида (представленного локальной популяцией) в аквакультуру можно выделить 11 ее стадий.

0. – Природная популяция не испытывает никакого воздействия человека либо такое воздействие не является регулируемым и целевым; это не аквакультура.

1. – **Ограничение использования** популяции человеком, например, запрет вылова рыб в сезон размножения или использования сетей с мелкой ячеей и т.д.

2. – **Снижение конкуренции хищников** с человеком за продукцию целевой популяции, например, вылов хозяином земли ротанов *Perccottus glenii* в небольшом водоеме, в котором живет предмет его промысла - карась.

3. – **Оптимизация среды** для целевой популяции, например, установка специального субстрата для откладки икры, расширение литоральной зоны для икрометания.

4. – **Ограничение пространства** целевой популяции, например, отграничение сетями участка водоема, выкапывание пруда для карпового хозяйства. Эта стадия имеет принципиальное значение для развития аквакультуры, поскольку такое ограничение лишает целевую популяцию возможности выбора оптимальной среды путем перемещений и вынуждает человека взять на себя ответственность за обеспечение целевой популяции всеми необходимыми ресурсами.

5. – **Кормление** популяции, например, карасей в пруду.

6. – **Перенос части жизненного цикла особей в регулируемую среду** вне естественной природной среды популяции (замкнутые рециркуляционные или с различной степенью проточности аквакультурные системы), например, отлов производителей осетров, их нерест, подращивание мальков для выпуска назад в природный водоем.

7. – **Культивирование всей популяции на протяжении всего жизненного цикла в регулируемой среде**, например, выращивание на рыбоводных фермах *Oreochromis niloticus* в рециркуляционной аквакультурной системе.

8. – **Направленное селекционирование** целевой популяции путем искусственного отбора, появление линий и пород, например, «зеркальный» карп.

9. – **Генетическое модифицирование** и инженерия целевого вида, создание трансгенных новых видов.

10. – **Внеорганизменное культивирование** собственно используемого человеком продукта целевой популяции: тканей, органов и их систем.

Последующие степени развития аквакультуры обычно подразумевают одновременную реализацию и предыдущих, но это не является обязательным или часто происходит автоматически (например, выращивание мальков в рециркуляционной системе предполагает отсутствие хищников).

Данная последовательность стадий аквакультуры более отражает историческое ее развитие и не является обязательной, например, в современной аквакультуре особи могут быть взяты из природной популяции (0. стадия зоокультуры) и сразу же внесены в рециркуляционную аквакультурную систему (7. стадия).

**Гидробионты и аэробиионты.** Все существующие организмы для целей аквакультуры можно разделить на экологические группы по характеру среды их обитания и степени связи с ней. Для прикладных целей аквакультуры наиболее важными являются две полярные из них: *гидробионты* (организмы, живущие в водной среде) и *аэробиионты* (организмы, живущие в воздушной среде), и некоторые промежуточные, например:

1) **облигатные гидробионты** – организмы, вся жизнь которых проходит в водной среде вне контакта с воздушной средой (например, глубоководные морские виды рыб);

2) **стадийные гидробионты** – организмы, стадия развития которых является гидробионтной (икра и личинки *Bufo bufo*);

3) **цикловые гидробионты** – организмы, часть годичного цикла которых проходит в водной среде (например, зимовка и размножение в воде *Rana temporaria*, которые в остальное время живут в основном на суше);

4) **экологические гидробионты** – организмы, проводящие в водной среде какую-то, нередко значительную, часть времени для удовлетворения своих потребностей экологического характера, обычно для поиска пищи или укрытия от хищников (например, *Emys orbicularis*, которые охотятся и скрываются от опасности преимущественно в воде); и другие группы.

Одними из наиболее распространенных в аквакультуре гидробионтов являются рыбы и рыбообразные.

# РЫБЫ И РЫБООБРАЗНЫЕ В СИСТЕМЕ ЖИВОТНОГО МИРА

Наиболее часто содержимые в аквакультуре рыбы и рыбообразные – представители типа хордовые *Chordata* подтипа позвоночных *Vertebrata*, или черепных *Craniata*. Это группа низших черепных водных животных, дышащих жабрами и передвигающихся в воде плаванием (Рис. 1).

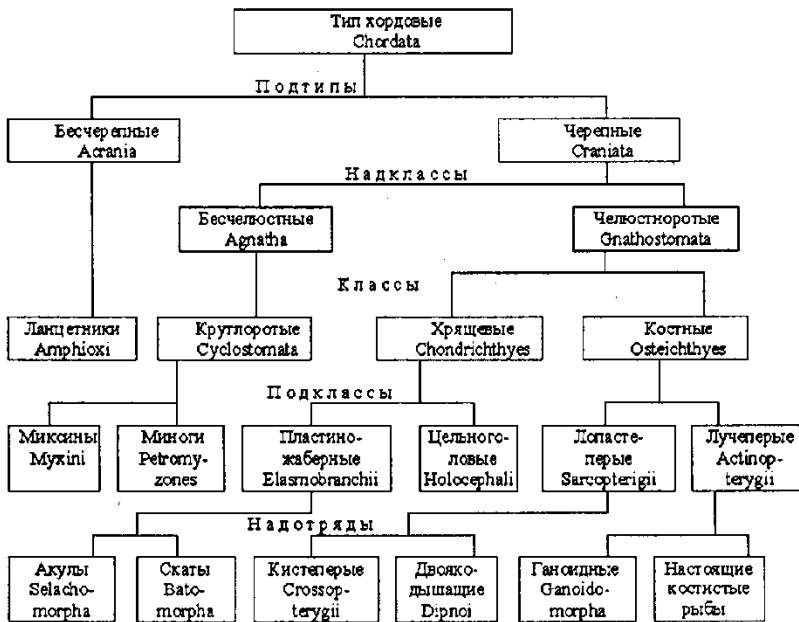


Рис. 1. Классификация рыбообразных и рыб.

Эволюционисты предполагают, что рыбы обособились от живших в пресных водоемах примитивных бесчелюстных птераспидоморф *Pteraspidomorphi* в начале силурийского периода (440-410 млн. лет назад), потомки которых эволюционировали в двух различных направлениях.

Бесчелюстные *Agnatha* развивались по пути развития энтодермических жаберных мешков, жаберного скелета в виде

сложной поверхностно расположенной решетки, сосущего рта, лишенного челюстей, и в дальнейшем дала начало круглоротым.

Эволюция челюстноротых *Gnathostomata* пошла по пути развития эктодермических жабр, расчленения жаберных дуг и превращения передних из них в челюсти хватательного типа, прогрессивного развития головного мозга и органов чувств (обоняния, слуха, зрения и др.), образования парных плавников. Именно от них произошли наземные позвоночные животные.

### Научная ихтиологическая номенклатура

Согласно современным научным представлениям, все круглоротые и рыбы входят в состав типа Хордовых *Chordata*, подтипа Черепных *Craniata* (Позвоночных *Vertebrata*) и образуют 4 класса: миксины *Mixini*, миноги *Cephalaspidomorphi* (*Petromyzontes*), хрящевые рыбы *Chondrichthyes* (*Elasmobranchii*) и костные рыбы *Osteichthyes*. Некоторые систематики выделяют пятый класс – химеры *Holocephali*. Общее число видов превышает 25 тыс. В пресных водах России и в прибрежной зоне омывающих ее морей обитает более 2 тыс. видов и подвидов рыб.

В Латвии встречаются следующие виды рыб и круглоротых (Latvijas...) (названия даны на латышском и латинском языках):

#### NĒĢU KLASE (CEPHALASPIDOMORPHI)

##### Nēģveidīgo kāрта (Petromyzontiformes)

##### Nēģu dzimta (Petromyzontidae)

Jūras nēģis	<i>Petromyzon marinus</i>
Strauta nēģis	<i>Lampetra planeri</i>
Upes nēģis	<i>Lampetra fluviatilis</i>

#### KAULZIVJU KLASE (OSTEICHTHYES)

##### Adatzivjveidīgo kāрта (Syngnathiformes)

##### Adatzivju dzimta (Syngnathidae)

Čūskzivs	<i>Nerophis ophidion</i>
Gardeguna adatzivs	<i>Syngnathus typhle</i>



## Asarveidīgo kārtā (Perciformes)

### Asaru dzimta (Percidae)

Asaris	<i>Perca fluviatilis</i>
Ķīsis	<i>Gymnocephalus cernua</i>
Zandarts	<i>Stizostedion lucioperca</i>

### Eleotrisu dzimta (Eleotridae)

Eleotris	<i>Hypseleotris swinhonis</i>
Rotans	<i>Perccottus glenii</i>

### Jūrasasarū dzimta (Percichthyidae)

Jūrasasaris	<i>Dicentrarchus labrax</i>
Svītrainais asaris	<i>Morone saxatilis</i>

### Jūrasgrunduļu dzimta (Gobiidae)

Apaļais jūrasgrundulis	<i>Neogobius melanostomus</i>
Divplankumu jūrasgrundulis	<i>Gobiusculus flavescens</i>
Jūrasgrundulis	<i>Pomatoschistus microps</i>
Mazais jūrasgrundulis	<i>Pomatoschistus minutus</i>
Melnais jūrasgrundulis	<i>Gobius niger</i>

### Lentzivju dzimta (Stichaeidae)

Lentzivs	<i>Lumpenus lampraeformis</i>
Lucītis	<i>Zoarces viviparus</i>

### Makreļu dzimta (Scombridae)

Makrele	<i>Scomber scomber</i>
Pelamida	<i>Sarda sarda</i>

### Stavridu dzimta (Carangidae)

Stavrida	<i>Trachurus trachurus</i>
----------	----------------------------

### Taukzivju dzimta (Pholidae)

Taukzivs	<i>Pholis gunnellus</i>
----------	-------------------------

### Tūbišu dzimta (Ammodytidae)

Nigļiņš	<i>Hyperoplus lanceolatus</i>
Tubīte	<i>Ammodytes tobianus</i>

### **Vilkzivju dzimta (Anarhichadidae)**

Vilkzivis *Anarhichas lupus*

### **Zobenzivju dzimta (Xiphiidae)**

Zobenzivis *Xiphias gladius*

### **Karpveidīgo kārtā (Cypriniformes)**

#### **Akmeņgraužu dzimta (Cobitidae)**

Akmeņgrauzis *Cobitis taenia*  
Bārdainais akmeņgrauzis *Nemacheilus barbatulus*  
Pīkste *Misgurnus fossilis*  
Ziemeļu zeltainais akmeņgrauzis *Sabanejewia baltica*

#### **Karpu dzimta (Cyprinidae)**

Amūras čebačeks *Pseudorasbora parva*  
Apakšmute *Chondrostoma nasus*  
Ausleja *Leucaspis delineatus*  
Ālants *Leuciscus idus*  
Baltais amūrs *Ctenopharyngodon idella*  
Baltais platpieris *Hypophthalmichthys molitrix*  
Baltais sapals *Leuciscus leuciscus*  
Barbe *Barbus barbus*  
Grundulis *Gobio gobio*  
Karpa *Cyprinus carpio*  
Karūsa *Carassius carassius*  
Kaze *Pelecus cultratus*  
Līnis *Tinca tinca*  
Mailīte *Phoxinus phoxinus*  
Melnais amūrs *Mylopharyngodon piceus*  
Pavīķe *Alburnoides bipunctatus*  
Plaudis *Abramis brama*  
Plicis *Blicca bjoerkna*  
Raibais platpieris *Hypophthalmichthys nobilis*  
Rauda *Rutilus rutilus*  
Rudulis *Scardinius erythrophthalmus*  
Salate *Leuciscus aspius*  
Sapals *Squalius cephalus*  
Spāre *Ballerus ballerus*  
Spidiļķis *Rhodeus amarus*

Sudrabkarūsa	<i>Carassius gibelio</i>
Vimba	<i>Vimba vimba</i>
Vīķe	<i>Alburnus alburnus</i>

### Kefaļveidīgo kārtā (Mugiliformes)

#### Kefaļu dzimta (Mugilidae)

Biezlūpu kefale	<i>Chelon labrosus</i>
Plānlūpu kefale	<i>Liza ramada</i>

### Lašveidīgo kārtā (Salmoniformes)

#### Lašu dzimta (Salmonidae)

Alata	<i>Thymallus thymallus</i>
Arktikas palija	<i>Salvelinus alpinus</i>
Avota palija	<i>Salvelinus fontinalis</i>
Baikāla omulis	<i>Coregonus autumnalis migratorius</i>
Čīrs	<i>Coregonus nasus</i>
Ketlasis	<i>Oncorhynchus keta</i>
Kižučs	<i>Oncorhynchus kisutch</i>
Kuprlasis	<i>Oncorhynchus gorbuscha</i>
Lasis	<i>Salmo salar</i>
Muksuns	<i>Coregonus muksun</i>
Nelma	<i>Stenodus leucichthys nelma</i>
Peledē	<i>Coregonus peled</i>
Repsis	<i>Coregonus albula</i>
Sīga	<i>Coregonus lavaretus</i>
Strauta forele	<i>Salmo trutta fario</i>
Taimiņš	<i>Salmo trutta</i>
Varavīksnes forele	<i>Oncorhynchus mykiss</i>

### Līdakveidīgo kārtā (Esociformes)

#### Līdaku dzimta (Esocidae)

Līdaka	<i>Esox lucius</i>
--------	--------------------

### Mencveidīgo kārtā (Gadiformes)

#### Mencu dzimta (Gadidae)

Jūrasvēdzele	<i>Enchelyopus cimbrius</i>
Menca	<i>Gadus morhua callarias</i>
Merlangus	<i>Merlangius merlangus</i>
Pikša	<i>Melanogrammus aeglefinus</i>

Pollaks	<i>Pollachius pollachius</i>
Saida	<i>Pollachius virens</i>
Vēdzele	<i>Lota lota</i>

### **Plektveidīgo kārtā (Pleuronectiformes)**

#### **Akmeņplekšu dzimta (Scophthalmidae)**

Akmeņplekste	<i>Psetta maxima</i>
Gludais rombs	<i>Scophthalmus rhombus</i>

#### **Plekšu dzimta (Pleuronectidae)**

Gludā plekste	<i>Limanda limanda</i>
Jūras zeltplekste	<i>Pleuronectes platessa</i>
Plekste	<i>Platichthys flesus</i>

### **Salakveidīgo kārtā (Osmeriformes)**

#### **Salaku dzimta (Osmeridae)**

Salaka	<i>Osmerus eperlanus</i>
--------	--------------------------

### **Samveidīgo kārtā (Siluriformes)**

#### **Samu dzimta (Siluridae)**

Sams	<i>Silurus glanis</i>
------	-----------------------

### **Silķveidīgo kārtā (Clupeiformes)**

#### **Anšovu dzimta (Engraulidae)**

Anšovs	<i>Engraulis encrasicolus</i>
--------	-------------------------------

#### **Silķu dzimta (Clupeidae)**

Aloza	<i>Alosa alosa</i>
Brētliņa	<i>Sprattus sprattus balticus</i>
Palede	<i>Alosa fallax</i>
Reņģe	<i>Clupea harengus membras</i>

### **Skorpēnveidīgo kārtā (Scorpaeniformes)**

#### **Jūraslapsiņu dzimta (Agonidae)**

Āķdegunis	<i>Agonus cataphractus</i>
-----------	----------------------------

#### **Jūrasplūkšņu dzimta (Liparidae)**

Plūkšņzivs	<i>Liparis liparis</i>
------------	------------------------

### **Platgalvju dzimta (Cottidae)**

Četrragu buļļzivs	<i>Trigloporus quadricornis</i>
Jūras dzeloņgalve	<i>Taurulus bubalis</i>
Platgalve	<i>Cottus gobio</i>
Raibā platgalve	<i>Cottus poecilopus</i>
Ziemeļu buļļzivs	<i>Myoxocephalus scorpius</i>

### **Zaķzivju dzimta (Cyclopteridae)**

Jūras zaķzivs	<i>Cyclopterus lumpus</i>
---------------	---------------------------

### **Stagarveidīgo kārta (Gasterosteiformes)**

#### **Stagaru dzimta (Gasterosteidae)**

Deviņadatu stagars	<i>Pungitius pungitius</i>
Jūrasstagars	<i>Spinachia spinachia</i>
Trīsadatu stagars	<i>Gasterosteus aculeatus</i>

### **Storveidīgo kārta (Acipenseriformes)**

#### **Storu dzimta (Acipenseridae)**

Beluga	<i>Huso huso</i>
Krievu store	<i>Acipenser gueldenstaedtii</i>
Sibīrijas store	<i>Acipenser baeri</i>
Sterlete	<i>Acipenser ruthenus</i>
Store	<i>Acipenser sturio</i>

### **Vējzivjveidīgo kārta (Beloniformes)**

#### **Vējzivju dzimta (Belonidae)**

Vējzivs	<i>Belone belone</i>
---------	----------------------

### **Zušveidīgo kārta (Anguilliformes)**

#### **Jūraszušu dzimta (Congridae)**

Jūraszutis	<i>Conger conger</i>
------------	----------------------

#### **Zušu dzimta (Anguillidae)**

Zutis	<i>Anguilla anguilla</i>
-------	--------------------------

Среди этих видов есть как местные, так и завезенные человеком. Так, например, инвазивный вид ротан *Perccottus glenii* из Дальневосточного региона Евразии ныне широко распространен в восточной и юго-восточной части Латвии, где населяет

разнообразные водоемы, обычно пруды, заводи, бобровые запруды и является новым опасным хищником, пищевым конкурентом и вектором переноса паразитов для местных видов беспозвоночных, рыб, земноводных и гидробионтных пресмыкающихся, в том числе редких и охраняемых в Европейском Союзе (краснобрюхая жерлянка *Bombina bombina*, Европейская болотная черепаха *Emys orbicularis*) (Pupins, Pupina 2012; Pupina et al. 2015; Skute et al. 2016).

В Международном Кодексе зоологической номенклатуры (2000) выделены следующие иерархические соподчинённые таксоны **видовой группы**: подвид (*subspecies*), вид (*species*), надвид (*superspecies*); **родовой группы**: подрод (*subgenus*), род (*genus*); **группы семейства**: триба (*tribe*), подсемейство (*subfamily*), семейство (*family*), надсемейство (*superfamily*).

В региональной ихтиологической литературе часто используют традиционную дробную классификацию внутривидовых группировок рыб, которую изложил Л.С. Берг (1948). Эта номенклатура имеет отличия от Международного кодекса зоологической номенклатуры, но, в связи с тем, что её достаточно широко используют, мы приводим основные её параметры.

Таксономические единицы Л.С. Берг (1948) делит на две категории: А – единицы географические и Б – единицы негеографические. К первым он относит вид, подвид и племя.

**Видом (*species*)** Л.С. Берг называет «совокупность особей, занимающих определенную географическую область и обладающих рядом определенных признаков, передаваемых по наследству и всегда отличающих данный вид от близких видов». Вид обозначают биномиально, например, голавль *Leuciscua cephalus*.

**Подвид (*subspecies*)** – совокупность особей, связанных с близким к ней видом наличием переходных форм, но имеющая определенную область обитания, Подвид обладает одинаковой с видом стойкостью в передаче наследственных свойств. Подвиды обозначают тринომинально, например, голавль кавказский *Leuciscus cephalus orientalis*.

**Племя (*natio*)** Л.С. Берг определяет как подвид второго порядка. Племя объединяет группу особей, связанных с подвидом переходными формами, имеющую наследственные признаки и определенное место распространения (ареал). В обозначении нации или племени употребляют четыре наименования (родовое, видовое, подвидовое и племенное), причем перед наименованием племенным обычно ставят слово *natio* (сокр. *n.*). Например, голавль закавказский *Leuciscus cephalus orientalis natio platycephalus*. Ко второй (Б) категории таксономических единиц Л. С. Берг относит: – расу, или элементарный вид; – морфу.

**Раса, или элементарный вид (*infraspecies*).** Эту группу Л.С. Берг характеризует как стойкую форму, связанную с видом переходными признаками, но отличимую по комбинации признаков. «Область распространения расы географически не обособлена от ареала вида; иногда расы бывают приурочены к определенным экологическим условиям - глубине, температуре воды, времени нереста, грунту и пр. раса обычно передает свои признаки по наследству и при изменении внешних условий». На расы распадаются не только виды, но и подвиды. Еще более мелкая таксономическая единица, чем раса – биотип. Например, голый осман Пржевальского *Diptychus dubowskii infraspecies przewalskii Kessler, 1879*.

**Морфа (*morpha*)** по Л. С. Бергу, 1948 – более или менее резкое отклонение основного вида или подвида, охватывающее обширные группы особей или периодически целое поколение и вызванное резким изменением некоторых специальных условий существования, например: субстрата, пищи и т. п., а иногда, быть может, зависящее от внутренних причин», морфы «не имеют географически определенной области обитания, встречаясь спорадически совместно с основной формой. Признаки морфы неустойчивы: при перемене внешних условий морфа часто превращается в первобытное состояние. Например, ручьевая форель *Salmo trutta morpha fario*. В научной литературе при первом упоминании любого таксона, особенно группы вида принято приводить авторство данного таксона, например, *Lota lota* Linnaeus, 1758. Это необходимо делать как с точки научной этики, цитируя автора первого описания, так и

потому, что в истории ихтиологии нередки случаи описания под одним и тем же латинским названием разные авторы описывали разные виды, или под одним и тем же названием один и тот же автор в разные годы описывал разные виды. Если фамилия автора после названия приведена в скобках, то это означает, что вид описан впервые данным автором под другим названием. В ихтиологической и аквакультурной литературе часто встречаются термины, не соответствующие таксономическим. Они отражают особенности экологии тех или иных видов рыб. Мы приводим их по Г.В. Никольскому (1974).

**Стая** – длительная группировка взаимно ориентированных друг на друга рыб близкого биологического состояния и возраста (сельдевые, тресковые и др.).

**Скопление** – временное объединение нескольких стай или элементарных популяций (нерестовые, миграционные, нагульные). В большей степени характерны для морских пелагических, проходных и полупроходных видов.

**Стадо**, или **популяция** – одновидовая разновозрастная самовоспроизводящаяся группировка рыб, населяющая определённый район и привязанная к определённым местам размножения, нагула и зимовки.

**Элементарная популяция** – обычно одновозрастная, часто пожизненная группировка рыб, сходных по своему биологическому состоянию, ритму биологических процессов. Возникают часто в районах размножения рыб и сохраняются длительное время, хотя их состав со временем может меняться (в том числе и видовой).

**Экотип** – внутривидовые группировки, характеризующиеся устойчивыми морфофизиологическими особенностями.

Идентификация приведённых выше групп рыб, обозначаемых различными терминами при решении определённых теоретических и практических задач, показывает, что некоторые термины полностью или в значительной степени совпадают по содержанию. Это подчёркивает неоднозначный характер некоторых терминов, широко употребляемых в ихтиологической и аквакультурной литературе.



## ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ РЫБ

Гидросфера – место обитания огромнейшего количества бактерий, грибов, растений, беспозвоночных (Brakovska et al. 2012, 2013; Deksnе, Skute 2011), рыб (Skute 2012; Jurevics, Skute 2013), земноводных (Pupina, Pupins 2008), водных пресмыкающихся (Meeske, Pupins 2009; Pupina, Pupins 2008a,b; 2009; 2016; Pupins 2007; Pupins, Pupina 2011; 2012) и других водных и полуводных животных, называемых гидробионтами. Все они непосредственно связаны с жизнью водоёма. Растения продуцируют кислород и органическое вещество. Они же являются звеньями пищевых цепей, как и многочисленные консументы и редуценты. Многие гидробионты являются возбудителями и переносчиками различных заболеваний. Самыми известными и наиболее ценными для аквакультуры обитателями гидроценозов являются рыбы.

Факторы среды, воздействующие на рыб постоянно или временно, принято разделять на абиотические и биотические.

### **Абиотические факторы**

К абиотическим факторам относят температуру, соленость, газовый режим и инсоляцию, свет и др., т.е. факторы неорганической природы.

**Температура** – один из наиболее важных факторов, определяющих биологию рыб и имеющих особое значение для аквакультуры. Это связано с тем, что рыбы являются пойкилотермными животными и температура их тела близка к температуре окружающей среды. У большинства видов рыб она на 0,5–1°C выше температуры воды; у тунцов во время длительного быстрого движения разница температур может достигать 10°C.

По отношению к температуре рыб относят к stenothermным – способным переносить небольшие колебания температуры не более 5–7°C (тропические, арктические, антарктические и глубоководные рыбы) и eurythermным – выдерживающим

значительные колебания температуры – в десятки градусов (рыбы умеренных широт – щука, сазан, карась, окунь, тюлька).

Для каждого вида рыб характерна предпочитаемая температуры – **термопреферендум**. Для рыб, обитающих в водоёмах умеренной зоны, термопреферендум летом и зимой различается. Так, для многих карповых летняя предпочитаемая температура составляет 24-28°C, а зимняя – 2-3°C. Температура воды влияет на распределение рыб в водоёме, поведение, питание и скорость протекания всех биологических процессов. Для целей аквакультуры особенно нежелательно нарушение термопреферендума зимующих рыб, часто приводящее к их гибели.

Температурный режим может оказывать влияние и на анатомическое строение рыб. Повышенная температура значительно ускоряет процесс инкубации, но повышает численность выклёвывающихся личинок с различными патологиями, снижающими выживаемость и дальнейшую жизнеспособность.

**Химический состав воды.** В естественных условиях вода никогда не бывает в химически чистом состоянии. Она всегда контактирует с воздухом, представляющем смесь различных газов, часть которых растворяется в воде. Природные воды содержат смеси органических и минеральных соединений, находящихся в растворенном, взвешенном, газообразном и коллоидном состоянии. На процесс растворения оказывает влияние температура и давление, причем растворимость твердых веществ в воде с повышением давления увеличивается, а газов – уменьшается. Увеличение давления не оказывает влияние на растворимость в воде твердых веществ, но увеличивает растворимость газов. В природной воде отмечено около 50 элементов, которые присутствуют в виде элементарных и сложных ионов различного состава.

В зависимости от растворенных в природных водах химических соединений различают гидрокарбонатные, сульфатные и хлоридные воды. В быту мы называем эти воды минеральными. Многие из растворенных в природных водах химических соединений являются важными компонентами питания водных

растений. Эти вещества называются биогенными, и, в зависимости от содержания в воде, их делят на три группы: макро- (азот, фосфор, железо), микро- (марганец, медь, цинк и др.) и ультрамикрорэлементы (ванадий, титан, кобальт и др.).

По решению Венецианской конвенции (1958), природные воды подразделяют на пресные (олигогалинные), солоноватые (миксогалинные, или мезогалинные), морские (эугалинные, или полигалинные) и переосолоненные (гипергалинные).

**Соленость** – определённое количество солей, растворённых в воде. Солёность воды выражают в промилле (‰) или единицах *PSU (Practical Salinity Units)* практической шкалы солёности (*Practical Salinity Scale*).

**1 промилле** – величина равная содержанию 1 г солей в литре воды.

В 1978 г международными океанографическими организациями принята шкала практической солёности (*Practical Salinity Scale* 1978, PSS-78), в которой измерение солёности основано на электропроводности (кондуктометрия), а не на выпаривании воды. Это связано с началом широкого применения в морских исследованиях океанографических *CTD*-зондов, которые солёность воды измеряли электрическим методом.

Для поверки работы зондов используют лабораторные солемеры. В свою очередь, для проверки солемеров используют стандартную морскую воду. Стандартную морскую воду для поверки солемеров, производят в Великобритании лабораторией *Ocean Scientific International Limited (OSIL)* из натуральной морской воды. При соблюдении всех стандартов измерения можно получить точность измерения солёности до 0,001 единицы *PSU*.

Шкала *PSS-78* даёт числовые результаты, близкие к измерениям массовых долей, и различия заметны либо когда необходимы измерения с точностью выше 0,01 *PSU*, либо когда солевой состав не соответствует стандартному составу океанской воды.

Средняя солёность Мирового океана – 35‰ или 35 *PSU*. Мы, для удобства, будем пользоваться традиционной единицей измерения солёности.

Рыбы обитают в пресных водах (солёность до 0,5‰), солоноватых (0,5–25‰) и морских (до 40‰). Некоторые рыбы переносят и более высокое содержание солей в воде.

По отношению к солёности различают рыб **стеногалинных** – не способных переносить значительные изменения солёности внешней среды и **эвригалинных** – выдерживают значительные колебания солёности (кефаль, тунка, атерина и др.).

Солёность оказывает прямое и косвенное воздействие на рыб, ограничивая их распространение. Кроме того, биогенные вещества, поступающие в водоемы естественным путём или вносимые человеком, способствуют увеличению биомассы планктона и бентоса, служащих пищей для рыб, внося определённый дисбаланс в естественный газовый режим водоёма.

Изменение содержания солей в воде приводит к изменениям видового состава гидробионтов, что влечёт изменение кормовой базы рыб в положительную или отрицательную сторону. Так, изъятие значительного количества пресного стока рек Дона и Кубани в Азовское море в 1960-1970-х гг. в результате сооружения водохранилищ привело к его осолонению, изменению условий обитания азовских рыб и, как следствие, резкому снижению его продуктивности.

**Активная реакция среды (рН)** – фактор, который зависит от соотношения растворенных в воде кислорода, свободной углекислоты, гидрокарбонатов. Избыток  $\text{CO}_2$  вызывает в пресных водоемах увеличение кислотности воды, в морской воде избыток углекислого газа на рН не влияет. Для каждого вида рыб характерны оптимальные значения рН и при их изменении нарушается обмен веществ. Наиболее благополучной для гидробионтов является среда в диапазоне рН от 5,5 до 8,5, хотя часто встречаются воды с более высокой кислотностью и щелочностью.

**Растворенные в воде газы** – кислород, азот, углекислый газ, сероводород и многие другие, оказывают положительное, либо отрицательное воздействие на рыб.

**Кислород** – необходим для дыхания всех живых организмов. По отношению к кислороду рыб делят на следующие группы:

- нуждающиеся в высоком содержании кислорода (7-12 мг/л), при снижении его содержания до 5-6 мг/л дыхание невозможно (форели, сиги);
- нуждающиеся в высоком содержании кислорода (5-8 мг/л), но выдерживающих его уменьшение до 5 мг/л (многочисленная группа пресноводных рыб: хариус, подуст, пескарь, налим);
- менее требовательные к содержанию кислорода, легко переносящие его уменьшение до 5 мг/л (окунь, карп, плотва, щука);
- довольствующиеся содержанием кислорода в 2,0-0,5 мг/л (линь, сазан, карась).

Количество растворенного в воде кислорода зависит от температуры, солености, ледового покрова, растительности, процессов количества органических веществ в воде и др.

Морские рыбы более чувствительны к понижению содержания кислорода, чем речные, и задыхаются при уменьшении его содержания до 60-70% от нормы.

Молодь рыб более чувствительна к содержанию кислорода, чем старшие возрастные группы. Подвижные рыбы больше потребляют кислорода, чем малоподвижные. Перед нерестом потребление кислорода рыбами возрастает на 23-30% по сравнению с другими периодами.

Следует отметить, что избыток кислорода в воде так же вреден, как и его недостаток. При быстром повышении содержания кислорода рыбы могут получить кислородный наркоз и погибнуть от удушья, а при недостатке – снижаются интенсивность питания и все физиологические процессы. На эмбриональном этапе развития избыток кислорода в воде может вызывать у рыб анемию, а недостаток приводит к гибели.

**Углекислый газ** образуется в результате дыхания гидробионтов и при окислении органических веществ. Недостаток его в тёплое время года отрицательно сказывается на фотосинтезе, а избыток, особенно в холодное время, может привести к заморам. От количества растворённого в воде углекислого газа зависит активная реакция среды (рН).

**Сероводород и метан** образуются и накапливаются в некоторых водоемах при отсутствии перемешивания воды, что приводит к недостатку кислорода. Примером может служить Черное море, где из-за отсутствия вертикального перемешивания вода насыщена сероводородом, образующимся в результате жизнедеятельности анаэробной бактерией микроспиры. Это сделало глубоководную зону ниже 200 м непригодной для обитания рыб и других гидробионтов.

### **Физические свойства воды**

Природная вода обладает сравнительно высоким коэффициентом поверхностного натяжения, который изменяется в зависимости от температуры и количества растворенных органических и неорганических веществ. Пленка поверхностного натяжения играет важную роль в жизни рыб и других гидробионтов, обитающих над и под этой пленкой. Совокупность этих организмов называется нейстоном. Обитание в нейстоне вырабатывает у организмов специфические адаптации, например, смачиваемость или несмачиваемость покровов тела и др.

Вода, по сравнению с другими жидкостями, имеет небольшую вязкость, что обуславливает ее подвижность и плавание гидробионтов. С другой стороны, вязкость в большей степени тормозит движение организма, по сравнению с передвижением в воздушной среде, что также вызывает появление специальных адаптаций у гидробионтов.

Плотность чистой воды равна  $1 \text{ г/см}^3$ , но с изменением температуры и химического состава, плотность изменяется, что приводит к изменениям условий плавания рыб и других водных организмов.

Прозрачность воды является необходимым условием жизни всех водных растений и животных. Часть солнечного света отражается от поверхности воды, но другая ее часть, преломляясь, проникает в её толщу. Любая, даже очень чистая вода не абсолютно прозрачна и часто имеет различные цветовые оттенки. Вода обладает способностью поглощать световые лучи, поэтому светопропускание зависит от толщины слоя. Кроме того, вода практически всегда содержит некоторое количество неорганических взвешенных частиц, детрита и планктона – многочисленной группы микроскопических одноклеточных и колониальных организмов (цианобионты, бактерии, растения и животные) свободно парящих в толще воды. Все эти включения поглощают, сильно задерживают и отражают свет, делая воду цветной и менее прозрачной.

**Движение воды** – важный фактор в жизни рыб. Течения изменяют гидрологический, гидробиологический и гидрохимический режимы в водоемах. Теплые течения в морях создают благоприятные условия для развития кормовых организмов для рыб. С течениями перемещаются икра, личинки и другие планктонные организмы.

Вертикальная циркуляция воды вызывает перемешивание слоев воды, способствует выравниванию температуры и солености, подъему биогенных элементов из глубины (апвеллинг). То же происходит во время морских приливов и отливов.

В то же время, штормовые явления отрицательно влияют на выживаемость пелагической икры, значительная часть которой погибает от механических повреждений (кефалевые, сельдевые, тресковые и др.). В результате штормовых волнений увеличивается количество грунтовых и органических частиц в воде, что не всегда является положительным явлением в жизни рыб.

**Субстрат** – в жизни рыб играет важную роль. Мягкие грунты обеспечивают закапывающимся видам рыб укрытия. На песчаных, каменистых и скалистых грунтах рыбы укрываются, используют грунты для откладывания икры и поиска пищи. Грунты во многом определяют рыбную продуктивность водоёмов.

**Свет и освещённость** – являются главным фактором, определяющим интенсивность фотосинтеза, с чем связаны количественные и качественные гидробиологические характеристики водных экосистем. Освещённость является одной из причин суточных вертикальных миграций гидробионтов, в том числе и рыб. В основном, солнечный свет поглощается поверхностным слоем воды, и только 0,5% его достигает глубины 100 м.

Рыб по отношению к свету можно условно разделить на дневных и сумеречных. Большинство наиболее активны днём. Но на разных этапах онтогенеза рыбы реагируют на свет различно. Так, у осетровых сразу после выклева фототаксис положительный, при переходе к жаберному дыханию – безразличный, на более поздних стадиях – отрицательный.

Большинство рыб (за исключением сумеречных и хрящевых) обладают цветовым зрением, что связано с возможностью распознавать окраску водных объектов.

Длительность светового периода является главным фактором нерестового поведения рыб. Свет влияет на скорость созревания гонад у рыб. Свет управляет вертикальными миграциями гидробионтов. У некоторых видов солнечный свет влияет на обмен веществ. Так, например, у гамбузии, лишенной света, развивается авитаминоз, теряется способность к размножению.

Рыбы по-разному реагируют на электрический свет, и их реакцию на свет используются в рыболовстве. При помощи электрического света ловят кильку, хамсу, скумбрию, сайру и др. Некоторые рыбы имеют положительную реакцию на цветное освещение. Так, атлантическая сельдь реагирует на синий цвет, круглая сардинелла – на красный и т.д.

У глубоководных морских рыб существуют органы свечения. Способностью к биолюминесценции обладают около 300 видов рыб, в том числе около 20 – хрящевые.

**Звуки** воспринимают и производят все рыбы. Это могут быть нерестовые, защитные, агрессивные и ориентировочные сигналы, напоминающие скрип, хрюканье, карканье, барабанный бой, писк и др. Рыбы издадут звуки плавательным



пузырём, движением жаберных крышек, глоточными зубами, при захвате и заглатывании пищи и др. У большинства рыб звуки издают только самцы, хотя механические звуки рыбы издают непроизвольно в процессе питания, движения и т.п., не зависимо от пола.

Рыбы способны воспринимать **электрические поля** в воде. С усилением напряжения электрического поля увеличивается беспокойство рыб и её стремление покинуть данное место. При сильных электрических полях рыбы теряют подвижность и гибнут.

### **Загрязнение водоёмов**

Загрязнения водоемов могут быть естественными (распад органических веществ, смыв органики в результате осадков) или следствием антропогенных загрязнений. Способность организмов существовать в загрязненной органическими веществами воде называется **сапробностью**.

Гидробионтов, обитающих в водоемах высокогорных и малонаселенных территорий, и не выдерживающих даже малейших загрязнений, называют катаробионтами, или катаробами. Для их нормальной жизнедеятельности необходимо большое количество растворенного в воде кислорода и почти полное отсутствие углекислоты. В основном, это реликтовые организмы.

Гидробионтов, обитающих в воде с различной степенью загрязненности, разделяют на четыре группы по приуроченности к различной степени загрязнения: полисапробы,  $\alpha$ -мезосапробы,  $\beta$ -мезосапробы и олигосапробы. В самых загрязнённых водоёмах (сточные воды пищевых и животноводческих предприятий и рисовых полей, бытовые стоки и др.) живут только бактерии, жгутиковые, инфузории, личинки мух и некоторые другие полисапробные организмы.

Эврибионтные виды рыб (лечь, карась, вьюн, сазан, уклейка и др.) обитают в  $\beta$ -мезосапробной зоне.

Олигосапробные воды имеют благоприятные условия обитания большинства гидробионтов (благоприятный кислородный режим, небольшое количество нитратов, угольной кислоты и отсутствует сероводород, резко уменьшается число бактерий). К этой группе организмов относится большинство растений, рыб и других животных чистых водоемов.

Самыми распространенными и опасными загрязнителями являются нефть, нефтепродукты, тяжелые металлы и радиоактивные вещества. В последние десятилетия всё большую опасность представляют синтетические моющие (поверхностно активные) вещества. Все они накапливаются в организме рыб и поражают жизненно важные органы, в первую очередь репродуктивные, вызывая различные нарушения размножения, питания, поведения, массовую гибель икры и личинок рыб и других гидробионтов.

Не менее опасным для водоемов является массовое развитие сине-зеленых водорослей, которые в условиях слабого перемешивания воды образуют застойные зоны. Продукты жизнедеятельности цианобионтов часто вызывают гибель рыб и других водных животных.

### **Биотические факторы среды обитания рыб**

К биотическим факторам относят внутривидовые и межвидовые взаимоотношения рыб между собой и с другими гидробионтами.

Формы внутривидовых связей у рыб весьма разнообразны: популяции, стаи, скопления, колонии, пищевые группировки и др. Не менее разнообразны и сложны взаимоотношения рыб с другими организмами (животные, растения, бактерии, вирусы). Они могут быть выражены в форме пищевой конкуренция, мирного и паразитического сожительства (комменсализм, мутуализм), хищник – жертва и др.).

Для рыб в питании характерна определённая видовая ориентация в выборе кормов на разных этапах развития. Относительное внутривидовое благополучие достигается за счет того, что у ряда видов имеется несколько поколений молоди в

течение года (порционный нерест), которые расходятся в составе пищи на разных этапах развития. При плохой обеспеченности пищей у рыб происходит вынужденное расширение спектра питания. При неблагоприятных условиях питания образуются карликовые формы с замедлением роста и созреванием при небольших размерах (лосось, голец и др.). У хищных рыб при недостатке корма имеет место переход на питание собственной молодью – каннибализм (треска, навага, корюшка, щука, окунь). У лососей неоплодотворенные икринки не гибнут, а развиваются партеногенетически, пока из оплодотворенных икринок не выведутся личинки.

**Взаимоотношения хищник – жертва** привели к выработке у рыб ряда особенностей: у хищников – сильные зубы, хорошее зрение и обоняние, способность к быстрому передвижению; у жертв – шипы, колючки, панцири, ядовитые железы, высокая плодовитость и т.д.

**Комменсализм** – взаимодействие, полезное для одной стороны и безразличное для другой (акулы и рыба-прилипала).

**Мутуализм** – обоюдовыгодное сожительство, (наблюдается у рыб-«чистильщиков», которые избавляют рыб-«клиентов» от паразитов, грибковых и бактериальных заболеваний (губановые рыбы, рыбы-бабочки и др.).

**Паразитизм** у рыб – явление очень распространённое. На рыбах паразитируют различные беспозвоночные, вызывающие многочисленные заболевания, либо переносящие различные вирусные и бактериальные заболевания (краснуха, фурункулёз и др.).

На рыбах паразитируют глубоководные угри, ванделлиевые сомики, миноги, миксины и др. У многих глубоководных рыб на теле самок паразитируют самцы. Прикрепляясь к телу самки при помощи острых зубов, самец вскоре срастается с ней, полностью превращаясь в своеобразный придаток. Даже кровеносная система самца объединяется с кровеносной системой самки. Единственной функцией такого самца является секреция спермы. На теле одной самки могут паразитировать 5-6 самцов.

**Водная растительность** – главный источник кислорода в воде. Для растительноядных рыб растения являются объектом питания. Фитофильные рыбы используют растительность в качестве нерестового субстрата. Мальки, личинки и взрослые рыбы используют растения в качестве укрытий. В то же время, некоторые растения питаются личинками рыб (пузырчатка). Массовое развитие планктонных водорослей в летние месяцы и перегнивающие водные растения в зимний период могут вызывать заморы.

**Планктон и бентос.** Большинство планктонных и бентосных беспозвоночных животных являются кормовыми организмами для рыб, но водные личинки некоторых насекомых поедают икру, нападают на молодь рыб или паразитируют на рыбах. Гребневики и медузы являются опасными пищевыми конкурентами планктоядным рыбам. Такие же сложные отношения у рыб с представителями типов моллюсков, червей, ракообразных и даже позвоночных животных. Земноводных и их личинок поедают хищные рыбы, например, инвазивный в Латвии ротан нападает на личинок краснобрюхой жерлянки (Purīņš, Purīņa 2012), вместе с тем, молодь рыб и икру уничтожают земноводные – в эксперименте, проведенном в Латвии, взрослые краснобрюхие жерлянки поедали мальков ротана (Purīņa, Purīņš 2017). Некоторые виды рептилий, птиц и млекопитающих питаются исключительно или зачастую рыбами (например, Европейская болотная черепаха), являясь в то же время промежуточными или постоянными хозяевами паразитических червей, а хищные рыбы поедают молодь птиц и млекопитающих, и даже нападают (акулы) на взрослых млекопитающих.

### **Экологические группы рыб**

Основные экологические факторы, определяющие распространение и образ жизни рыб – температура и солёность.

Все рыбы – пойкилотермные животные (температура тела зависит от температуры окружающей среды). По отношению к

температуре рыб подразделяют на stenothermных и эвритермных.

**Stenothermные** – обитатели тропических и полярных зон, а также больших глубин, где температура практически не меняется. Весь жизненный цикл этих рыб проходит в условиях низких температур (холодолюбивые) или теплых (теплолюбивые) вод.

**Эвритермные** – приспособились к жизни в изменяющихся условиях и переносят широкие колебания температуры. Это рыбы бореального и субтропического пояса: лосось, судак, щука, буффало, окунь, плотва и др. Период активного питания роста и размножения рыб происходит при температуре от 15 до 30°C. При температуре ниже 8°C жизненная активность рыб ослабевает, у многих прекращается питание; эти виды проводят зиму в малоподвижном состоянии в глубоких местах водоемов. Все жизненные процессы у них замедленные; питание эндогенное, за счёт запасных питательных веществ.

Холодолюбивые виды эвритермных рыб в зимний период питания не прекращают. Оптимальные температуры их жизнедеятельности от 8 до 16°C. Нерест проходит осенью и зимой (сиги, белорыбица, лосось, ручьевая форель и др.). При температуре выше 20°C их активность снижается, практически прекращается питание, а температура 25°C для многих является летальной.

По отношению к солёности всех рыб можно разделить на 4 группы: пресноводных, морских, проходных и полупроходных.

**Пресноводные** рыбы всю свою жизнь проводят в пресной воде и в солоноватых водоёмах, как правило, не обитают. Реофильные виды приспособлены к жизни на течении. Лимнофильные рыбы живут в стоячей воде. В свою очередь и реофильные и лимнофильные рыб можно разделить на пелагических и донных, т.е. обитающих в толще воды и в придонных слоях водоёма. На долю пресноводных рыб приходится около половины всех ныне живущих рыб.

**Морские** рыбы живут в морской воде, и в пресные воды не заходят. По условиям обитания их подразделяют на три группы.

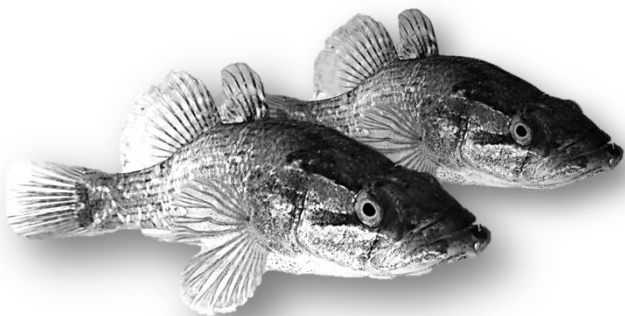
Литоральные (или прибрежные) – обитают на континентальном шельфе и в водах, прилегающих к островам. Они подразделяются на пелагических – обитают в толще воды (мойва), придонных – живут в непосредственной близости от дна (бычки, зубатки) и донных – большую часть жизненного цикла проводят на дне (камбалы, палтусы, скаты).

Эпипелагические – обитают в верхних слоях пелагиали открытого океана (до 200 м). Некоторые виды проводят вдали от берегов часть своей жизни, приближаясь к берегу только для нереста (тунец, скумбрия, сайра).

Глубоководные – населяют склон и ложе океана, а также толщу воды от нижней границы эпипелагиали (ниже 200 м). Среди них также выделяют придонных, донных, пелагических, мезопелагических (до 2000-3000 м), абиссопелагических (ниже 3000 м) и абиссальных. На долю морских рыб приходится около половины всех ныне живущих рыб.

**Проходные** рыбы переходят из морской воды в пресную и поднимаются для нереста в верховья рек. Некоторые проходные рыбы (угорь речной) для нереста выходят из рек в море и совершают длительные миграции к местам нереста.

**Полупроходные** (солонатоводные) рыбы обитают в опреснённых участках морей, эстуариях (лиманах, ильменях) и внутренних морях, а для нереста заходят в низовья рек.



## ОНТОГЕНЕЗ РЫБ

**Онтогенез** – индивидуальное развитие организма, включающее ряд периодов, сопровождаемых сложными морфологическими, физиологическими и биохимическими преобразованиями, претерпеваемыми организмом на пути от оплодотворения до естественного конца жизни. Для каждого периода характерна своя качественная специфика.

Для эмбрионального периода развития рыб характерно питание запасами желточного мешка. На личиночном этапе происходит переход на экзогенное питание (питание внешней пищей). В течение каждого периода организм рыбы проходит ряд этапов, которые состоят из стадий развития. Последовательные этапы развития, объединенные одинаковой качественной спецификой, составляют период развития.

Значительная часть исследований онтогенеза рыб основана на теории этапности развития, разработанной В.В. Васнецовым (1946, 1953, 1957) и С.Г. Крыжановским (1948).

Онтогенез рыб включает в себя 6 периодов: эмбриональный, личиночный, мальковый, ювенальный, взрослый и старческий.

1. **Эмбриональный** (зародышевый) – от момента оплодотворения яйца до момента перехода особи на внешнее питание. Эмбрион питается за счет желтка, полученного от материнского организма. Включает 2 подпериода: собственно эмбриональный – развитие внутри яйцевой оболочки и предличиночный (свободного эмбриона) – развитие вне оболочки;
2. **Личиночный** период характеризуется переходом на внешнее питание с сохранением личиночных органов и признаков. Плавниковая складка не дифференцирована на зачатки парных и непарных плавников;
3. **Мальковый** – внешнее строение организма приобретает сходство с взрослым. Непарная плавниковая складка дифференцирована на плавники. Появляется чешуя, начинается дифференциация пола, но половые органы не развиты;

4. **Ювенальный** (ювенильный, юношеский) период характерен усиленным развитием половых желез, хотя рыбы еще неполовозрелые. Начинают развиваться вторичные половые признаки (если они имеются);

5. **Взрослый** организм (пубертатный) – с момента наступления половой зрелости. Рыбы обладают всеми признаками, характерными для полностью сформировавшегося организма;

6. **Старческий** период характерен замедлением роста или его прекращением. Рыба утрачивает способность к размножению.

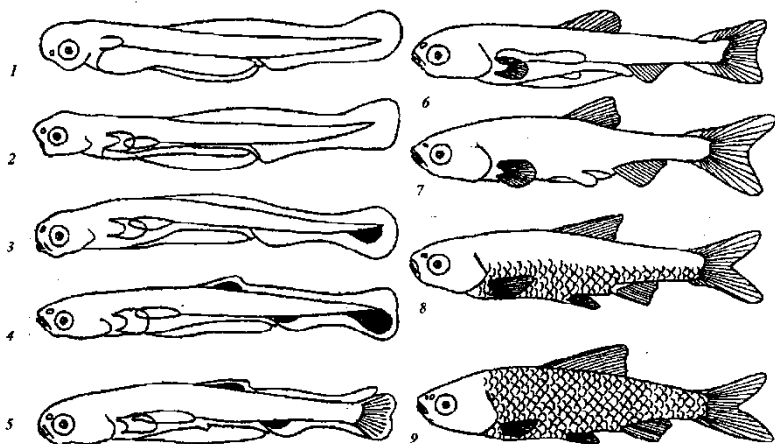
Ниже приведены описание этапов развития рыб от предличиночной до мальковой стадии (Табл.1., Рис.2) и схемы их промеров (Рис.3).

**Табл.1.** Краткая характеристика этапов развития костистых рыб бассейна р. Волги, имеющих чешуйчатый покров (по А.Ф. Коблицкой, 1981).

Этапы	Характеристика
А	Желточный мешок большой. Плавниковая складка не дифференцирована. Плавательный пузырь без воздуха.
В	От желточного мешка остаются только небольшие остатки, но он ещё есть. Плавниковая складка начинает дифференцироваться на спинную, хвостовую и анальную части. Плавательный пузырь заполняется воздухом. Конец хорды ещё прямой или слегка загнут вверх. Начало экзогенного питания. Появляется зачаток плавательного пузыря у окунёвых рыб.
С <sub>1</sub>	Желточного мешка нет. В хвосте появляется сгусток мезенхимы. Полностью экзогенное питание.
С <sub>2</sub>	В сгущении мезенхимы хвостового плавника видны лучи. В спинной и анальной плавниковых складках есть сгущения мезенхимы.
Д <sub>1</sub>	Хорда в хвостовой части резко загнута вверх. В анальном и спинном плавниках видны мезенхимные лучи. В хвостовом плавнике формируются костные лучи.
Д <sub>2</sub>	Появляются маленькие брюшные плавники, не выходящие за края плавниковой складки. В спинном и

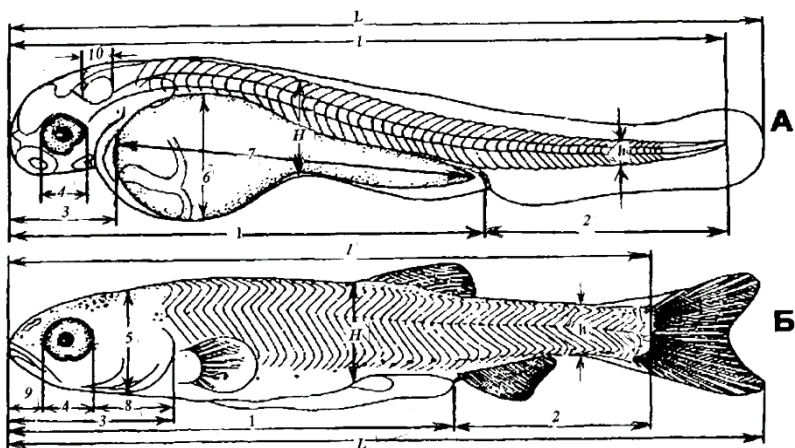


	анальном плавниках – костные лучи. Плавательный пузырь хорошо развит.
E	Костные лучи есть во всех плавниках. У окунёвых исчезает преанальная складка, а у карповых брюшные плавники заходят за неё.
F	Начинает формироваться чешуйчатый покров (обычно с хвостового отдела). Обонятельные ямки не разделены перегородкой. Преанальная складка исчезает полностью.
G	Всё тело покрыто чешуёй. Обонятельная ямка разделена перегородкой.



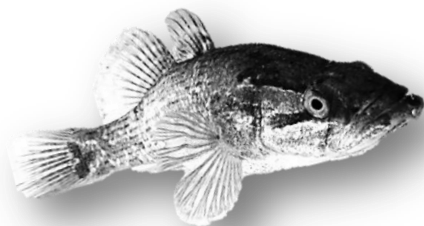
**Рис.2.** Схема развития воibly (по В.В. Васнецову, 1957): 1, 2 – период эндогенного питания (предличинка – есть желточный мешок); 3, 4, 5 – начало экзогенного питания, появление костных лучей в хвостовом плавнике (личинка); 6, 7, 8 – появление чешуи на хвосте и ниже боковой линии; 9 – мальковая стадия: всё тело покрыто чешуёй, тело сформировано. От взрослых рыб отличается пропорциями отдельных частей тела и размерами.

В работах различных авторов бывают различные отклонения от описанной схемы, что связано с особенностями развития того или иного вида рыб. Особенно часто эти отличия проявляются на ранних этапах развития – эмбриональном и личиночном.



**Рис.3.** Схема промеров предличинок (А) и личинок (Б) рыб (по Ланге и Дмитриевой, 1981): L – общая длина тела; l – длина тела без С; H – наибольшая высота тела; h – наименьшая высота тела; l – длина туловища; 2 – длина хвоста; 3 – длина головы; 4 – диаметр глаза; 5 – высота головы; 6 – высота желточного мешка; 7 – длина желточного мешка; 8 – заглазничное расстояние; 9 – длина рыла; 10 – диаметр слухового пузырька.

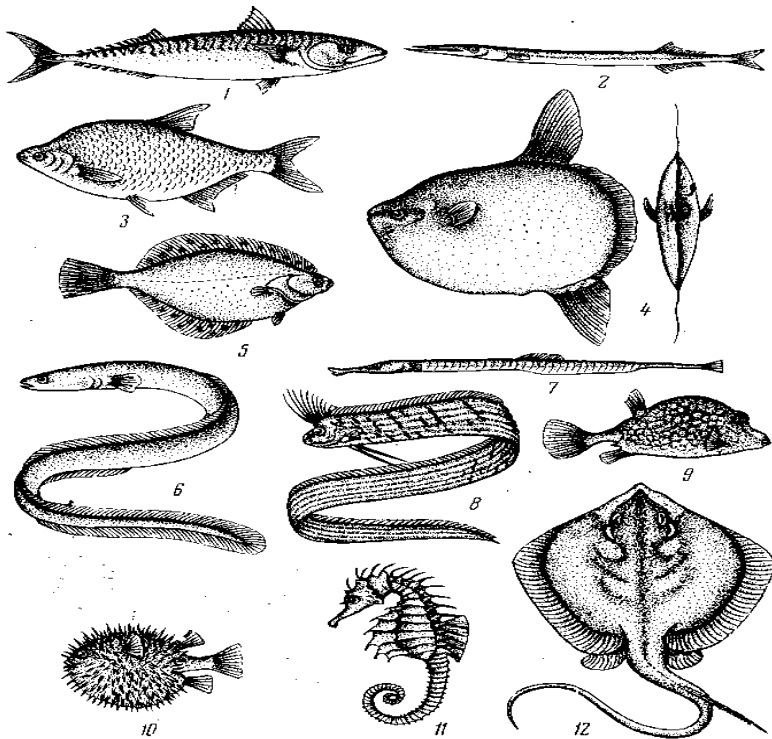
Следует отметить, что описание этапов развития рыб в литературе дано далеко не для всех видов. Особенности морфологического строения в экологии рыб не позволяют все виды описать в рамках одних и тех же групп или категорий.



## ВНЕШНЕЕ И ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ РЫБ

### Форма тела

Рыбы – самая многочисленная группа позвоночных животных, которая в результате длительной эволюции успешно адаптировалась к обитанию в водной среде. Образ жизни и обитание в разных экологических условиях привели к появлению многообразия форм тела и адаптаций. Наиболее распространёнными являются торпедообразная, стреловидная, лентовидная, угревидная, плоская форма тел (Рис.4.).



**Рис.4.** Форма тела рыб: 1. – скумбрия; 2 – сарган; 3 – лещ; 4 – луна-рыба; 5 – камбала; 6 – угорь; 7 – рыба игла; 8 – сельдяной король; 9 – кузовок; 10 – еж-рыба; 11 – морской конёк; 12 – скат.

Форма тела рыб зависит от особенностей их биологии и местообитания. Обтекаемое тело большинства рыб, отсутствие выступающих частей и смазка чешуи сводят сопротивление воды при движении к минимуму. Большинство видов рыб свойственна природная симметрия; их можно отнести к одному из выделяемых типов.

**Торпедовидный.** Наиболее распространённый тип тела рыб. Туловище утолщено спереди, слегка сжато с боков и утончено сзади, тело обтекаемое, голова заострена. Эта форма характерна для рыб – хороших пловцов, которые совершают длительные миграции в поисках пищи и нерестилищ (лососевые, тресковые, сельдевые, и др.),

**Сжатый с боков.** Тело высокое и узкое тело характерно для обитателей внутренних водоёмов (лещ, густера).

**Плоский, сжатый дорзовентрально.** Тип тела, характерный для донных, в основном, морских рыб (скаты, камбалы, палтусы).

**Змеевидный, угревидный.** Тип тела у представителей круглоротых, у мурен, угрей и др.

**Стреловидный.** Тел длинное, рыло заострённое, вытянутое вперёд, а спинные и анальные плавники смещены к хвосту (сарган, щука, рыба-игла).

**Лентовидный.** Тело длинное, сильно сжатое с боков (рыба-сабля, сельдяной король). Передвижение происходит изгибанием всего тела.

**Шаровидный.** Шаровидный тип формы тела – рыба-еж, пинагор, кузовок.

Некоторые рыбы не подходят под описание какой-либо из этих групп. Они занимают либо промежуточное положение, либо имеют необычную для рыб форму (акула-молот, пила-рыба, манта, морской конёк, конёк-тряпичник и др.), помогающую им выживать (Рис.5.).



**Рис.5.** Морские коньки и акула молот (масштаб не выдержан).

С образом жизни и условиями обитания связаны и другие морфологические особенности в строении рыб.

### **Кожные покровы**

Кожа рыбы занимает пограничное положение между телом и внешней средой. Главным её значением является физиологическая защита тела от воды, механических повреждений, химических веществ, бактерий и т.д. Кожа рыбообразных и рыб кроме защитных выполняет другие функции: локомоторную, осморегуляторную и гидродинамическую. Отличительной особенностью кожи рыб является слизеотделение и наличие наружного скелета (отвердевающие элементы в виде различных чешуек и других твёрдых образований). Исключение составляют все круглоротые и некоторые костные рыбы (угри, сомы, карповые, бычковые). У некоторых видов чешуя отсутствует частично.

Кожа рыб состоит из двух слоев: наружного – эпидермального (**эпидермис**) и подстилающего соединительнотканного слоя – **дермы (собственно кожа, кориум, кутис)**. Ниже собственно кожи располагается подкожная соединительная ткань, или подкожная клетчатка – место запасания жира у многих видов рыб.

**Окраска рыб**, как правило, покровительственная и зависит от возраста, физиологического состояния и пола. В период

размножения у многих видов рыб появляется брачная окраска. Скаты, камбалы и некоторые другие рыбы способны менять окраску тела в зависимости от окраски грунта и других ситуаций. Пигменты, находящиеся в хроматофорах, сокращаются или расширяются в результате восприятия световых раздражений органами зрения. Ослепленные рыбы способность к изменению окраски теряют. Брачная окраска рыб является результатом воздействия гормонов гипофиза и половых желез. Различают пелагическую, зарослевую и донную окраску.

Пелагическая окраска характерна для рыб, живущих в толще воды (сельди, анчоусы, уклея и др.). За счет синеватой или зеленоватой окраски спинки рыбы становятся менее заметными сверху, а серебристые бока и брюшко обеспечивают маскировку снизу.

Зарослевая окраска свойственна рыбам, живущим среди водных растений и коралловых рифов (окунь, щука, морской ерш, губаны и др.). Их тело часто причудливо раскрашено сочетанием коричневатых, зеленоватых или желтоватых поперечных полос или разводов на спине и боках, делающих их малозаметными среди пестрой окружающей среды.

Донная окраска свойственна рыбам, ведущим придонный или донный образ жизни (налим, камбала, линь и др.). У них спина и бока темные, а брюшко светлое. Если дно с галечным грунтом, то на боках могут быть черные пятнышки, что делает их малозаметными в прозрачной воде (молодь лосося, голянь). Для глубоководных рыб характерна черная или охристая окраска.

Указываемая окраска рыб, как правило, относится к свежепойманым особям. Если же рыба находится в консервирующем растворе, то следует учитывать тип консерванта, длительность хранения материала и условия хранения. При описании фиксированного материала можно указывать интенсивность фоновой окраски, наличие, цвет и размеры пятен и полос, которые могут иметь таксономическое значение. Следует указать, если пятна и полосы отсутствуют.

**Слизеотделение** у разных видов рыб и рыбообразных различно. У круглоротых кожа голая без чешуи, покрыта тонким слоем кутикулы. Эпидермис содержит большое количество слизистых клеток. Выделяемая слизь уменьшает трение рыбы о воду, осаждает муть и выполняет защитную функцию. Кроме того, слизь предохраняет поверхность тела рыб от поселения различных эпибионтов, и, в первую очередь, паразитирующих.

У костных рыб слизь секретируют кожные железы или специальные клетки эпидермиса. Количество выделяемой слизи наибольшее у рыб, обитающих в придонных слоях, не обладающих высокой подвижностью, и частично или полностью лишенных чешуи. Исследователи предполагают, что это связано с частыми контактами придонных рыб с твёрдыми субстратами, водной растительностью и т.п.

**Хроматофоры** – пигментные клетки, залегающие у рыб на границе верхнего и нижнего слоев дермы вместе с жировыми клетками. Кроме слизистых желез и пигментных клеток, в коже рыб имеются светящиеся органы, ядовитые железы и различные чувствительные клетки.

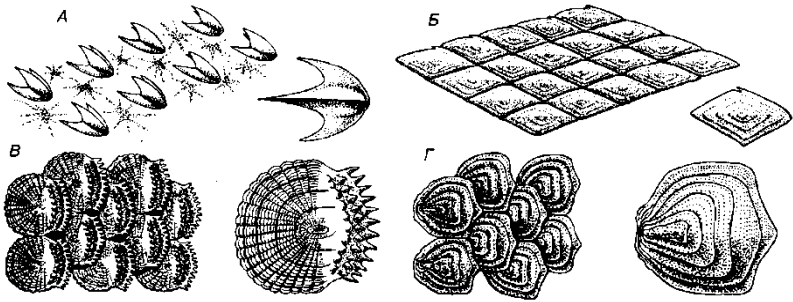
**Вещество страха** или опасности у рыб находится в особых бокаловидных клетках кожи рыб. Оно попадает в воду при нарушении целостности кожи и это является сигналом опасности для других особей. Обоняние и химическая память особенно важны для мигрирующих рыб.

**Механорецепторы и терморецепторы** – осязательные тельца и свободные нервные окончания, воспринимающие тепловое и механическое раздражение, рассеянные по всему телу рыб. Рыбы также способны улавливать изменения магнитного и электрического полей. У некоторых видов есть специальные электрические органы.

## **Чешуя рыб**

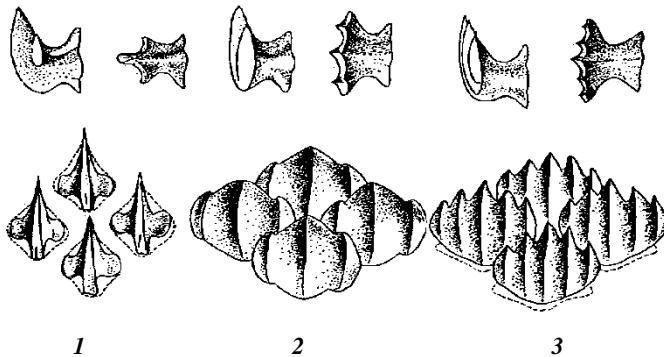
Тело большинства рыб покрыто чешуей, у медленно плавающих рыб чешуя обычно отсутствует (круглоротые, сомовые, некоторые бычки, скаты). У современных рыб различают три

типа чешуи – плакоидную, ганоидную и костную (циклоидную и ктеноидную) (Рис.6.).



**Рис.6.** Типы чешуи: А – плакоидная; Б – ганоидная; В – ктеноидная; Г – циклоидная.

**Плакоидная чешуя** – наиболее древняя; достоверные остатки позвоночных с плакоидной чешуёй принадлежат нижнему ордовику. Чешуя состоит из расширенного основания, шейки и коронки. Коронка может быть в виде колючки, или иметь продольные гребни, или быть плоской и гладкой. Чешуи плакоидного типа сидят в коже, как правило, не налегая друг на друга. Поверхностный рельеф чешуи может быть концентрическим, радиальным и продольным (Рис.7.)

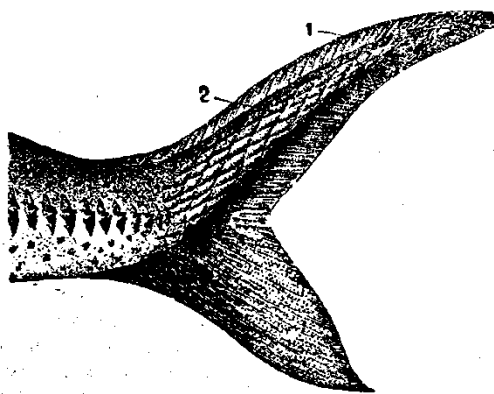


**Рис.7.** Плакоидная чешуя акул (вид сбоку, вид сзади и вид сверху): 1 – *Squalus acanthias* ×50; 2 – *Prionace glauca* ×70; 3 – *Sphyrna zygaena* ×90 (по В.Д. Бурдак, 1997).



По строению плакоидная чешуя походит на зуб млекопитающих – снаружи витродентин (эмалеподобное вещество), затем дентин (органическое вещество, пропитанное известью), а внутри пульпа (полость зуба, заполненная рыхлой соединительной тканью с кровеносными сосудами). Плакоидная чешуя свойственна хрящевым рыбам и в течение жизни неоднократно сменяется. От неё произошли ганоидная и костная чешуи.

**Ганоидная чешуя** имеет ромбическую форму и боковой выступ в виде зуба, при помощи которого чешуи соединяются между собой (Рис.6.). Она состоит из трех слоев: верхний уплотненный (ганоин), средний, с многочисленными канальцами (космин) и нижний, состоящий из костного вещества (изопедин). Ганоидная чешуя сохраняется на хвосте осетровых, у многопёровых и панцирниковых рыб (Рис.7.). Разновидность ганоидной чешуи – космоидная у кистеперых рыб (без верхнего слоя ганоина).



**Рис.7.** Хвостовой плавник осетровых рыб: 1 – фулькры; 2 – ганоидная чешуя.

**Фулькры** – ряд сводообразных костных щитков позади спинного плавника, образующих дорзальный киль хвостового плавника и постепенно переходящих в костные лучи – лепидотрихии, поддерживающие кожную лопасть хвостового плавника.

**Костная чешуя** образовалась в результате преобразования ганоидной, которая утратила слои ганоина и космоина. Осталось костное вещество, т.е. чешуя стала целиком костной (чешуя эласмоидного типа) – тонкой костной пластинкой в кожном кармане. По особенностям поверхности различают два типа костной чешуи: **циклоидная** с гладким задним краем (сельдевые, карповые и др.) и **ктеноидная** с шипиками по заднему краю (окуневые и др.).

В костной чешуе имеется три слоя: верхний – прозрачный, бесструктурный; средний – покровный, минерализованный, с ребрышками или склеритами; нижний – основной.

Рост чешуи происходит таким образом, что под первой пластинкой, закладывающейся у малька, на следующий год закладывается другая – большего размера и т. д. Таким образом, сверху находится самая маленькая и наиболее старая пластинка, а снизу – самая большая и молодая. Получается подобие усечённой пирамиды. Количество пластинок в нижнем слое соответствует возрасту рыбы.

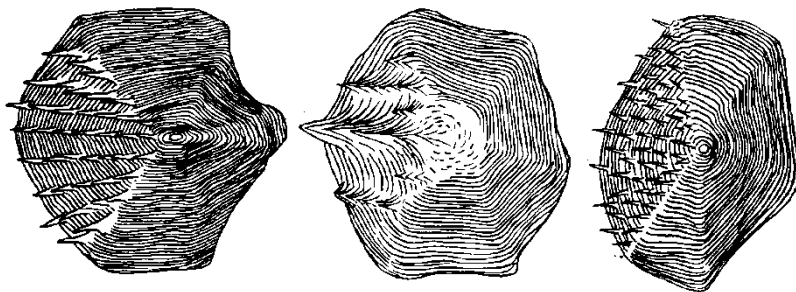
На поверхности образующих чешую пластинок образуется характерный рельеф из рёбрышек – склеритов, выполняющих функцию рёбер жесткости и препятствующих сдвигу покрывающего чешую эпителия под действием гидродинамических сил трения при плавании рыбы.

При интенсивном росте образуются широкие и удаленные друг от друга склериты с высокими гребнями, а при замедлении роста – узкие и сближенные склериты с низкими гребнями. При определении возраста рыб зоны сближения склеритов (обычно более темные) называются годовыми кольцами.

На эласмоидной чешуе костных рыб гребни, несущие наклонённые назад шипы и образующие продольный рельеф, обычно называют ктеноидами (Рис.8.). С функционально-морфологической стороны ктеноиды аналогичны всем другим формам продольных рельефов только второстепенными деталями морфологии (Бурдак, 1979).

Некоторые виды рыб имеют на теле различную чешую. У некоторых бычковых в разных частях тела бывает циклоидная и

ктеноидная чешуя; у груперов выше боковой линии – ктеноидная, а ниже – циклоидная; у полярных камбал самцы имеют ктеноидную, самки – циклоидную и т.д.



**Рис.8.** Ктеноиды на чешуе рыб семейства макрурусовых.

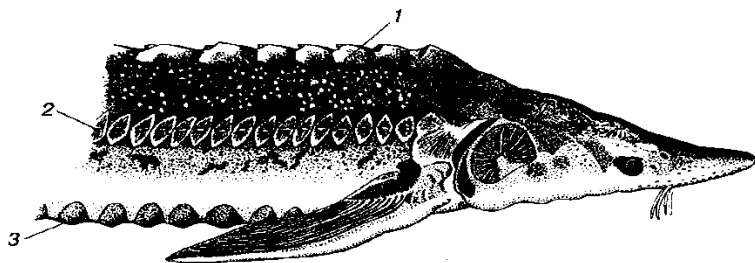
Чешуйный покров рыб, в сравнении с панцирным, является более прогрессивным. Многослойные и гибкие чешуйки обеспечивают рыбам свободное движение, а прочность приближается к панцирной.

У осетровых и некоторых других древних по происхождению групп рыб сохранилась примитивная конструкция тела и соответственно верхнего покрова, сложенного костными жучками и пластинками.

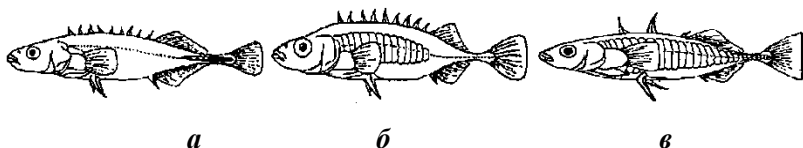
**Жучки**, ромбовидные костные чешуи, располагаются продольными рядами на туловище рыб – хрящевых ганоидов. Наиболее типичны для осетровых 5 рядов жучек – один спинной, два боковых и два нижних, или брюшных. Жучки выполняют защитную функцию и регулируют направление потоков в обтекающем туловище слое воды при плавании.

Костные жучки у мальков хорошо развиты и покрывают почти всю поверхность тела. В этот период жизни (до 10 см длины) мальки осетровых ведут малоподвижный придонный образ жизни. У взрослых рыб увеличивается подвижность и резко уменьшается относительное покрытие тела жучками (Рис.9.).

Этот процесс характерен для филогенеза костистых рыб в целом. Примером могут служить защитные панцири разных видов колюшек (Рис.10.)

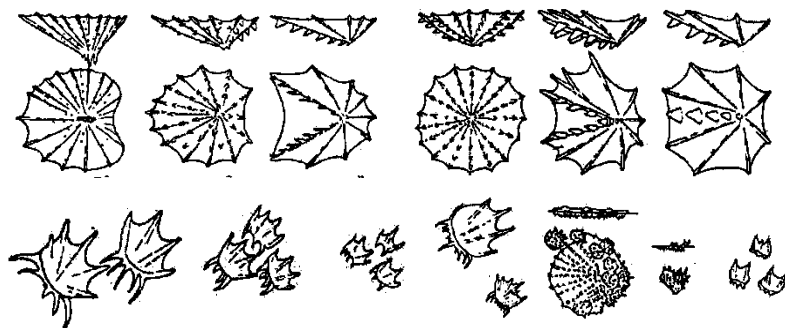


**Рис.9.** Жучки на теле осетровой рыбы: 1 – спинной ряд; 2 – боковой ряд; 3 – брюшной ряд.



**Рис.10.** Защитные панцири высших лучепёрых рыб: а – *Pungitius pungitius*; б – *P. platigaster*; в – *Gasterosteus aculeatus* (по Бурдак, 1979).

Чешуя у некоторых рыб (пуголовки и др.) отсутствует и заменена своеобразными покровными костными образованиями разной формы погружёнными или не погружёнными в кожу (Рис.11.). Некоторые из них могут быть утрачены половозрелыми самцами некоторых видов в период нереста.



**Рис.11.** Костные бугорки и костные пластинки, располагающиеся на спине, голове, на боку, на брюхе, у основания спинных плавников, на лучах первого спинного плавника.

## **Морфология и рост чешуи рыб**

Чешуя костистых рыб состоит из прозрачных пластинок и минерализованного верхнего слоя. Сверху расположена самая маленькая, основная пластинка. Снизу располагаются другие, подстилающие пластинки, число которых увеличивается ежегодно по мере роста рыбы. На верхнем слое чешуи образуются склериты – валики или гребни.

Форма склеритов и их расположение у разных видов неодинаковы. Самый распространенный тип склеритов у карповых, окуневых, лососевых, тресковых и др. В летний период прирастают более широкие склериты, чем при медленном росте чешуи осенью. Широкие (раздвинутые) и узкие (сближенные) склериты, образовавшиеся в течение года, составляют годовую зону роста чешуи, которые следуют друг за другом вокруг центра, их число соответствует количеству прожитых рыбой лет.

В осенне-зимний период рост рыбы замедлен и расстояния между склеритами будут небольшими (темная зона). Весной и летом эти расстояния значительно шире (светлая зона). Каждая светлая зона к периферии постепенно переходит в темную. Полосы светлых (широких) и темных (узких) зон, которые образуются в течение одного года, составляют годовое кольцо роста. Другими словами, границы между осенними весенне-летними склеритами называют годовыми кольцами.

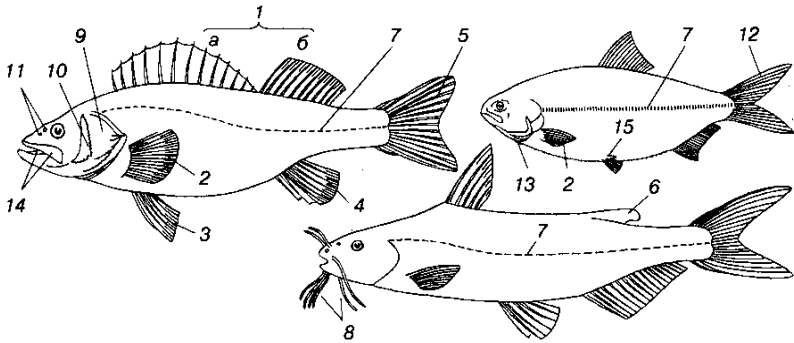
Первые исследования определения возраста по склеритам на чешуе относятся к концу XIX столетия (Hintze 1886). Эта идея получила плодотворное развитие в работах других ученых (Hoffbauer 1898, 1906; Johnston 1905; Heinke 1908; Dahe 1910; Lee 1910, 1920; Арнольд 1911; Чугунова 1926, 1939)), причём для этих целей стали широко использовать и другие костные образования рыб.

## **Внешний вид рыбы**

Описание внешнего вида рыбы начинают с общей формы тела и соотношения размеров головы с остальной частью тела.

У рыб выделяют голову, туловище и хвост. Граница головы и туловища проходит по заднему краю жаберной крышки (без жаберной перепонки), между туловищем и хвостом – через анальное отверстие.

На туловище рыб находятся парные и непарные плавники (спинные, грудные и брюшные, органы боковой линии, хвостовой плавник (Рис.12.).



**Рис.12.** Внешнее строение рыбы: 1 – спинной плавник (а – колючая часть, б – мягкая часть); 2 – грудной плавник; 3 – брюшные плавники; 4 – анальный плавник; 5 – хвостовой плавник; 6 – жировой плавник; 7 – боковая линия; 8 – усики; 9 – жаберная крышка; 10 – предкрышка; 11 – ноздри; 12 – хвостовой стебель; 13 – жаберная перепонка; 14 – челюсти; 15 – аксиллярная лопасть

### Голова рыб.

Форма головы у рыб довольно разнообразная. У акулы-молота голова похожа на молот, на концах которого располагаются глаза. У саргана челюсти вытянуты вперед наподобие клюва. У веслоноса голова с громадным лопатовидным расширением, а у рыбы-пилы рострум напоминает пилу. У японского полурьла заметно выдается вперед придаток нижней челюсти.

Часть головы от переднего конца до переднего края глаза называют рострумом или рылом. Участок головы от глаза до заднего края предкрышечной кости называют щекой, а

промежуток между глазами – лбом, или межглазничным пространством.

При описании головы и особенностей её строения указывают её примерный размер относительно всего тела, например «голова большая, составляет до 1/3. Указывают степень сжатия или уплощения головы, например, «голова сильно сжата с боков» или «голова маленькая, с сильно вытянутым рострумом», а также наличие или отсутствие на голове чешуи.

На голове расположены: рот, носовые отверстия, глаза, жаберные отверстия и органы боковой линии.

### **Рот рыб**

Особенности строения и расположения рта зависят от характера питания. Форму рта у рыб принято подразделять на три основных типа: верхний (нижняя челюсть сильно выдвинута вперёд и вверх, по отношению к верхней – чехонь). Эти рыбы питаются планктоном; имеют широкий рот. Конечный род отличается одинаковыми по длине верхней и нижней челюстями - скумбрия, синец). У бентофагов верхняя челюсть заметно длиннее нижней (осетровые, вьюновые)– у них нижний или полунижний типы рта (Рис.13.).



**Рис.13.** Положение рта у рыбообразных и рыб.

Исключение составляют акулы, у которых положение рта связано не с характером питания (в основном они хищники), а определяется наличием рострума, выполняющего гидродинамические функции.

У многих видов рыб строение рта занимает промежуточное положение между типами, например, полуверхний (укляя) и полунижний (лещ). Вместе с положением рта на голове часто

указывают и его форму (полулунный, в виде поперечной щели (подуст, осётр),

У некоторых глубоководных рыб, способных проглатывать добычу, размерами превосходящую самих хищников, рот огромных размеров (большерот, мешкорот) (Рис.14.). У других рыб благодаря выдвиганию межчелюстных костей рот образует ротовую трубку во время захватывания пищевых объектов (осетровые, карповые). У морских игл рот вытянут в длинную трубку, а у миног и миксин он представлен ротовой воронкой (присоской).

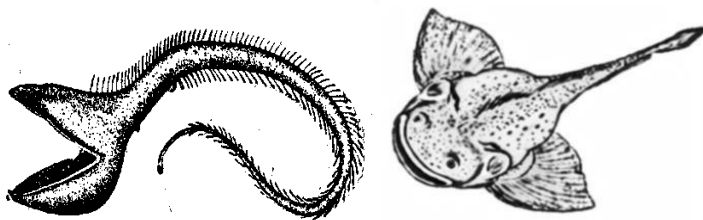


Рис.14. Рот у рыбы большерота и бычка звездочёта

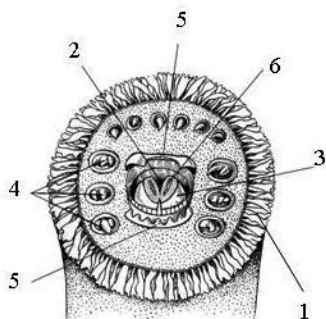
### **Зубы рыбообразных и рыб**

У круглоротых на предротовой воронке и на языке находятся многочисленные роговые образования эпидермального происхождения – зубчики и зубные пластины. Их количество, размеры, форма и расположение – один из систематических признаков (Рис.15.)

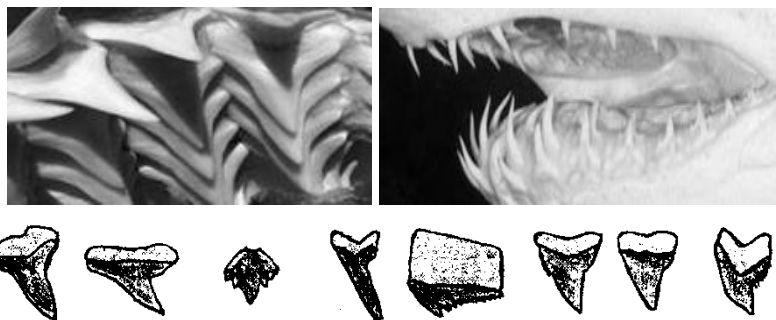
Зубы рыб состоят из дентина, прикрытого сверху колпачком эмали. Почти у всех рыб зубы по мере снашивания заменяются новыми. Форма зубов связана с образом питания и изменяется с возрастом и полом.

Зубы хрящевых рыб – это видоизменённые плакоидные чешуйки. Акулы в течение жизни могут постоянно менять тысячи зубов, которые располагаются на челюстях в несколько рядов и растут постоянно. Наибольшее количество зубов отмечено у китовой акулы – около 15 тысяч. Расположены они в 18-20 рядов на каждой челюсти (Рис.16.).





**Рис.15.** Ротовая воронка европейской ручьевой миноги *Lampetra planeri*: 1 – кожные лепестки, 2 – ротовое отверстие; 3 – язык, 4 – внутренние губные зубы; 5 – роговые пластинки с зубами, 6 – зубы языка.

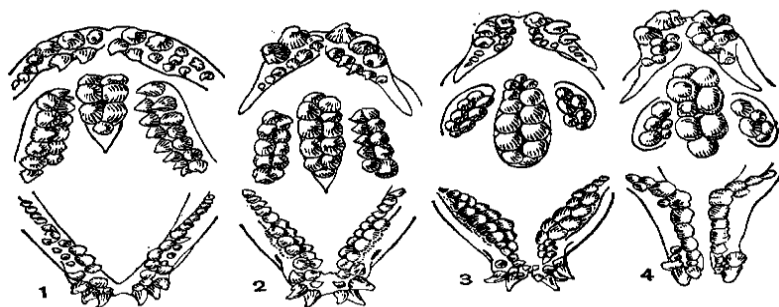


**Рис.16.** Челюсти и формы зубов некоторых акул (масштаб не соблюден)

У химер отдельные зубы слиты в зубные пластины. У хищных костных рыб многочисленные, хорошо развитые однотипные зубы располагаются на предчелюстных, верхнечелюстных, зубных, нёбных костях и сошнике. Некоторые хищники имеют гетеродонтные зубы, т. е. зубы различной формы и размеров.

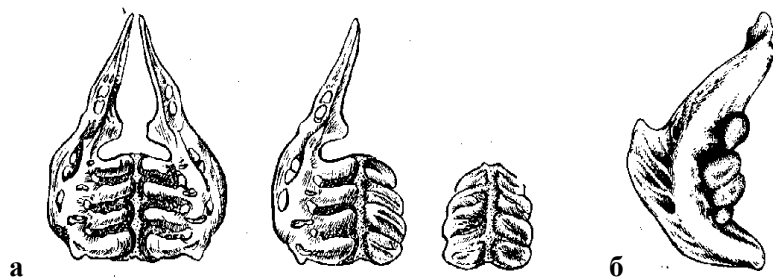
У хищников (судак, окунь и др.) хватательные зубы отличаются чрезвычайной длиной. На каждой стороне обеих челюстей 1–3 увеличенных зуба (клыка), хорошо заметные у молодых особей; у взрослых клыки почти не выделяются.

У некоторых рыб, питающихся смешанной пищей, зубы приобретают вид тупых образований, приспособленных для раздавливания раковин и других пищевых объектов. Зубы костных рыб, как правило, не имеют корней и могут располагаться на челюстных, нёбных, крыловидных костях, а также на сошнике и парасфеноиде (Рис.17.). У рыб семейства аравановых зубы находятся на языке, за что этих рыб называют «костноязыкими», а рыб семейства иглобрюхих – «скалозубыми», потому, что зубы сливаются друг с другом, образуя пару клювообразных пластин.



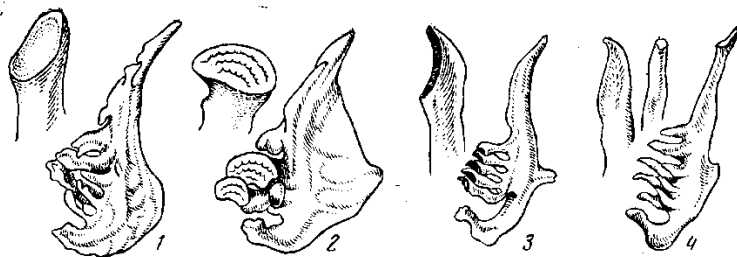
**Рис.17.** Зубы зубаток (отряд окунеобразных), их форма и расположение в ротовой полости.

**Глоточные зубы** у карповых рыб хорошо развиты и расположены на пятой недоразвитой жаберной дуге. На верхней стенке глотки у них находится твердое роговое образование – жерновок, который участвует в перетирании пищи (Рис.18).



**Рис.18.** Глоточные зубы рыб: а – белый толстолобик (растительноядный); б – черный амур (моллюскоед).

Глоточные зубы могут быть однорядные (лещ, плотва), двухрядные (густера, шемая), трехрядные (сазан, усач) (Рис.19.).



**Рис.19.** Глоточные зубы карповых рыб: 1 – аральский усач; 2 – сазан; 3 – лещ; 4 – жерех.

Глоточные зубы сменяются ежегодно. Для некоторых видов строение глоточных зубов является важным систематическим признаком (Рис.20.).



**Рис.20.** Типы глоточных зубов карповых: А – однорядные; Б – двурядные (два зуба во внешнем ряду «а» и пять зубов во внутреннем «б»); В – трехрядные (два зуба во внешнем ряду «а», три зуба в среднем «б» и пять зубов во внутреннем «в»).

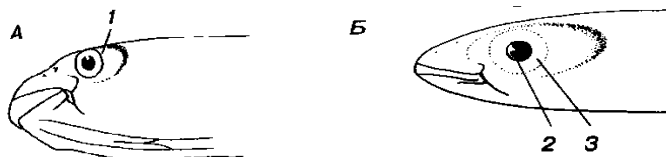
Обозначение (формула) глоточных зубов: для однорядных, например, 6–5, т.е. с левой стороны 6 зубов, с правой 5 (плотва). для двухрядных – 3.5–5.3, т. е. на левой стороне в одном ряду 3, в другом 5 зубов, с правой стороны в одном ряду 5, в другом 3 (жерех, красноперка) (Рис.21.).



**Рис.21.** Формула глоточных зубов карповых: *а* – однорядные (формула 6 – 5, плотва); *б* – двухрядные (формула 3.5 – 5.3, жерех); *в* – трехрядные (формула 1.1.3. – 3.1.1 сазан).

### Органы чувств

**Глаза** – основные органы чувств у рыб. С их помощью происходит добывание пищи, распознавание особей своего пола, врагов и ориентация в среде. Глаза обычно расположены по бокам головы (Рис.22.)



**Рис.22.** Глаза рыб: А – без жирового века; Б – с жировым веком; 1 – край глаза; 2 – зрачок; 3 – жировое веко.

В некоторых случаях глаза смещены далеко вверх (звездочет). У рыб зрение монокулярное, т.е. каждый глаз видит самостоятельно. Глаза рыб имеют плоскую роговицу и шаровидный хрусталик. Аккомодация происходит за счет перемещения хрусталика. У взрослых камбал оба глаза находятся на одной стороне. Существуют слепые рыбы, не имеющие глаз.

**Органы слуха и равновесия** у рыб представлены внутренним ухом, которое состоит из овального мешочка (вестибулярный

аппарат), трёх полукружных канальцев и круглого мешочка (собственно орган слуха).

В эндолимфе утрикулуса, саккулы и лагены находятся **отолиты** (слуховые камешки), которые повышают чувствительность внутреннего уха. Их общее количество по три с каждой стороны (Рис.23.).



**Рис.23.** Орган слуха и равновесия рыб (А) и место расположения органа слуха у рыб (Б). 1 – утрикулус; 2 – саккулюс; 3 – лагена; 4 – слуховой сосочек; 5 – основная мембрана; 6 – улитка.

Они различаются не только расположением, но и размерами. Самый крупный отолит (камешек) находится в круглом мешочке – лагене. На отолитах рыб хорошо заметны годовые кольца, по которым в некоторых видах рыб определяют возраст. Они также обеспечивают оценку эффективности маневра рыбы.

Отолиты (слуховые камни) у рыб – твердые кальциевые образования, находящиеся в черепной коробке в её задней части под головным мозгом, практически возле гипофиза. Находятся в симметрично расположенных углублениях. Крупные отолиты (у тресковых до 1,5 см) легче обнаружить. При определенном опыте можно извлекать слуховые камни размером около 1 мм у рыб длиной всего 3-5 см (Рис.24).

Рыбы способны воспринимать и издавать разнообразные звуки, возникающие при трении зубов, сочленений между костями, при изменении объема плавательного пузыря и т.п. Это обеспечивает их общение между собой, связь при отыскании корма, половых контактах, в случае опасности и др.



**Рис.24.** Отолиты а) бычков и б) наваги (масштаб не выдержан).

**Носовые отверстия** имеют все рыбы. У хрящевых и костных рыб они парные (обонятельные отверстия). У костных рыб они расположены впереди глаз на верхней стороне головы, а у хрящевых рыб (акул, скатов, химер) на нижней стороне головы. Рыбы распознают запахи, что позволяет почувствовать приближение добычи, вовремя распознать хищника, не терять свою стаю, находить партнера и т. д. У миног и миксин носовое отверстие непарное.

**Брызгальца** – отверстия позади глаз, представляющие собой рудимент нефункционирующих жаберных щелей у хрящевых и осетровых рыб.

**Усики** располагаются вокруг рта и являются органами осязания у рыб с нижним ртом, питающихся бентосом. Расположение, форма и количество усиков являются важными систематическими признаками (осетровые, сомовые, тресковые, вьюновые, карповые и др.).

**Органы вкуса** (вкусовые почки) расположены в ротовой полости, на многих участках тела и в наружном слое кожи. Вкус имеет важное значение в поиске и распознавании пищевых объектов. Рыбы различают сладкое, соленое, кислое, горькое.

### **Органы дыхания**

У круглоротых органы дыхания представлены жаберными мешками, которые образовались в результате отделения от глотки. У миноги семь пар жаберных мешков с двумя отверстиями в каждом из них: наружным и внутренним, ведущим в дыхательную трубку и способным закрываться.

Дыхательная трубка образовалась в результате деления глотки на две части: нижнюю дыхательную и верхнюю пищеварительную. Заканчивается трубка слепо, а от ротовой полости отделена особым клапаном.

У пескоройки (личинка миноги) дыхательной трубки нет, и внутренние жаберные отверстия открываются в глотку. У большинства миксин наружные жаберные отверстия с каждой стороны объединяются в общий канал, который открывается дальше последнего жаберного мешка. Кроме того, носовое отверстие у миксин сообщается с глоткой. У миксин с каждой стороны головы по одному жаберному отверстию, у миног – по 7.

Большинство акул и все скаты имеют по 5 жаберных щелей, непосредственно открывающихся наружу. Жаберная крышка отсутствует. У акул щели открываются с боков тела впереди или над основанием грудных плавников, у скатов – с брюшной стороны, под основанием грудных плавников.

У химер по четыре жаберные щели, прикрытые складкой кожи наподобие жаберной крышки.

Основным органом дыхания у костистых рыб является жаберный аппарат с одной жаберной щелью, прикрытой настоящей жаберной крышкой, образованной покровными костями.

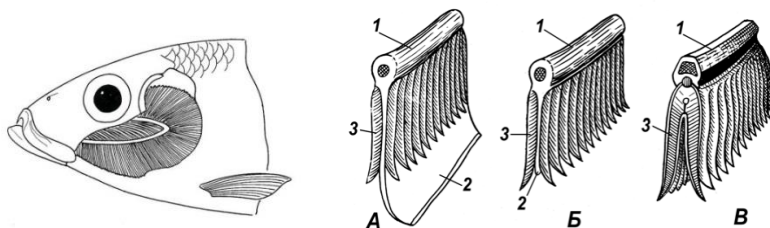
**Жаберный аппарат** состоит из 5 пар **жаберных дуг**, из которых первые четыре состоят из окостеневших элементов, соединенных друг с другом суставами. Каждая жабра поддерживается костной или хрящевой жаберной дугой. На внешней стороне жаберных дуг расположены многочисленные **жаберные лепестки**, на каждом из которых образуются вертикальные вторичные лепестки – лепесточки, пронизанные многочисленными капиллярами (Рис.25.).

Жаберные лепестки разделены перегородкой на две полужабры. Две полужабры, обращенные в одну жаберную щель, образуют жаберный мешок (Рис.26.). На четырех жаберных дугах имеется по две полужабры, а на пятой – жаберных лепестков нет, но в первом жаберном мешке на пятой дуге есть еще одна

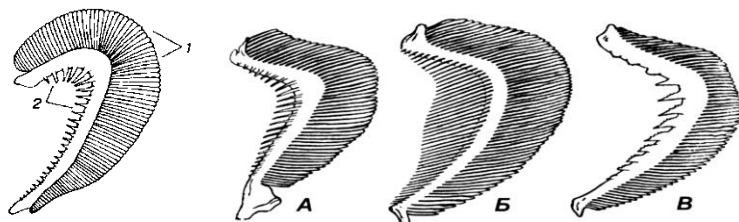
полужабра. На внутренней стороне жаберных дуг располагаются жаберные тычинки (Рис.27.).



**Рис.25.** Расположение жаберного аппарата и строение жаберной дуги.



**Рис.26.** Схема строения жаберного аппарата рыб: *А* – хрящевая; *Б* – химера; *В* – костная (1 – жаберная дуга; 2 – жаберная перегородка; 3 – жаберные лепестки).



**Рис.27.** Жаберная дуга костной рыбы: 1 – жаберные лепестки; 2 – жаберные тычинки; жаберные тычинки планктоноядных и хищных рыб (*А* – сиг; *Б* – муксун; *В* – судак).

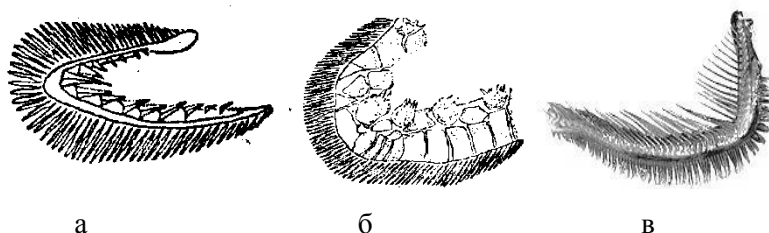
Газообмен происходит в многочисленных лепесточках толщиной около 0,01 мм. Такое строение жабр значительно увеличивает дыхательную поверхность. У окуня длиной 20 см



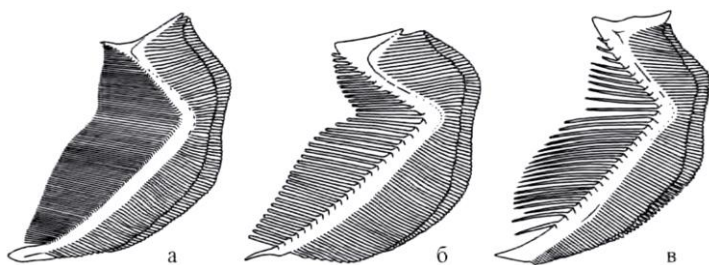
она превышает 1 тыс. см<sup>2</sup>. Кровь обогащается здесь кислородом и освобождается от углекислого газа.

Следует отметить, что дыхательная система костных рыб более совершенна, чем у рыб хрящевых. У костных рыб площадь жаберной поверхности существенно больше, а движение крови навстречу току воды обеспечивает более эффективный обмен газов.

У хищных рыб жаберные тычинки малочисленные, короткие и предназначены для предохранения жаберных лепестков и удерживания добычи; у планктофагов – многочисленные, длинные жаберные тычинки, служат для отцеживания пищевых организмов (Рис.28., 29). Число жаберных тычинок на первой жаберной дуге для некоторых видов является систематическим признаком.



**Рис.28.** Жаберные тычинки рыб; а – молодой и б – взрослый судак (ихтиофаг) и в – нототения (планктофаг).

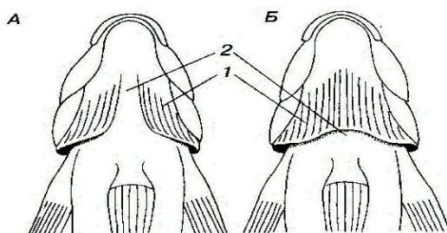


**Рис.29.** Жаберные тычинки у разных видов сельди рода *Alosa*.

**Число жаберных тычинок** просчитывают на первой дуге. Помимо количества тычинок, указывают длину наибольшей

тычинки и всей жаберной дужки. У лососей и сигов иногда указывают форму жаберных тычинок – заостренные, тупые, булабовидные, цилиндрические, плоские.

**Жаберные перепонки** – кожные складки, окаймляющие жаберные отверстия (сзади и снизу), приспособлены для лучшего их закрывания. У одних рыб они свободны от межжаберного промежутка, у других – жаберные перепонки прикреплены к межжаберному промежутку с образованием складки или без нее. Жаберные перепонки могут быть соединены и не соединены между собой (Рис.30.). Рыбы, у которых жаберные перепонки не прирастают к межжаберному промежутку (осетровые, сельдевые и др.), имеют жаберные щели значительного размера. Рыбы, у которых жаберные перепонки прирастают к межжаберному промежутку (карповые), наоборот, имеют небольшие жаберные щели.



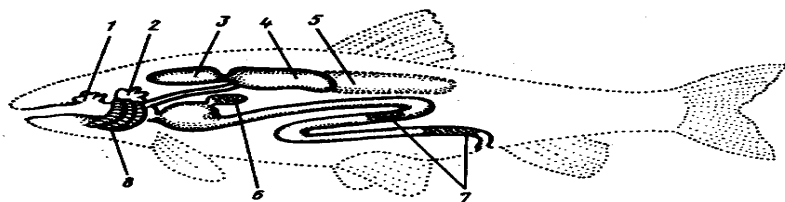
**Рис.30.** Типы прикрепления жаберных перепонки: А – жаберные перепонки приращены к межжаберному промежутку; Б – жаберные перепонки срастаются друг с другом и образуют складку над межжаберным промежутком; 1 – жаберные перепонки; 2 – межжаберный промежуток.

При жаберном дыхании костных рыб вода через рот поступает в глотку, проходит между жаберными лепестками, отдает кислород в кровь, получает углекислоту и выходит из жаберной полости наружу. Жаберное дыхание может быть активным и пассивным. При активном жаберном дыхании рыба засасывает воду в глотку через ротовое отверстие и омывает жаберные лепестки за счет движения жаберных крышек (у всех рыб). При пассивном жаберном дыхании рыбы плавают с приоткрытым ртом и жаберными крышками, а ток воды создается за счет

движения рыбы. Таков тип дыхания у рыб, обитающих в воде с высоким содержанием кислорода. Помимо дыхательной функции, жабры имеют структурные элементы, позволяющие им участвовать в осмотических процессах, удаляя аммиак и другие продукты метаболизма, а также в процессе питания.

### Дополнительные органы дыхания рыб

Кроме жаберного аппарата в дыхании рыб определённое значение имеют кожа, плавательный пузырь, участки желудка и кишечника (Рис.31.).



**Рис.31.** Дополнительные органы дыхания у взрослых рыб: 1 – выпячивание в ротовой полости; 2 – наджаберный орган; 3, 4, 5 – отделы плавательного пузыря; 6 – выпячивание в желудке; 7 – участки кишечника; 8 – жабры.

Кожное дыхание свойственно почти всем рыбам. У некоторых рыб через кожу поступает около 20% потребляемого кислорода, иногда эта величина может повышаться до 80% (каarp, карась, линь, сом). У рыб, обитающих в водоемах с высоким содержанием кислорода, кожное дыхание не превышает 10% общего потребления кислорода. Молодь, как правило, более интенсивно дышит кожей, чем взрослые особи. Некоторым видам свойственно воздушное дыхание, осуществляемое наджаберными органами, имеющими различное строение. В верхней части глотки у многих из них развиваются парные полые камеры (наджаберные полости), где слизистая оболочка образует многочисленные складки, пронизанные кровеносными капиллярами. Воздухом дышат лабиринтовые рыбы.

**Плавательный пузырь** (гидростатический орган) в эмбриогенезе образуется из пищевода. У открытопузырных рыб

связь пузыря с пищеводом сохраняется у взрослых рыб, а у закрытопузырных утрачивается. Изменение объема газа в пузыре ведет к изменению удельной плотности рыбы, что способствует изменению ее плавучести. Объем газов в пузыре регулирует газовая железа, наполняющая пузырь газами из крови и овала (густое сплетение кровеносных сосудов на внутренней стенке), который забирает газы из пузыря в кровь (Рис.32.). У ряда рыб плавательный пузырь связан с внутренним ухом – перепончатым лабиринтом, органом равновесия. У глубоководных костистых рыб и у рыб, плавающих с большой скоростью, а также у хрящевых рыб плавательный пузырь отсутствует. Поэтому хрящевые рыбы постоянно находятся в движении, чтобы не опуститься на дно.



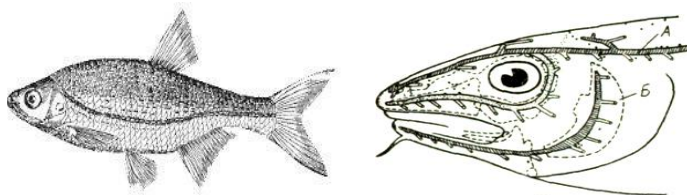
**Рис.32.** Плавательный пузырь леща.

Отсутствие плавательного пузыря восполняется накоплением жира. Подниматься или опускаться в толще воды рыбы могут только используя грудные и брюшные плавники, которые создают дополнительную подъемную силу. Отклонение рыбы от положения равновесия по вертикали выправляется грудными и брюшными плавниками, а по горизонтали – спинными плавниками. Нервные импульсы, направленные на стабилизацию, поступают из полукружных каналов в головной мозг, а оттуда к плавникам.

### **Органы боковой линии**

**Боковая линия** – сейсмочувствительный орган, с помощью которого рыба ориентируется в потоке воды, воспринимает движущиеся предметы, различает низкочастотные колебания, давление воды.

Органы боковой линии представлены системой каналов. У многих рыб они расположены по бокам тела, в области головы, на нижней челюсти и на жаберных крышках (Рис.33.).



**Рис.33.** Органы боковой линии на боках и голове рыб.

Внешне боковая линия выглядит как тонкая линия на сторонах тела, тянущаяся от жаберных щелей до основания хвоста. У одних рыб это прямая линия от головы до основания хвоста (сазан, лосось), у других она прерванная (корюшки, наваги) или изогнутая (чехонь). У терпугов расположено по 5 боковых линий с каждой стороны, у ряда рыб ее совсем нет, имеются лишь каналы на голове (сельдевые). Количество чешуек с отверстием, составляющих боковую линию является важным систематическим признаком многих видов рыб.

Наиболее просто органы боковой линии устроены у круглоротых и некоторых костистых рыб (колюшки и др.). Они представлены продольными рядами чувствительных клеток, расположенных на поверхности тела.

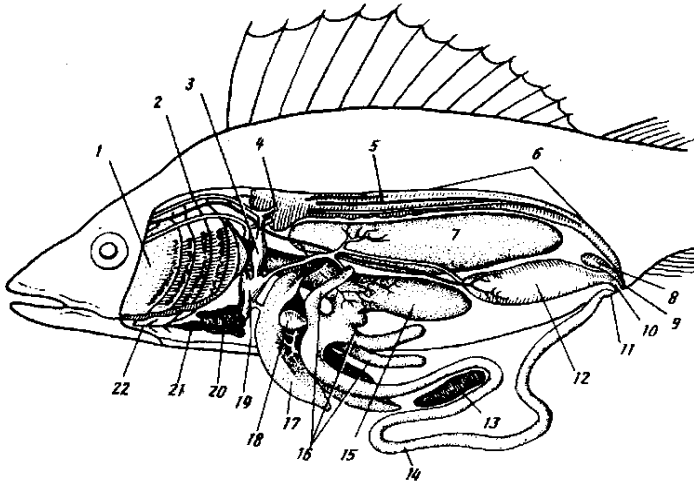
Примерная формула боковой линии рыбы:

$$34 \frac{5-6}{5-6} 40, \text{ обычно } 36-39.$$

Целые левое и правое числа обозначают наименьшее и наибольшее число чешуй, свойственное данной группе исследованных рыб. Цифра над чертой указывает на число рядов чешуй над боковой линией, а цифра внизу – количество рядов чешуй под боковой линией до самой нижней точки чешуйного покрова на боку.

## ВНУТРЕННИЕ ОРГАНЫ РЫБ

Чтобы дополнить общую картину адаптации рыб и рыбообразных к водному образу жизни мы приводим краткую характеристику внутреннего строения рыб (Рис.34.).



**Рис.34.** Внутреннее строение костистой рыбы: 1 – жабры; 2, 4 – передняя и задняя кардинальные вены; 3 – кювьеровы протоки; 5 – спинная аорта; 6 – туловищная почка; 7 – плавательный пузырь; 8 – мочевого пузыря; 9 – мочевого отверстия; 10 – половой отверстия; 11 – анальное отверстия; 12 – яичник; 13 – селезёнка; 14 – кишечник; 15 – желудок; 16 – пилорические придатки; 17 – печень; 18 – желчный пузырь; 19 – венозный синус; 20 – сердце; 21 – луковица аорты; 22 – брюшная аорта.

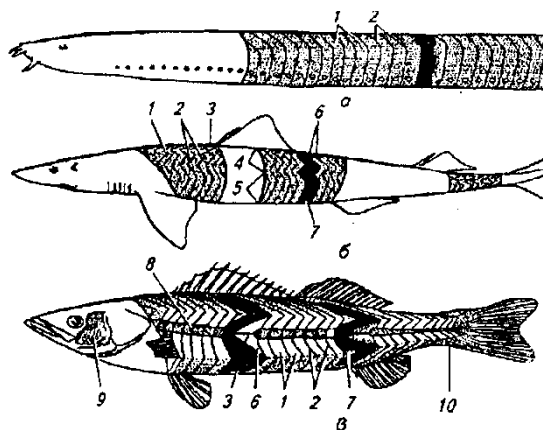
### Мышцы рыб

У рыб различают соматическую и висцеральную мускулатуру. К соматической (поперечно-полосатая) относят мускулатуру головы, туловища и плавников. Висцеральная (гладкая) мускулатура – мышечная система внутренних органов (пищеварительная система) и кровеносных сосудов.

Поперечно-полосатая мускулатура состоит из отдельных сегментов (миомеров), число которых равно числу позвонков.

Её разделяют на красную (тёмную) и белую (светлую). Красная мускулатура (медлительные или тонические мышцы) способна выполнять длительную однообразную работу. Красный цвет ей придают большое количество кровеносных сосудов. Количество мышц тёмной мускулатуры зависит от подвижности рыб. У постоянно плавающих рыб доля тёмной мускулатуры может достигать 20% всей мышечной массы. Белая мускулатура (фазические, или быстрые мышцы) поддерживает постоянную ритмичную работу темных мышц. Их мощность и скорость сокращения вдвое больше, чем у темных мышц, но длительность работы невысокая.

Спинную мускулатуру от боковой и один миомер от другого разделяют соединительнотканые элементы, называемые миосептами. Сокращение одного миомера вызывает изгиб тела рыбы на большой протяженности (Рис.35.).



**Рис.35.** Мышечная система круглоротых (а), хрящевых (б) и костных рыб (в): 1, 2 – миомеры; 3 – миосепты; 4 – спинная мускулатура; 5 латеральная мускулатура; 6,7 – мышечные конусы; 8,9 – красные (тёмные) мышцы; 10 – мускулатура хвостового плавника.

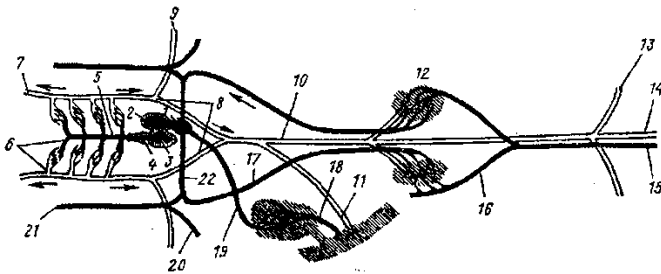
### Кровеносная система

Кровь рыб выполняет транспортную, дыхательную, трофическую, выделительную и защитную функции.

Количество крови у круглоротых составляет 4–5% от массы тела, у рыб – до 7,5% (ставрида).

Кровеносная система представлена одним кругом кровообращения. Сердце состоит из предсердия и желудочка; его окружает околосердечная сумка (Рис.36.). Выделяют венозный синус (венозная пазуха) и артериальный конус (луковица аорты – у костных рыб). Для кровеносной системы рыб характерна пульсация стенок кровеносных сосудов, поддерживающих движение крови по кровеносной системе. Венозная пазуха и предсердие выполняют роль насоса крови в сердце. Желудочек и артериальный конус выталкивают кровь в кровеносное русло.

**Селезенка** – основной кроветворный орган, место образования клеток крови (эритроциты, лейкоциты, тромбоциты) и депо эритроцитов. Располагается она в петлях кишечника позади желудка. В кровяном русле у рыб присутствуют форменные элементы на всех стадиях развития, так как наряду с селезёнкой в кроветворении участвуют также стенки кровеносных сосудов, головная почка, жаберный аппарат, эндокард у осетровых, перикард у костистых и др.



**Рис.36.** Схема кровеносной системы костистых рыб: 1 – венозный синус; 2 – предсердие; 3 – желудочек; 4 – луковица аорты; 5 – брюшная аорта; 6 – приносящие и выносящие жаберные сосуды; 7 – сонная артерия (левая); 8 – корни спинной аорты; 9 – подключичная артерия (левая); 10 – спинная аорта; 11 – кишечная артерия; 12 – почки; 13 – подвздошная артерия (левая); 14 – хвостовая артерия; 15 – хвостовая вена; 16 – воротная вена почек (правая); 17 – задняя кардинальная вена (правая); 18 – воротная вена печени; 19 – печёночная вена; 20 – подключичная вена (правая); 21 – передняя кардинальная вена (правая); 22 – Кювьеров проток (правый).



Большинство рыб имеет красную кровь, у некоторых антарктических видов кровь и жабры бесцветны, кровь почти не содержит эритроцитов (ледяная рыба). Эритроциты у рыб эллипсоидной формы с ядром. Количество гемоглобина в крови зависит от подвижности рыб; у быстроплавающих видов оно выше.

Количество лейкоцитов у рыб зависит от вида, пола, физиологического состояния, наличия заболеваний и др. Большое количество лейкоцитов у рыб свидетельствует о высокой защитной функции крови.

Тромбоциты – относительно крупные клетки с ядром, участвующие в свертывании крови.

## **Пищеварительная система рыб**

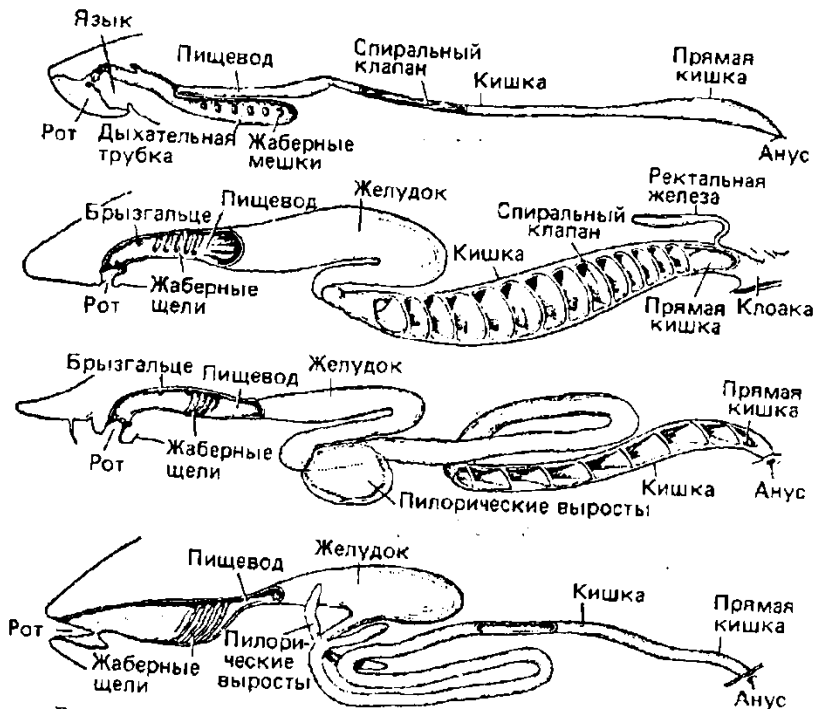
**Пищеварительная** система рыб по строению, форме, длине разнообразны; она характерна для каждого вида рыб. Это связано с типом питания различных видов рыб (преимущественно хищников, преимущественно травоядных; рыб, питающихся планктоном и т.д.) и особенностями пищеварения. Но можно выделить и общие моменты.

Пищеварительная система рыб состоит из ротовой полости, глотки, пищевода, желудка (не у всех рыб) и кишечника (Рис.37.). Кроме того, она включает в себя поджелудочную (панкреатическую) железу, печень и пилорические придатки.

Слизь, выделяемая в ротовой полости и глотке, не содержит пищеварительных ферментов и лишь облегчает заглатывание пищи.

В желудке происходит декальцинация пищи, её химическая мацерация и кислотное обеззараживание. При поступлении пищи в желудок, слизистая оболочка выделяет соляную кислоту, которая активизирует пепсиноген, превращая его в пепсин. Здесь в кислой среде начинается первичное расщепление белков и углеводов. У рыб, не имеющих желудка, первичная обработка пищи происходит в расширенном

переднем отделе тонкого кишечника в щелочной среде под воздействием ферментов поджелудочной железы.



**Рис.37.** Схема пищеварительного тракта рыб (сверху вниз): минога, акула, осетр, окунь.

От желудка начинается тонкая кишка, первая петля которой носит название 12-перстной. В неё впадают протоки желчного пузыря и поджелудочной железы. Эти два протока доставляют в кишечник желчь и ферменты, расщепляющие белки до аминокислот, жиры – до глицерина и жирных кислот, полисахариды – до сахаров.

В заднем отделе кишечника помимо расщепления пищи происходит всасывание питательных веществ в кровь. Этому способствует складчатое строение стенок кишечника; наличие в них выростов, пронизанных капиллярами и лимфатическими сосудами; наличие клеток, вырабатывающих слизь. У

растительноядных рыб длина кишечника во много раз больше, чем у плотоядных (у толстолобика она в 16 раз больше длины тела).

У многих видов плотоядных костных рыб в переднем отделе кишечника имеются слепые выросты – **пилорические придатки** (до 400). Слизистые оболочки пилорических придатков и кишечника выделяют пищеварительные ферменты.

Кишечник заканчивается **анальным отверстием**, обычно находящимся в задней части туловища, перед половым и мочевым отверстиями.

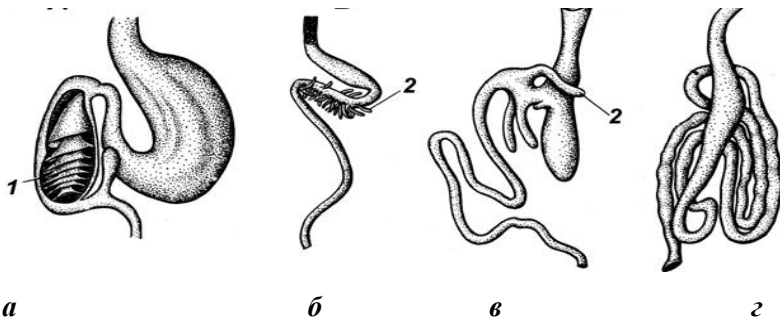
**Поджелудочная железа** как компактный орган располагается в петле 12-перстной кишки. У безжелудочных рыб дольки панкреатической ткани рассеяны в паренхиме печени, образуя гепатопанкреас. Протоки **желчного пузыря** и поджелудочной железы открываются в передний отдел кишечника. Поджелудочная железа секреторирует в кишечник комплекс ферментов (трипсин, химотрипсин, амилаза и липаза), а печень – желчь, которая, эмульгируя жиры, делает их доступными расщеплению липазой.

**Печень** рыб состоит из нескольких лопастей. Она очищает кровь от продуктов метаболизма, секреторирует желчь в кишечник, предварительно собирая её в желчном пузыре, который прикреплен к печени.

**Спиральный клапан** представляет собой многочисленные выросты слизистой оболочки внутрь кишечника. Выросты расположены по нисходящей спирали, за что и получили своё название. Спиральный клапан имеется у древнейших по происхождению групп рыб (круглоротые, хрящевые рыбы, хрящевые и костные ганоиды, двоякодышащие, кистеперые, лососевые и некоторые другие). Он значительно увеличивает пищеварительную и всасывающую поверхности кишечника.

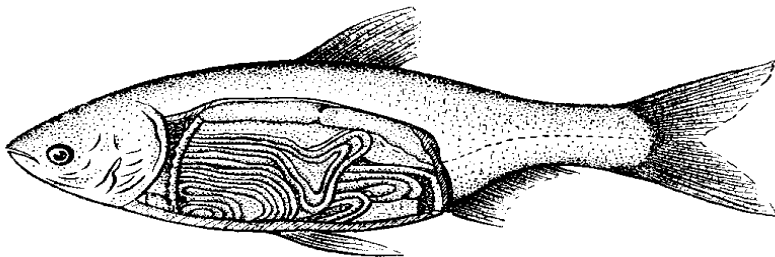
**Особенности пищеварения** связаны с экологическими условиями обитания и способами питания рыб. В связи с этим пищеварительные тракты хищных, плотоядных, растительноядных, детритоядных и других групп рыб имеют

существенные различия в строении, форме, размерах и в физиологии пищеварения и всасывания (Рис.38.).



**Рис.38.** Строение желудочно-кишечного тракта рыб: а – скат; б – лосось; в – окунь; г – карп; 1 – спиральный клапан; 2 – пилорические придатки.

У растительноядных рыб отсутствует желудок, поджелудочная железа, дифференциация кишечника, но очень развит кишечник, длина которого во много раз превышает длину рыбы (Рис.39.). Основную роль в пищеварении играют симбиотические кишечные микроорганизмы.



**Рис.39.** Кишечник безжелудочной рыбы (белый толстолобик).

**Органы выделения** тесно связано с водно-солевым обменом рыб. У морских и пресноводных рыб эти процессы протекают различно. У пресноводных рыб хорошо развиты длинные лентовидные мезонефрические (туловищные) почки, лежащие по бокам позвоночника. От почек отходят мочеточники, которые объединяясь, образуют мочевой пузырь,

открывающийся наружу мочевым отверстием. Это важный орган осморегуляторного аппарата, позволяющий выделять за сутки до 300 л на 1 кг массы тела.

Морские хрящевые рыбы живут в изотоничной среде (т.е. осмотическое давление крови и тканевых жидкостей равно давлению окружающей среды). Изотоничность внутренней и внешней среды обеспечивается за счет удержания в крови и тканевых жидкостях мочевины (концентрация мочевины в крови и тканях достигает 2,6%). Почки выводят наружу лишь излишки мочевины, солей и воды; количество выделяемой мочи невелико (2–50 мл на 1 кг массы тела в сутки). У морских хрящевых рыб для выведения избытка солей сформировалась особая ректальная железа, открывающаяся в прямую кишку.

Морские костистые рыбы живут в гипертонической среде (т.е. осмотическое давление крови и тканевых жидкостей ниже, чем в окружающей среде), поэтому вода выходит из организма через кожу, жабры, с мочой и фекалиями. Во избежание обезвоживания рыбы пьют соленую воду (от 40 до 200 мл на 1 кг массы в сутки), которая из кишечника всасывается в кровь. Избыток солей из кишечника удаляется с каловыми массами, а также выводится секреторными (хлоридными) клетками жаберного аппарата. У морских костистых рыб уменьшается число клубочков в почках, а у некоторых рыб они исчезают совсем (морская игла, морской черт). Таким образом, почки выводят небольшое количество мочи (0,5–20 мл на 1 кг массы тела в сутки). Проходные рыбы при переходе из одной среды в другую изменяют способ осморегуляции: в морской среде она осуществляется как у морских рыб, а в пресной – как у пресноводных. Такие адаптации водно-солевого обмена позволили проходным костистым рыбам широко освоить пресные и соленые водоемы.

## **Нервная система рыб**

Жизнедеятельность рыб контролирует нервная система, состоящая из центральной (головной и спинной мозг) и

периферической (нервы, отходящие от головного и спинного мозга).

**Головной мозг** костных рыб слабо развит; состоит из 5 отделов (передний, промежуточный, средний, продолговатый и мозжечок). Передний мозг мал и полости его полушарий не разделены перегородкой. Средний мозг и мозжечок относительно крупных размеров. Продолговатый мозг связан с головными нервами, которые обслуживают висцеральный аппарат, органы боковой линии и слуха. Под средним мозгом расположен гипофиз (железа внутренней секреции), величина которого зависит от размеров рыбы. На спинной стороне промежуточного мозга находится хорошо развитый эпифиз.

От головного мозга рыб отходит 10 пар нервов:

- I. Обонятельный нерв отходит от переднего мозга;
  - II. Зрительный нерв иннервирует обонятельные луковицы и капсулы;
  - III. Глазодвигательный нерв иннервирует одну из глазных мышц;
  - IV. Блоковый нерв иннервирует одну из глазных мышц.
- Все остальные нервы начинаются от продолговатого мозга:
- V. Тройничный нерв разделяется на три ветви, иннервирует челюстную мускулатуру, верхнюю часть головы и ротовую полость;
  - VI. Отводящий нерв иннервирует одну из глазных мышц;
  - VII. Лицевой нерв иннервирует отдельные части головы;
  - VIII. Слуховой нерв иннервирует внутреннее ухо;
  - IX. Языкоглоточный нерв иннервирует слизистую оболочку глотки, мускулатуру первой жаберной дуги;
  - X. Блуждающий нерв имеет много ветвей, иннервирует органы боковой линии, мускулатуру жабр и внутренние органы.

**Спинной мозг** расположен в канале из верхних дуг позвонков. Вместе с головным мозгом образует центральную нервную систему, от которой отходят нервы периферической нервной системы.

Центральная часть спинного мозга состоит из серого вещества, периферическая – из белого. В центре спинного мозга проходит

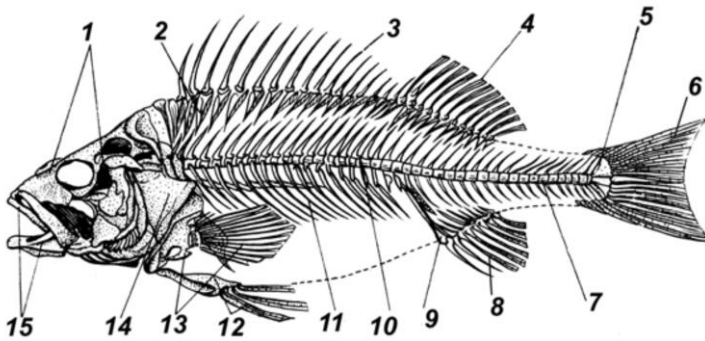
канал (невроцель). От каждого сегмента спинного мозга, число которых соответствует количеству позвонков, отходят пары нервов. При помощи нервных волокон он связан с различными отделами головного мозга, осуществляя передачу возбуждений нервных импульсов.

**Периферическая нервная система** образована нервами, отходящими от головного и спинного мозга, которые осуществляют иннервацию и контроль чувствительности тела и внутренних органов.



## СКЕЛЕТ РЫБ И РЫБООБРАЗНЫХ

Скелет рыб выполняет опорную, защитную и двигательную функции, а также определяет форму тела рыб. Он состоит из осевого скелета, скелета черепа (висцеральный и мозговой), скелета непарных плавников, скелетов парных плавников и их поясов, как самостоятельных систем (Рис.40.). Но строение черепа или непарных плавников невозможно рассматривать без их связи с позвоночником, которая и даёт наиболее ценную информацию исследователю морфологии.



**Рис.40.** Скелет костистой рыбы (окунь): 1 – кости черепа; 2 – элементы спинного плавника; 3 и 4 – спинные плавники; 5 – уростиль; 6 – хвостовой плавник; 7 – хвостовые позвонки; 8, 9 – анальный плавник; 10 – туловищные позвонки; 11 – ребра с придатками; 12 – брюшной плавник; 13 – грудной плавник; 14 – жаберная крышка; 15 – челюсти

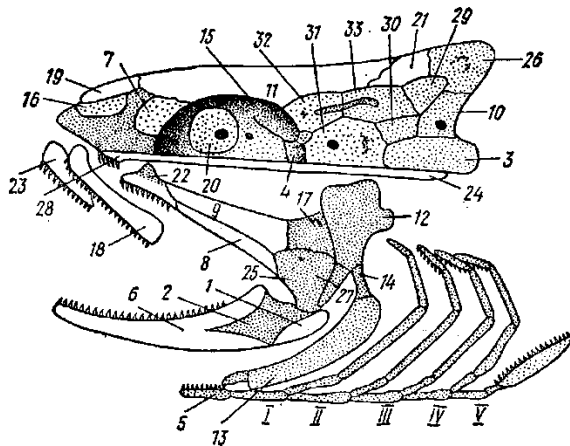
### Череп

Скелет черепа состоит из черепной коробки (осевой череп) и висцерального отдела. Черепная коробка защищает головной мозг и органов чувств, и является опорой челюстей и жаберного аппарата. Висцеральный скелет отделён от мозгового черепа.

Череп рыб бывает двух типов. **Платибазальный** имеет широкое основание, раздвинутые глазницы, между ними расположен головной мозг (миноги, акулы, двоякодышащие, хрящевые и костные ганоиды, низшие костистые рыбы). У



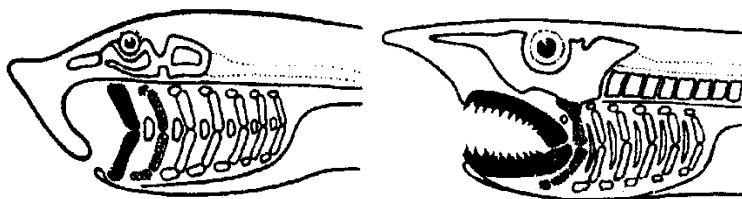
**тропибазального** черепа, глазницы сближены, а мозг расположен в задней части черепной коробки (цельноголовые и высшие костистые) (Рис.41.).



**Рис.41.** Схема расположения костей в черепе костистой рыбы. Основные кости – серые, покровные – белые: 1 – угловая; 2 – сочленовая; 3 – затылочная; 4 – клиновидная; 5 – копула; 6 – зубная; 7 – боковая обонятельная; 8 – наружная крыловидная; 9 – внутренняя крыловидная; 10 – боковая затылочная; 11 – лобная; 12 – подвесок; 13 – гиоид; 14 – окостеневшая связка; 15 – боковая клиновидная; 16 – средняя обонятельная; 17 – задняя крыловидная; 18 – верхнечелюстная; 19 – носовая; 20 – глазоклиновидная; 21 – теменная; 22 – небная; 23 – предчелюстная; 24 – парасфеноид; 25 – предчелюстная; 26 – верхняя затылочная; 27 – дополнительная; 28 – сошник; 29-33 – ушные кости; I-V – жаберные дуги.

**Висцеральный скелет** черепа представляет собой систему хрящевых или окостеневших дуг – челюстной, подъязычной и 5 жаберных; четыре покровных кости образуют жаберную книжку. Покровные кости укрепляют челюстную дугу, образуя вторичные челюсти.

Основа скелета представлена передними висцеральными дугами, преобразованными в челюстную и подъязычный аппараты и задними висцеральными дугами, которые выполняют функцию жаберных дуг (Рис.42.).



**Рис.42.** Преобразование окологлоточных дуг в жаберно-челюстной аппарат.

По способу прикрепления челюстного аппарата различают три типа черепов:

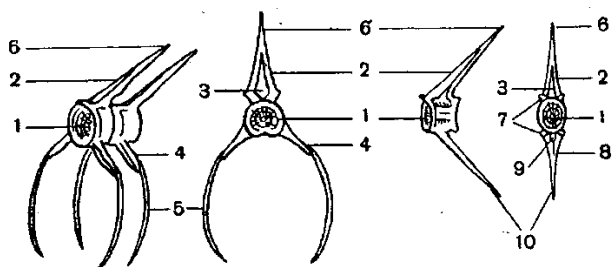
- **амфистилический** – челюстной аппарат прикрепляется к боковым стенкам черепной коробки в передней части двумя отростками, а в задней – при помощи гиомандибуляре, или подвески (древние акулы, костные ганоиды);
- **гиостилический** – челюстной аппарат прикрепляется к черепной коробке только при помощи подвеска (современные акулы, хрящевые ганоиды и костистые);
- **аутостилический** – верхняя челюсть срастается с боковыми стенками черепной коробки (цельноголовые, двоякодышащие).

### **Осевой скелет**

Осевой скелет рыб и рыбообразных представлен хордой или позвоночником. У одних хорда сохраняется в течение всей жизни, у других она развивается на ранних этапах развития, а затем замещается позвонками. Во взрослом состоянии она сохраняется у цельноголовых, двоякодышащих и хрящевых ганоидов (осетровых).

У большинства рыб осевой скелет представлен позвоночником, который включает туловищный отдел с ребрами и хвостовой отдел без ребер. Внутри позвоночника сохраняется хорда, которая пронизывает тела позвонков и заполняет пространство между ними.

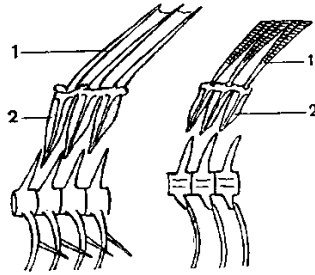
**Позвонки рыб** двояковогнутые, или амфицельные (большинство рыб) и выпуклые спереди и вогнутые сзади, или опистоцельные (панцирная щука и др.) К туловищным позвонкам прикреплены рёбра. В хвостовом отделе поперечные отростки срастаются, образуя гемальную дугу, которая заканчивается нижним остистым отростком. В невральном канале проходит спинной мозг, в гемальном – хвостовая артерия и хвостовая вена (Рис.43.).



**Рис.43.** Строение туловищного (А) и хвостового (Б) позвонков костной рыбы (вид сбоку и спереди): 1 – тело позвонка; 2 – верхняя дуга; 3 - спинномозговой канал; 4 – поперечные отростки; 5 – ребра; 6 – верхний остистый отросток; 7 – сочленовые отростки; 8 – нижняя дуга; 9 – гемальный канал; 10 – нижний остистый отросток.

Позвоночник через мышечные связи служит опорой для плавников (Рис.44.). В хвостовом отделе позвонки превращены в расширенные пластинки и служат опорой для хвостового плавника. Тела последних позвонков сливаются и образуют уростиль, направленный в верхнюю лопасть хвостового плавника. Число позвонков у разных видов колеблется от 17 (луна-рыба) до 114 (угорь речной).

У пластиножаберных позвонки хрящевые. В процессе развития они обизвествляются и становятся очень прочными. У цельноголовых, двоякодышащих и осетровых рыб тела позвонков отсутствуют, осевой скелет представлен хордой с невральными и гемальными хрящевыми дугами. У осетровых хорда окружена хрящом.



**Рис.44.** Скелет непарного спинного плавника с прилегающим отделом позвоночника: 1 – лучи плавника (слева твёрдые, справа – мягкие); 2 – радиалии

**Число позвонков** считают без уростиля, принимая его за часть последнего позвонка, или с уростилем.

При препарировании позвоночника срезают мышцы с боков, со спины и брюшка, затем позвоночник с неотделенной головой и оставшимися кусками мышц кипятят 2-3 минуты, после чего кости очищают от мышц жесткой зубной щеткой.

## Плавники рыб

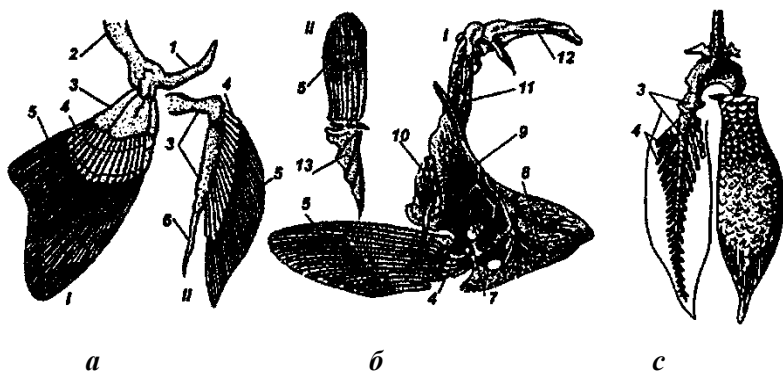
Большинство рыб имеют хорошо развитые парные и непарные плавники, принимающие участие в движении рыб в воде, в воздухе, по грунту; в сохранении равновесия и т.п. Кроме того, плавники помогают рыбам прикрепляться к субстрату (плавники-присоски у *бычков*), искать пищу (*триглы*), обладают защитными функциями (*колюшки*). У некоторых рыб (*скорпены*) в основаниях колючек спинного плавника есть ядовитые железы.

Некоторые рыбы научились передвигаться при помощи плавников по суше (илистые прыгуны, древние кистепёрые рыбы) и летать (летучие рыбы). Летучая рыба выпрыгивает из воды и за счёт своей скорости парит, широко расставив грудные плавники, до 100 м. Её плавники при этом создают подъёмную силу, помогающую рыбе некоторое время планировать в воздухе.

Парные плавники соответствуют конечностям высших позвоночных животных. К ним относят грудные и брюшные плавники.

Непарными плавниками рыб на туловищном отделе являются спинной и анальный. Хвостовой отдел тела рыб заканчивается хвостовым плавником. У лососевых, харациновых, косатковых и некоторых других рыб позади спинного плавника имеется жировой плавник, лишенный плавниковых лучей. Размеры, форма, количество, положение и функции плавников различны.

Парные плавники состоят из поясов плавников и скелета свободного плавника. У круглоротых парные плавники отсутствуют. Строение скелетов хрящевых и костистых рыб приведено на Рис.45..



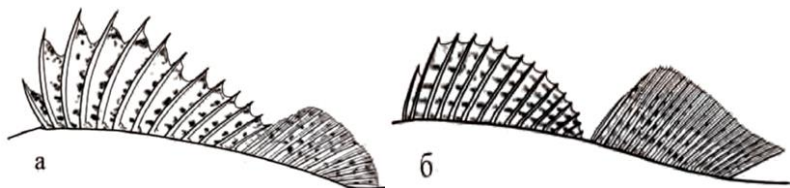
**Рис.45.** Скелет плавников: *а* – хрящевая рыба; *б* – костистая рыба; *в* – брюшные плавники бисериального типа; I – грудной плавник с плечевым поясом; II – брюшной плавник с тазовым поясом 1 – лопаточный отдел; 2 – коракоидный отдел; 3 – базалии; 4 – радиалии; 5 – плавниковые лучи; 6 – птеригоподии; 7 – лопатка; 8 – коракоид; 9 – клейтрум; 10 – задний клейтрум; 11 – надклейтрум; 12 – задневисочная кость; 13 – тазовая кость.

Все плавники, кроме жирового, имеют лучи, которые бывают членистыми (состоящими из нескольких плотно прилегающих друг к другу члеников, границы между которыми хорошо видны на боковой поверхности) и нечленистыми. Членистые лучи

могут быть ветвистыми и нет. Утолщенные нечленистые лучи становятся жесткими, или колючими (колючками).

**Грудные плавники** *Pinna pectoralis* (*P*) обычны у костных рыб. Это парные органы, расположенные позади жаберных отверстий, у некоторых рыб под жаберными отверстиями или даже впереди них. Они отсутствуют у муреновых и некоторых других. У миног и миксин нет ни грудных, ни брюшных плавников. У скатов грудные плавники увеличены и являются основными органами движения. Хорошо развиты грудные плавники у летающих рыб, что позволяет им парить в воздухе. У морского петуха 3 луча грудного плавника обособлены и служат для ползания по грунту.

**Спинные плавники** *Pinna dorsalis* (*D*) Спинных плавников может быть один (сельдеобразные, карпообразные), два (кефалеобразные, окунеобразные) или три (трескообразные). Расположение их различно (Рис.46.).

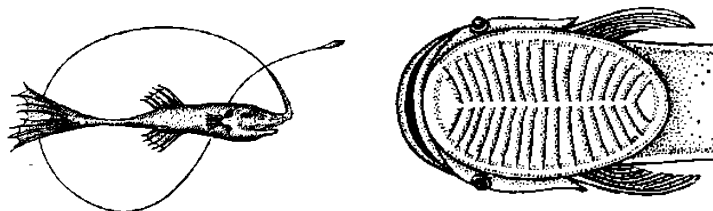


**Рис.46.** Строение спинных плавников у рыб семейства окуневых: а – ёрш; б – окунь.

У щуки спинной плавник смещен назад, у сельдеобразных, карпообразных находится на середине тела, у рыб с массивной передней частью тела (окунь, треска) один из них располагается ближе к голове.

У рыбы парусника спинной плавник достигает больших размеров, он длинный и высокий, у камбалы – в виде длинной ленты вдоль спины и вместе с анальным является основным органом движения. У скумбриеобразных (скумбрия, тунец, сайра) позади спинного и анального плавников расположены маленькие добавочные плавнички.

Отдельные лучи спинного плавника у некоторых рыб вытянуты в длинные нити. У морского черта первый луч спинного плавника смещен на рострум и преобразован в своеобразную удочку, выполняющую роль приманки. У рыбы-прилипалы первый спинной плавник переместился голову и превратился в присоску (Рис.47.). Часто строение и форма плавников у самцов и самок отличаются.

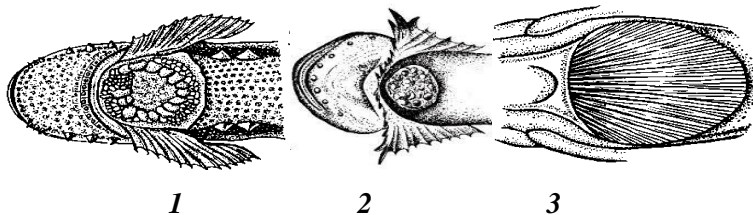


**Рис.47.** Видоизменённые первый луч спинного плавника морского черта (удильщика) и первый спинной плавник реморы.

У малоподвижных придонных видов спинной плавник слабо развит (сом) или может отсутствовать (скаты). Спинного плавника нет у электрического угря.

**Брюшные плавники** *Pinna ventralis* (V) занимают у рыб различное положение, что связано с перемещением центра тяжести, вызванного сокращением брюшной полости и концентрацией внутренностей в передней части тела. Брюшные плавники могут занимать **абдоминальное положение** (на середине брюшка), **торакальное положение** (брюшные плавники смещены в переднюю часть тела) или **югулярное положение** (брюшные плавники расположены впереди грудных или на горле (тресковые)).

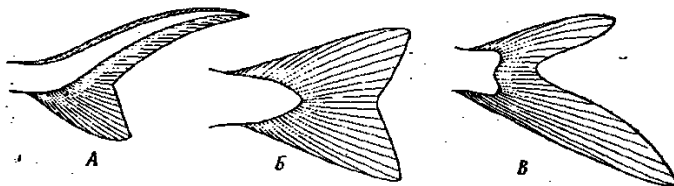
У некоторых видов брюшные плавники превращены в колючки (колюшка), у других – в присоску (Рис.48.). У самцов акул и скатов задние лучи брюшных плавников преобразовались в совокупительные органы – птеригоподии. Брюшные плавники отсутствуют у угрей, зубатковых и др.



**Рис.48.** Присоски рыб: 1 – пинагор; 2 и 3 – бычки (брюшные плавники).

**Анальный плавник** *Pinna analis* (А) обычно один, у трески их два, у колючей акулы он отсутствует. У некоторых видов он смещен вперед (окуневые, камбаловые). Иногда он служит в качестве кия; а в некоторых случаях он является органом движения и сильно развивается в длину (камбала, угорь, электрический угорь, сом).

**Хвостовой плавник** *Pinna caudalis* (С) отличается разнообразным строением (Рис.49.). В зависимости от величины верхней и нижней лопастей различают: эпипатный тип (удлинена верхняя лопасть); изобатный тип (обе лопасти одинаковые); гипобатный тип (нижняя лопасть удлинена).

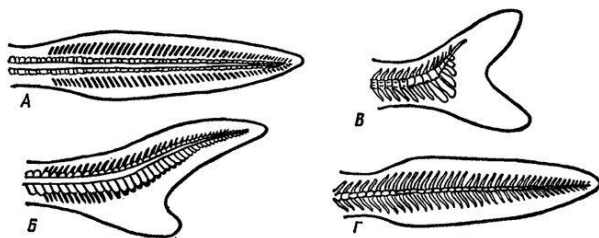


**Рис.49.** Типы хвостов у рыб: эпипатный (А); изобатный (Б) и гипобатный (В).

По расположению конца позвоночника различают четыре типа хвостовых плавников (Рис.50.).

**Протоцеркальный** (первоначально симметричный) – свойствен многим ископаемым рыбам, встречается у всех видов рыб на стадии личинки, имеет симметричное строение (хорда проходит посередине плавника) и является предшественником всех других типов.





**Рис.50.** Форма хвостового плавника: А – протоцеркальный; Б – гетероцеркальный (осетровые); В – гомоцеркальный (большинство костистых); Г – дифицеркальный.

**Гетероцеркальный** (неравнолопастной или асимметричный) – свойствен многим хрящевым рыбам и осетрообразным. В плавнике нет симметрии, верхняя лопасть вытянутая и в нее заходит позвоночный столб. От него произошли два остальных типа плавников.

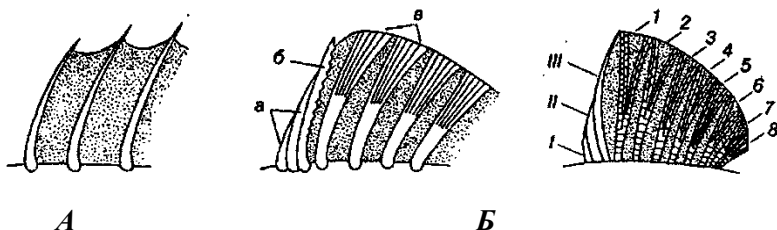
**Дифицеркальный** (симметричный) – свойствен рыбам древнего происхождения (двоякодышащие, кистеперые и иногда костистые). Произошел при вторичном отклонении хорды или позвоночника вниз, верхняя и нижняя лопасти уравниваются в размерах, плавник повторяет форму позвоночного столба, средняя часть плавника вытянутая.

**Гомоцеркальный** (ложносимметричный) – внешне равнолопастной, конец позвоночника заходит в верхнюю лопасть. Свойствен многим ныне живущим рыбам (популярные в пресноводной прудовой и озерной аквакультуре карп, судак, карась, щука, растительоядные рыбы и др.).

**Плавниковые лучи** служат опорой плавников. У рыб различают ветвистые и неветвистые лучи. Неветвистые лучи бывают нечленистые и членистые. К неветвистым нечленистым лучам относят: а) колючки с зубренным и незазубренным краем и б) мягкие лучи. Все подобного типа лучи в систематических работах нередко называют «колючками», несмотря на то, что они не всегда бывают колючими (Рис.51.) Количество нечленистых лучей обозначают римской цифрой. Неветвистые членистые лучи – это мягкие на вершине лучи.

Обозначаются они как римскими, так и арабскими цифрами, в зависимости от положения в плавниках.

Ветвистые лучи разветвляются обычно в верхней части, иногда – почти от основания. Их обозначают всегда арабскими цифрами. При подсчёте ветвистых лучей в спинном и анальном плавниках следует учитывать, что последние два луча со сближенными основаниями сидящие на одной косточке, считают за один.



**Рис.51.** Типы плавниковых лучей: А – колючие (жесткие); Б – мягкие (а – не ветвистые; б – зазубренный; в – ветвистые); В – обозначение жестких и мягких лучей.

### Формула плавников

Количество лучей в том или ином плавнике записывают специальными формулами. Для спинного и анального плавников, число которых может быть более одного, римскими цифрами указывают номер плавника (от головы). Позади условного обозначения плавника указывают число нечленистых лучей, и далее число членистых лучей. Например, если формула записана, как D IV 9-10, A III 8, то это значит, что в спинном плавнике (черноморский лосось) имеются четыре нечленистых и 9-10 членистых лучей. Если формула записана, как I D 13, II D 18-20, III D 18-19 (навага), то это значит, что спинных плавников три, и во всех плавниках только членистые лучи.

Иногда запись спинного плавника делают в сокращённом виде, например D III, II, X 12, что означает наличие трёх спинных плавников, а запятая разделяет первый, второй и третий плавники. Во всех других случаях знак запятой служит для разделения ветвистых и не ветвистых лучей.

Хвостовой плавник многих рыб состоит из двух лопастей – верхней и нижней, поэтому формулу этого плавника записывают в виде дроби, верхняя часть соответствует числителю, а нижняя – знаменателю.

Общепринятого правила записи формулы лучей хвостового плавника нет, поэтому при необходимости надо уточнять схему обозначения.

Точную формулу плавников многих видов рыб можно установить только на специальных остеологических препаратах. Хорошие и быстрые результаты можно получить, используя рентгеновские снимки.



## ОРУДИЯ ЛОВА РЫБ

Отлов рыб с самыми различными целями часто применяется в аквакультуре. Для отлова рыб обычно используют сетное полотно, связанное из тонких нитей. Рыба, пытаясь пройти сквозь него, может застрять, запутаться. Так как выходу рыбы препятствуют жаберные крышки, за которые цепляются ячеи, то такие сети называют жаберными. Заметность сети в воде зависит от особенностей зрения рыб, освещенности водоема, прозрачности воды, цвета сети и т. д.

По способу применения сети бывают ставные, речные плавные и морские дрейфтерные. В зависимости от глубины постановки сети называют верховыми, пелагическими или донными. По конструктивным особенностям сети делят на простые – одностенные, многостенные (2–3-х стенные) и рамовые.

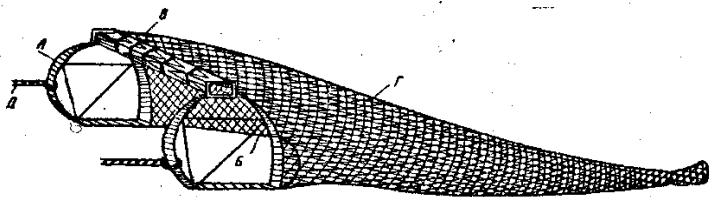
Плавной речной сетью называют орудие лова, плывущее по течению навстречу ходу рыбы. Орудия лова, дрейфующие на водных просторах и улавливающих встречную рыбу, называются дрейфтерными сетями. Отцеживающими орудиями лова, или неводами (закидными и обкидными), называют те, которые в виде сетного полотна охватывают часть водоема вместе с находящимися в нем рыбами.

Для прибрежного лова вполне подходят ставные невода. При проведении ихтиологических исследований не следует пренебрегать крючковым орудиями лова: удочками, тролами и др. Их применяют, прежде всего, для лова хищных рыб, которые не образуют больших скоплений или держатся в местах недоступных облову другими орудиями лова.

На ровном галечнике или песке для отлова молоди и небольших по размеру рыб используют различные тралы (Рис.52.).

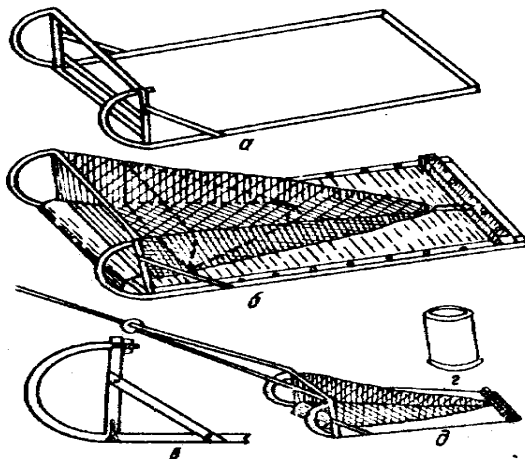
На мелководных горных реках, в прибрежных районах водоёмов с доступной глубиной часто используют невода, называемые волокушами. Это небольшие равнокрылые сети, тягу которых осуществляют одновременно за оба крыла вручную с притонением на берег. Довольно удобными для мониторинга

являются ловушки и вентери, устанавливаемые неподвижно на одном месте в прибрежной зоне.



**Рис.52.** Бимтрал конструкции В.И. Жадина: А – дуговой башмак; Б – цепь; В – деревянный брус (бим); Г – сетчатая мотня.

Промысловые орудия лова: кошельковые неводы, донные, близнецовые, распорные тралы и зимний подлёдный лов требуют специального оборудования и квалифицированных специалистов по лову рыб этими орудиями.



**Рис.53.** Салазочный трал конструкции В.А. Яшнова: а – полозья; б, в – схемы креплений; г – металлический стакан; д – трал в сборе, готовый к работе.

Следует помнить, что при изучении возрастного, размерно-весового и полового состава рыб необходимо использовать наименее селективные орудия лова (неводы, тралы и др.), хотя селективность орудий лова сохраняется всегда, так как любой

облов связан с временем года, со спецификой облавливаемых биотопов и другими факторами среды обитания рыб. Поэтому, если есть возможность, обловы следует производить разными орудиями лова (невод, волокуша, трал, ставные сети и другие с разными размерами ячеи). Только в этом случае последствия селективности орудий лова будут минимальными.

**Уловистость** каждого типа орудий лова неодинакова при лове различных видов рыб и их размерных групп, а также различна по сезонам года. Уловистость орудий лова – это отношение пойманной с определенной площади рыбы ко всей рыбе, находящейся на этой площади до начала лова.

Мерой улавливающей способности считают коэффициенты уловистости (Q).  $Q = P / N$ , где

P – вылов;

N – изначальная численность.

Различают абсолютный и относительный коэффициенты уловистости.

**Абсолютный коэффициент уловистости** – отношение улова к количеству рыб, попавших в зону облова за соответствующий период лова. Абсолютный коэффициент уловистости во многих случаях находят как отношение улова к количеству рыб, подошедших к орудию лова.

Определение абсолютной уловистости орудий и эффективности способов лова весьма затруднено, и до сих пор нет универсального способа определения абсолютной уловистости. Уловистость неводов определяют путем сопоставления улова неводом с уловом выставленных за неводом и окружающих его сетей. Таким путем было установлено, что из обметанной неводом площади уходит около 30% рыбы; количество сазанов, добытых неводом в Амуре, составляло только 65% от добытых сетями. Опытами с выпуском в зону облова меченых рыб установили, что с площади облова неводом весной уходило 72% рыбы, а осенью 60, а из замкнутого неводом пространства весной 49 и осенью 52 % обметанной рыбы (леща, сазана, воблы). Под нижнюю подбору ушло 34 и в обход бежного кляча

32%. Средний коэффициент уловистости, определенный по этим данным, равен 0,34.

Трудности оценки абсолютного коэффициента уловистости и в том, что его часто определяют различными косвенными методами (по величине улова, обловленному объему и плотности облавливаемых скоплений, путем запуска в облавливаемый объем меченых рыб и т. д.). Абсолютный коэффициент уловистости как мера эффективности способа лова позволяет оценить, насколько отличается улавливающая способность рассматриваемого орудия лова при работе в определенном режиме от максимально возможной.

**Относительный коэффициент уловистости** – отношение абсолютных коэффициентов уловистости рассматриваемого и эталонного орудий лова, работающих в примерно одинаковых условиях. Относительный коэффициент уловистости иногда принимают равным отношению средних уловов сравниваемых орудий лова. Однако для справедливости такого допущения необходимо, по крайней мере, чтобы уловы сравниваемых орудий лова соответствовали одинаковым обловленным объемам. Относительный коэффициент уловистости позволяет сравнивать улавливающую способность двух или нескольких орудий лова.

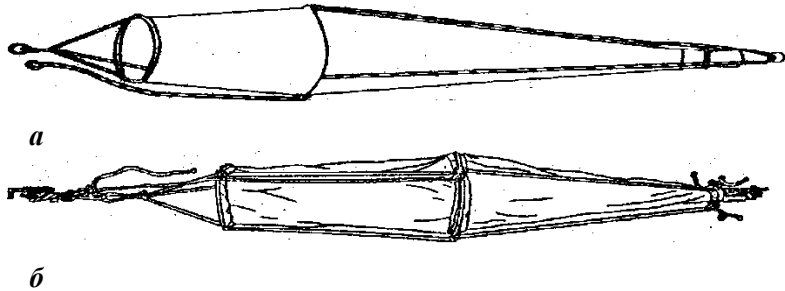
Величины коэффициентов уловистости по отношению к определенным видам рыб остаются почти постоянными даже в тех случаях, когда однотипные и разного размера орудия применяют на разных водоемах и их уловистость определяют различными путями: запуском меченых рыб или другими способами. Величина коэффициента уловистости зависит от промысловой характеристики орудий лова, способа их применения, продолжительности периода активного лова, а также вида, размера, поведения и физиологического состояния рыбы.

### **Сбор и обработка ихтиопланктона**

К ихтиопланктону относят совокупность пелагической икры, пелагических личинок и молоди рыб. Иногда сюда же относят

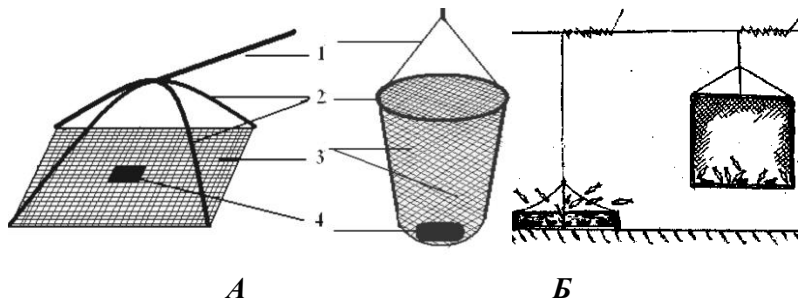
взрослых рыб, постоянно обитающих в толще воды – пелагиали, которые не способны противостоять течениям.

Для отлова ихтиопланктона используют гидробиологические и специальные ихтиопланктонные сети (Рис.54.).



**Рис.54.** Ихтиопланктонная сеть (а) и сеть Джеди (б).

При отлове донных и придонных икринок, личинок и мальков используют бимтралы. Для обловов в прибрежных районах, на мелководьях и на поросших водной растительностью акваториях используют гидробиологические сачки и волокуши с вшитым в куток газовым полотном и другими специальными орудиями лова (Рис.55.).



**Рис.55.** Ловушки для отлова личинок и мальков на мелководье. А – подъемное устройство (1); дуги из жесткой проволоки (2); мельничный газ № 10 (3); место закрепления приманки (плотная ткань) (4). Б – высота ловушки 1 м; диаметр пластикового основания 90 см; нейлоновая сеть с ячейей 3 мм.



Ловушки часто и быстро извлекают из воды, затем икру, мальков и личинок не травмируя перемещают в емкости с водой из того же водоема и доставляют в лабораторию для дальнейших исследований.

### **Консервация и этикетирование собранного материала**

Фиксацию ихтиопланктона производят на месте; личинок и мальков фиксируют 4%, а икринки – 2% раствором формалина, 70° этиловым спиртом или жидкостью Буэна – в зависимости от целей и задач исследований.

Раствор формалина перед фиксацией нейтрализуют толченым мелом или пищевой содой (1 чайная ложка на 1 литр раствора).

**Раствор фиксирующей жидкости должен, как минимум, в три раза превышать объём фиксируемой пробы.** В противном случае исследователь рискует не сохранить материал.

Не следует погружать в фиксирующую жидкость живую рыбу, что приводит к страданиям животных и к фиксации рыб в изогнутом состоянии.

Для фиксации ихтиопланктонных проб, желудочно-кишечных трактов, гонад и т.д. необходимы специальные банки с плотно закручивающимися крышками. Размеры посуды должны позволять всем объектам пробы находиться в прямом положении.

При создании научных ихтиологических коллекций после 3-5 суток пребывания в формалине материал перемещают в 70% раствор этанола, где материал в меньшей степени подвержен деформации, декальцинизации и сохраняет пигментацию более длительное время, чем в формалине.

Правила фиксации жидкостью Буэна, спиртом и другими специальными консервантами для проведения гистологических и гистохимических исследований подробно изложены в литературе (Роскин 1951, Ромейс 1953).

Пробы ихтиопланктона, как и любой другой научный материал, обязательно снабжают этикеткой с указанием даты, времени, места, орудия лова и фамилии коллектора, а если известно, то и вида (Рис.56.).

Вид _____
Дата _____ Время _____
Место лова _____
Орудие лова _____
Коллектор _____
№ журнала _____

**Рис.56.** Общий вид этикетки

Этикетку делают из пергаментной бумаги, а все надписи исполняют тушью или простым карандашом. Можно использовать водонерастворимые маркеры (капиллярные ручки с надписью «*permanent*»). Для хранения в спиртовых растворах пригодны только надписи, выполненные карандашом или тушью.

**Обработку ихтиопланктона** начинают с определения видового или родового состава, а в крайнем случае – семейства. Каждую систематическую группу просчитывают отдельно и заносят результаты в карточку первичной обработки проб (Рис.57.)

Мальков разбирают по времени сбора и обработку начинают с проб, взятых в самые ранние утренние часы и заканчивая самыми поздними.

Это даёт возможность составить представление о степени переваривания в разных отделах кишечника в определённый отрезок времени.

Вскрытие брюшной полости проводят тонким лезвием бритвы, а у более крупных рыб скальпелем или глазными ножницами.

Анализ содержимого пищеварительного тракта личинок проводят с помощью увеличительной техники. Пищевые

организмы по-возможности определяют до вида. Подсчитывают их количество и с помощью окуляр-микрометра определяют размеры. Желательно просмотреть не менее 20 мальков каждой размерной группы, учитывая только экземпляры с пищей в кишечнике. Результаты заносят в специальные карточки (Рис.58.), или в журнал.

Район наблюдения	Горизонт
Дата	Время
Станция	проба №
Глубина	
Вид, род, семейство	Количество
Общее количество личинок в пробе	
под 1 м <sup>2</sup>	

**Рис.57.** Карточка первичной обработки проб ихтиопланктона (по Дука, Синюкова 1976).

При анализе питания мальков можно определять не только весовую характеристику пищевого комка, но и частные индексы и встречаемость компонентов. При работе с мальками рыб можно использовать стандартные (восстановленные) веса кормовых объектов, приводимых в специальных таблицах (см. Приложения), что значительно облегчает весовые оценки планктонных и мелких бентосных и перифитонных компонентов питания.

Состав пищи мальков _____ размером _____						
из _____ района от _____ 2017 г.						
Компоненты пищи	Соотношение кормовых организмов, %					
	по весу	по количе- ству	по встреча- емости	по весу	по коли- честву	по встреча- емости
	<i>Станция № 3</i>			<i>Станция № 4</i>		

**Рис.58.** Карточка состава пищи мальков.

## РАЗМНОЖЕНИЕ РЫБ

### Половой состав

Все круглоротые раздельнополые, но дифференцировка гонад происходит непосредственно перед наступлением половой зрелости, поэтому ранее ошибочно полагали, что они гермафродиты. Специальных половых протоков нет. Половые продукты при разрыве стенки половой железы выпадают в полость тела, через половые поры попадают внутрь мочеполювого синуса и через мочеполювое отверстие выводятся наружу. Оплодотворение наружное.

Большинство видов миног – проходные виды: они живут в прибрежных районах моря, а на нерест входят в реки (невская, каспийская, дальневосточная и др.). Во время хода на нерест проходные миноги не питаются и живут за счет накопленных запасов жира. Пресноводные виды выметывают до 3 тыс. икринок, а более крупные проходные (европейская и каспийская миноги) – до 40 тыс.; плодовитость морской миноги достигает 240 тыс. икринок.

Перед нерестом у миног увеличиваются размеры спинных плавников, у самок вырастает анальный плавник, прекращается функция кишечника, исчезают желчный пузырь и желчный проток. После икрометания взрослые особи обычно погибают (размножаются раз в жизни, т. е. моноцикличны).

Хрящевые имеют сложную систему воспроизводства, им свойственно внутреннее оплодотворение, **яйцеживорождение**, а у некоторых видов – **живорождение**. Сперматозоиды скапливаются в семенных камерах. Во время оплодотворения стенки семенных камер сокращаются, и сперматозоиды выходят в клоаку самца, который по птеригоподиям (копулятивный орган) вводит их в клоаку самки (внутреннее оплодотворение).

У некоторых видов оплодотворённые яйца задерживаются в задних отделах яйцеводов, где и развиваются до вымета молоди (катран, белая акула, лисья акула, пилонос и др.). Этих рыб называют **яйцеживородящими**.

Некоторым хрящевым рыбам (голубая акула, кунья акула и др.) свойственно **живорождение** – в задних отделах яйцеводов («матке») образуется нечто сходное с плацентой млекопитающих, а эмбрионы получают питательные вещества с кровью матери. Внутритрубным развитием обеспечивается большая выживаемость молоди.

У осетровых, двоякодышащих и некоторых костистых парные яичники обособлены от яйцеводов. Парные яйцеводы (мюллеровы каналы) открываются в полость тела непарной воронкой. Созревшее яйцо через разрыв стенки фолликула выпадает в полость тела и через воронку в яйцевод. Оба яйцевода сливаются вместе и открываются одним отверстием наружу позади анального. От семенников отходят семенные каналы, которые попадают в общие выводные протоки (вольфовы каналы), являющиеся одновременно и мочеточниками. Кроме того, у самцов осетровых сохраняются рудименты яйцеводов с воронками, которые сообщаются с общим выводным протоком.

Большинство видов костных рыб раздельнополы. Половые железы парные и представлены у самцов семенниками и у самок яичниками. Они через каналы открываются на мочеполовом сосочке отдельно от мочевыделительного отверстия. У самок костных рыб мюллеровы каналы, служащие у хрящевых рыб яйцеводами, отсутствуют, а у самцов семенники не связаны с почками и вольфовы каналы выполняют роль только мочеточников.

Оплодотворение у большинства костных рыб наружное, у немногих видов внутреннее (морской окунь, бельдюга, гамбузия, гуппи, меченосцы и др.). У самцов этих видов есть специальные совокупительные органы: генитальный сосочек (бычки-подкаменщики); гоноподий (часть анального плавника у гамбузий); приапий (орган, образованный плечевым и тазовым поясами у неостетуса).

**Гермафродитизм** – явление у рыб довольно распространённое. Оно встречается у сельдевых, лососевых, карповых, окуневых рыб. Проявление гермафродитизма различно. У одних видов в гонадах развиваются икра и сперматозоиды, но созревание их

обычно происходит поочередно. Это явление называют **дихогамией**; одни и те же рыбы могут быть самками, а позже – самцами. У других видов происходит изменение (реверсия) пола: у молодых особей гонады функционируют как яичники, у более старших – как семенники. Встречаются и другие вариации полового процесса.

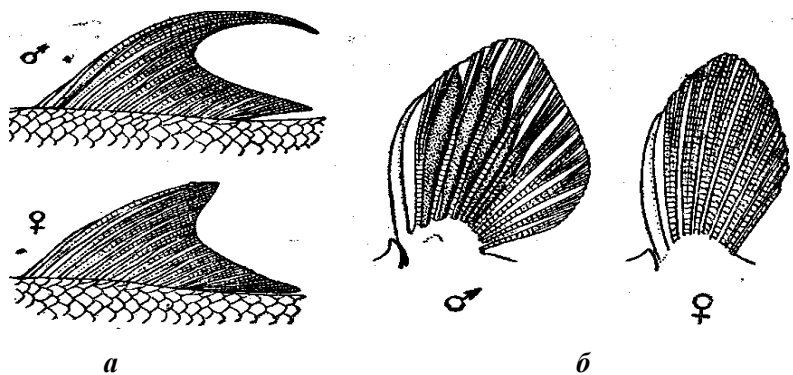
**Партеногенетическое** развитие икры (без оплодотворения), доходит только до стадии дробления (сельди, осетровые, лососевые, карповые) изредка до личинок, доживающих до рассасывания желточного мешка (налим, салака). Такое развитие, как правило, не даёт жизнеспособной молоди, но неоплодотворенные икринки, развиваясь вместе с оплодотворенными партеногенетически, не даёт загнить и погибнуть всей кладки яиц.

При **гиногенезе** сперматозоиды близких видов рыб проникают в яйцо и стимулируют его развитие, однако оплодотворения при этом не происходит. В результате такого размножения в потомстве наблюдаются одни самки (популярный в прудовой аквакультуре Латвии серебряный карась, моллинезии и др.).

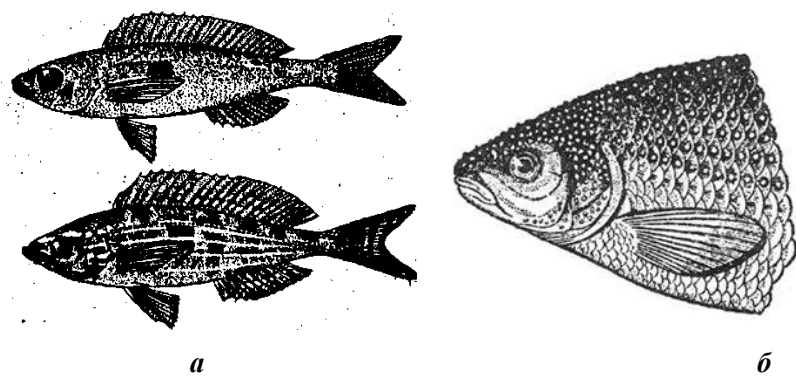
**Соотношение полов** в целом у многих рыб близко 1:1. Это соотношение изменяется в разные периоды жизни рыб. Если в начале нерестового хода у некоторых видов преобладают самцы, то в конце хода – самки. Соотношение полов рыб может зависеть от промысла. Использование крупноячейных сетей приводит к отлову, в основном, самок, т.к. они крупнее самцов. Поэтому для определения истинного соотношения полового состава рыб отбор следует брать из орудий лова, в одинаковой степени улавливающих как самцов, так и самок.

**Возраст половозрелости** – характерный признак вида. Одни становятся половозрелыми в возрасте 2 месяцев (гамбузия), другие – в 20 лет (осетровые). Как правило, рыбы с коротким жизненным циклом имеют ранние сроки созревания. Для характеристики возрастного состава популяции кроме возраста полового созревания важными являются линейные и весовые показатели самцов и самок.

**Половой диморфизм** у большинства рыб внешне мало выражен. Но у некоторых видов самцы крупнее самок, более ярко окрашены, имеют разную форму плавников (Рис.59), различные выросты костных образований и др. У хрящевых рыб самцы имеют совокупительные органы. У самцов смаридов меняется окраска и форма спинного и анального плавников, а у самцов карповых на голове появляется «жемчужная сыпь» (Рис.60).



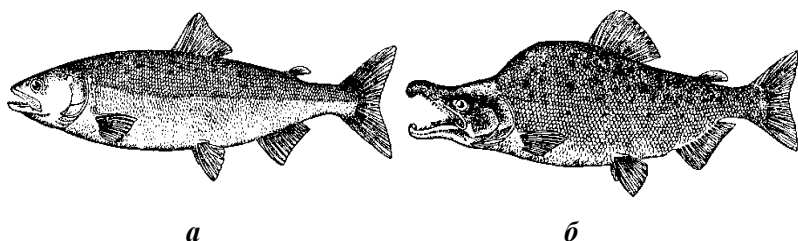
**Рис.59.** Спинные плавники самцов и самок (а) *Labeo dero* (карповые) и грудные плавники самцов и самок (б) тибетского гольца *Nemachilus stoliczkae*.



**Рис.60.** Самка (вверху) и самец смариды в брачном наряде (а); жемчужная сыпь на голове и туловище у самцов карповых рыб (б).

Брачный наряд в период нереста приобретают самцы многих видов рыб. У многих ухаживающих за икрой видов, например, у инвазивного в Латвии ротана *Perccottus glenii*, появляется тёмная, почти чёрная окраска тела с яркими пятнами (фотография на обложке), помогающая отпугивать конкурирующих самцов и других рыб от места нереста. У бычков увеличиваются размеры грудных плавников, которыми они аэрируют кладку.

Большие внешние и внутренние изменения происходят во время нереста у моноциклических лососевых. И самцы и самки прекращают питание. В организме происходит перераспределение запасных питательных веществ, а также белков, жиров и углеводов всех частей тела. Но наиболее заметны внешние изменения формы тела и окраски у самцов (Рис.61).



**Рис.61.** Брачные изменения у самца горбуши: обычный (а) и брачный (б).

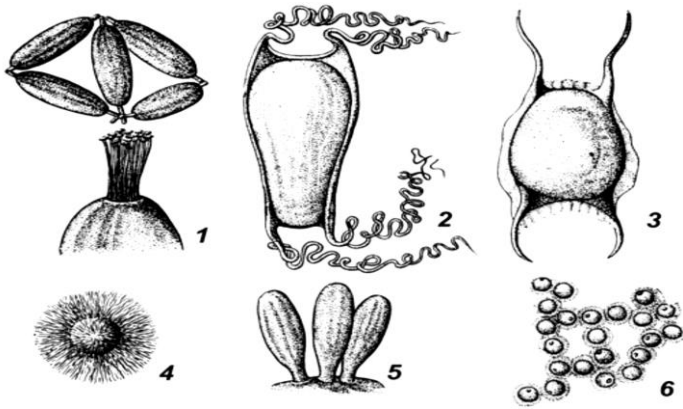
### **Строение и размеры половых продуктов рыб**

Икринки рыб различаются формой, размером, цветом, наличием жировых капель, строением оболочки. У представителей сарганообразных – шаровидная икринка имеет многочисленные нитевидные выросты; у бычковых – грушевидные икринки на нижнем конце снабжены розеткой нитей для прикрепления к субстрату; у анчоусовых – эллипсоидные икринки и т.д. (Рис.62).

**Величина икринок** и другие морфологические признаки являются стабильными видовыми признаками. Размеры икринок



зависят от содержания в них запасных питательных веществ (желтка). Самые крупные яйца у хрящевых рыб – у некоторых акул длина яйцевой капсулы около 10 см. Развитие эмбрионов до 22 месяцев (катран). Из костистых рыб наиболее мелкие икринки у камбалы-лиманды, самые крупные – у лососевых (кета).



**Рис.63.** Формы яйцеклеток рыбообразных и рыб (масштаб не соблюден): 1 – миксина; 2 – акула; 3 – скат; 4 – сарган; 5 – бычок; 6 – окунь

Икринки снаружи покрыты оболочками. Первичная (желточная, лучистая) оболочка пронизана многочисленными порами, по которым в яйцо поступают питательные вещества во время его развития в яичнике. У некоторых видов эта оболочка двуслойная (осетровые).

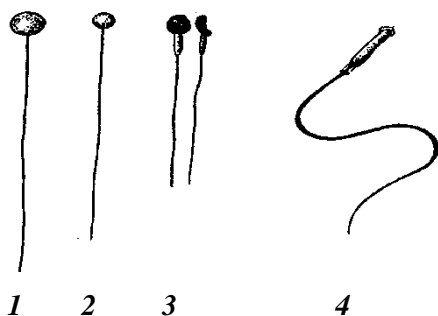
Вторичная (студенистая, липкая) оболочка развивается над первичной, и отличается разнообразными выростами для прикрепления яиц к субстрату.

На анимальном полюсе обеих оболочек расположен особый канал – микропиле, по которому при оплодотворении сперматозоид проникает в яйцо. У костистых один канал, у осетровых их может быть несколько.

Третичная оболочка – роговая у хрящевых рыб и миксин и белковая. На роговой оболочке миксин имеются

крючкообразные отростки, с помощью которых яйца прикрепляются друг к другу и к подводным предметам. Роговая оболочка хрящевых рыб значительно больше самого яйца, часто от нее отходят роговые нити, с помощью которых яйцо прикрепляется к водным растениям.

**Сперматозоиды рыб** значительно отличаются у разных видов. У сперматозоидов различают головку, среднюю часть и хвост (Рис.64).



**Рис.64.** Сперматозоиды рыб: 1 – карась; 2 – щука; 3 – подкаменщик (вид головки с уплощенной стороны и сбоку); 4 – хрящевые рыбы.

Форма головки различна: шаровидная (у большинства костистых рыб), палочковидная (у осетровых и некоторых костистых), копьевидная (у двоякодышащих), цилиндрическая (у акул, кистеперых). В головке помещается ядро. Впереди ядра у акулообразных, осетровых и некоторых других рыб располагается акросома. У костистых ее нет.

Сперма, выделяемая самцом, состоит из сперматозоидов, погруженных в спермиальную жидкость, сходную по составу с физиологическим раствором. В спермиальной жидкости сперматозоиды неподвижны. При соприкосновении с водой их активность резко возрастает. Они проникают в икринки через микропиле, после чего происходит оплодотворение. Продолжительность активности сперматозоидов зависит от солености и температуры воды. В соленой воде она значительно дольше – до нескольких суток (тихоокеанские сельди), в

пресной воде – не более 1–3 минут (у большинства карповых, лососевых, окуневых рыб).

У одного и того же самца сперматозоиды различаются по величине: мелкие (легкие), средние (промежуточные) и крупные (тяжелые). Среди крупных сперматозоидов в большом количестве встречаются Х-гаметы, среди мелких Y-гаметы. Из икры, оплодотворенной крупными сперматозоидами, рождаются самки, мелкими – самцы.

## **Нерест рыб**

По срокам нереста различают весенненерестующих (щука, окунь, хариус), летненерестующих (сазан, осетр, хамса), осенне-зимненерестующих (семга, тихоокеанские лососи, сиги, налим, навага) рыб. Это деление в известной мере условно, так как один и тот же вид в разных районах нерестится в разное время.

Каждому виду для нереста свойственны оптимальные и предельные температуры воды. При низкой температуре нерестятся арктические и антарктические рыбы. Минимальная температура воды, при которой возможен нерест: у наваги – 2,3°C, трески +3,6°C, атлантической сельди +4,5°C, сазана 13°C. Подавляющее большинство морских рыб нерестится в относительно прогреваемых районах прибрежной зоны на глубинах менее 500 м, там, где личинки обеспечены пищей.

**Моноциклические** рыбы после однократного икрометания погибают (речной угорь, тихоокеанские лососи, речная минога, байкальская голомянка). **Полициклические** рыбы размножаются в течение жизни многократно.

## **Нерест рыб**

Рыбы нерестятся в прибрежных участках водоёмов – в неглубоких заливах озёр, в устьевых участках рек, богатых водной растительностью, в местах с песчаным или слабо заиленным грунтом, на галечнике и т.п. Определённые площади дна или поверхности водоёма, где происходит икрометание рыб,

называют нерестилищами. С целью помочь рыбе провести нерест в наиболее благоприятных условиях и тем самым обеспечить нормальное развитие икры и выход молоди устраивают искусственные нерестилища.

Нерест рыб бывает с **единовременным** (вся икра созревает одновременно – щука, сиг, лосось и др.) и с **порционным икрометанием** (икра созревает и выметывается порциями в течение длительного времени – хамса, укляя, некоторые сельди, сом и др.). Порционное икрометание является приспособлением вида к воздействию неблагоприятных факторов среды и способствует большей выживаемости икры и личинок, лучшему питанию молоди благодаря равномерному использованию кормовой базы.

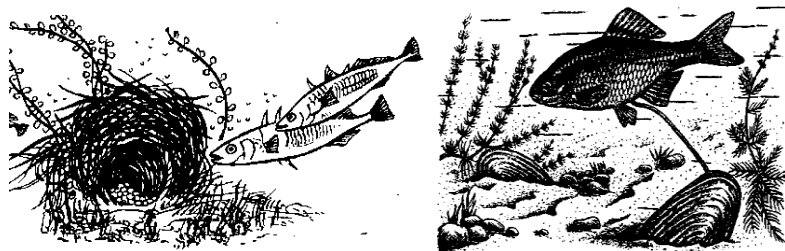
Икра бывает пелагической (плавающей) и донной (демерсальной), выметываемую на грунт и донную растительность.

По местам нереста выделяют следующие группы рыб:

- **литофилы** – откладывают икру на каменисто-галечный грунт (осетровые, лососевые, кутум, шемая, голавль, подуст и др.);
- **фитофилы** – откладывают икру на растения и водоросли (плотва, лещ, сазан, карась, окунь, ротан и др.);
- **псаммофилы** – откладывают икру на песок (пескарь, голец, щиповка и др.);
- **пелагофилы** – выметывают икру в толщу воды (кефали, кильки, хамса, атлантическая треска, чехонь, белый амур, толстолобик и др.);
- **остракофилы** – откладывают икру в раковины двустворчатых моллюсков (горчаки).

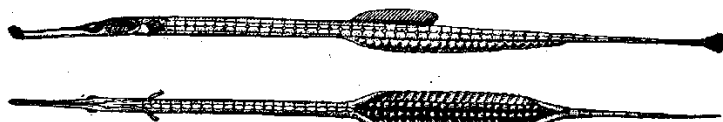
Некоторые виды могут, в зависимости от сложившихся условий, использовать для нереста различные субстраты. Например, рыбец может нереститься на камнях или на растительности, судак и корюшка – на песок или растительность, а язь может откладывать икру на песчаные, каменистые грунты и на растения.

Трёхиглые колюшки икру откладывают в специально построенные укрытия, а затем самец охраняет кладку. Горчак, пользуясь длинным яйцеводом, откладывает икру в мантийную полость двустворчатых моллюсков, а самец выбрасывает порцию семенной жидкости рядом с моллюском. С током воды сперматозоиды попадают под раковину, где и происходит оплодотворение (Рис.65.).



**Рис.65.** Трёхиглые колюшки возле гнезда и самка горчак с яйцеводом.

У морских игл роль инкубатора выполняет самец. Самка откладывает икру в яйцевой мешок – складку кожи на брюшной стороне, а самец в роли инкубатора вынашивает её (Рис.66).



**Рис.66.** Самец морской иглы с яйцевым мешком. На нижнем рисунке мешок раскрыт.

Длительность инкубации и выклева личинок, а также развития молоди зависят от времени года, температуры воды и обеспеченности личинок пищей. Так, щука нерестится сразу после таяния льда – значительно раньше карповых рыб, что позволяет ее молоди вскоре достичь длины 5–6 см и полностью перейти на питание личинками карповых рыб.

## ПОЛ, СТАДИИ ЗРЕЛОСТИ ГОНАД И ПЛОДОВИТОСТЬ РЫБ

В связи с тем, что половой диморфизм у большинства рыб выражен слабо или отсутствует, определить пол без вскрытия довольно сложно.

Препарирование начинают после проведения всех общих промеров и взвешиваний.

Гонады (семенники у самцов, яичники у самок) имеют вытянутую форму и располагаются вдоль оси тела по бокам от кишечника. При помощи пинцета и скальпеля их легко отделить в районе полового отверстия. После вскрытия рыбы и препарирования гонад по их внешнему виду определяют пол: при наличии яичников – самка, при наличии семенников – самец. Обозначают пол условными знаками: ♀ – самка, ♂ – самец, juv – неполовозрелые особи.

### **Шестибалльная шкала определения пола и стадий зрелости рыб** (Киселевич 1923)

**I стадия** – ювенальная (*juvenalis*). Это неполовозрелые рыбы. Половые клетки яичников не различимы простым глазом, и пол визуально определить невозможно. Яичники и семенники имеют вид тонких прозрачных тяжей желтоватого или розоватого цвета.

**II стадия** – покоя. Половые продукты или еще не начали развиваться, или были выметаны. Икринки очень мелкие и видны только под лупой. Яичники прозрачны и бесцветны, вдоль них проходит крупный кровеносный сосуд. Семенники увеличиваются в размерах, теряют прозрачность и имеют вид округлых тяжей сероватого или бледно-розового цвета. Гонады занимают менее 1/2 полости тела.

**III стадия** – созревания. В икринках начинается накопление желтка, и переход к этой стадии свидетельствует о наступлении полового созревания. Икринки заметны невооруженным глазом, но еще не прозрачные, многогранной формы. Яичники и семенники сильно увеличены. Семенники упругие. При

разрезании лезвием бритвы их края не оплывают. Цвет их от розоватосерого до желтовато-белого. Гонады занимают 2/3 полости тела.

**IV стадия** – зрелости. Рост икринок закончился, икринки округлые, слабопрозрачные. Яичники и семенники достигли максимального объема и массы. Семенники мягкие, молочно-белого цвета. При разрезе края их оплывают и пачкают бритву, а при надавливании на брюшко появляется капля густой спермы. Легкое надавливание на брюшко самки не приводит к вытеканию икры.

**V стадия** – текучести. Семенники молочно-белого цвета, мягкие на ощупь, в них образуется семенная жидкость, разжижающая сперму. Икринки созрели. Гонады занимают почти всю полость тела. При легком надавливании на брюшко икра и молоки вытекают наружу.

**VI стадия** – выбоя. Икра выметана, молоки вытекли. Гонады в виде спавшихся мешков. В яичниках могут наблюдаться оставшиеся икринки, в семенниках – остатки спермы. Цвет яичников багрово-красный, семенников – розоватый или буроватый. Половое отверстие воспалено. Через некоторое время после размножения яичники и семенники переходят во II стадию зрелости.

Перечисленные стадии зрелости определяют при вскрытии, за исключением V стадии, когда пол и стадию зрелости половых продуктов устанавливают по их текучести.

**У рыб с порционным икрометанием** стадию зрелости определяют состоянием той порции икры, которая наиболее развита и раньше всех будет выметана. После вымета первой порции яичники переходят не в VI стадию, как у рыб с единовременным икрометанием, а в IV или III, и эти стадии зрелости обозначают VI-IV или VI-III. Затем после завершения всего нерестового периода состояние яичника оценивают как находящееся в VI, а затем во II стадии. Если же оставшиеся овоциты (резерв будущего года) вступают в рост уже на VI стадии, то яичник из VI стадии переходит в III стадию и его обозначают VI-III.

В специальной литературе есть описание других схем определения стадий зрелости.

### **Половая структура популяций**

Половая структура популяций в одном водоёме и в разных частях ареала различается по годам и сезонам, зависит от многочисленных факторов среды (температурные, гидробиологические, гидрологические, гидрохимические и др.), поэтому анализ этих показателей очень важен и обязателен.

П.А.Дрягин (1952) определяет направление и объём исследований полового состава рыб следующим образом:

- 1) определение полового состава молоди и половозрелых рыб;
- 2) половой состав отдельных генераций;
- 3) изменения полового состава в связи с возрастом;
- 4) половой состав в период нагула;
- 5) половой состав в период миграций;
- 6) половой состав в период нереста;
- 7) половой состав в период зимовки;
- 8) половой состав в уловах различными орудиями лова;
- 9) количество самок, которые могут быть использованы для сбора икры в рыбоводных целях и для заготовки товарной икры.
- 10) определение количества нерестовавших самок для расчёта коэффициента возврата.

Кроме того, важной характеристикой может быть возраст, а также линейные и весовые показатели самцов и самок в период начального и массового созревания.

### **Коэффициенты и индексы зрелости половой системы рыб**

В период между нерестами степень зрелости половой системы рыб остается не постоянной, а изменяется. По мере созревания рыб гонады приобретают большие объём и массу. Вес гонад может служить одним из определяющих факторов степени



зрелости половых продуктов. Г.В.Никольский (1939) предложил использовать **коэффициент зрелости**, т.е. отношение веса гонад к весу рыбы, выраженное в процентах:

$$K_{зр} = 100 P / G, \text{ где}$$

$K_{зр}$  – коэффициент зрелости;

P – вес гонад;

G – вес всей рыбы.

Коэффициент зрелости позволяет следить за ходом созревания половых продуктов. Недостаток этого коэффициента состоит в том, что он учитывает вес всей рыбы с кишечным трактом и его содержимым.

Такого недостатка лишен использующийся в ихтиологической практике **гонадо–соматический индекс (ГСИ)** – отношение веса гонад к весу рыбы без внутренностей, выраженное в процентах:  $ГСИ = 100 P / Q$ , где

ГСИ – гонадо–соматический индекс;

P – вес гонад;

Q – вес рыбы без внутренностей.

П.А.Дрягин в 1949 г. предложил понятие **«индекса зрелости яичников»** – процентное соотношение коэффициента зрелости яичников, вычисленное в отдельные моменты их созревания и опустошения, к максимальному коэффициенту зрелости. В настоящее время большого применения и использования этот индекс не имеет

## **Плодовитость рыб**

Плодовитость рыб, количество и качество икры зависят от массы тела, возраста, жирности и факторов среды. С увеличением массы тела плодовитость повышается. У хрящеакул плодовитость колеблется от 2 до 500 яиц или мальков. Наибольшая плодовитость среди костистых рыб у луны-рыбы – до 300 млн. икринок. Однако далеко не всегда количество выметываемой икры определяет массовость рыб. Например, луна-рыба нигде не встречается стадами. В тоже

время имеющие относительно небольшую плодовитость сельдевые составляют основу мирового промысла.

Плодовитость одного вида в разных водоемах различна; она отражает условия существования рыб и направлена на обеспечение определенной величины пополнения. У большинства видов наиболее высококачественное потомство получается от рыб среднего возраста. Молодые и старые особи дают менее жизнестойкое потомство.

Знание количества откладываемой икры имеет практическое и научное значение. Данные по плодовитости рыб используют в разных целях – от оценки нерестового стада и возможной численности нового поколения до использования как отличительного признака при расовом изучении рыб.

В специальной литературе единого мнения о терминологии и понятиях, употребляемых при изучении плодовитости, нет. И.Ф.Правдин (1966) приводит понятия абсолютной (индивидуальной), относительной и рабочей плодовитости. В последующие годы эти понятия неоднократно интерпретировали. Мы приводим наиболее часто упоминаемые в литературе основные понятия и термины, относящиеся к плодовитости рыб.

**Плодовитость рыб** – количество нормально развитых икринок, выметаемых самками. При живорождении – количество вымётываемых эмбрионов, личинок.

**Индивидуальная, абсолютная плодовитость (ИАП)** – общее количество зрелых икринок, вымётываемое одной самкой за один нерестовый сезон. Часто этот термин заменяют термином **плодовитость (ИП)** или **абсолютная плодовитость (АП)**.

**Рабочая плодовитость (РП)** – количество икринок, которое можно извлечь из самки при взятии её на инкубацию при искусственном разведении рыб. Как правило, РП всегда ниже ИАП, особенно у порционно нерестующих рыб.

**Физиологическая индивидуальная плодовитость (ФИП)** – количество зрелых икринок отложенных одной самкой в течение вегетационного периода.

**Индивидуальная относительная плодовитость (ИОП)** – число зрелых икринок, вымётываемых одной самкой за один нерестовый период в пересчёте на 1 г веса самки (без внутренностей). Часто употребляют термин **относительная плодовитость (ОП)**. Иногда ИОП обозначают как число икринок в расчёте на единицу длины рыбы.

Недостатком этого показателя является то, что он изменяется по мере увеличения размеров тела рыбы. Поэтому для сравнения ОП целесообразно брать особей одинаковых размеров. В противном случае результаты будут искажать действительное положение вещей.

**Потенциальная плодовитость (ПП)** – количество ооцитов в яичниках рыбы, которое служит исходным фондом для формирования количества вымётываемых самкой икринок в данном нерестовом сезоне.

Для моноциклических рыб это ооциты протоплазматического роста, для полициклических – начала трофоплазматического роста.

**Конечная плодовитость (КП)** – количество зрелых ооцитов (икринок) в яичнике перед нерестом.

**Популяционная плодовитость (ПП)** – самый спорный термин. Одни авторы считают, что ПП – количество зрелых икринок, вымётываемых всеми самками популяции за один нерестовый сезон. Другие считают, что это абсолютное количество икры, которое может быть выметано в данном году самками всей популяции до момента изъятия их из промысла. Третьи называют ПП произведение средней индивидуальной плодовитости на число нерестов в жизни рыб данной популяции. Есть и другие предложения.

В ряде случаев рассчитывают **видовую плодовитость**.

## **Определение плодовитости рыб**

Значение количества выметываемой рыбами икры необходимо для практических и научных целей. Количество откладываемой

икры – главный фактор в сохранении вида. Плодовитость рыб занимает важное значение при расовом изучении рыб. Знание плодовитости необходимо и для суждения об эффективности естественного нереста рыб.

При рыбоводных и селекционных работах учитывают разнокачественность икринок у разных особей и даже у одной и той же особи в разных частях яичника (диаметр, вес, окраска, размеры желтка). Зная среднюю плодовитость разводимых рыб, рыбовод может составить реально осуществимый рыбоводный план завода или пункта и установить количество производителей, которое необходимо для искусственного оплодотворения.

### **Определение индивидуальной абсолютной плодовитости**

Для установления индивидуальной плодовитости (ИАП) отбирают самок различного возраста в стадии наибольшего развития, но до момента наступления икрометания. При подсчете следует вести отдельный учет мелких недоразвившихся икринок, имея в виду, что такие икринки могут остаться не выметанными.

При определении плодовитости используют весовой и объёмный методы.

Каждую самку измеряют, взвешивают и берут чешую или другой объект для последующего определения возраста. Затем рыбу вскрывают, взвешивают весь яичник и отделяют пробу для подсчета. Эта проба не должна быть большой: у лососей достаточно брать до 20 г, у других рыб – 5-10 г, т.е., чем мельче икринки, тем меньше навеска. Пробу берут примерно равными частями в начале, середине и конце ястыка, взвешивают на аптекарских весах, помещают в баночку с этикеткой и заливают 2% раствором формалина (1 часть формалина на 19 частей воды). Для специальных исследований (гистология) пробы икры фиксируют раствором Буэна или сулемовым фиксатором.

При весовом подсчёте все три пробы перемешивают, взвешивают и просчитывают в чашке Петри с небольшим

количеством воды или в камере Богорова. Результат пересчитывают на весь яичник. Чтобы получить более точный результат, операцию отбора и подсчёта повторяют три раза и вычисляют среднее значение.

Объемный метод менее точный. Его применяют для подсчёта крупной икры. После взвешивания всей икры берут 2-3 пробы и помещают в градуированную мензурку. Затем просчитывают число икринок в известном объёме и делают пересчёт на весь объем полученный от рыбы икры.

Разработаны и описаны различные модификации этих методов определения плодовитости.

При определении средних размеров берут 10-20 икринок, укладывают их по прямой линии, определить длину этой линии штангенциркулем и вычисляют среднее значение диаметра икринок. Так как икра в воде набухает, надо измерять только что изъятые из яичников или фиксированные в формалине икринки.

В соответствующем журнале фиксируют вид рыбы, время и место поимки, орудие лова, степень зрелости, длину рыбы, её вес, вес икры и пробы. Надо оставить графы для вписывания количества икринок в навеске, во всем яичнике, диаметра икринок и для показателей возраста.

Плодовитость рыб зависит от длины и веса рыб. Следует отметить, что высокая плодовитость некоторых видов рыб не может быть свидетельством их высокой численности в водоёме.

### **Определение относительной плодовитости**

Для определения относительной плодовитости берут общий вес рыбы (кг или г), определяют число икринок во всем яичнике и делят на вес рыбы. Сравнение относительной плодовитости допустимо лишь для отдельных стад одного и того же вида.

Относительная плодовитость важна в рыбоводстве. Имея расчет количества икры на 1 кг веса тела рыбы, можно, хотя и приблизительно, определить по весу самки и количество

имеющейся в ней икры (количество икры зависит и от размера и возраста рыбы).

### **Определение рабочей плодовитости**

Понятие рабочей плодовитости рыб применяют в рыбоводстве. Рыбоводы установили, что не могут получать такое количество способной к оплодотворению икры, которое соответствует индивидуальной плодовитости каждой самки. Полученная путем отцеживания икра не вся остается живой и годной к оплодотворению. Методики для установления рабочей плодовитости рыб пока нет. Её можно вычислить в процентном отношении после завершения работ по получению личинок.

По некоторым данным (Дрягин 1948), рабочая плодовитость достигает 73% от абсолютной плодовитости.

### **Определение плодовитости у порционно-нерестующих рыб**

Методика определения плодовитости рыб при порционном икрометании несколько отличается от рыб с единовременным нерестом.

У порционно нерестующих рыб икра разных размеров, поэтому следует различать плодовитость по каждому отдельному вымету, по остаточной икре и общую индивидуальную плодовитость. Последняя может быть определена до начала первого нереста, по сумме всех икринок включая все крупные и мелкие икринки. У особей последующих нерестов можно определить лишь остаточную плодовитость.

У некоторых мелких и скороспелых рыб обладающих особым типом «не перемежающегося» овогенеза, фактически нельзя определить общую плодовитость вне эксперимента. Так, у черноморской султанки (барабульки) отмечали за сезон лишь три икрометания, в то время как по факту наблюдений в аквариуме установлен ежесуточный нерест, повторяющийся за сезон до 60 раз (Овен 1961). Но экстраполировать эти

результаты на всех султанок Черного моря было бы не совсем верно.

### **Определение видовой плодовитости**

Видовая абсолютная плодовитость – сумма икринок, откладываемых самкой в продолжение всей жизни. Видовая относительная плодовитость показывает суммарную производительность яиц на единицу веса тела рыбы за всю ее жизнь. Плодовитость, основанная только на просчете икринок без учета значения других констант, является плодовитостью кажущейся.

Существуют различные подходы к определению видовой плодовитости, но все они в той или иной степени являются чисто теоретическими, не имеющими отношения к действительности, потому что нельзя учесть в полной мере острую межвидовую конкуренцию, пресс хищников, подверженность большой естественной смертности, продолжительность жизни особи, а следовательно и число нерестов в течение жизни и многое другое.

### **Определение популяционной плодовитости**

Популяционная плодовитость, как и видовая, может быть определена теоретически, т.к. невозможно учесть внутривидовую и внутривидовую неоднородность. Г.В.Никольский (1963) предложил определять плодовитость популяции рыбы на 1000 шт. самок при данном возрастном составе и данной средней плодовитости рыб каждой возрастной группы. Он считал, что этот показатель позволяет правильно оценивать плодовитость стада и его динамику для рыб с единовременным икрометанием.

## ЧИСЛЕННОСТЬ РЫБ

Численностью рыб (абсолютной численностью) называют количество особей популяции в пределах водоёма или ареала. Это своеобразная единица измерения величины популяции, которую измеряют в тысячах экземпляров или в экземплярах. Различают абсолютную и относительную численность.

Относительная численность показывает соотношения численности одной популяции относительно другой. Её выражают в виде доли одного вида в улове или ихтиоценозе.

В рыбоводстве используют понятие «**плотности**» или «**концентрации**» вида, характеризующих величину популяции, отнесённую к единице пространства (га, м<sup>2</sup> и др.). Показатель плотности необходим для сравнительной оценки разных водоемов или акваторий.

Оценку численности рыб проводят отдельно для каждого водоёма с учётом специфики экологических условий существования отдельной группировки рыб и ихтиоценоза в целом. Методы оценки численности основаны на концепции устойчивого рыболовства, предполагающей такой вылов, который не нарушает стабильное воспроизводство рыб.

К методам оценки абсолютной численности относят методы прямого учета – т.е. численность рыб оценивают непосредственно с помощью орудий лова или приборов (тотальный учет; метод площадей; учет рыб, мигрирующих в реках; гидроакустическая оценка численности и др.).

Эти методы основаны на осреднении репрезентативных проб уловов рыбы на сетке станций с учетом площади облова и уловистости примененного орудия лова. Но следует учитывать, что простое осреднение возможно только в случае случайного или равномерного распределения станций по водоему и нормального распределения рыб. Если станции расположены неравномерно, и если распределение по водоему ненормальное, то определение средней концентрации рыб следует осуществлять по специальным методикам.



Из существующих методов оценки относительной численности рыб используют:

- метод анализа рыбопромысловой статистики,
- метод анализа возрастного состава уловов,
- метод статистического анализа.

Все методы имеют свои преимущества и недостатки. Применение того или иного метода обусловлено целями и задачами исследований, а также достоверностью промысловой статистики, технико-экологическими факторами рыболовства, абиотическими факторами среды и т.п.



## ВОЗРАСТ И РОСТ РЫБ

Одними из первых на возможность определения возраста по склеритам чешуи обратили внимание Хинце (Hintze 1886) и Хоффбайер (Hoffbauer 1898, 1900, 1901, 1904, 1905, 1906). К аналогичным результатам позже пришли и другие ученые (Johnston 1905; Dahe 1910; Чугунова 1939 и др.).

В начале XX столетия для этих целей стали широко использовать отолиты, кости жаберных крышек и позвоночника (Heinke 1908; Клера 1916, 1927; Арнольд 1911; Чугунова 1926), что связано с определёнными сложностями анализа чешуи или с ее отсутствием. Было доказано, что для большинства рыб характерна прямая пропорциональная зависимость между ростом чешуи, костей и отолитов и линейным ростом рыбы Э.Леа (1910, 1911) и др.,

Было установлено, что на чешуе, костях и отолитах отражены не только ритмы роста, имеющие годовую цикличность, но и те отклонения в сезонном росте, которые обусловлены действием как особых экологических факторов, так и внутренних.

### Возраст рыб

В настоящее время единого подхода к вопросу о том, какие регистрирующие структуры являются наиболее точными для определения возраста и темпов роста той или иной систематической группы не существует. Исследователи едины в одном - необходимо для определения возраста использовать несколько структур.

Для определения возраста традиционно используют чешую (карповые, сиговые, лососевые виды рыб), отолиты (ерш, корюшка, налим) и кости скелета: жаберные крышки (окунь, судак), клейтрум (треска), лучи плавников, позвонки и т.д., на которых в ходе роста образуются наслоения в виде чередующихся колец, плоскостей или склеритов-валиков.

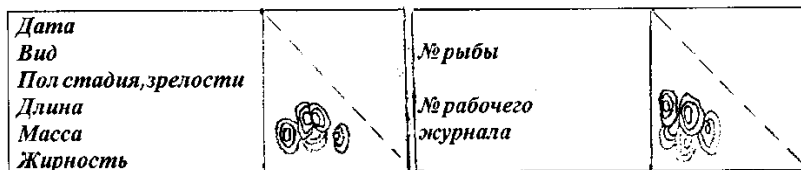
Наиболее доступной и простой для изучения, по сравнению с другими регистрирующими структурами, является чешуя рыб.

## Определение возраста по чешуе

Для определения возраста у большинства рыб чешую берут с середины тела рыбы, над боковой линией, перед спинным плавником. У рыб, у которых нет боковой линии, чешую берут с середины бока рыбы. Использовать чешую, взятую не с середины тела, рискованно, так как на ней часто отсутствуют нерестовые отметки и добавочные кольца.

Перед отбором чешуи с поверхности рыбы тупым концом скальпеля удаляют слизь. С каждой рыбы скальпелем берут обычно 10-15 чешуек и помещают в чешуйную книжку, в которой приводят биологические данные анализируемой рыбы. Чешуйные книжки хранят в сухом месте.

Размеры и количество листов в чешуйной книге устанавливает исследователь. Чешую заворачивают в конвертик, а рядом карандашом записывают сведения: вид, длину, массу, пол и стадию зрелости, либо номер рыбы, а сопутствующие сведения отражают в рабочем журнале (Рис.67.).



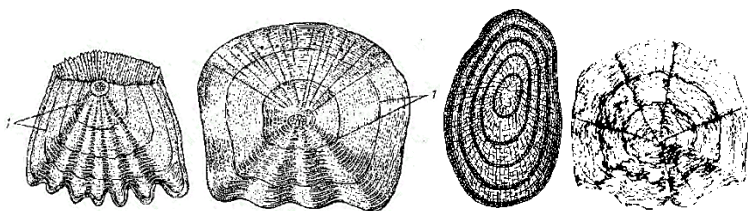
**Рис.67.** Схема чешуйной книжки с полной и условной записью

Определение возраста следует начинать с самых мелких экземпляров рыб и постепенно переходить к более крупным. Перед определением возраста готовят 0,1%-й раствор аммиака. Чешую (жаберные крышки) помещают в раствор на 30 минут. Затем её очищают от остатков слизи и переносят на предметное стекло.

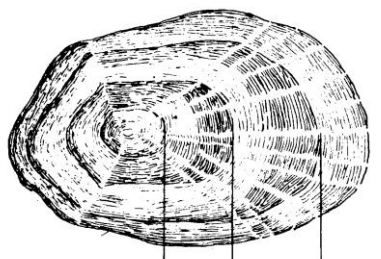
Сверху можно положить покровное или другое предметное стекло. Сбоку на покровное стекло подклеивают этикетку с указанием вида, порядкового номера экземпляра, размерных параметров рыб.

Если и после очистки или отмачивания видимость годовых колец неясная, то можно использовать дифференцированную окраску. Для этого чешую, завернутую в марлю, выдерживают в течение 17–20 часов в 37,5% растворе сернокислого железа. Затем обмытую чешую переносят в каплю 3% раствора танина, в результате чего годовые кольца становятся хорошо заметными (Рис.68., 69).

Рыбы высоких и умеренных широт, где абиотические условия значительно изменяются в течение года, как правило, имеют на чешуе достаточно четкие годовые кольца. При этом особи, пойманные в период с марта по август, в большинстве случаев имеют по краю чешуи темную (зимнюю) часть годового кольца. Такие возрастные группы принято называть «годовиками» (двухгодовики, трехгодовики и т.д.) и возраст обозначать целым числом (1,2, 3 и т.д.).



**Рис.68.** Годовые кольца на чешуе окуня, плотвы, трески и язя



*I II III IV*

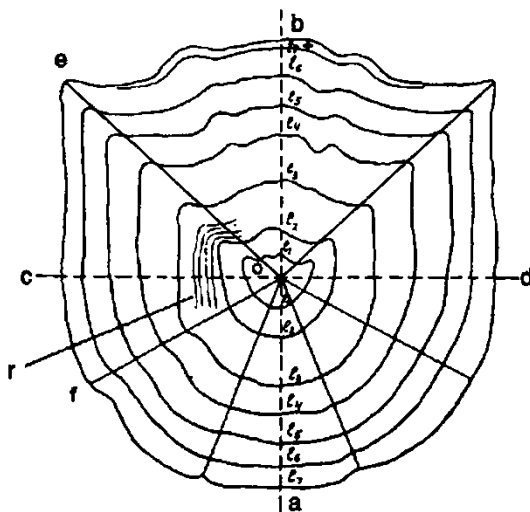
**Рис.69.** Чешуя четырёхгодовой камбулы.

Место определения возраста устанавливают практическим путём. Возраст у судака и сельдей определяют обычно по

передней части чешуи, а у воблы, тарани, красноперки и леща годовые кольца лучше видны на задней части чешуи. Определение возраста по чешуе проводят с использованием 8–25 кратного увеличения. С этой целью используются штативные лупы или бинокюляры.

На чешуе рыб принято измерять передний, задний, и для каждого из них ещё верхний и нижний диагональные радиусы

Размер чешуи или её длину, измеряют по среднему радиусу от центра до края задней части чешуи у одних рыб, а у других – до края передней части. Если край волнистый, с округлыми зубчиками, то для получения длины измеряют расстояние от центра до вершины среднего зубчика (Рис.70.)



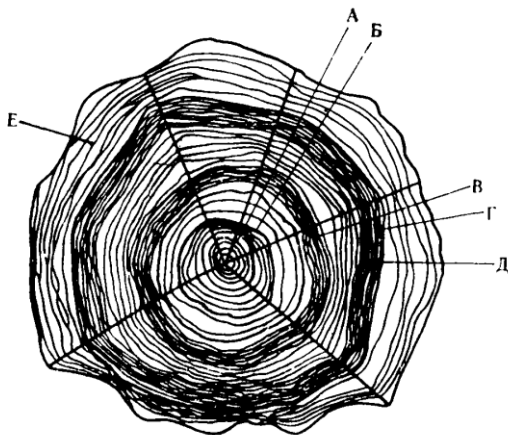
**Рис.70.** Схема структуры чешуи семигодовалой (восьмилетней) красноперки (по Зиновьев, Мандрица 2003): **o** – ядро чешуи (образовательный центр; от **cd** вниз – заднее (свободное) поле чешуи; от **cd** вверх – переднее (прикрытое чешуйным кармашком) поле чешуи; **ab** – длина всей чешуи (продольный диаметр; **cd** – наибольшая ширина чешуи (поперечный диаметр); **oa** – задний (каудальный, апикальный) радиус; **ob** – передний (базальный) радиус; **oe** – передний диагональный радиус; **of** – задний диагональный радиус; **r** – рёбрышки склеритов; **l<sub>1</sub>, l<sub>2</sub>, l<sub>3</sub>** и др. – границы годовых наслоений; **+** – незаконченный прирост.

## Добавочные кольца

Часто между годовыми кольцами появляются добавочные кольца, происхождение которых связывают с нерестом (лососи, сельди) или изменением интенсивности питания (карповые). Как правило, они выражены не по всей длине. Следует отметить, что распознавание годовых и добавочных колец достаточно трудная задача, требующая специальной подготовки и опыта (Рис.71.).

Мальковые, или покатыные кольца образуются недалеко от центра чешуи (внутри первого годового кольца). Границы малькового кольца менее резко выражены, чем границы первого годового кольца. Мальковое кольцо присуще не всем рыбам.

Нерестовые кольца заметны по разрыву склеритов и неправильному их расположению; обрывки склеритов идут в разных направлениях.



**Рис.71.** Годовые и добавочные кольца чешуи рыб: А – первое годовое кольцо; Б – добавочное кольцо I типа; В – второе годовое кольцо; Г - добавочное кольцо II типа; Д – третье годовое кольцо; Е – добавочное кольцо, незамкнутое.

**Добавочное кольцо I типа** появляется в результате случайной задержки роста, тянется по всей окружности чешуи и образуется двумя-тремя сближенными склеритами.

**Добавочное кольцо II типа** образуется при резкой смене быстрого роста на медленный. В этих случаях после зоны раздвинутых склеритов сразу начинается зона частых склеритов. Добавочное кольцо второго типа образуется в месте перехода от редких склеритов к частым. Чтобы не спутать его с годовым нужно тщательно присматриваться к структуре чешуи и помнить, что годовое кольцо образуется при смене частых внутренних склеритов частыми наружными, а при добавочном кольце второго типа, наоборот – от редких к частым.

**Добавочное кольцо III типа** образуется на поврежденной чешуе, когда на месте обрыва возникает поле с неправильно идущими склеритами.

Метод определения возраста по чешуе для большинства рыб достаточно точен. Однако он не всегда находит применение по причине необходимости проведения кропотливых дополнительных процедур (вымачивание, очистка чешуи от карбоната кальция, остатков кожи и пленок, обезжиривание или окрашивание и др.).

### **Определение возраста рыб по отолитам**

Отолиты (слуховые камешки) находятся в слуховой капсуле рыбы. По отолитам определяют возраст у камбаловых, тресковых, судака, ерша, хамсы, скумбрии, ставриды, шпрота, корюшки, мойвы, песчанки, иногда сельди. Для извлечения отолитов у мелких рыб (хамса, шпрот) разрезают голову вдоль средней линии, а у рыб покрупнее (камбала, сельди) – поперек в затылочной части, отолиты вынимают пинцетом. У мелких рыб отрывают жабры и обнажают нижнюю сторону черепа. Надрезав тонкие кости над слуховой капсулой, вынимают отолит пинцетом. У крупных рыб (треска, судак) отолиты вынимают из-под жаберной крышки, при этом жаберную крышку отгибают, сдвигают скальпелем мышцы со слуховой капсулы (у судака они просвечивают), срезают наружную стенку слуховой капсулы и осторожно извлекают отолит. У камбал с их асимметричным черепом отолиты обеих сторон отличаются друг от друга. Ядро отолита с глазной стороны

камбалы находится почти в центре, а второго отолита несколько в стороне от центра, ближе к задней части, поэтому они непригодны для определения возраста.

Мелкие отолиты просматривают без предварительной шлифовки помещая их в просветляющие жидкости – толуол, ксилол, глицерин, скипидар, этиловый спирт, репейное масло. Крупные отолиты подвергают шлифовке на очень мелком абразиве, после чего просматривают в просветляющих жидкостях. Лёгкое нагревание среза в пламени спиртовки увеличивает контрастность кольцевых структур.

Перед приготовлением препаратов отолиты помещают в 25%-й раствор аммиака для обезжиривания на несколько часов (обычно 4-5). Затем отолиты отмывают в горячей воде, стачивают и шлифуют. Рассматривают в капле глицерина под биноклем или под лупой (Рис.72.).



Рис.72. Отолиты пятилетних налимов и 6-летней камбалы.

### **Особенности определения возраста тропических рыб**

Тропические рыбы обитают в достаточно постоянных условиях среды, где нет резких сезонных изменений. Заметных сужений склеритов нет, но в зоне роста могут быть несколько сезонных колец, чаще образуются 2 кольца, связанных с периодичностью муссонов.

### **Определение возраста рыб по костям**

Специалисты утверждают, что лучшим материалом для изучения возраста по костям служат плоские кости похожие на



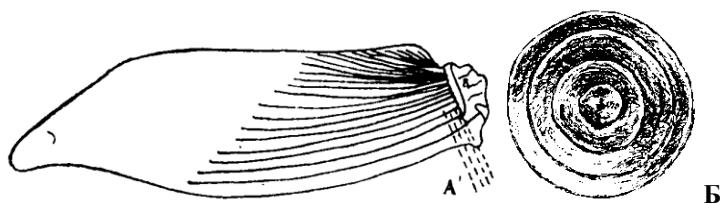
пластинки – четыре кости жаберной крышки (предкрышечная, крышечная, подкрышечная и межкрышечная), челюстные, кости плечевого пояса, отделяющие жаберную щель от туловища, а также плоские кости черепа. С этой целью используют жесткие лучи плавников и позвонки рыб.

Для сбора костей головы и плечевого пояса у некрупных рыб (лещ, судак, мелкие осетровые) отрезают голову вместе с грудными плавниками, кладут этикетку в рот, заворачивают отдельно в марлю, помещают в общую посуду и обваривают их кипятком. У крупных рыб голову не отрезают, а лишь надрезают те места, откуда следует взять нужные кости. Кости рыб варить не более 3 минут, так как переваренные кости быстро мутнеют.

Вываренные кости выбирают, очищают от остатков тканей, просушивают, нумеруют тушью и раскладывают по конвертам или коробочкам с этикеткой. Как правило, крупные кости требуют дальнейшей обработки. Их обезжиривают эфиром, бензином или смесью 1 части эфира с 2 частями бензина. Этот процесс длительный (до 1 месяца). Крупные непрозрачные кости стесывают напильником или спиливают.

Позвонки берут наиболее крупные, близ головы. Для этого вырезают целый кусок тела рыбы, иногда удается вынуть отдельные позвонки, не отрезая головы. У позвонков рассматривают сочленованные ямки под лупой. Для этого позвонок кладут в ванночку с воском, устанавливая его ямкой сверху. Иногда позвонок раскалывают в продольном направлении (дорзовентральном) и укладывают разрезанной стороной сверху (позвонки судака).

При использовании срезов лучей непарных и парных плавников у свежей рыбы вырезают весь плавник вместе с сочленованной головкой. Плавники закладывают в чешуйную книжку (у крупных рыб). Плавник не растягивают в виде веера, а кладут таким образом, чтобы 5-6 первых лучей лежали в книжке под прямым углом ко всей ее сочленованной части (Рис.73.) Это имеет значение в дальнейшем для правильного распила плавника.



**Рис.73.** А – направление правильных распилов грудного плавника; Б – годовые кольца на позвонке 4-летней рыбы.

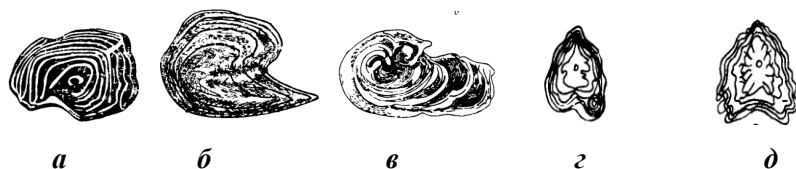
У колючей акулы возраст определяют по колючим лучам плавников. На эмалевой оболочке хорошо видны годовые слои. Свежие кости и зубы некоторых рыб можно размягчать кипячением в пресной воде в течение получаса, после чего кость можно резать бритвой на микротоме. Затем срезы проваривают в воде с небольшой примесью двууглекислой соды для удаления оставшихся мягких частей. Потом срезы помещают в абсолютный спирт, после чего в эфир и снова в спирт (абсолютный) и, наконец, опускают в 3% раствор хлоралгидрита. В заключение срезы помещают под покровное стекло, обводят замазкой из воска и канифоли (в равных количествах), и получают препараты челюстной кости налима, зубов щуки и др.

Поперечные срезы костного луча выпиливают лобзиком с двумя пилками. Н.И.Чугунова (1961) предложила делать срезы костей толщиной 0,5 мм; слишком тонкие (0,3 мм) и более толстые срезы не пригодны для определения возраста. Срез делают не далее 1 см от головки луча. Готовый срез шлифуют, после чего он готов для просмотра (Рис.74.).

Для удобства работы срез приклеивают на предметное стекло канадским бальзамом. Перед просмотром срез смачивают каплей толуола или ксилола, а также иногда употребляют трансформаторное или репейное масло, что значительно просветляет срезы. Срезы хранят в бумажных пакетиках (с этикеткой) в сухом виде или просветляющих жидкостях.

Особенностью приготовления препаратов из плавниковых лучей является отпиливание костной пластинки у основания луча по

его головке. После чего луч шлифуют и готовят препарат подобно препарату отолита.



**Рис.74.** Поперечный шлиф луча грудного плавника: а – сига; б – жереха; в – трески; г – севрюги; д – осетра.

Крышечные кости и клейтрум с успехом можно использовать в качестве материала для определения возраста (Рис.75.). В проходящем свете на костях широкие слои – темные, а узкие – светлые. Широкий и узкий слои составляют вместе годовую зону, аналогичную с годовым кольцом чешуи. Добавочные слои обычно выражены нечетко, нерестовые отметки на них не обнаружены.

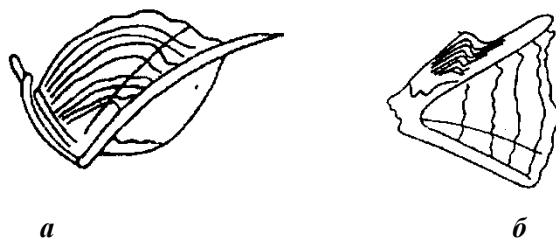
Крышечные кости мелких рыб при использовании для определения возраста можно подкрашивать раствором фиолетовых чернил или выдерживать до размягчения в кипящем глицерине 10-15 минут до четкого проявления годовых слоёв (Чугунова 1959).



**Рис.75.** Годовые кольца: а – на ключице леща и б – на жаберной крышке плотвы.

Определение возраста ведут или без увеличения, или под лупой при шестикратном увеличении. В зависимости от прозрачности

костей их рассматривают в проходящем (снизу), или в падающем (сверху) свете на темном фоне. Рассматривают кости и в крепком растворе спирта (Рис.76.).



**Рис.76.** Годовые кольца на клейтруме осетровых (а) и крышечной кости окуня (б).

В настоящее время все чаще при определении возраста рыб применяют анализ нескольких структур: чешуи и отолитов, чешуи и костей. Дублирование обусловлено результатами, которые получены, главным образом, при исследовании чешуи и вызывают сомнения в точности определения возраста. Кроме того, доказано, что у некоторых рыб на чешуях, взятых из разных частей тела, число колец может быть различным. Выявлено, что имеются различия в возрасте закладки чешуи у разных рыб и это вносит ошибку в определение действительного возраста рыбы, поскольку не известно время, прожитое рыбой до закладки чешуи (у угря до четырех лет).

**Обозначение возрастных групп** зависит от времени определения возраста. В конце зимы и весной (до начала нереста популяции) возраст обозначают числами по количеству годовых колец с добавлением точки в верхней части числа или слова «годовики». Летом и осенью к числовому обозначению количества полных колец, добавляют знак + или слово «летки». Знаком + обозначают прирост последнего сезона нагула. Таким образом, в течение годового цикла каждая особь плавно переходит из одной возрастной группы в другую. Летний или осенний сеголеток (0+) зимой считается уже годовиком (1\*), а летом следующего года становится двухлетком (2+) и так далее (Табл.2.).

**Табл.2.** Схема обозначения возраста рыб

Возрастная группа	0	I	II	III	IV
Число годовых колец на чешуе	0	1	2	3	4
Весна					
Название возрастной группы	нет	Годовик	Двух-годовик	Трех-годовик	Четырех-годовик
Обозначение возраста	нет	1	2	3	4
Осень					
Название возрастных групп	Сего-леток	Двух-леток	Трёх-леток	Четырёх-леток	Пяти-леток
Обозначение возраста	0	1+	2+	3+	4+

При обозначении возраста лососей сначала указывают число лет проведенных в реке, а затем проведенных в море. Например, 3<sup>+</sup> + 1<sup>+</sup>. Иногда обозначение может быть более сложным: 3<sup>+</sup> + 1<sup>+</sup> SM + 1<sup>+</sup>. Это значит, что лосось провел 3 года в реке, затем 1 год в море, потом нерестился в реке (знак SM) и снова 1 год провел в море.

## **Рост рыб**

Увеличение весовых и линейных показателей называют ростом рыб. Точная регистрация прироста длины и массы тела рыб возможна только в экспериментальных регулируемых условиях на помеченных особях. В естественных условиях такие работы практически невозможны. Поэтому исследования роста рыб заключаются в регистрации изменений осреднённых популяционных показателей (групповой рост) разных рыб, хотя и одного возраста.

Рост рыбы происходит в течение всей жизни. Различают линейный рост (увеличение длины тела) и рост массы тела. До наступления половой зрелости рыбы растут быстрее. У половозрелых рыб темп линейного роста снижается, а прирост массы нередко возрастает. В период старения организма

линейный рост сильно замедляется, пища расходуется главным образом на поддержание жизненных процессов.

Размеры рыб специфичны для каждого вида. Самые маленькие рыбки, крошечные бычки, населяющие воды Филиппинских островов, становятся половозрелыми при длине 7,5-14 мм. Некоторые представители океанических акул достигают длины более 20 м и массы 15 т (китовая акула).

На скорость роста рыб значительное влияние оказывают условия внешней среды (температура, освещенность, газовый режим, плотность населения водоема, кормовые ресурсы и др.). Каждому виду рыб свойственны оптимальные температуры, при которых наиболее интенсивно происходит процесс обмена веществ. У большинства рыб самцы растут медленнее самок.

Продолжительность жизни рыб так же различна. Одни виды живут месяцы и достигают половой зрелости уже на 60-70 дней жизни (цинолебия, афиосемион и др.); половозрелость других наступает на 17-20 год жизни, а возраст может достигать 100 лет (белуга и калуга).

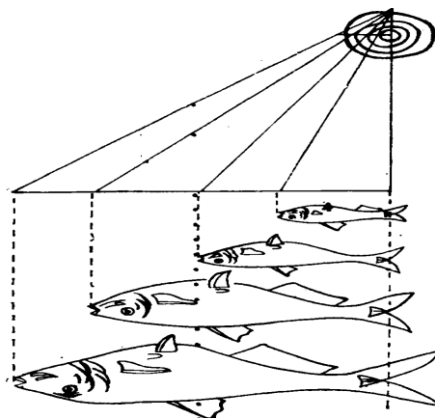
Широкую известность получил метод обратного исчисления роста рыб по формуле прямой пропорциональности, предложенный норвежским учёным Эйнармом Леа в 1910 г., который отработал эту методику на норвежской сельди. Суть её в том, что рост рыбы прямо пропорционален росту чешуи (Рис.77.). Автор утверждал, что если длина рыбы за год увеличилась на 10%, то и её чешуя увеличилась на 10%.

Расчисление роста рыб по этой методике в одних случаях (сельди, плотвы) даёт близкие результаты, в других – весьма отдалённые.

Математически соотношение прямой пропорциональности выражается следующей формулой:

$l / c = l_x / c_x$ , т. е. длина тела всей рыбы так относится к длине всей чешуи, как длина тела рыбы за искомый год относится к длине чешуи за тот же год. Отсюда

$$l_x = c_x \times l / c$$



**Рис.77.** Соотношение между скоростью роста рыбы и её чешуи (Принцип линейной зависимости, положенный в основу формулы прямой пропорциональности).

Полное описание этой методики, а также метод обратных расчислений по формуле криволинейной зависимости («феномен» Розы Ли (1926), логарифмического счётного прибора Г.Н. Монастырского (1934), расчисления длины тела по номограмме Ф.И. Вовка (1955) и др. можно найти в специальной литературе.

В научной и методической литературе можно найти другие способы исчисления темпа роста рыб по данным наблюдений за возрастом рыб (по чешуе и другим регистрирующим структурам) и размерам (масса и длина) в каждой возрастной группе. По некоторым оценкам эти методики дают возможность получать данные близкие к фактическим. Но практически эти методы применяют крайне редко из-за большого количества условий и сложностей в сборе материала.



## ПОЛНЫЙ БИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Полный биологический анализ (ПБА), или возрастная проба, даёт наиболее полные данные по биологии рыб: возрастной и половой состав, степень зрелости половых продуктов, темп роста, упитанность и интенсивность питания, качественный состав пищи.

Полный биологический анализ включает следующие действия:

- определение вида рыбы;
- измерение длины рыбы;
- определение индивидуальной массы рыбы и массы без внутренностей (тушка);
- определение индивидуальной жирности (визуальное определение ожирения внутренностей);
- определение пола и стадий зрелости половых продуктов;
- определение массы половых продуктов;
- фиксация яичников на плодovitость;
- определение качественного состава пищи
- сбор структур, регистрирующих возраст (чешуя, отоциты и др.);
- определение степени наполнения желудочно-кишечного тракта (фиксация ЖКТ);

Если в программе работ запланированы биохимические, гематологические, гистологические, генетические и другие специальные анализы, то отбор проб проводят согласно соответствующим методикам.

Количество анализируемых рыб, взятых из улова, определяет руководитель работ, руководствуясь целями и задачами исследований.

### **Определение видового состава рыб**

Задачей определения является установление систематического положения исследуемого вида рыб и его научного названия. Иногда определение может быть продолжено с целью



выявления не только вида, но и подвида, племени, расы или морфы данной рыбы.

Определительные таблицы составлены по дихотомическому принципу, по которому мы постоянно имеем дело с выбором двух противоположных положений – тезы и антитезы, где указан какой-либо признак или комплекс признаков. Все положения тезы и антитезы пронумерованы по порядку. Каждая теза обозначена номером слева. В скобках за этим номером указан номер антитезы.

Все таблицы следует рассматривать с первой тезы. Если признаки рыбы совпадают с указанными в тезе, можно переходить к следующей по порядку тезе. При несоответствии признаков данной тезе необходимо обратиться к антитезе, обозначенной в скобках. Так, следуя шаг за шагом, доходим до названия семейства, потом рода, затем вида и подвида.

Начинать определение надо с высшей систематической единицы, которую вы не знаете. Только определив принадлежность рыбы к соответствующему классу, отряду или семейству, можно перейти к определительной таблице родов и видов рыб.

В заключительном положении таблицы, характеризующем вид или подвид, указаны географический ареал, размеры и масса взрослых особей. Ареалы могут быть указаны только в пределах пресных вод отдельных территорий. Ориентироваться в признаках и проверить правильность определения помогут рисунки. Одним из средств проверки правильности определения служит географическое распространение вида. Ошибки в определении обычно сразу сказываются при сопоставлении географического распространения. Впервые занимающимся определением рыб можно рекомендовать освоение техники определения на нескольких хорошо знакомых видах рыб.

### **Взвешивание рыб**

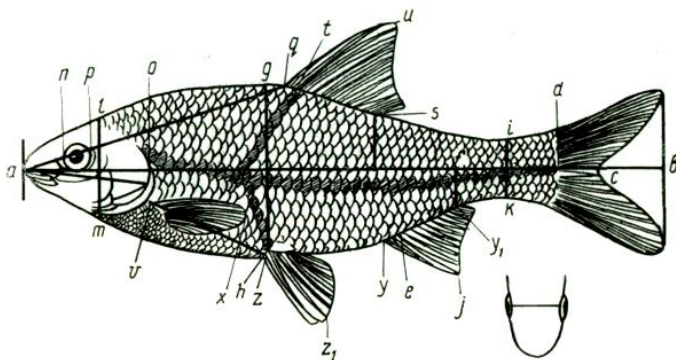
Перед непосредственным взвешиванием рыбу необходимо обсушить фильтровальной бумагой, удалив воду и

загрязняющие компоненты. Как правило, измеряют общий вес (с внутренностями) и без них и снимают все промеры, предусмотренные программой работ. Визуально устанавливают пол рыбы, стадию зрелости половых продуктов и жирность.

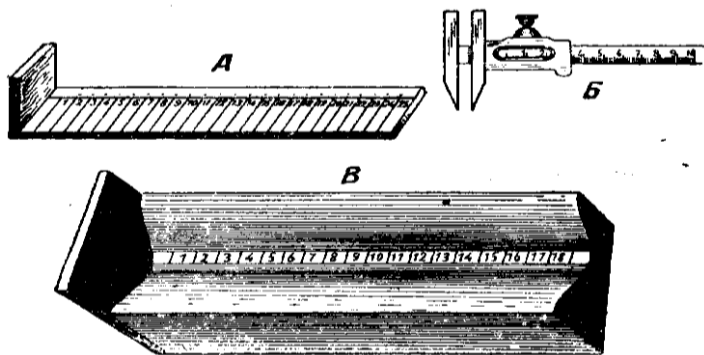
Взвешивание проводят механическими, чашечными, аптекарскими весами, а также электронными весами, приспособленными к полевым условиям. Выбор тех или иных весов зависит от величины навески, размера рыбы и желаемой точности. Чашечные весы обеспечивают точность измерения 1 г, аптекарские – 10 мг. Для взвешивания половых продуктов, внутренних органов и пищи из желудков и кишечника крупных рыб используют чашечные весы, мелких рыб – аптекарские. Электронные весы наиболее универсальны и пригодны для взвешивания любых объектов. Минимальная точность взвешивания крупных донных рыб – 25-50 г. Рыб массой менее 100 г взвешивают с точностью до 0,1 г, массой более 100 г – до 1 г. Половые продукты крупных рыб взвешивают с точностью до 1 г, мелких – до 0,1 г. Перед началом работы весы должны быть уравновешены (откалиброваны), а в процессе работы надо осуществлять контроль за их исправностью. Чашки (платформы) весов постоянно должны быть чистыми.

## **Измерение рыб**

Ихтиологические работы по систематике требуют многочисленных подробных измерений (Рис.78.). Необходимость дополнительных промеров определяет руководитель работ в соответствии с целями и задачами исследований. Схемы измерений рыб разных семейств приведены в Приложении 1. Линейные величины выражают в целых миллиметрах; малые (например, диаметр глаза) – с точностью до 0,5 мм. Такие промеры выполняют штангенциркулем. Массовые измерения рыб проводят мерной лентой или линейкой с точностью до 0,1 см для мелких рыб и 0,5 см – для крупных. Для массовых промеров удобно использовать измерительную доску или измерительное корыто. Промеры пластических признаков обычно проводят штангенциркулем (Рис.79.)



**Рис.78.** Схема измерения рыб карповых (Cyprinidae). Заштрихованные ряды поясняют просчеты чешуй в боковой, над боковой и под боковой линией: ab – длина всей рыбы; ac – длина по Смитту; ad – длина без С; ad – длина туловища; an – длина рыла; np – диаметра глаза (горизонтальный); ро – заглазничный отдел головы; ao – длина головы; lm – высота головы у затылка; gh – наибольшая высота тела; ik – наименьшая высота тела; aq – антедорсальное расстояние; rd – постдорсальное расстояние; fd – длина хвостового стебля; qs – длина основания D; tu – наибольшая высота D; уу<sub>1</sub> – длина основания А; ej – наибольшая высота А; vx – длина P; zz<sub>1</sub> – длина V; yz – расстояние между P и V; zu – расстояние между V и А. Под главным рисунком справа изображен промер ширины лба.



**Рис.79.** Приборы для измерения рыб (все деления в см.): А – измерительная доска; Б – штангенциркуль; В – корыто для измерения крупных рыб.

Мерная доска имеет бортик на нулевой отметке. На свободной от бортика стороне нанесены мерные деления (выемки), расположенные через 1 см. Удлиненные деления врезаны через каждые 5 см. Цифры размещены через каждые 10 см. Для измерения мелких рыб используют небольшие доски длиной до 50 см с миллиметровыми делениями.

**Массовые промеры** – расчет и измерения длины рыб в уловах в количестве, достоверно отражающем видовую и размерную структуру обловленного стада рыб.

Массовые промеры уловов удобнее проводить втроем. Первый исследователь взвешивает рыбу и подкладывает её на мерную доску, второй проводит измерение, третий заносит результаты измерений в ведомость промеров (Рис.80). Массовые промеры обычно проводят с точностью до 1 см.

Вид рыб	Размерная группа, см								Всего
	12	14	16	18	20	22	24	26	
Сазан	└	┆	┆	┆	▣	└	┆	┆	39
Окунь	┆	┆	└	▣	▣	└	┆	┆	45
Лещ	└	└	└	▣		▣	└	└	61

**Рис.80.** Ведомость массовых промеров рыб.

Запись измерений ведут только простым карандашом средней жесткости. Для удобства ведения записей можно использовать планшетку – подложку из фанеры или пластика по размеру немного больше стандартного листа. Бумагу прижимают к планшетке зажимами. Карандаш желательно привязать бечевкой к планшетке или повесить на шею.

Рыба должна лежать на мерной доске неподвижно. Сильно бьющуюся рыбу расправляют на мерной доске, предварительно оглушив ее. Особенно необходимо соблюдать это правило при измерении длины крупных, покрытых слизью, рыб. Мерная доска должна быть чистой.

При отсутствии мерной доски длину рыб измеряют рулеткой или мерной лентой. Обычно измеряют абсолютную

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

При массовых промерах измеряют общую длину всей рыбы (абсолютную, или зоологическую), промысловую и длину по Смигу.

**Длину всей рыбы** (зоологическую, или абсолютную) измеряют от вершины рыла до вертикали конца наиболее длинной лопасти хвостового плавника при горизонтальном положении рыбы

**Длина без хвостового плавника, или промысловая**, – это расстояние от начала рыла до конца чешуйного покрова. **Длина по Смигу** – это расстояние от вершины рыла до конца средних лучей хвостового плавника (развилка хвостового плавника). Используют, в основном, при измерении лососевых, корюшек и сельдевых. **Длина туловища** – это расстояние от жаберной щели до конца чешуйного покрова или до корней средних лучей хвостового плавника у рыб без чешуи. **Длина головы** – это расстояние от вершины рыла до заднего наиболее удаленного края жаберной крышки. Наибольшая **высота тела** – расстояние от самой высокой точки спины до брюшка по вертикали.

Некоторые измерения рыб принято писать сокращенно:

*L* – общая длина рыбы;

*l* – длина до конца чешуйчатого покрова (у сельдевых до конца средних лучей хвостового плавника);

*C* – длина головы;

*H* – высота тела.

Массовые промеры рыб выполняют тремя методами: тотальным, методом средних выборок или выборочно.

При малых уловах применяют **тотальный метод** – т.е. промеряют всю пойманную рыбу, разделяя её по видам.

**Метод средних проб.** Отделяют случайно без выбора часть улова, достаточную для практической достоверности, характеризующей весь улов. При этом фиксируют общий вес, вес средних проб и средний вес каждого вида в пробе.

**Выборочный метод** необходим для достоверной оценки удельного веса особей, значительно превышающий среднюю длину рыб в улове и для малочисленных рыб. В этом случае дополнительно к средней пробе отбирают специальную пробу, где промеряют только рыбу, не включенную в состав средней пробы. Объем выборки при этом превышает среднюю пробу не менее, чем в 3 раза, что и позволяет учесть малочисленность рыб и рыб крупных размеров.

Главное условие при массовых промерах рыб – репрезентативность выборки.

## **Жирность рыб**

Жирность рыб – показатель их биологического состояния и условий обитания. Жирность рыб зависит от вида, возраста, пола, обеспеченности пищей, физиологического состояния, времени года и многих других факторов.

Жир – запасное питательное вещество, которое накапливается в мускулатуре (лососевые, миноговые, угри), у основания плавников (карповые), в печени (тресковые, акулловые), на внутренних органах (окуневые) и т.д. У всех рыб местом отложения жира являются основания плавников. Жир является основным источником энергии в периоды зимовки и совершения дальних миграций, созревания половых продуктов. Жирность рыб с возрастом увеличивается (Табл.3.).

Количественно жирность выражают в процентах от массы тела. Иногда определяют коэффициент жирности – отношение массы печени к массе рыбы (тресковые) или отношение массы жира на внутренних органах к массе рыбы (лещ, судак, вобла и др.).

**Табл.3.** Распределение жира в органах и тканях рыб.

Рыбы	Мышцы	Голова, плавники	Печень	Икра	Молоки
Колючая акула	8,6–11,8	-	36,0–72,0	-	-
Скаты	0,7–1,5	-	32,0–68,0	-	-
Карповые	1,6–23,0	3,5–27,0	6,7–29,0	1,8–10,0	8,8–15,3
Щуковые	0,7–1,8	1,0–4,6	4,0–14,0	1,7–3,7	3,0–4,5
Налим	0,3–1,3	-	3,0–6,7	1,6–2,6	0,8–1,0
Осетровые	6,2–17,2	6,5–15,0	6,5–20,0	9,2–12,0	4,0–10,3
Скумбрия	6,5–21,0	6,9–15,3	4,0–18,0	-	10,4–14,8
Треска, минтай	0,2–0,8	0,7–4,6	24,0–72,4	0,2–2,5	0,6–1,1

По содержанию жира в теле выделяют группы рыб: особо жирные – жирность более 15% (хамса, угорь, миноги); жирные – 5–15% (осетровые); среднежирные – 1–5% (карповые); тощие – 1% (окунёвых, бычковые и др.)

Жирность у рыб точно определить можно только путем химического анализа, поэтому ихтиологи для характеристики жирности получают обычно готовые данные от соответствующих специалистов.

В повседневной практике для характеристики жирности рыб используют 6-балльную шкалу определения жирности, предложенную для каспийской воблы.

### **Шкала определения жирности рыб (по М.Л.Прозоровской)**

Балл 0. Жиры на кишечнике нет (Рис.81.).

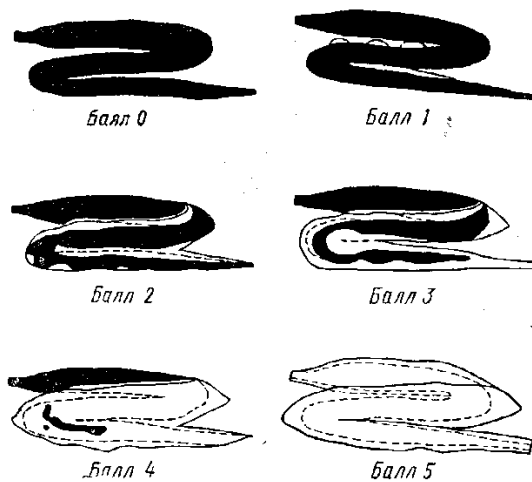
Балл 1. Тонкая шнуровидная полоска жира расположена между вторым и третьим отделами кишечника.

Балл 2. Неширокая полоска довольно плотного жира между вторым и третьим отделами кишечника.

Балл 3. Широкая полоска жира в середине между вторым и третьим отделами кишечника.

Балл 4. Кишечник почти целиком покрыт жиром за исключением маленьких просветов, где видна кишка.

Балл 5. Весь кишечник залит толстым слоем жира. Нет никаких просветов.



**Рис.81.** Визуальная шкала жирности рыб (по М.Л. Прозоровской, 1952)

### Упитанность рыб

Под этим понятием следует считать **экстерьерный показатель**, связанный с количеством жира в теле рыбы. Определения этого показателя авторы в ихтиологической литературе не нашли. Когда мы видим исхудалую, костлявую рыбу, ни у кого не возникает желания назвать её упитанной, но выразить упитанность в цифрах достаточно сложно.

Для определения степени упитанности рыб широко пользуются **коэффициент Фультона**, вычисляемый по формуле:

$$Q = W \times 100 / L^3, \text{ где}$$

Q – коэффициент упитанности;

W - вес рыбы, г;

L - длина рыбы от начала рыла до конца чешуйного покрова.



При определении коэффициента упитанности по Фультону берут общий вес рыбы (с внутренностями). Такой способ далеко не всегда отображает истинные показатели упитанности. Различная степень развития половых продуктов и наполнения кишечника мешают нахождению правильного коэффициента упитанности.

Более показательные результаты дает **коэффициент упитанности по Кларк**. Автор предложила вычислять коэффициент упитанности по той же формуле, но с использованием веса рыбы без внутренностей:

$$Q = (W - g) \times 100 / L^3, \text{ где}$$

Q – коэффициент упитанности;

W – вес рыбы, г;

g – вес внутренностей, г;

L - длина рыбы от начала рыла до конца чешуйного покрова.

Обычно вычисляют оба коэффициента.

Упитанность самцов и самок многих рыб имеет существенные отличия. Следует помнить, что при сравнении упитанности самок рекомендуется брать вес тела без внутренностей, так как большая масса гонад самок может существенно исказить фактическую упитанность рыб. В качестве примера упитанности рыб разнополых особей в разные периоды жизненного цикла можно привести следующие данные (Табл.4.).

**Табл.4.** Упитанность по Фультону у разных видов рыб.

Виды рыб	Масса тела, кг	Коэффициент упитанности	Примечание
Карп	0,015-0,03	2,4-3,5	Хорошая упитанность Истощение
	0,015-0,03	1,5-2,2	
Немецкие карпы	2-5	до 4	Осень
Украинские карпы	2-5	3,0-3,6	Весна
Беспородные карпы	2-5	2,8-3,4	Самка
	2-5	2,6-3,1	Самец
Ропшинские карпы	2-5	2,7-2,9	Самка
	2-5	2,5-2,7	Самец
Гибриды с амурским	2-5	2,4-2,9	Самка

сазаном	2-5	2,2-2,7	Самец
Амурский сазан	2-5	2,3-2,7	Самка
	2-5	2,2-2,5	Самец
Линь	0,1-0,02	1,88	Хорошая упитанность
Белый толстолобик	0,9	1,7	Норма
Щука, сом, стерлядь	1	0,4-0,6	Крайнее истощение
Полосатый окунь	0,028-0,045	1,76-1,99	Норма
Радужная форель	0,3-0,45	1,90±0,21	Норма, хороший рост
Горбуша	1-2	1,20 ± 0,03	Июль, нерестовый ход Сентябрь, самец, нерест самка
	1-2	0,83 ± 0,01	
	1-2	0,89 ± 0,01	
Сима	2-4	1,5 ± 0,02	Июль, самка Август, самец
	2-4	1,10 ± 0, 3	

Общий биохимический состав можно определить только в соответствующих лабораторных условиях (Табл.5.).

**Табл.5.** Биохимический состав некоторых видов рыб, %.

Виды рыб	Вода	Жир	Белок	Зола
Белый амур	73,0–75,1	5,0–6,7	16,1–18,7	1,4–1,6
Толстолобик	58,9–75,7	4,5–23,5	16,0–19,4	1,1–2,0
Карась	68,5–79,1	1,6–9,6	15,6–19,4	1,5–2,5
Лещ	67,2–80,8	0,9–13,5	14,7–23,1	0,9–2,0
Сазан	58,6–80,8	0,9–23,0	14,9–21,5	0,9–2,0
Щука	76,6–79,8	0,7–1,0	18,2–20,1	1,1–1,3
Сом	60,9–83,2	0,8–21,1	15,1–20,2	0,9–2,2
Килька каспийская	74,9–78,6	1,1–3,6	18,7–20,3	1,7–2,7
Анчоусы	54,6–75,9	4,8–29,6	12,3–18,1	1,2–3,7
Камбала	74,5–83,7	0,8–4,0	13,2–16,5	1,2–3,0

## ПИТАНИЕ РЫБ

Изучение питания рыб даёт возможность установления экологических связей в определённом гидроценозе. Натурные наблюдения – не самый лучший и удобный способ установления этих связей. В основе изучения питания рыб лежит анализ содержимого их пищеварительных трактов. Только в этом случае можно с достаточной точностью установить качественный и количественный состав пищи, учитывая различия в спектре питания и его интенсивности в разное время года и суток.

При изучении питания рыб следует учитывать закономерности изменения питания рыб:

- возрастное изменение питания;
- сезонное изменение в питании рыб;
- суточный ритм питания (10-15 экз.);
- локальные изменения в питании;
- половые различия в питании рыб.

Самая трудоёмкая часть в исследовании питания – определение компонентов питания, т.е. видового состава, его численности и биомассы. Установление таксономической принадлежности объектов питания затруднено из-за того, что большинство организмов, которыми питаются рыбы, бывают настолько переварены, что возможна только констатация их принадлежности к систематическим категориям высокого ранга (класс или тип). Поэтому одновременно со взятием материала берут пробы планктона и бентоса и фиксируют сопутствующие факторы окружающей среды (температура, погодные условия: ветер, осадки и др.).

### Отбор проб для исследования питания рыб

Для исследования питания рыб следует использовать только рыб, выловленных **активными орудиями лова**: тралами, лампарами, конусными сетями, неводами, волокушами и др.

Первичный анализ улова проводят сразу после вылова. Следует помнить, что чем дольше рыба находится в сетях в теплой воде, тем сложнее идентифицировать продукты питания.

Видовой состав промысловых и контрольных уловов, как правило, довольно разнообразен. При небольших количествах рыбы произвести четкий учет достаточно просто. Можно рассортировать, пересчитать и взвесить всех пойманных рыб. При значительных промысловых уловах простой пересчет не только затруднителен, но и не возможен.

Из улова отбирают несколько проб по 10-15 рыб близких размеров. Рыбу длиной до 20 см помещают в фиксирующую жидкость целиком, завернув её в марлевую салфетку вместе с этикеткой. Для предотвращения посмертного переваривания пищи, особенно при высокой температуре, необходимо сразу после отбора рыб шприцем через иглу ввести в брюшную полость рыб 3-5 мм фиксирующей жидкости.

У крупных рыб извлекают пищеварительный тракт, предварительно подвергнув рыбу полному биологическому анализу и отобрав материал для определения возраста. Рыбу вскрывают острым тонким ножом, вырезают пищеварительный тракт возле горла и анального отверстия, заворачивают его вместе с этикеткой в марлевую салфетку и помещают в емкость с фиксатором.

Этикетки на пергаментной бумаге заполняют тушью или простым карандашом. На этикетке указывают вид рыбы, пол, стадию зрелости гонад, массу и длины, или номер рыбы, под которым все эти данные воспроизведены в ихтиологическом журнале. Под этим же номером в чешуйную книжку помещают материал для определения возраста (чешуя, отолиты, костные лучи и др.) с указанием даты, места вылова и орудия лова.

Все кишечные тракты одной пробы помещают в общую марлевую оболочку или в отдельную ёмкость. Это значительно упрощает лабораторную обработку материала.

Материал можно собирать путем подбора рыб по классам длины в равном количестве. При этом повышается достоверность средних значений весовых, линейных или возрастных

показателей, но могут возникнуть проблемы с половой структурой популяции и некоторые другие.

Одновременно с отловом рыбы и в том же месте отбирают пробы планктона и бентоса для изучения кормовой базы рыб водоема и его конкретного участка.

Сбор материала по питанию рыб на разных возрастных стадиях желательно проводить в следующие сроки:

- сеголетки карповых, окуневых, лососевых, корюшковых и щуковых – в конце весны, в середине лета и осенью);
- сеголетки осетровых – в северных реках в июле-августе, в южных – в июне-июле;
- годовики пресноводных и полупроходных рыб (за исключением осетровых и тресковых) – во второй половине июня, в середине мая в средней полосе; и в конце апреля – на юге;
- годовики осетровых – с мая по сентябрь);
- годовики тресковых – с января по март);
- материал по двух- и трехлеткам осетровых, лососевых, большинства карповых, окуневых, щуковых, сомовых и тресковых собирают летом и осенью, а для изучения сезонного хода питания – еще зимой и весной.

Сбор материала по суточным изменениям питания осуществляется на одной станции в течение 28-32 ч через равные промежутки времени – 2-3-4 ч, чтобы время последней пробы заходило за время взятия первой пробы. Каждая проба состоит из 20-25 кишечников от примерно равноразмерных рыб.

### **Камеральная обработка проб на питание рыб**

Результаты исследований содержания пищеварительных трактов дают представление о качественном и количественном составе пищи отдельных рыб, позволяют выделить организмы, являющиеся основной пищей данной популяции рыб. Данные по частоте встречаемости и количеству экземпляров, размеров и стадий развития кормовых организмов у разных видов рыб,

обитающих в данном водоёме, дают представление об использовании рыбами кормовых ресурсов водоёма.

Прежде чем приступить к обработке желудочно-кишечных трактов, необходимо приготовить бланки-карточки (Табл.6.) или особый журнал вскрытий по питанию рыб, куда из общего экспедиционного журнала переносят данные по каждой станции, а из ихтиологического журнала промеров – данные по каждой рыбе (Табл.7.).

**Табл.6.** Индивидуальная карточка питания рыб.

Вид _____		Проба № _____ Ихт. журн. № _____		№ по журналу _____		Судно _____	
Водоём _____		Ст. № _____ Дата _____		Время лова _____ и фиксации _____		Орудие лова _____	
Вес рыбы _____ Длина рыбы _____		Пол и зрелость _____ Возраст _____		Степень наполнения желудка _____ Вес содержимого желудка _____ Степень наполнения кишечника _____ Вес содержимого кишечника _____			
Жирность _____		Индекс наполнения _____ Общий _____		Индекс наполнения желудка _____		Цвет пищи _____ Степень переваримости _____	
Содержимое желудка или кишечника	Размер, мм	Кол-во, экз.	Вес, мг	Индекс % соотношения	Восстановленный вес, мг	Примечание	

**Определение качественного состава пищи** – установление характера питания разных видов рыб. Качественная обработка пищевого комка является обязательной частью любого количественного метода.

Обработку содержимого фиксированных ЖКТ рыб проводят после отмывания материала в проточной воде в течение не менее 10-12 часов. Это даёт возможность исследуемому материалу частично восстановить свой первоначальный (до фиксации) вид и избавиться от запаха фиксирующей жидкости.

Брюшную полость рыб вскрывают ножницами или скальпелем, стараясь не повредить целостность желудочно-кишечного тракта (ЖКТ). Пищеварительные тракты вырезают и переносят в чашки Петри, где и вскрывают ножницами по всей длине. Попытки некоторых исследователей выдавливать содержимое пищеварительных трактов, по нашему мнению, только усложняет работу.

**Табл.7.** Образец записи в ихтиологическом журнале (журнале промеров).

№ п/ п	Место вылова		Дата		Орудие лова				
	Вид	Длина рыб		Масса рыб		Пол и стадия зрелости	Вес гонад	Возраст	Примечание
		общая (L)	до конца чешуйного покрова (l)	общая	тушки				

Содержимое желудка и кишечника извлекают шпателем, пинцетом или скальпелем так, чтобы не захватить слизь со стенок. Обработку желудка и кишечника, а при специальных исследованиях и отдельных частей кишечника проводят раздельно.

Во время вскрытия дополнительно отмечают наличие наружных (на теле, на жабрах) и внутренних (в глазах, в брюшной полости) паразитов – ракообразных и гельминтов, с указанием степени зараженности ими.

**Степень переваренности** пищевого материала оценивают по пятибалльной шкале:

- 1 – организмы хорошей сохранности, без признаков разрушения;
- 2 – организмы слегка переваренные: тело не развалилось на части, но хитин слегка размягчен. Внутренности целы, но заметно деформированы и отошли от спинной части тела;
- 3 – полупереваренные организмы. Рачки распались на головные сегменты; головогрудь, abdomen, furki. Конечности отошли от головогрудки. Целые рачки отсутствуют или распадаются при прикосновении. Определение и подсчет по фрагментам возможны;
- 4 – сильно переваренные и разрушенные организмы, но определение иногда возможно по сохранившимся глазам, ножкам, клешням, отолитам;
- 5 – неопределимая масса без наличия форменных элементов.

При значительной мацерации (переваренности) пищевых объектов количественный подсчет съеденных организмов можно проводит по сохранившимся и определяемым частям тела (по глазам, головам, тельсонам и т.д.).

Массу сильно переваренных организмов взвешивают отдельно. При этом указывают (если это возможно) групповую принадлежность организмов.

При большом объёме материала и однородном видовом и размерном составе организмов в пище рыб одной пробы для сокращения времени применяют групповой способ обработки желудков. После определения веса содержимого каждого ЖКТ и отделения крупных организмов, содержимое нескольких желудков рыб, близких размеров и одинакового возраста, тщательно смешивают в определенном объеме воды и обрабатывают только определенную часть пробы, как было описано выше. Данные анализа распределяют на всех рыб с учетом веса их пищевых комков. Ряд количественных показателей: % рыб, питающихся в момент отлова; средний бал наполнения; процентное соотношение кормовых организмов по массе (в сезонном, годовом или др. аспекте) и др. являются важными в характеристике питания рыб..



На основании подсчитанного количества пищевых организмов, их стадий и размеров, устанавливают (с помощью таблиц стандартных восстановленных весов) их вес и проводят дальнейшую цифровую обработку результатов.

**Широта спектра питания** дает представление о разнообразии потребляемой пищи. Её определяют количеством родов или видов организмов в пищевом комке рыб.

Хищные рыбы питаются в основном рыбой и в меньшей степени другой пищей (окуни, лососи, треска, щука, сом и др.).

Мирных рыб условно подразделяют на бентофагов, планктофагов и растительноядных.

### **Избирательность питания**

Каждому виду свойственны определённые кормовые организмы, которым рыбы отдают предпочтение, т.е. рыбы обладают избирательностью (элективностью) объектов питания.

По избирательности различают:

- предпочитаемую пищу – составляющую не менее 50% массы пищевого комка;
- второстепенную – составляющую до 30% массы пищевого комка;
- вынужденную – до 10% массы пищевого комка.

Для количественной характеристики избирательной способности в питании рыб используют индексы избирания ( $I_i$ ).

**Индекс избирания по А.А.Шорыгину:**  $I_i = r_i / P_i$ , где

$r_i$  – процентное значение организма в пище;

$P_i$  – процент этого же организма (или группы) в природном сообществе, где рыбы кормятся (для планктоноядных рыб – в улове планктонной сетью, для бентосоядных – в пробе, взятой со дна дночерпателем, для хищных – в улове тралом).

Если рыба ест всё, то индекс избирания равен 1, если выбирает кормовой организм, то индекс избирания более 1, а если избегает, то менее 1.

**Индекс избирания по А.С.Константинову:**  $I_i = (ri - Pi) / Pi$ , где

$(ri - Pi)$  – отношение разности процентных значений компонентов в пище и кормовой базе;

$Pi$  – процентное значение компонента в кормовой базе.

**Индекс избирания по В.С.Ивлеву:**  $I_i = (ri - Pi) / (ri + Pi)$ , где

$(ri - Pi)$  – отношение разности процентных значений компонентов в пище и кормовой базе;

$(ri + Pi)$  – сумма процентных значений компонентов в пище и кормовой базе.

### **Степень наполнения пищеварительного тракта**

В полевых условиях при отборе проб на изучение питания рыб проводят визуальную оценку степени наполнения желудка и кишечника. Если в полевых условиях нет надлежащих условий, то обработку переносят в лабораторию. Степень наполнения ЖКТ обычно определяют по шестибалльной шкале (Лебедев 1936):

0 – пусто;

1 – единично;

2 – малое наполнение;

3 – среднее наполнение;

4 – много, полный желудок или отдел кишечника;

5 – масса, растянутый кишечник.

По степени наполнения отделов пищеварительного тракта можно приблизительно установить время кормежки рыбы, например:

- пищевод – 1, желудок – 0, кишечник – 0 – рыба только что начала питаться;

- пищевод – 3, желудок – 4, кишечник – 2 – рыба уже довольно долго кормится на данной кормовой площади

Наполнение желудочно-кишечного тракта записывают в соответствующей графе трехзначным числом, например – 023, что означает наполнение пищевода – 0, желудка – 2, кишечника – 3.

Цвет содержимого кишечника зависит от видового состава компонентов. Из переднего, среднего и заднего отделов извлекают содержимое, обсушивают на фильтровальной бумаге и взвешивают. После этого навески из каждого отдела размешивают в небольшом объеме воды и отдельно обрабатывают качественно и количественно как обычную планктонную пробу.

Объем и вес отдельных пищевых компонентов и частные индексы наполнения кишечника определяют методом количественного учета клеток водорослей и изредка встречающихся водных животных путем приравнивания их объемов к объему близких геометрических фигур с последующим определением по объему сырого веса.

Содержание в пищевом комке фитопланктона и детрита определяют разными методами. Наиболее удобным считают **метод Е.Б.Борущого (1950)** – это метод визуальной оценки в процентах.

Содержимое кишечника макрофитофагов и перифитофагов после подсушивания взвешивают и по возможности определяют до вида.

Наиболее затруднительна обработка кишечника детритофагов (кефали). В состав их пищевого комка обычно входят, кроме детрита, грунт и некоторое количество животных и растительных организмов. Более или менее удовлетворительную оценку качественного состава пищи может дать анализ содержимого кишечника, проведенный с использованием увеличительной техники.

**Частоту встречаемости** определяют числом пищеварительных трактов, содержащих соответствующий компонент пищи, и выражают в процентах от общего числа исследуемых трактов. При более точном определении навеску пищевого комка в 1 г помещают в воду, перемешивают 5-10 минут и центрифугируют

или дают отстояться. Раствор разделяется на фракции по весу, толщине слоя и цвету. Самый нижний слой будет состоять из неорганических частиц, самый верхний из бактерий и мельчайших частиц детрита. С подробной методикой можно познакомиться в специальных методических пособиях.

При оценке массы пищевого комка или его компонентов вес пищи определяют с точностью до 0,01 г на аптечных или технических весах. Объемный метод может быть применен, но он более трудоемок и менее точен. При обработке материала в полевых условиях, помимо визуальной оценки, желательна для контроля несколько пищеварительных трактов зафиксировать в формалине.

Следует иметь в виду, что степень наполнения кормом пищеварительного тракта рыб не может дать полного представления об интенсивности их питания и свидетельствует лишь об их «накормленности». Величина потребления корма меняется в зависимости от степени упитанности рыб и ряда других условий. По отношению к весу своего тела молодь в сутки потребляет корма значительно больше, нежели взрослые рыбы.

## **Обработка ЖКТ**

**У планктоноядных рыб** содержимое желудка и кишечника обсушивают на фильтровальной бумаге и взвешивают отдельно. Если пищевой комок состоит из двух разнородных компонентов, например, крупных ракообразных (мизиды, амфиподы, личинки десятиногих раков и др.) и мелких рачков (копеподы, клadoцеры и др.), то крупных можно взвешивать отдельно. Следует обратить внимание на то, чтобы подсушивание пищевых комков фильтровальной бумагой производили одинаково для всех проб.

После всех взвешиваний пищевой комок помещают в чашку Петри, камеру Богорова или на предметное стекло, добавляя воду, и просматривают под биноклем.

Измерение планктонных форм проводят с помощью окуляр-микрометра, а более крупных форм (мизиды, амфиподы, сагитты и др.) - штангенциркулем.

Если в пищевом комке присутствуют организмы, различающиеся по размерам, то учёт начинают с самых крупных объектов, после чего их удаляют. После удаления крупных организмов пищевой комок хорошо размешивают в колбе с определенным количеством воды. После этого с помощью штемпель-пипетки (или других объемных пипеток) берут объём пробы, в котором определяют видовой состав организмов и подсчитывают их количество с последующим пересчетом на всю пробу. Методика работы с этими организмами такая же, как при гидробиологической работе с зоопланктоном.

**У хищных рыб** содержимое желудка после обсушивания на фильтровальной бумаге помещают в ёмкость с известной массой и определяют вес с точностью до 0,1 г, после чего разбирают по компонентам с учетом степени переваривания.

Для определения видовой принадлежности переваренных жертв, исследуют наиболее сохранившиеся фрагменты: позвоночник, глоточные кости карповых, или челюстные окуневых, отолиты. Возможный вес переваренных объектов восстанавливают по средним навескам.

У рыб, не имеющих желудка, для анализа берут кишечник. Содержимое отделов кишечника помещают в ёмкости с известной массой и взвешивают. Если по состоянию содержимого невозможно определить объект, то его переносят в ёмкости с водой для окончательной мацерации. После завершения процесса кости отмывают и по ним определяют видовую принадлежность объекта.

**У растительноядных и детритоядных рыб**, т.е. рыб, питающихся фитопланктоном, высшей водной растительностью, детритом и перифитоном (обрастания), отличительной чертой является отсутствие желудка и длинный кишечник, значительно превышающий длину рыб (например, у разных видов толстолобиков в 10–20 раз). У молоди длина

кишечного тракта не превышает длины тела. В остальном методика не отличается от других групп рыб.

### **Количественная оценка питания**

Количественная оценка питания рыб состоит из определения веса отдельных компонентов пищевого комка с последующим вычислением общих и частных индексов (индексы наполнения желудков и кишечника и индексы потребления кормовых организмов рыбами).

### **Индекс потребления**

Для получения **индексов потребления** восстановленный (реконструированный) вес пищевых организмов относят к весу рыбы и умножают на 100.

Индексы потребления выражают в процентах (%).

### **Индекс наполнения**

Оценку интенсивности питания определяют по общему и частному индексу наполнения. Общий индекс наполнения – это отношение массы всего содержимого желудка, кишечника или всего ЖКТ к общему весу рыбы. Частный индекс наполнения – отношение какого-либо компонента или группы компонентов к общему весу рыбы. Учитывая малую величину индексов наполнения, их принято увеличивать в 10000 раз и выражать в **продецимилле** (‰). Продецимилле – одна сотая процента.

Следует иметь ввиду, что рыбы способны к длительному голоданию, которое зависит от возраста и физиологического состояния. Некоторые взрослые рыбы выдерживают голодание до года. Для молодых рыб максимальные сроки голодания не превышают 10 дней.

**Индекс степени сходства состава пищи** (по А.А.Шорыгину, 1939).

Чтобы получить индекс степени сходства состава пищи двух каких-либо видов рыб, берут выраженный в процентах состав пищи и отмечают общие для них организмы. Сумма меньших процентов, независимо от того, в составе пищи какого из двух видов данный организм встречается, дает степень сходства пищи. В случае полного совпадения состава пищи двух каких-либо видов рыб степень сходства будет равна 100, при полном различии – 0.

Следует иметь в виду, что наиболее высокая степень сходства пищи разных видов рыб отмечается при недостатке кормовой базы, когда все рыбы вынуждены питаться одним и тем же организмом, так как других организмов нет. Это же может быть и при избыточном количестве каких-либо объектов. Например, ракообразных, предпочитаемых большинством рыб и всем им доступных. Поэтому судить о пищевой конкуренции только на основании величины индекса надо осторожно. Необходимо учитывать показатели кормовой базы.

### **Возрастные, сезонные и суточные изменения в питании**

Начальным питанием рыб является эндогенное (внутреннее) питание запасами желточного мешка в начальный период жизни рыб (развитие в икре и сразу после выклева эмбриона). Смешанное питание – период окончания эндогенного и начало экзогенного питания продолжается недолго, и рыба полностью переходит на экзогенное, т.е. внешнее питание. Этот период продолжается от 1-2 дней (карповые, осетровые и др.) до 3-4 недель (лососевые).

Молодь большинства рыб начинает экзогенное питание планктонными формами (простейшие, коловратки, ракообразные) и только по достижении определённых размеров и окончании формирования пищеварительного тракта, характерного данному виду, переходит на питание свойственной ему пищей.

Сезонные изменения в питании рыб связаны с доступностью кормовых объектов и физиологическим состоянием рыбы.

Мирные рыбы питаются понемногу, но, практически, постоянно. Интенсивность питания хищников зависит от успешности охоты. Заглотив крупную жертву, они могут до 2-3 суток переваривать её. В целом, наиболее высокая активность в питании отмечена в утренние и вечерние часы, но многие хищники продолжают охоту, отдавая предпочтение ночному периоду.

Для количественной оценки интенсивности питания рыб используют индексы наполнения желудка и кишечника.

Суточный рацион – количество пищи, съедаемое рыбой за 1 сутки. Его выражают в процентах от массы тела, и вычисляют на основе индексов наполнения кишечника в естественных условиях и скорости переваривания пищи при той или иной температуре по формуле:

$D = A (24/n)$ , где

$D$  – суточное потребление пищи (%);

$A$  – средний индекс наполнения кишечника (%);

$n$  – скорость переваривания пищи (ч).

Единой методики определения скорости переваривания пищи, к сожалению, нет. Её можно определять по наибольшим спадам в питании, для чего наблюдают за его суточным ходом. Скорость переваривания зависит от вида корма, температуры окружающей среды, физиологического состояния рыбы и других факторов. Поэтому, суточный рацион питания рыб – показатель весьма изменчивый.

Для некоторых рыб суточный рацион экспериментально установлен для нормальных условий обитания (температура, давление и др.). Для верховки суточный рацион достигает 29%, у годовиков карпа – 8%, у двухлеток карпа – 2%. По мере роста рыбы потребности в пище в пересчёте на единицу массы снижаются.

В ихтиологической литературе используют понятие годового рациона рыб. Теоретически его не сложно рассчитать; т.е. годовой рацион – это количество пищи, съеденное рыбой за год. Его можно выразить и в процентах как отношение массы пищи,



съеденной рыбой за год, к массе рыбы. Практически, учитывая приведенные факторы, влияющие на суточный рацион рыб, мы можем сделать заключение о малой информативности и достоверности этого показателя.

### **Кормовой коэффициент**

Кормовой коэффициент – это отношение количества съеденного рыбой корма к единице прироста массы тела. Если кормовой коэффициент 5, то на прирост 1 кг массы выращиваемой рыбы, затрачено 5 кг корма. Кормовой коэффициент зависит от питательной ценности корма, температуры воды, вида и возраста рыбы и большого количества других факторов.

Теоретически кормовой коэффициент рассчитан для многих рыб. В естественных условиях для хищников он колеблется в пределах 5-10, для зоопланктофагов – 20–26; для моллюскоедов – около 40; для растительноядных рыб – около 30.

Практически кормовой коэффициент служит показателем эффективности выращивания и кормления различных видов рыб и использования разных кормов при индустриальном рыбоводстве. Чем ниже кормовой коэффициент, тем рентабельнее хозяйство, тем выше соответствие кормов потребностям рыб.



## МИГРАЦИИ И МЕЧЕНИЕ РЫБ

Большинство водных организмов занимают определённые биотопы, но в разные сезоны года, суток или даже один раз в течение своей жизни совершают перемещения, иной раз очень длительные. Это миграции – закономерные для вида перемещения из морей в реки, из рек в моря, суточные, сезонные, трофические, нерестовые, зимовальные и др. Миграции являются характерным признаком вида. Изучение миграций – важная составляющая ихтиологических исследований, которой уделяют большое внимание.

Все миграции можно разделить на активные и пассивные.

Активные миграции могут быть как периодическими, так и непериодическими, совершаемыми один раз в течение жизни. Например, миграции речного угря или лосося для размножения. В первом случае из рек в море (катадромные), во втором – из моря в реки (анадромные).

Пассивные перемещения, иногда на очень большие расстояния в сотни и тысячи километров, могут совершаться при помощи течений (скат молоди проходных рыб из рек в море, или перенос личинок угря, сельдей и др. с течением от мест нереста к местам их нагула).

Миграции могут иметь характер вертикальных или горизонтальных перемещений. В первом случае животное перемещается сверху вниз или снизу вверх. Во втором случае организм передвигается в горизонтальном направлении из одних частей моря в другие, или из морей в реки, или обратно.

Вертикальные миграции характерны планктонным организмам. Они носят суточный характер и связаны с солнечным освещением. У этих организмов наследственно закрепляется определённый миграционный ритм. А рыбы, питающиеся планктоном, обрели способность совершать суточные перемещения вслед за планктоном. Размах этих миграций может достигать сотен метров.

Миграции часто протекают между периодами питания и размножения, т. е. на одном конце миграционного пути находится район откорма, на другом – размножения. Такое поведение предполагает, что в том и другом районе моря рыба в разные сезоны года находит особо благоприятные условия для своего существования на данной стадии.

### **Методы изучения миграций**

Работы по миграциям рыб производят на научно-исследовательских судах и на береговых контрольно-наблюдательных пунктах (КНП). Установленный порядок и места расстановки остаются постоянными в течение длительного времени; их не меняют без достаточных к тому оснований.

При исследовании миграций рыб учитывают основные направления миграционных потоков, орудия лова и размеры ячей сетного полотна, наиболее уловистые для данного района орудия лова и др. В обязательном порядке при каждой обработке орудий лова производят определения поверхностной температуры воды, силы и направления ветра, скорости течения, Все наблюдения заносят в дневник или особый журнал.

В связи с особенностями поведения и характера миграций разных видов рыб наблюдения и обработку контрольных орудий лова производят несколько раз в сутки или выполняют суточные станции с периодичностью облова активными орудиями лова 3-4 часа. Установлению сроков миграций помогают наблюдения над промысловым ловом рыбы. Появление рыб в неводах или в сетных уловах указывает на начало ее хода в данном месте.

### **Мечение рыб**

Мечение рыб даёт исследователю возможность их индивидуальной или групповой идентификации и, соответственно, изучения путей, сроков, протяженности и скорости их миграций, темпа роста, длительности жизни.

Выбор метода мечения зависит главным образом от многих факторов:

- индивидуальное или групповое мечение;
- вида рыбы, подвергаемого мечению и его устойчивости к определенным методам мечения;
- ожидаемого процента повторного вылова и его долгосрочное обеспечение, а также для достижения статистически обеспеченного конечного результата;
- стоимости разных типов меток и затрат на считывание (необходимость аппаратных, оптических вспомогательных средств);
- обучения определенному методу мечения перед началом работы и др.

Важнейшим критерием при определении метода является выбор между мечением отдельных особей (единичное мечение) или групповое мечение.

Существуют многообразные способы мечения, сведения о которых приведены в специальной литературе. Основным способом в силу своей простоты, технологичности и дешевизны остается прикрепление пронумерованной пластинки (трубочка, капсула, диск) к телу рыбы (Рис.82.).

Наиболее часто используются наружные гидростатические, т.е. уравновешенные в воде (близкие к ней по удельному весу) пластмассовые метки, чаще всего в виде прозрачной трубочки с письмом внутри. Текст письма содержит адрес, по которому нужно послать обнаруженную в улове метку, и сведения о выловленной рыбе. Гидростатическую метку крепят к рыбе прочной леской, пропускаемой через спинную мускулатуру с помощью специального шила с зазубриной или пистолета для мечения. В последнее время широкое применение получают микроскопические считываемые проволочные имплантаты с цифровым кодом, проволочные миниимплантаты с цифровым кодом, считываемые без специального оборудования, макроскопические, хорошо считываемые отдельные метки, пассивные чипы, активные передатчики и др.

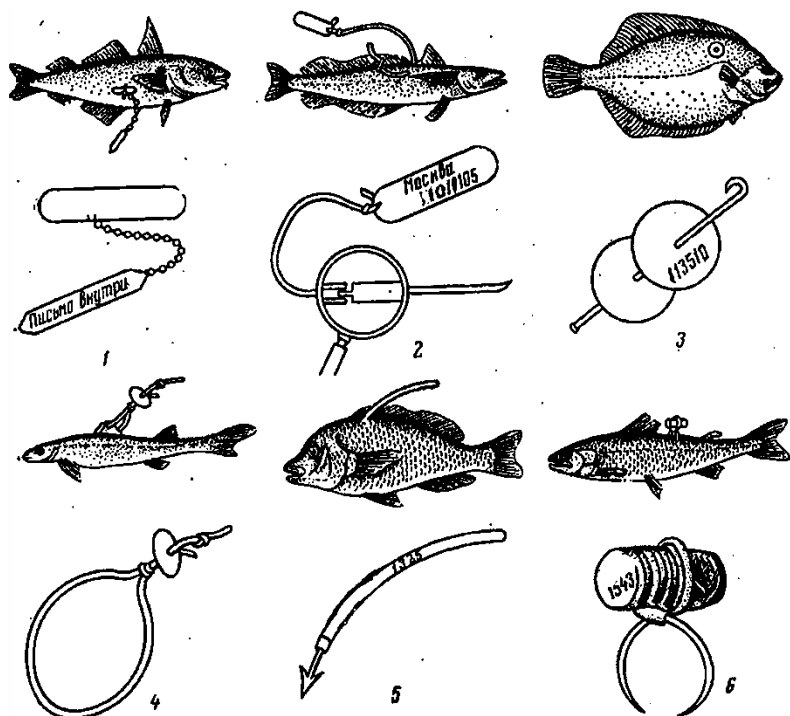


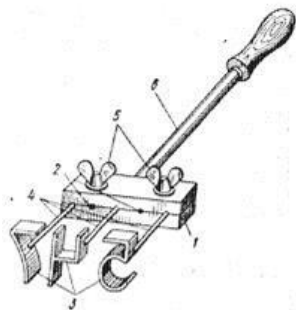
Рис.82. Типы меток рыб и их размещение на рыбах.

При групповом мечении все индивиды группы одного вида получают один тип метки: эластичные люминесцентные имплантаты (подкожное впрыскивание), видимые пищевые красители, фиксируемые при погружении, биологически активные вещества, встраиваемые в структуру тела. Не рекомендуется использовать для мечения оперативно удалённые части тела (например, жировые плавники или плавниковые лучи) и др., как высокоинвазивный метод.

При подготовке к мечению рыб необходимо заранее установить на месте, где запланированы работы, резервуар (садок) с водой. В качестве резервуара можно использовать бочки с пробками в нижней части для выпуска воды или пластиковый чан. Перед мечением и во время выполнения этой работы вода в емкости должна поступать по шлангу непрерывно.

Данные по мечению рыб с указанием вида, даты и номера использованных меток заносят в «Журнал мечения рыб». Их применяют при мечении преимущественно сазана, леща, кутума, азовской тарани, судака, молодь осетровых и лососевых: Метки прикрепляют в таких местах, чтобы они были заметны на рыбе и держались возможно дольше.

Существует метод высокотемпературного и низкотемпературного клеймения, при котором рыб клеймят тавром, нагретым до высоких или охлаждённым до низких температур. Метки при таких способах мечения заметны очень долго, но такую причиняющую страдания животному, высокотравматичную и инвазивную процедуру клеймения переносят далеко не все рыбы (Рис.83.), поэтому мы её не рекомендуем для использования.



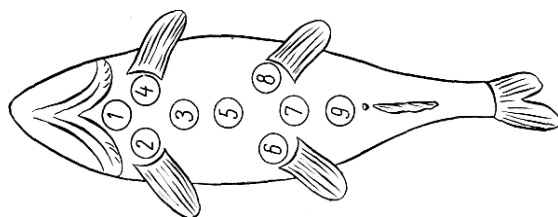
**Рис.83.** Приспособление для термального клеймения рыб: 1, 2, 4, 5, 6 – составные части прибора; 3 – сменные матрицы.

Наиболее простым, но высокоинвазивным методом, является подрезание плавников. Его применяют для серийного мечения, при котором обрезают примерно 2/3 длины одного из парных плавников (грудной, брюшной) или одну из лопастей хвостового плавника (верхнюю или нижнюю). Срез делают ровным, под прямым углом к плавниковым лучам. После отрастания плавников на месте среза остается рубец, заметный в течение нескольких лет.

Целесообразнее подрезать брюшные плавники, поскольку подрезание грудных плавников препятствует нормальному

движению рыб, особенно в раннем возрасте и может привести к неадекватным результатам исследования. Для разделения рыб по полу самкам подрезают верхнюю, самцам – нижнюю лопасти хвостового плавника.

Подкожную инъекцию растворов красителей широко используют как для группового, так и для индивидуального мечения рыб. Обычно применяют 4% водный раствор леарина «Х». Раствор вводят в чешуйные кармашки (у чешуйчатых рыб) или под верхний эпителиальный слой кожи (у рыб с редуцированным чешуйчатым покровом) с помощью медицинского шприца с иглой. Для мечения используют растворы оранжевого, красного и синего красителей. Место введения красителя соответствует определенной цифре числа, а цвет красителя – разряду цифр. Синий цвет – единицы, красный – десятки, оранжевый – сотни (Рис.84).



**Рис.84.** Схема нанесения меток-красителей производителям рыб.

Применяют методы мечения молоди радиоактивными изотопами (мечеными атомами), термической маркировки отолитов, флуоресцентными маркёрами и др.

На web-странице CATAG (<http://www.hafro.is/catag>) размещены более подробные примеры меток и методов мечения рыб.

## МЕТОД МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРОВ

Метод морфофизиологических индикаторов, разработанный С.С.Шварцем и его последователями (Шварц 1958; Смирнов и др. 1972; Добровольская 1984), позволяет на основе изучения комплекса морфологических и физиологических признаков судить о биологическом своеобразии изучаемой популяции и её жизнеспособности в данный момент.

Этот метод позволяет выявить самые ранние стадии процессов, происходящие в организмах, пока они еще не проявились на популяционном уровне. Он даёт информацию о степени приспособленности исследуемой популяции к конкретным условиям существования, следовательно, возможность прогнозирования её развития.

Метод морфофизиологических индикаторов используют в фундаментальных и прикладных ихтиологических исследованиях. Исследование внутренних органов рыб имеет значение для решения различных проблем в ихтиологической анатомии, физиологии, экологии и т. д. Метод широко применяют для оценки биологической специфики внутривидовых групп, популяций, видовых особенностей и межвидовых различий.

Особую значимость этот метод может иметь в аквакультуре, т.е. при выращивании рыб в контролируемых человеком условиях. Использование метода морфофизиологических индикаторов в рыбоводстве при его простоте и при отсутствии необходимости в использовании сложного и дорогостоящего оборудования, делает его незаменимым. Рыбоводы, получая информацию о состоянии рыб и условий их существования, могут своевременно принимать меры по устранению негативных явлений – профилактику заболеваний, сортировку рыбы, изменение режима водоподачи, качества кормов и режима кормления, изменение плотности посадки и так далее.



Основной задачей метода морфофизиологических индикаторов является изучение биологической специфики исследуемой популяции, которое можно вести в двух направлениях:

- по пути выявления изменений морфофизиологических характеристик организмов в одной популяции под влиянием антропогенных факторов;
- по пути сравнения морфофизиологических показателей организмов двух и более популяций из различных условий обитания или под воздействием антропогенных изменений окружающей среды.

### **Сущность метода морфофизиологических индикаторов:**

- исследуют размерно-весовые показатели биотестируемых организмов;
- определяют пол (при вскрытии) и возраст исследуемых рыб;
- взвешивают и измеряют внутренние органы;
- на основании полученных данных составляют рабочие таблицы;
- рассчитывают индексы внутренних органов (отношение массы органа в мг к массе рыбы в г);
- производит статистическую обработку результатов;
- для анализа результаты оформляют в виде таблиц, графиков, диаграмм.

Основу метода, наряду с определением размерно-весовой характеристики организмов, составляет проведение исследования весовых показателей внутренних органов и расчет соответствующих индексов. При выборе органов для исследования в соответствии с поставленной задачей учитывают их чувствительность к условиям среды. Обычно рекомендуют исследовать жабры, сердце, печень, почки, гонады и элементы пищеварительного тракта (желудок, кишечник, пилорические придатки).

Для овладения методом морфофизиологических индикаторов необходимо научиться правильно вскрывать рыбу, препарировать и взвешивать органы. Метод не требует

сложного оборудования и дает возможность исследования массового материала.

Для вскрытия, препарирования и взвешивания внутренних органов рыбы необходимы: кювета, скальпель или нож (для вскрытия крупных экземпляров), ножницы средние и малые, пинцеты средний и глазной, препаровальная игла, марлевые салфетки и фильтровальная бумага, весы электронные, аптекарские или торсионные.

До вскрытия каждую рыбу подсушивают марлевыми салфетками и удаляют с тела слизь. Затем рыбу взвешивают на электронных весах. Полученный результат записывают в рабочую тетрадь и используют для расчета индексов внутренних органов рыб.

## **Вскрытие рыбы**

Рыба размещают на твердую поверхность брюшной стороной вверх и делают разрез ножницами по брюшной стороне от анального отверстия до жаберных крышек. После этого производят разрезы от анального отверстия до боковой линии и вдоль боковой линии до жаберной крышки. Вырезанную часть боковой стенки тела вместе с реберными дугами изымают.

Определение пола, стадии зрелости половых продуктов и плодовитости, жирности, упитанности определяют после вскрытия общепринятыми методами.

Препарирование и взвешивание органов производят в определенной последовательности.

1. Вначале препарируют сердце путем рассечения перикардиальной полости. После чего, придерживая пинцетом сердце, с помощью глазных ножниц делают разрез в районе соединения желудочка с брюшной аортой с одной стороны и венозного синуса с Кювьеровым протоком с другой. В зависимости от задач исследований взвешивают сердце или с венозным синусом, или без него.

2. Затем препарируют гонады (семенники у самцов, яичники у самок). Гонады имеют вытянутую форму и располагаются вдоль оси тела по бокам от кишечника. При помощи пинцета и скальпеля их отделяют в районе полового отверстия.

3. Далее препарируют пищеварительный тракт (пищевод, желудок и кишечник) с поджелудочной железой, печенью и селезенкой. Придерживая пинцетом, скальпелем отделяют его в области глотки и анального отверстия и затем изымают.

4. Затем отделяют печень (без желчного пузыря). Печень имеет неправильную форму, у некоторых видов она лопастная и охватывает пищеварительные органы спереди, по бокам и со спинной стороны. Для того чтобы ее отделить, перерезают желчные протоки и соединительную ткань на кишечнике.

5. Следующим органом для препарирования является селезенка. Обрезав соединительную ткань и подходящие к ней сосуды, селезенку, имеющую округлую форму и темно-красный цвет, свободно отделяют от двенадцатиперстной кишки.

6. На специальной планшете с помощью пинцетов разворачивают пищеварительный тракт на всю длину, осторожно обрезая соединительную ткань. С поверхности кишечника и всех других внутренних органов пинцетом отбирают жир (внутренний жир).

В зависимости от поставленных задач желудок и кишечник взвешивают как с содержимым, так и без него. В последнем случае, придерживая пинцетом пищеварительный тракт, методом выдавливания при помощи скальпеля удаляют его содержимое. Пилорические придатки, если они есть, при препарировании оставляют с передним отделом кишечника. Взвешивание кишечника проводят вместе с пилорическими придатками. Далее, если есть желудок, его отделяют скальпелем от пищевода и кишечника.

7. Следующая операция – удаление плавательного пузыря, наполненного газом (как правило, не вызывает затруднений) и препарирование почек. Почки в виде узкой ленты темно-красного цвета расположены вдоль позвоночника до мочевого отверстия. Ткань почек соскабливают скальпелем с поверхности

мышц очень осторожно. Эту трудную операцию можно и удобнее производить на чуть подмороженном материале, что существенно облегчает ее выполнение. Однако при небольшой выборке это может сказаться на достоверности результатов.

8. Для препарирования головного мозга позади головы ножницами делают поперечный разрез, затем два продольных разреза по правому и левому краю головы по направлению к рылу. Надрезанную часть при помощи пинцета приподнимают вверх и открывают мозг. Его отделяют пинцетом от спинного мозга и изымают для проведения анализа.

9. При препарировании жабр ножницами делают надрез с нижней части головы, удаляют жаберные крышки и хорошо видимые жабры изымают. При исследовании карповых рыб необходимо проследить, чтобы вместе с жабрами не изъять глоточные зубы.

Все внутренние органы помещают на фильтровальную бумагу (на 2-3 минуты) для удаления остатков слизи и влаги. Затем органы поочередно взвешивают на торсионных или электронных весах. После взвешивания каждого органа следует салфеткой протирать чашу весов. Измеряют длину желудка и кишечника (без пищи).

Полученные данные заносят в предварительно заготовленную рабочую таблицу (Табл.8.).

**Табл.8.** Абсолютные весовые и линейные показатели внутренних органов рыб.

Вид рыбы							Водоём					Дата									
N	A	S	W	L	l	lh	H	O	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
			г	мм			мг							мм							

Примечания: N – номер рыбы; A – возраст; S – пол и стадия зрелости; W – масса рыбы; L – общая длина тела; l – длина тела; lh – длина головы; H – наибольшая высота тела; O – окружность тела; 1 – масса гонад; 2 – масса сердца; 3 – масса печени; 4 – масса селезёнки; 5 –

масса жабр; 6 – масса мозга; 7 – масса почек; 8 – масса внутреннего жира; 9 – масса кишечника; 10 – масса желудка; 11 – длина кишечника; 12 – длина желудка.

### Препарирование личинок и мальков

Препарирование личинок и мальков проводят под бинокляром при помощи препаровальных игл, малых ножниц и глазного пинцета, соблюдая все вышеуказанные действия и последовательность. Так как все органы личинок очень маленького размера, то для анализа отбирают интегральную пробу. Выборка составляет 20-25 экземпляров. Всех особей помещают на электронные весы и взвешивают. После препарирования определяют общую массу каждого органа. Эту операцию повторяют трижды. Все данные заносят в таблицу (Табл.9.).

**Табл.9.** Абсолютные и относительные показатели органов рыб.

Показатели	Результаты							
	Абсолютные показатели				Относительные показатели			
Водоём, место отлова								
Дата исследований								
t° воды и воздуха								
Вид, орудие лова								
<b>№ экземпляра</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>п...</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>п...</b>
Возраст								
Пол, стадия зрелости								
Масса рыбы, г								
Длина, см								
<b>Масса органов и жира, г или мг</b>								
Сердце								
Селезёнка								
Жабры								
Печень								
Почки,								

Мозг								
Желудок								
Кишечник								
Гонады								
Внутренний жир								
<b>Длина органов, см или мм</b>								
Желудок								
Кишечник								

### **Фиксация отобранных проб**

При отсутствии возможности измерения и взвешивания внутренних органов в полевых условиях их фиксируют, чтобы затем завершить исследование в лаборатории. Для фиксации собранных материалов (органов, тканей и т. д.) необходимо иметь емкости для проб с притертыми пробками, фиксатор – спирт 96%-й или формалин 40%-й.

Препарированные органы небольших размеров обычно помещают в пенициллиновые склянки, фиксируют 73%-м спиртовым раствором или 2%-м формалином и плотно закрывают крышками.

Изменения морфофизиологических характеристик организмов и популяций под влиянием различных условий обитания или под воздействием антропогенных изменений окружающей среды выявляют в результате статистического анализа результатов.

### **Расчёт относительной массы (индексов) внутренних органов**

Следующий этап метода морфофизиологических индикаторов предполагает расчёт относительной массы органов (индекс органов). Для этого используют данные по абсолютной массе тела и органов из рабочих таблиц.

Относительная масса органа (индекс органа) – отношение абсолютной массы органа в миллиграммах к массе рыбы в граммах. Результат вычисляют по формуле:

$$X = W_o / W, \text{ где}$$

X – индекс органа;

$W_o$  – масса органа в мг;

W – масса рыба в г

и выражают в промилле (‰).

При введении в формулу коэффициента 1000 весовые показатели органа и рыбы будут выражены в одних и тех же единицах (г), а формула приобретёт следующий вид

$$X = 1000 W_o / W$$

Полученные результаты записывают в таблицу (Табл.10.).

**Табл.10.** Относительная масса внутренних органов рыб (Индекс органов)

Вид рыб			Водоём								Дата					
А	S	W	Индекс органов (%)													
		г	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	120		

Примечание: условные обозначения приведены в таблице.

### Статистическая обработка результатов

Неотъемлемой частью ихтиологических исследований является математическая обработка полученных данных. Мы не ставили своей задачей обзор статистических методов обработки полученных результатов. Большинство методов подробно изложены в доступной учебной литературе. Можем рекомендовать специальные работы Н.А. Плохинского (1970), Г.Ф. Лакина (1980), Г.Н. Зайцева (1990), Ю.Н. Тюрина и А.А. Макарова (2003) и др.

## МОРФОМЕТРИЯ РЫБ

Биометрический метод основан на выявлении достоверных различий в морфологическом строении рыб. Суть метода в проведении на рыбе многочисленных измерений и просчётов различных морфологических признаков и последующей обработке данных вариационно-статистическими методами, в результате чего получают математическую оценку достоверности сходства или различия сравниваемых признаков.

Морфометрические исследования необходимы для выявления внутривидовых различий (племя, раса, морфа, экотип, биотип) и являются дополняющими к генетическим исследованиям. Для того, чтобы результаты исследований были сопоставимы необходимы общепринятые схемы промеров.

Все признаки делят на мерные (пластические) и счётные (меристические). Математический метод совместно с генетическим помогает приведению в порядок многих систематических групп рыб. Такие работы требуют определенных схем измерений рыб. Схем создано много, но есть еще немало семейств, родов и видов пресноводных и особенно морских рыб, для которых схем измерений нет или они слишком неопределенны. Между тем систематики стремятся к полной согласованности в методике, чтобы результаты, полученные одним исследователем, можно было сравнить с результатами другого автора.

Из всего многообразия описанных схем мы рекомендуем индивидуальные схемы промеров рыб по И.Ф. Правдину (1966). При составлении новых схем необходимо:

- изучить имеющуюся литературу для того, чтобы по возможности использовать те измерения, которые были выполнены предшественниками;
- включить в схему общие признаки промера рыб (длина головы, диаметр глаза, высота тела, антедорсальное расстояние, длина хвостового стебля и размеры плавников);



– указать число лучей в плавниках, чешуй в боковой линии, поперечных рядов чешуй и размеры рыбы;

– включить те признаки, которые, по расчетам и наблюдениям, имеют систематическое значение.

Морфометрические измерения можно выполнять как на свежесобранной, так и на фиксированной (в спирте, формалине) или дефростированной (размороженной) рыбе. При этом следует помнить, что под влиянием фиксаторов и дефростации размеры, линейные соотношения некоторых частей тела и масса рыб могут значительно измениться. Эти изменения тем больше, чем дольше рыба подвергалась воздействию фиксатора или низкой температуры. Поэтому морфометрические измерения предпочтительней всё же выполнять на свежем материале. В противном случае, желательно предусмотреть отдельное исследование влияния метода и продолжительности фиксации на определяемые параметры рыбы.

Признаки, характерные для родов и семейств рыб, довольно устойчивы. Например, количество лучей в грудных и брюшных плавниках остается практически постоянным для всего рода. Количество лучей в хвостовом плавнике является постоянным для всего семейства карповых. Поэтому при исследованиях внутривидовых разновидностей И.Ф.Правдин (1966) рекомендовал брать относительно малоустойчивые морфологические признаки, причём, чтобы счетные признаки, имеющие первостепенное значение, были выражены в наиболее простой форме. К примеру, у сегов, как показало сравнение данных разных авторов, достаточно вести подсчет тычинок только на первой жаберной дуге, не используя вторую, третью и четвертую. Использование для этих целей пластических и меристических признаков вполне отвечает этим задачам. Математическая обработка полученных данных помогает установлению порядка многих систематических групп.

Биометрический метод требует особой точности в измерениях, поэтому рыбу измеряют штангенциркулем или миллиметровой лентой, в зависимости от размера особи. Схемы промеров рыб разных семейств отличаются.

Полученные значения заносят в предварительно заготовленные таблицы. В заглавии таблиц указывают вид рыбы, место и время вылова. После заполнения абсолютных величин делают их пересчет относительно длины тела и относительно длины головы.

Трудности и неточность морфологической систематики рыб заключаются в том, что такие признаки подвержены возрастной и половой изменчивости. Поэтому такая систематика не может быть самостоятельной и является только дополняющей к генетическим и молекулярным исследованиям. Даже половозрелые рыбы продолжают увеличивать свое тело в длину и в высоту. С возрастом изменяются размеры головы, туловища и плавников. Следует помнить и о наличии половых отличий. Так у самцов многих рыб тело ниже, чем у самок. В период нереста могут изменяться пропорции и форма разных частей тела. Следует помнить, что в отличие от относительных, абсолютные величины частей тела и плавников не могут служить объективным критерием. Поэтому, чтобы проводить сравнение пластических признаков с минимальными ошибками следует использовать не абсолютные значения признаков, а их индексы, то есть отношения величины признака к одной из длин тела и длине головы (Приложение 1).

### **Пластические признаки**

Пластическими называют признаки, измеряемые с помощью штангенциркуля, линейки или других измерительных устройств. Они определяют экстерьер рыбы, указывают на соотношение размеров, длин поверхностных структур (длина от конца рыла до анального отверстия, длина головы, наибольшая высота тела, диаметр глаза, длина основания спинного плавника и др.).

Такие измерения как длина всей рыбы, длина по Смиуту (до средних лучей хвостового плавника) и длина без хвостового плавника мы уже рассмотрели в разделе, посвященном описанию биологического анализа уловов. Поэтому несколько подробнее рассмотрим другие наиболее часто встречающиеся измерения с некоторыми пояснениями.

**Длина рыла** – предглазничный отдел - пространство головы от вершины рыла до переднего (наружного) края глазного яблока.

**Диаметр глаза** – если не оговорено особо, берут горизонтальный. Измеряют собственно диаметр роговицы. Веки, если они есть, в расчет не принимают. Иногда измеряют и вертикальный диаметр глаза.

**Заглазничный отдел головы** – пространство от заднего края глаза до наиболее удаленной от конца рыла точки жаберной крышки. Жаберную перепонку, окаймляющую жаберную крышку, в расчет не принимают.

**Длина головы** – расстояние сбоку от вершины рыла (при закрытом рте) до заднего наиболее удаленного края жаберной крышки (без жаберной перепонки). Для рыб, у которых измеряют толщину тела – нужно указывать и толщину головы.

**Высота головы у затылка** – верхнюю точку берут там, где оканчивается череп. Нижняя – противоположная ей по вертикали. У многих рыб верхняя точка находится там, где оканчивается чешуйчатый покров. Но у других рыб, например, семейство кефалевых, чешуя заходит и на лоб. У таких рыб нужно определять задний конец верхнезатылочной кости. У осетровых линия высоты головы проходит впереди первой спинной жучки. Иногда высоту головы измеряют через середину глаза, что оговаривают особо.

**Ширина лба или межглазничное пространство** – расстояние между глазами сверху, т.е. ширина черепа между глазами.

**Наибольший обхват тела** – измеряют сантиметровой лентой в месте наибольшей толщины и наибольшей высоты тела, не беря в расчет плавников.

**Наибольшая толщина тела** – наибольшее расстояние между боками.

**Наибольшая высота тела** – расстояние от самой высокой точки спины до брюшка по вертикали. Плавники, а у осетровых и костяные жучки, в расчет не входят.

**Наименьшая высота тела** – измеряют в непосредственной близости от хвостового стебля. Многие авторы рассматривают как высоту хвостового стебля.

**Антедорсальное расстояние** – расстояние от вершины рыла до основания первого спинного плавника.

**Постдорсальное расстояние** – расстояние от вертикали заднего конца основания спинного плавника до основания хвостового плавника, считая по середине тела. Если плавников два или эту линию откладывают от конца основания первого плавника, если он отделен от других. Если плавники сращены, постдорсальное расстояние берут от вертикали второго плавника. Но это оговаривают в таблице.

**Длина хвостового стебля** – расстояние от заднего края анального плавника до основания хвостового плавника или до конца чешуйного покрова. Откладывают эту линию по середине тела рыбы.

**Длина основания  $D$  – длина спинного плавника ( $qs$ )** – от основания переднего, хотя бы зачаточного, луча до основания последнего луча или до конца перепонки (если она есть) спинного плавника. Если спинной плавник не один – показывают длину другого (или других). При слитых спинных плавниках (у ерша) определяют расстояние до конца каждого плавника.

**Наибольшая высота  $D$**  – высота спинного плавника ( $tu$ ), высота наибольшего луча этого плавника.

**Длина основания  $A$** , длина анального плавника – условия те же, что и при измерении длины основания  $D$ .

**Наибольшая высота  $A$** , высота анального плавника. – условия те же, что и при измерении длины основания  $D$ .

**Длина  $P$  и длина  $V$**  – длина брюшных и грудных плавников от передней линии их прикрепления до вершины наиболее длинного луча.

**Длина верхней и нижней лопастей хвостового плавника ( $C$ )** – длина наибольших лучей верхней и нижней лопастей хвостового плавника.

**Расстояние между  $P$  и  $V$**  – расстояние между основаниями грудного и брюшного плавников. В тех случаях, когда грудные плавники лежат над брюшными (тресковые) – расстояние между основаниями грудного и брюшного плавников определять не нужно.

Некоторые промеры, обозначенные на схеме, не всегда и не у всех рыб используют при практических съёмках. В то же время у рыб других семейств могут быть важными другие промеры, например, у рыб, имеющих усики, измеряют их длину.

При изучении конкретных групп (семейств) рыб следует пользоваться узко адаптированными схемами промеров, которые можно найти в специальной литературе, посвящённой конкретной систематической группе.

Все признаки преобразуются затем в индексы, которые выражают величину каждого признака в долях единицы по отношению к длине рыбы ( $ab$ ) или к длине головы (для головных признаков). При использовании комплексного морфометрического анализа для изучения структуры популяции появляется проблема определения информативного комплекса признаков. Применяя статистические критерии для отбора признаков в каждой отдельной выборке, можно получить весьма различный их набор в силу качественных различий между изучаемыми выборками. Поэтому необходимо выделить информативный комплекс признаков во всей совокупности выборок с учетом их возможных различий. Он и послужит основой для дальнейшего анализа.

### **Меристические признаки**

К меристическим относят признаки, которые можно сосчитать (число позвонков в позвоночнике и лучей в плавниках, число глоточных зубов, количество жаберных тычинок, количество

позвонков в позвоночнике и др.). Результаты также заносят в заранее приготовленные таблицы.

**Число лучей в плавниках** – важный систематический признак многих видов рыб. При составлении формул плавников твердые колючие и мягкие неветвистые лучи обозначают римскими цифрами, а мягкие ветвистые – обычными арабскими. Колючие лучи от мягких отделяют запятой. Если рыба имеет несколько спинных плавников, то между цифрами, относящимися к плавникам, ставят запятую.

**Боковая линия** – важный источник информации. Для составления формулы у рыб одного вида, но разных размеров и возраста производят подсчет числа прободенных чешуй в боковой линии (обозначает количество продольных рядов чешуй), а также числа рядов чешуй над боковой линией до основания спинного плавника и под ней – до основания брюшного плавника.

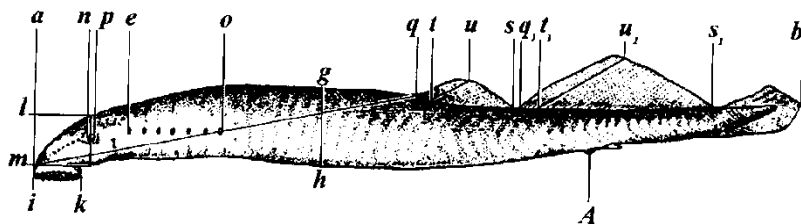
**Число жаберных тычинок** просчитывают обычно на первой дужке. Помимо количества тычинок, указывают длину наибольшей тычинки и всей жаберной дужки. У лососей и сигов указывают характер жаберных тычинок — заостренные, тупые, булавовидные, цилиндрические, плоские.

**Число позвонков** считают без уростиля, принимая его за часть последнего позвонка, или с уростилем. Препарирование позвоночника не сложно: срезать мускулы с боков, со спины и брюшка, затем позвоночник с неотделенной головой и оставшимися кусками мяса вскипятить, после чего кости позвоночника очистить от мяса жесткой зубной щеткой.

**Пилорические придатки** до просчета желательно выдерживать в спирте (70°); если же они были законсервированы в формалине, то до просчета их следует выдержать в холодной воде (до 24 ч). Сам просчет удобно вести путем отрывания пинцетом каждого отростка.

## СХЕМЫ ИЗМЕРЕНИЙ РЫБ РАЗЛИЧНЫХ СЕМЕЙСТВ

(по И.Ф. Правдину, 1966)



**Рис.85.** Схема измерений семейства миноговых *Petromyzontidae*

Aa – расстояние от конца рыла до анального отверстия;

ab – абсолютная длина;

Ab – расстояние от анального отверстия до конца хвостового плавника.

ae – расстояние от конца рыла до первого жаберного отверстия;

an – длина рыла;

ao – длина головы с жаберным аппаратом;

aq – антедорсальное расстояние;

gh – наибольшая высота тела;

ik – диаметр ротового диска;

lm – высота головы;

np – диаметр глаза (горизонтальный);

pe – длина промежутка между глазом и жаберным аппаратом;

$s_1b$  – длина спинной части хвостового плавника;

$s_1q_1$  – длина основания второго спинного плавника;

sq – длина основания первого спинного плавника;

$sq_1$  – расстояние между первым и вторым спинными плавниками;

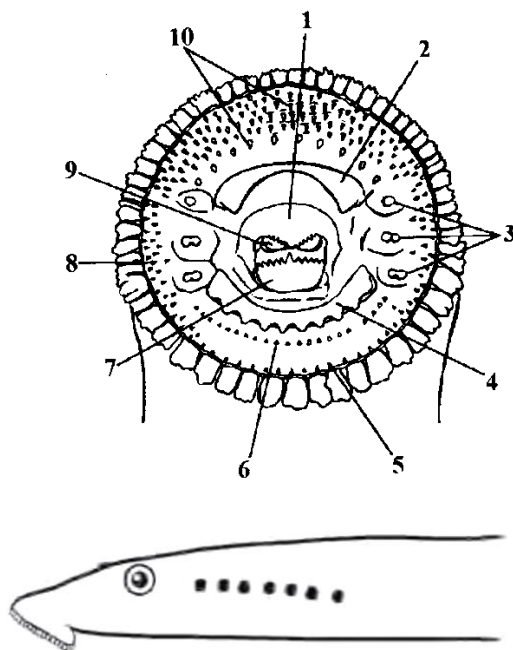
$t_1u_1$  – наибольшая высота второго спинного плавника;

tu – наибольшая высота первого спинного плавника.

### Примечание:

При измерениях всех рыб:

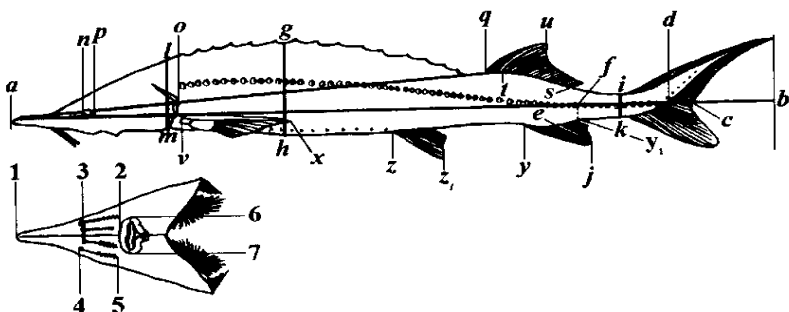
1. ширина лба или межглазничное пространство – расстояние между глазами сверху, т. е. ширина черепа между глазами;
2. наибольший обхват тела измеряют сантиметровой лентой в месте наибольшей толщины тела, не беря в расчет плавников;
3. наибольшая толщина тела – наибольшее расстояние между боками. Но следует помнить, что обхват и толщина тела сильно меняются.



**Рис.86.** Схема строения ротовой воронки миноги.

1 – ротовое отверстие; 2 – верхнечелюстная пластинка; 3 – внутренние боковые губные зубы; 4 – нижнечелюстная пластинка; 5 – краевые зубы; 6 – нижнегубные зубы; 7 – передняя язычная пластинка; 8 – внешние боковые губные зубы; 9 – задняя язычная пластинка; 10 – верхнегубные зубы.





**Рис.87.** Схема измерений рыб семейства осетровые *Acipenseridae*.

ab – длина всей рыбы (абсолютная длина);

ac – длина до конца средних лучей хвостового плавника;

ad – длина до корней средних лучей хвостового плавника;

an – длина рыла;

ao – длина головы;

aq – антедорсальное расстояние

au – антеанальное расстояние;

az – антевентральное расстояние

ej – наибольшая высота анального плавника;

fd – длина хвостового стебля;

gh – наибольшая высота тела;

ik – наименьшая высота тела;

lm – высота головы у затылка;

np – диаметр глаза;

od – длина туловища;

op – длина заглазничного отдела головы;

sq – длина основания спинного плавника;

tu – наибольшая высота спинного плавника;

vx – длина грудного плавника;

vz – пектровентральное расстояние;

yu<sub>1</sub> – длина основания анального плавника;

zy – вентроанальное расстояние;

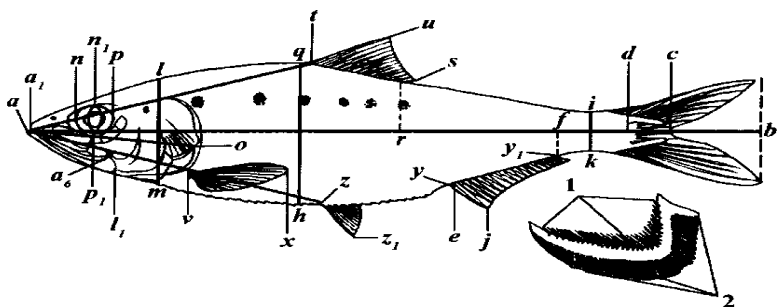
zz<sub>1</sub> – длина брюшного плавника;

1-2 – расстояние от конца рыла до хрящевого свода рта;

1-3 – расстояние от конца рыла до средних усиков;

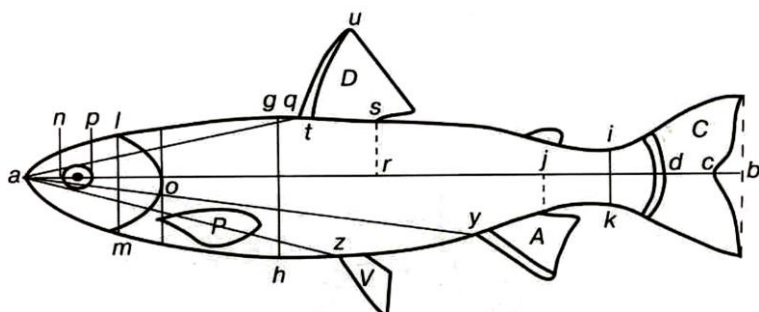
4-5 – длина наибольшего усика;

6-7 – ширина рта.



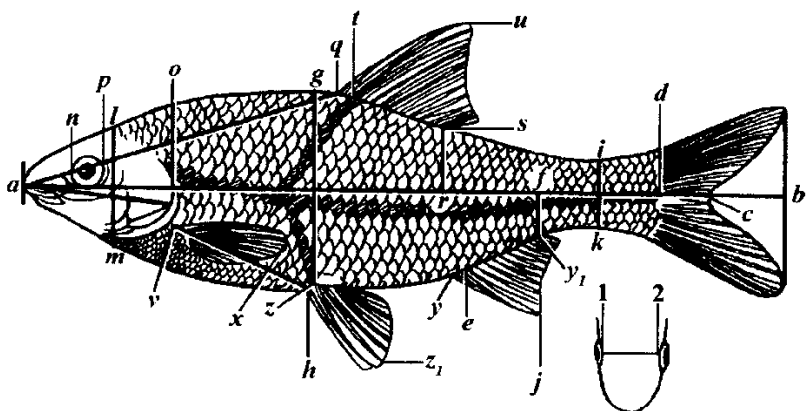
**Рис.88.** Схема измерений рыб семейства сельдевых *Clupeidae*.

- ab – длина всей рыбы (абсолютная длина);
- ac – длина до конца средних лучей С;
- ad – длина без хвостового плавника (длина тела);
- an – длина рыла;
- $n_1p_1$  – диаметр глаза (вертикальный);
- or – длина заглазничного отдела головы;
- ao – длина головы;
- lm – высота головы у затылка;
- $a_1a_6$  – длина верхнечелюстной кости;
- $a_{l_1}$  – длина нижней челюсти;
- qh – наибольшая высота тела;
- ik – наименьшая высота тела;
- aq – антедорсальное расстояние;
- rd – постдорсальное расстояние;
- az – антевентральное расстояние;
- ay – антеанальное расстояние;
- fd – длина хвостового плавника;
- qs – длина основания спинного плавника;
- tu – наибольшая высота спинного плавника;
- уу<sub>1</sub> – длина основания анального плавника;
- ej – наибольшая высота анального плавника;
- vx – наибольшая высота грудного плавника;
- zz<sub>1</sub> – наибольшая высота брюшного плавника;
- vz – пекто-вентральное расстояние;
- zy – вентроанальное расстояние;
- dc – длина средних лучей хвостового плавника;
- 1 – число жаберных тычинок; 2 – число жаберных лепестков.



**Рис.89.** Схема измерений рыб семейства лососевых *Salmonidae*.

- aa<sub>5</sub> – длина средней части головы;
- aa<sub>6</sub> – длина верхнечелюстной кости
- ab – абсолютная длина тела;
- ac – длина тела по Смитту;
- ad – длина тела (без хвостового плавника);
- an – длина рыла;
- ao – длина головы;
- aq – антедорсальное расстояние;
- ay – антеанальное расстояние;
- az – антевентральное расстояние;
- ej – наибольшая высота анального плавника;
- fd – длина хвостового стебля;
- gh – наибольшая высота тела;
- ik – наименьшая высота тела;
- lm – высота головы у затылка;
- np – диаметр глаза (горизонтальный);
- od – длина туловища;
- op – длина заглазничного отдела головы;
- qs – длина основания спинного плавника;
- rd – постдорсальное расстояние;
- tu – наибольшая высота спинного плавника;
- vx – наибольшая высота грудного плавника;
- vz – пектروентральное расстояние;
- yu<sub>1</sub> – длина основания анального плавника
- zy – вентроанальное расстояние.



**Рис.90.** Схема измерений рыб семейства карповых *Cyprinidae*.

ab – длина всей рыбы (абсолютная длина);

ac – длина по Смитту;

ad – длина без С;

an – длина рыла;

pr – диаметр глаза (горизонтальный);

od – длина туловища;

po – длина заглазничного отдела головы;

ao – длина головы;

lm – высота головы у затылка;

gh – наибольшая высота тела;

ik – наименьшая высота тела;

aq – антедорсальное расстояние;

rd – постдорсальное расстояние;

fd – длина хвостового стебля;

qs – длина основания спинного плавника;

tu – наибольшая высота спинного плавника;

yy<sub>1</sub> – длина основания анального плавника;

ej – наибольшая высота анального плавника;

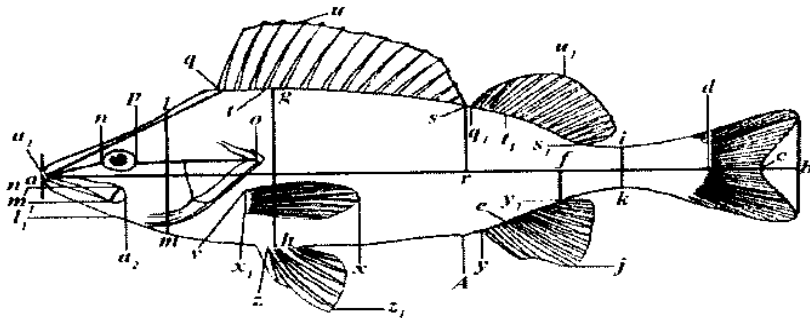
vx – наибольшая высота грудного плавника;

zz<sub>1</sub> – наибольшая высота брюшного плавника;

vz – пектروентральное расстояние;

zy – вентроанальное расстояние;

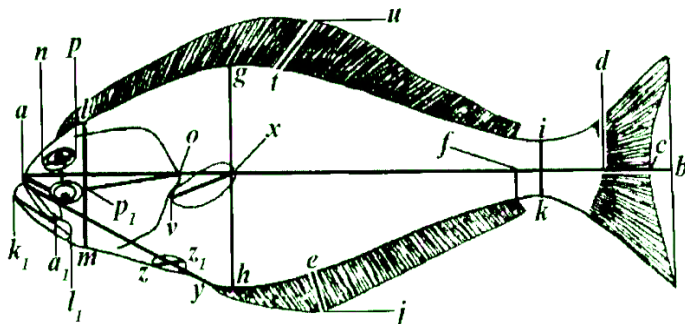
Внизу справа изображен промер ширины лба.



**Рис.91.** Схема измерений рыб семейства окунёвых *Percidae* и скорпеновых *Scorpaenidae*.

- a<sub>1</sub>a<sub>2</sub> – длина верхнечелюстной кости;
- ab – длина всей рыбы (абсолютная длина)
- ac – длина по Смитту;
- ad – длина без хвостового плавника;
- ap – длина рыла;
- ao – длина головы;
- aq – антедорсальное расстояние;
- au – антеанальное расстояние;
- Ay – расстояние между анальным отверстием и анальным плавником.
- az – антеверсальное расстояние;
- ej – наибольшая высота анального плавника;
- fd – длина хвостового стебля;
- gh – наибольшая высота тела;
- ik – наименьшая высота тела;
- k<sub>1</sub>l<sub>1</sub> – длина нижней челюсти;
- lm – высота головы у затылка;
- n<sub>1</sub>m<sub>1</sub> – штрина верхнечелюстной кости;
- np – диаметр глаза (горизонтальный);
- od – длина туловища;
- op – длина заглазничного отдела;
- q<sub>1</sub>s<sub>1</sub> – длина основания второго спинного плавника;
- qs – длина основания первого спинного плавника
- rd – постдорсальное расстояние;
- t<sub>1</sub>u<sub>1</sub> – наибольшая высота второго спинного плавника;
- tu – наибольшая высота первого спинного плавника;

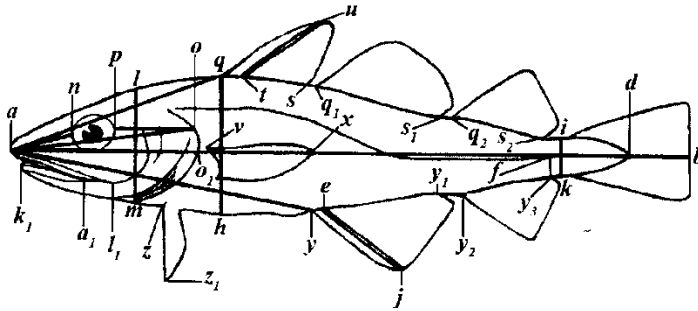
$vx$  – наибольшая длина грудного плавника;  
 $vx_1$  – ширина основания грудного плавника;  
 $vy$  – пектроанальное расстояние;  
 $yu_1$  – длина основания анального плавника;  
 $zy$  – вентроанальное расстояние;  
 $zz_1$  – наибольшая длина брюшного плавника.



**Рис.92.** Схема измерений рыб семейства камбаловых *Pleuronectidae*

$ab$  – длина всей рыбы;  
 $ac$  – длина до конца средних лучей  $C$ ;  
 $ad$  – длина без хвостового плавника;  
 $an$  – длина рыла;  
 $pr$  – диаметр глаза (горизонтальный);  
 $o_1p$  – длина заглазничного отдела головы;  
 $ao$  – длина головы;  
 $lm$  – высота головы;  
 $aa_1$  – длина верхней челюсти;  
 $k_1l_1$  – длина нижней челюсти;  
 $gh$  – наибольшая высота тела;  
 $ik$  – наименьшая высота тела;  
 $aq$  – антедорсальное расстояние;  
 $az$  – антевентральное расстояние  
 $ay$  – антианальное расстояние  
 $fd$  – длина хвостового стебля;  
 $tu$  – наибольшая высота спинного плавника;  
 $ej$  – наибольшая высота анального плавника;  
 $xv$  – наибольшая длина грудного плавника;  
 $zz_1$  – наибольшая длина брюшного плавника;

$zy$  – вентроанальное расстояние;  
 $dc$  – длина средних лучей хвостового плавника.



**Рис.93.** Схема измерений рыб семейства тресковых *Gadidae*

$aa_1$  – длина верхней челюсти;  
 $ab$  – длина всей рыбы;  
 $ad$  – длина без С;  
 $an$  – длина рыла;  
 $ao$  – длина головы;  
 $aq$  – антедорсальное расстояние;  
 $ay$  – антеанальное расстояние;  
 $ej$  – наибольшая высота первого анального плавника;  
 $fd$  – длина хвостового стебля;  
 $ik$  – наименьшая высота тела;  
 $k_1l_1$  – длина нижней челюсти;  
 $lm$  – высота головы у затылка;  
 $pr$  – диаметр глаза (горизонтальный);  
 $o_1d$  – длина туловища;  
 $op$  – длина заглазничного отдела головы;  
 $q_1s_1$  – длина основания второго спинного плавника;  
 $q_2s_2$  – длина основания третьего спинного плавника;  
 $qh$  – наибольшая высота тела;  
 $qs$  – длина основания первого плавника;  
 $tu$  – наибольшая высота первого спинного плавника;  
 $vx$  – наибольшая длина грудного плавника;  
 $y_2y_2$  – длина основания второго анального плавника;  
 $y_1y_1$  – длина основания первого анального плавника  
 $zy$  – вентроанальное расстояние.  
 $zz_1$  – наибольшая высота брюшного плавника.

## Приложение 1

### Таблицы промеров рыб

Таблица А. Промеры миноговых *Petromyzontidae*.

Признак	Номер рыбы				
	1	2	3	...	n
Вид рыбы:					
Масса тела, г					
Абсолютная длина					
Наибольшая высота тела					
Наибольший обхват тела					
Высота головы					
Длина головы					
Длина жаберного аппарата					
Длина рыла					
Длина глаза					
Расстояние от глаза до жаберного аппарата					
Диаметр ротового диска					
Длина головы с жаберным аппаратом					
Ширина лба					
Антедорсальное расстояние					
Расстояние от конца рыла до анального отверстия					
Расстояние между I D и II D					
Длина основания I D					
Наибольшая высота I D					
Длина основания II D					
Наибольшая высота II D					
Длина спинной части С					
Расстояние от анального отверстия до конца С					
Число зубов на верхнечелюстной пластинке					
Число зубов на нижнечелюстной пластинке					
Число зубов на язычной пластинке					
Пол и стадия зрелости					

Примечание: \*Основные обозначения плавников: С – хвостовой, Р – грудной, V – брюшной, А – анальный, I D и II D –



первый и второй спинные плавники. \*\* Все линейные промеры приводят в мм.

**Таблица В.** Промеры осетровых рыб *Acipenseridae*.

Признак	Номер рыбы				
	1	2	3	...	n
Вид рыбы:					
Масса рыбы, г					
Длина всей рыбы					
Длина рыбы до конца средних лучей С					
Длина до корней средних лучей С					
Длина туловища					
Число спинных жучек					
Число боковых жучек					
Число брюшных жучек					
Число лучей в D					
Число лучей в А					
Число тычинок на первой жаберной дуге					
Длина рыла					
Ширина рыла					
Расстояние от конца рыла до губы					
Расстояние от конца рыла до средних усиков					
Длина наибольшего усика					
Диаметр глаза (горизонтальный)					
Длина заглазничного отдела головы					
Длина головы					
Высота головы у затылка					
Наибольшая ширина головы					
Ширина лба					
Высота лба					
Наибольшая высота тела					
Наибольшая толщина тела					
Наибольший обхват тела					
Наименьшая высота тела					
Длина хвостового стебля					
Антедорсальное расстояние					
Антевентральное расстояние					
Антеанальное отношение					
Длина основания D					
Пектровентральное расстояние					

Вентроанальное расстояние					
Наибольшая высота D					
Длина основания A					
Наибольшая высота A					
Ширина основания P					
Наибольшая высота P					
Ширина основания V					
Наибольшая высота V					

**Таблица С.** Промеры рыб семейства сельдевых *Clupeidae*.

Признак	Номер рыбы				
Вид рыбы:					
Масса рыбы, г					
Длина всей рыбы (абсолютная длина)					
Длина рыбы до конца средних лучей С					
Длина рыбы без С					
Число поперечных рядов чешуй					
Число лучей в D					
Число лучей в А					
Число тычинок на первой жаберной дуге					
Число пилорических придатков					
Число позвонков (туловищных и хвостовых – отд.)					
Число шипиков перед анальным плавником					
Число шипиков позади анального плавника					
Число зубов на верхней челюсти					
Число зубов на нижней челюсти					
Длина рыла					
Диаметр глаза (вертикальный)					
Длина заглазничного отдела головы					
Длина головы					
Высота головы у затылка					
Ширина лба					
Длина нижней челюсти					
Наибольшая высота тела					
Наименьшая высота тела					
Антедорсальное расстояние					
Постдорсальное расстояние					
Антевентральное расстояние					

Антеанальное расстояние					
Длина хвостового стебля					
Длина основания D					
Наибольшая высота D					
Длина основания A					
Наибольшая высота A					
Ширина основания P					
Наибольшая высота P					
Ширина основания V					
Наибольшая высота V					
Пектоventральное расстояние					
Вентроанальное расстояние					
Длина средних лучей C					

**Таблица D.** Промеры рыб семейства лососевых *Salmonidae*.

Признак	Номер рыбы				
Вид рыбы:					
Масса рыбы, г					
Длина всей рыбы (абсолютная длина)					
Длина рыбы по Смитту					
Длина рыбы без C					
Длина туловища					
Длина наибольшей жаберной тычинки					
Длина жаберной дуги					
Число лучей в D					
Число лучей в A					
Число тычинок на первой жаберной дуге					
Число пилорических придатков					
Число позвонков (туловищных и хвостовых – отд.)					
Длина средней части головы					
Длина верхнечелюстной кости					
Ширина верхнечелюстной кости					
Длина рыла					
Диаметр глаза (вертикальный)					
Длина заглазничного отдела головы					
Длина головы					
Высота головы у затылка					
Ширина лба					

Длина нижней челюсти					
Наибольшая высота тела					
Наименьшая высота тела					
Антедорсальное расстояние					
Постдорсальное расстояние					
Антевентральное расстояние					
Антеанальное расстояние					
Длина хвостового стебля					
Длина основания D					
Наибольшая высота D					
Длина основания A					
Наибольшая высота A					
Ширина основания P					
Наибольшая высота P					
Ширина основания V					
Наибольшая высота V					
Пектоцентральное расстояние					
Вентроанальное расстояние					

**Таблица Е.** Промеры рыб семейства карповых *Cyprinidae*.

Признак	Номер рыбы				
	1	2	3	...	n
Вид рыбы:					
Масса рыбы, г					
Длина всей рыбы (абсолютная)					
Длина рыбы по Смитту					
Длина рыбы без С					
Длина туловища					
Число чешуй в боковой линии					
Число рядов чешуй над боковой линией					
Число рядов чешуй под боковой линией					
Число лучей в D					
Число лучей в A					
Число тычинок на первой жаберной дуге					
Длина рыла					
Диаметр глаза (горизонтальный)					
Длина заглазничного отдела головы					
Длина головы					
Высота головы у затылка					
Ширина лба					

Наибольшая высота тела;					
Наименьшая высота тела;					
Антедорсальное расстояние					
Постдорсальное расстояние					
Длина хвостового стебля					
Длина основания D					
Длина основания A					
Наибольшая высота A					
Ширина основания P					
Наибольшая высота P					
Ширина основания V					
Наибольшая высота V					
Пектروентральное расстояние					
Вентроанальное расстояние					
Формула глоточных зубов					
Позвонков (туловищных и хвостовых отдельно)					

**Таблица F.** Промеры рыб семейства *Percidae* и скорпеновых *Scorpaenidae*

Признак	Номер рыбы				
	1	2	3	...	n
Вид рыбы:					
Масса рыбы, г					
Длина всей рыбы					
Длина рыбы до конца средних лучей C					
Число чешуй в боковой линии					
Число лучей в I D					
Число лучей во II D					
Число лучей в A					
Число тычинок на первой жаберной дуге					
Длина первой жаберной дуги					
Длина наибольшей жаберной тычинки					
Длина головы					
Высота головы					
Длина рыла					
Диаметр глаза (горизонтальный)					
Длина заглазничного отдела					
Длина верхнечелюстной кости					
Длина нижнечелюстной кости					

Ширина лба					
Наибольшая высота тела					
Наименьшая высота тела;					
Длина хвостового стебля					
Антедорсальное расстояние					
Постдорсальное расстояние					
Расстояние от анального отверстия до А					
Длина основания I D					
Длина основания во II D					
Длина основания II D					
Расстояние между I D и II D					
Высота I D					
Высота II D					
Наибольшая длина P					
Ширина основания P					
Наибольшая длина V					
Ширина основания V					
Длина основания A					
Высота A					
Длина хвостовой выемки					
Число позвонков туловищных и хвостовых (отд.)					

**Таблица G.** Промеры рыб семейства камбаловых *Pleuronectidae*.

Признак	Номер рыбы				
	1	2	3	...	n
Вид рыбы:					
Масса рыбы, г					
Длина всей рыбы					
Длина до конца средних лучей С					
Длина без хвостового плавника					
Длина рыла					
Диаметр глаза (горизонтальный)					
Длина заглазничного отдела головы					
Длина головы					
Высота головы					
Длина верхней челюсти					
Длина нижней челюсти					
Наибольшая высота тела					
Наименьшая высота тела					

Антедорсальное расстояние					
Антевентральное расстояние					
Антианальное расстояние					
Наибольшая высота спинного плавника					
Наибольшая высота анального плавника					
Наибольшая длина грудного плавника					
Наибольшая длина брюшного плавника					
Вентроанальное расстояние					
Длина средних лучей хвостового плавника					
Длина хвостового стебля					

**Таблица Н.** Промеры рыб семейства тресковых *Gadidae*.

Признак	Номер рыбы				
	1	2	3	...	n
Вид рыбы:					
Масса рыбы, г					
Длина всей рыбы					
Длина головы					
Высота головы у затылка					
Длина рыла					
Диаметр глаза (горизонтальный)					
Длина заглазничного отдела					
Длина верхней челюсти					
Длина без С					
Длина туловища					
Наибольшая высота тела					
Наименьшая высота тела;					
Длина хвостового стебля					
Антедорсальное расстояние					
Длина основания I D					
Длина основания II D					
Длина основания III D					
Длина основания II A					
Наибольшая высота I D					
Наибольшая длина I A					
Наибольшая длина V					
Наибольшая длина P					
Длина основания I A					
Антеанальное расстояние					
Вентроанальное расстояние					

## Приложение 2

**Таблица К.** Индексы промеров рыб семейства лососевых (Salmonidae).

Признак	Номер рыбы				
	1	2	3	...	n
Вид рыбы:					
Масса рыбы, г					
Длина по Смитту					
Пол и стадия зрелости					
Возраст					
Число чешуй в боковой линии					
Число лучей в D					
Число лучей в A					
Число тычинок на первой жаберной дуге					
Пилорических придатков					
Позвонков (туловищных и хвостовых отдельно)					
<b>В % от длины тела (по Смитту)</b>					
Длина рыла					
Диаметр глаза					
Заглазничный отдел головы					
Длина средней части головы					
Длина головы					
Высота головы у затылка					
Ширина лба					
Длина верхнечелюстной кости					
Длина нижней челюсти					
Наибольшая высота тела					
Наименьшая высота тела					
Антедорсальное расстояние					
Постдорсальное расстояние					
Антевентральное расстояние					
Длина хвостового стебля					
Длина основания D					
Длина основания A					
Наибольшая высота A					
Длина P					
Длина V					



Расстояние между P и V					
Расстояние между V и A					
<b>В % длины головы</b>					
Длина рыла					
Диаметр глаза					
Заглазничный отдел головы					
<b>Признаки</b>	<b>Номер рыбы</b>				
Длина средней части головы					
Высота головы у затылка					
Ширина лба					
Длина верхнечелюстной кости					
Ширина верхнечелюстной кости					
Длина нижней челюсти					
Высота рыльной площадки					
Высота рыльной площадки в % ее длины					
Диаметр глаза в % длины рыла					
Ширина верхнечелюстной кости в % ее длины					
Наименьшая высота тела в % длины нижней челюсти					
Расстояние V-A в % антедорсального расстояния					
Расстояние V-A в % расстояния P-V					
Длина V в % длины P					
Длина жаберной тычинки в % длины жаберной дуги					

**Таблица L.** Индексы промеров рыб семейства карповых *Cyprinidae*.

Признак	Номер рыбы				
	1	2	3	...	n
Вид рыбы:					
Масса рыбы, г					
Длина рыбы без С					
Пол и стадия зрелости					
Возраст					
Число чешуй в боковой линии					
Число лучей в D					
Число лучей в A					

Формула глоточных зубов					
Число тычинок на первой жаберной дуге					
Позвонков (туловищных и хвостовых отдельно)					
<b>В % от длины тела</b>					
Длина рыла					
Диаметр глаза (горизонтальный)					
Длина заглазничного отдела головы					
Высота головы у затылка					
Ширина лба					
Длина головы					
Наибольшая высота тела;					
Наименьшая высота тела;					
Антедорсальное расстояние					
Постдорсальное расстояние					
Расстояние между Р и V					
Расстояние между А и V					
Наибольшая толщина тела					
Длина хвостового стебля					
Длина основания D					
Длина основания А					
Наибольшая высота А					
Ширина основания Р					
Наибольшая высота Р					
Ширина основания V					
Наибольшая высота V					
<b>В % от длины головы</b>					
Длина рыла					
Диаметр глаза (горизонтальный)					
Высота головы у затылка					
Ширина лба					

**Таблица М.** Индексы промеров рыб семейства окуневых *Percidae* и скорпеновых *Scorpaenidae*.

Признак	Номер рыбы				
	1	2	3	...	n
Вид рыбы:					
Масса рыбы, г					
Длина тела					
Пол и стадия зрелости					

Длина головы					
<b>В % от длины тела</b>					
Длина головы					
Высота головы у затылка					
Наибольшая высота тела					
Наименьшая высота тела					
Антедорсальное расстояние					
Постдорсальное расстояние					
Длина хвостового стебля					
Расстояние от ануса до А					
Длина основания ID					
Длина основания IID					
Промежуток между ID и IID					
Высота ID					
Высота IID					
Длина основания А					
Высота А					
<b>В % от длины головы</b>					
Длина рыла					
Диаметр глаза горизонтальный					
Заглазничный отдел головы					
Длина верхнечелюстной кости					
Длина нижнечелюстной кости					
Ширина лба					
Длина головы в % наибольшей высоты тела					
Длина жаберной тычинки в % длины жаберной дуги					
Ширина основания <i>P</i> в % длины <i>P</i>					
Хвостовая выемка					



## Приложение 3

### Схема описания рыб

(по Зиновьев, Мандрица 2003).

1. Окраска тела молодежи и взрослых рыб (спина, брюшко, голова, бока), наличие на теле полос и пятен, с указанием их расположения и количества.
2. Окраска плавников от личинки до взрослых особей.
3. Форма тела, головы, рыла, глаз.
4. Форма плавников (D, A, P, V, C, жирового).
5. Положение челюстей относительно глаза.
6. Наличие зубов, их величина, число рядов, форма и число глоточных зубов с каждой стороны.
7. Величина и форма голых (без чешуи) участков на передней части брюшка, перед P, у рыб разного пола и размера.
8. Величина, форма и положение ноздрей относительно глаза и переднего края рыла.
9. Наиболее характерные признаки вида и популяции – ширина лба, высота головы, тела, положения рта и др.
10. Величина и форма мочепоолового сосочка у самцов и самок, внешние половые признаки; при каких размерах становятся заметными.
11. У карповых рыб указывают толщину P и V, т.к. у самцов она часто больше, чем у самок.

## ЛИТЕРАТУРА

- Абакумов В.А. Методы рыбохозяйственных исследований. Методическое пособие. Астрахань, 1997.
- Аннотированный каталог круглоротых и рыб континентальных вод России / под ред. Ю.С. Решетникова. М., 1998.
- Баранов Ф.И. Рыболовство и предельный возраст рыб // Бюлл. рыбн. хозяйства. №9. 1925.
- Баранов Ф.И. Техника промышленного рыболовства. М., 1960.
- Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Часть 1-3. М.-Л., 1948-1949.
- Брюзгин В.Л. Методы изучения роста рыб по чешуе, костям и отолитам. Киев, 1969.
- Брюзгин Л.В. Применение эмпирических шкал для изучения роста рыб. Гидробиол. жури., 1970, № 1.
- Бурдак В.Д. Функциональная морфология чешуйного покрова рыб. Киев, 1979.
- Васицецов В.В. О закономерностях роста рыб // Очерки по общим вопросам ихтиологии. М.-Л., 1953.
- Васильева Е.Д. Популярный атлас-определитель. Рыбы. М., 2004.
- Васильков В. П. Изучение ритмов роста методом математического спектрального анализа склеритограмм чешуи. М., 1979.
- Вовк Ф.И. О методике реконструкции роста рыб по чешуе // Тр. Биол. Ст. «Борок». Т. 2. 1965.
- Григораш В.А., Спановская В.Д. Изучение питания и пищевых отношений в пределах их ареалов. Вильнюс, 1976.
- Дементьева Т.Ф. Биологическое обоснование промысловых прогнозов. М., 1976.
- Дементьева Т.Ф. Методика составления прогнозов по лещу Северного Каспия. Тр. ВНИРО. Т. 21. 1952.
- Дементьева Т.Ф. Методика составления прогнозов уловов леща Северного донских судака и леща // Тр. АзЧерНИРО. Т. 15. 1951.

- Добринская Л.А. Перспективы использования метода морфофизиологических индикаторов при изучении рыб на Урале // Сб. научных трудов ГосНИОРХ. Вып. 212. 1984.
- Жадин В.И. Методы гидробиологического исследования. М., 1960.
- Жадин В.И., Герд С.В. Реки, озера и водохранилища СССР, их фауна и флора. М., 1961.
- Жаков Л. А., Меншуткин В. В. Практические занятия по ихтиологии. Ярославль, 1982.
- Зиновьев Е. А., Мандрица С. А. Методы исследования пресноводных рыб. Пермь, 2003.
- Иванков В.Н. К методике определения возраста горбуши // Изв. ТИНРО. Т. 65. 1968.
- Ильмаст Н.В. Введение в ихтиологию (учебное пособие). Петрозаводск, 2005.
- Инструкции и методические рекомендации по сбору и обработке биологической информации в районах исследований ПИНРО. Мурманск, 2001.
- Иоганзен Б. Г. К изучению плодовитости рыб // Тр. Томского ун-та. Т. 121. 1955.
- Кафанова В.В. Методы определения возраста и роста рыб. Томск, 1984.
- Коблицкая А.Ф. Определитель молоди пресноводных рыб. М., 1981.
- Котляр О.А. Методы рыбохозяйственных исследований (ихтиология). Рыбное, 2004.
- Лакин Г. Ф. Биометрия. М., 1990.
- Ли Р. Определение роста рыб // Сб. статей по методике определения возраста и роста рыб. Красноярск, 1976.
- Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях / отв. Ред. В.Е. Боруцкий. М., 1974.
- Методы гидрологических исследований: проведение измерений и описание рек. М., 1996.
- Мина М. В. Отолит как регистрирующая структура. М., 1967.
- Моисеев П.А., Азизова Н.А., Куранова И.И. Ихтиология. М., 1981.

- Монастырский Г.В. Видоизменения доски Э. Леа. // Тр. Научн. ин-та рыбн. хоз-ва. Т.1. 1924.
- Монастырский Г.Н. Динамика численности промысловых рыб // Тр. ВНИРО. Т. 21. 1952.
- Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб. М., 1974.
- Никольский Г.В. Экология рыб. М., 1974.
- Определитель рыб и беспозвоночных Каспийского моря. Т. 1. Рыбы и моллюски / Богуцкая Н.Г., Кияшко П.В., Насека А.М., Орлова М.И. СПб., 2013.
- Пермитин И.Е. О методике определения возраста у окуня // Вопросы ихтиологии. Т. 5. Вып. 2 (35). 1963.
- Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. М., 1966.
- Применение метода морфофизиологических индикаторов для оценки качественного состава рыб. Методические указания. Петрозаводск, 1997.
- Рокицкий П.Ф. Основы вариационной статистики для биологов. Минск, 1961.
- Руденко Г.П. Методика определения численности рыб, ихтиомассы и рыбопродукции в малых озерах, обработанных ихтиоцидом // Типовые методики исследования продуктивных видов рыб в пределах их ареалов. Ч. 2. Вильнюс, 1976.
- Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. СПб., 1992.
- Руководство по изучению питания рыб в естественных условиях. М., 1961.
- Рыжков Л.П., Дзюбук И.М., Кучко Т.Ю. Ихтиологические исследования на водоёмах. Петрозаводск, 2013.
- Сечин Ю.Т. Методические указания по оценке численности рыб в пресноводных водоемах. М., 1990.
- Смирнов В.С., Божко А. М., Рыжков Л. П., Добринская Л. А. Применение метода морфофизиологических индикаторов в экологии рыб // Тр. СевНИОРХ. Т. 7. Петрозаводск, 1972. 166 с.
- Тюрин И.В. Биологические обоснования регулирования рыболовства на внутренних водоемах. М., 1963.

- Филонцев П.П., Омаров Т.Р., Муравлев Г.Г. Озера Казахстана. Алматы, 1995.
- Чугунов Л.Н. Определение возраста и темпа роста рыб по костям // Сб. статей по методике определения возраста и роста рыб. Красноярск, 1926.
- Чугунова Н. И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М., 1959.
- Шварц С.С. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии животных // Зоол. журнал. Т. 37. №2. 1958.
- Шерифф К. Об определении роста рыб по чешуе // Сб. статей по методике определения возраста и роста рыб. Красноярск, 1926.
- Энциклопедия Научной Библиотеки. <http://enc.sci-lib.com/article0008635.html>. Downloaded: 2017.05.12.
- Яржомбек А.А. Справочные материалы по росту рыб: тресковые рыбы. М., 1998.
- Brakovska A., Paidere, J., Skute R., Skute N., Skute A. 2013. Occurrence of Cladocera and genetic diversity of *Daphnia cucullata* in pelagic zone of the Latvian salmonid lakes. *Estonian Journal of Ecology*. Vol. 62 No.4. 244- 264.
- Brakovska A., Skute R., Skute A. 2012. Heterogeneity of distribution and community composition of zooplankton in upper layers of Lake Svente. *Zoology and Ecology*. 1-2.
- Deksne R., Skute A. 2011. The influence of ecohydrological factors on the cenosis of the Daugava River zooplankton. *Acta Zoologica Lituanica*, 21 (2), 133-144p.p., ISSN 1648-6919
- Jurevičs, P., A. Skute. 2013. Vertical distribution and abundance of pelagic fish in two deep stratified lakes in Latvia. *Polish Journal of Natural Sciences*, Vol 28(2): 283–294.
- Latvijas zivju sugu uzskaitjums [https://lv.wikipedia.org/wiki/Latvijas\\_zivju\\_sugu\\_uzskait%C4%ABjums](https://lv.wikipedia.org/wiki/Latvijas_zivju_sugu_uzskait%C4%ABjums). [downloaded: 2017.12.23.]
- Meeske A.C.M., Pupins M. (2009): The European pond turtle in Latvia. -in: Rogner M.: European Pond Turtles. The Genus *Emys*. -Germany, Edition Chimaira. Chelonian Library, 4: 214-216. ISBN 978-389973-604-5



- Pupina A., Pupins M. (2008): The new data on distribution, biotopes and situation of populations of *Bombina bombina* in the south-east part of Latvia. -*Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*, Vol.8 (1): 67-73. ISSN 1407-8953.
- Pupina A., Pupins M. (2009): Comparative analysis of biotopes and reproductive-ecological manifestations of *Bombina bombina* (Linnaeus, 1761) in Latvia. -*Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*, Vol. 9 (1): 121-130. ISSN: 1407-8953
- Pupina A., Pupins M. (2016): First records of new aquatic predator *Pelodiscus sinensis* (Wiegmann 1835) in Latvia and preliminary ecological risk assessment of the invasion for autochthonic *Emys orbicularis* (Linnaeus 1758). -*Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*, 16 (1): 61-76. ISSN 1407-8953.
- Pupina A., Pupins M. (2017): Adult *Bombina bombina* prey on young whitebaits of invasive fish *Perccottus glenii*. -Programme & Abstracts. 19th European Congress of Herpetology, Society European Herpetologica. University of Salzburg, Salzburg, Austria, 2017.09.18-23. P.128.
- Pupina A., Pupins M., Skute A., Pupina Ag., Karklins A. (2015): The distribution of the invasive fish amur sleeper, rotan *Perccottus glenii* Dybowski, 1877 (Osteichthyes, Odontobutidae), in Latvia. -*Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*, 15 (2): 329 – 341. ISSN 1407 – 8953.
- Pupins M. (2007): First report on recording of the invasive species *Trachemys scripta elegans*, a potential competitor of *Emys orbicularis* in Latvia. -*Acta Universitatis Latviensis*, vol. 273, Biology: 37-46.
- Pupins M., Pupina A. (2008a): Distribution of European pond turtle *Emys orbicularis* (LINNAEUS, 1758) on the northern edge of its area in Latvia. -*Revista Espanola de Herpetologia*: 22: 149-157.
- Pupins M., Pupina A. (2008b): The data on the observations of the European pond turtle (*Emys orbicularis* L.) at the northern edge of its area in Latvia. -*Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*, Vol.8 (1): 35-46. ISSN 1407-8953.
- Pupins M., Pupina A. (2011): First records of 5 allochthonous species and subspecies of Turtles (*Trachemys scripta troostii*, *Mauremys caspica*, *Mauremys rivulata*, *Pelodiscus sinensis*, *Testudo horsfieldii*) and new records of subspecies *Trachemys scripta elegans* in Latvia.

(Correction: *Trachemys scripta troostii* = *Pseudemys concinna*  
Management of Biological Invasions, 2: 69-81.

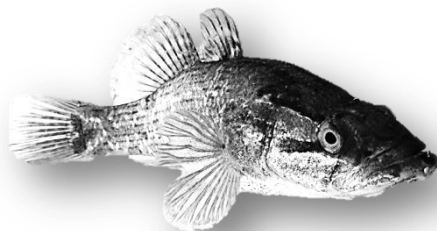
Pupiņš M., Pupiņa A. (2012): Findings of *Emys orbicularis* (Linnaeus 1758) in salmonid lakes in Latvia. -Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis, Suppl. 3, 2012: 91 – 93. ISSN: 1407-8953.

Pupiņš M., Pupiņa A. (2012): Invasive fish *Perccottus glenii* in biotopes of *Bombina bombina* in Latvia on the north edge of the fire-bellied toad's distribution. -Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis, Suppl. 3, 2012: 82 – 90

Saeima (2000): Autortiesību likums. Redakcija: 31.12.2014. "Latvijas Vēstnesis", 148/150 (2059/2061).

Skute A., Bardacenko V., Solomenikovs A. (2012). Investigation of predator-prey interactions between fish populations in lake Razna (Latvia) with general discrete time-dependent Lotka-Volterra model. *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*, Suppl. 3, 112 – 120

Skute A., Pupins M., Pupina A. (2016): Behavioral responses of salmonid fingerlings to new invasive fish predator *Perccottus glenii*. -Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis, 16 (1): 91-98.



## ГЛОССАРИЙ

**Абиссаль** – зона морского дна ложа океана глубиной 3-6 км, площадь 77,1% всей акватории.

**Автохтоны** – виды, возникшие на данной территории или акватории.

**Адаптивная радиация** – возникновение новых видов при заполнении свободных экологических ниш.

**Аквакультура** – биотехнология разведения гидробионтов.

**Акклиматизация** – успешное вселение в новый регион нового вида.

**Аксиллярные лопасти** – парные удлинённые образования треугольной формы, расположенные с каждой стороны тела в углах между прикреплением брюшных плавников и поверхностью брюха. Основу лопастинок составляют видоизменённые чешуи.

**Аллохтонный** – привнесённый извне.

**Амиктические яйца** – неоплодотворённые яйца жаброногих рачков.

**Амфибионты** – организмы, приспособленные к обитанию в водной и воздушной среде.

**Анадромные виды** – виды рыб, воспроизводящиеся в пресной воде и совершающие затем миграции в море для нагула (дальневосточные лососи, корюшка-зубатка, краснопёрки, лапша-рыба и др.).

**Анальная папилла** – половой сосочек у самцов бычков-керчаков.

**Анальное отверстие**, или анус – заднепроходное отверстие, служащее для вывода переваренных остатков пищи из кишечника в окружающую среду.

**Анальный плавник** – см. Плавники.

**Антедорсальное расстояние** – расстояние от конца рыла до начала спинного плавника по прямой линии.

**Апвеллинг** – сгон поверхностных вод и подъем вод из глубин.

**Ареал** – географическая область, занимаемая данной систематической единицей (видом, подвидом, родом и т. д.). Область распространения, в которой данный вид проходит полный цикл развития.

**Батиаль** – зона морского дна материкового склона, глубиной от 200 до 3000 м, площадь –17.3% всей акватории.

**Бентос** – совокупность организмов, обитающих на дне водоёмов, в грунте и на растительности.

**Бентофаги** – рыбы (или другие организмы), питающиеся бентосом.

**Биогены** – ионы, лимитирующие рост и развитие гидрофитов (N, P, Si, Fe)

**Биогеоценоз** – однородный участок земной поверхности с определенным составом живых и косных компонентов, объединенных обменом веществ и потоком энергии в единый комплекс.

**Биоиндикация** – оценка степени загрязнения водоемов с использованием живых организмов.

**Биоразнообразие** – разнообразие видов и сообществ в пределах природно-территориальных комплексов (генетическое, таксономическое и экологическое).

**Биотоп** – местообитание.

**Боковая линия** – представляет особый, свойственный только водным животным, орган восприятия движения воды. Она содержит группы чувствительных (сеймосенсорных) клеток, расположенных обычно на каналах у поверхности тела и головы. У большинства рыб эта линия выражена внешне в виде ряда пор (или трубочек в чешуях), проходящего от головы до хвоста вдоль боков тела. У некоторых рыб бывает несколько боковых линий. У рыб

без чешуи боковая линия представлена каналом, который открывается порами наружу. Большое значение как систематический признак имеет количество чешуй в боковой линии, т.е. чешуй, прободенных порами боковой линии. Общепринятое сокращенное название боковой линии – *l* (*Linea Lateralis*). В тексте книги по целому ряду видов приводятся характеристики боковой линии: сокращения, например *l* 68, означают, что 68 чешуй прободены отверстиями боковой линии. Боковую линию называют неполной, если она не доходит до основания лучей хвостового плавника или местами прерывается.

**Брачный наряд** – появляется у некоторых рыб во время нереста. Выражается в удлинении плавников, появлении яркой окраски, мелких бугорков на теле и голове и т.п. У самцов многих лососевых помимо изменения окраски удлиняются и крюковидно изгибаются челюсти, вырастает горб на спине и т.д.

**Брызгальце** – отверстие позади глаза, ведущее в ротовую полость у некоторых рыб (акулы, скаты, осетровые). Нередко заключает в себе маленькую жабру.

**Брюшина** – см. Перитонеум.

**Брюшные плавники** – см. Плавники.

**Вагильность** – способность к перемещению в пространстве.

**Валентность экологическая** – мера способности вида адаптироваться к различным условиям обитания.

**Веберов аппарат** – орган передающий изменения давления внешней среды в полость внутреннего уха. Состоит из плавательного пузыря, четырёх видоизменённых позвонков и выроста перилимфатической полости внутреннего уха.

**Верхнечелюстная кость** – см. Челюсти.

**Верхнечелюстная пластинка** – см. Зубы.

**Верхний рот** – горизонталь выше глаза, конечный – на уровне середины глаза, нижний – ниже глаза. По форме

различают рот полулунный, поперечный и косой. Рот бывает большой (задний край нижней челюсти заходит за вертикаль заднего края глаза) и маленький (задний край нижней челюсти не заходит за вертикаль переднего края глаза).

**Верхняя челюсть** – дуга, образованная парными межчелюстными и челюстными костями. Верхняя челюсть может быть выдвигной (когда эти кости соединены между собой связками) и невыдвигной (когда они сращены). Зубы обычно располагаются на межчелюстных костях.

**Вершина рыла** – см. Рыло.

**Ветвистый луч** – см. Лучи плавников.

**Вид** – основная единица в систематике. Это совокупность особей, обладающих рядом определенных признаков, отличающих данный вид от других видов. Все особи данного вида могут свободно скрещиваться друг с другом и давать плодовитое потомство. По своему систематическому составу вид неоднороден и состоит из ряда более мелких подразделений – подвигов, рас и т. д., отличающихся от вида тем, что они имеют между собой переходные формы. Для обозначения вида на латинском языке принята бинарная номенклатура, когда первое название соответствует родовому, а второе – видовому статусу соответствующего животного. После названия вида указывается фамилия автора, который впервые описал данный вид, и, как правило, год описания.

**Водосборная площадь** – поверхность, с которой река собирает воды.

**Вторичная продукция** – биомасса органического вещества, накапливаемая в организмах гетеротрофах, как живых, так и отмерших.

**Галобионты** – население водоемов с высокой соленостью.

**Генипоры** – свободно сидящие чувствующие элементы сейсмодатированной системы (невромасты).

**Гидробионты** – организмы, обитающие в воде.

**Гиполимнион** – нижний слой воды озер, со слабо изменяющейся температурой.

**Глазная сторона тела** – та сторона, на которой у взрослых камбал находятся оба глаза. Она функционально у большинства камбал является верхней. В зависимости от того, какая именно сторона тела – левая или правая – является глазной, различают левосторонних и правосторонних камбал.

**Глоточные зубы** – зубы, расположенные на глоточных костях, позади четвертой жаберной дуги. Могут быть однорядными, двухрядными и трехрядными.

**Гологидробионты** – организмы, адаптированные к жизни только в водной среде.

**Горло** – пространство на брюшной стороне тела между основанием грудных плавников и местом прикрепления жаберных перепонки.

**Гребни и бугры** – на голове у рыб нередко имеются удлиненные возвышения – гребни, бугры. Как гребни, так и бугры вооружены шипами. У Cottidae и Scorpaenidae они имеют свои названия в зависимости от местоположения: заглазничные, затылочные, надглазничные и т. д.

**Грудные плавники** – см. Плавники.

**Даунвеллинг** – нагон поверхностных вод и их опускание на глубину.

**Дельта** – устье реки, образованное множеством рукавов и протоков.

**Демерсальный** – развивающийся на дне.

**Детрит** – взвешенные в воде или осевшие на дно органические частицы, образующиеся из отмерших гидробионтов и их выделений.

**Диск** – уплощенное туловище (у скатов) со сращёнными с ним (начиная от рыла) грудными плавниками (без задней части, переходящей в хвост).

**Доминанты** – виды преобладающие в данном биоценозе.

**Дрифт** – пассивная или активная миграция водных животных вниз по течению реки.

**Жаберная дуга** – скелетные элементы по бокам головы, в основном служащие для прикрепления жаберных лепестков. У костистых рыб имеется обычно пять жаберных дуг.

**Жаберная крышка** – костная крышка из четырех костей (крышечной, предкрышечной, подкрышечной и межкрышечной), закрывающая жаберную полость.

**Жаберные лепестки** – пальцевидные или пластинкообразные, выросты, образующие собственно жабры. Находятся на внешней поверхности жаберных дуг. Пронизаны сетью мельчайших кровеносных сосудов (капилляров).

**Жаберные лучи** – лучи жаберной перепонки, расположенные на нижней стороне головы между жаберными крышками.

**Жаберные отверстия** – щели, которые открываются сзади жаберной полости, т. е. полости, в которой заключены жабры; у высших рыб являются границей головы и туловища.

**Жаберные перепонки** – перепонки, окаймляющие жаберные отверстия. Они могут срастаться друг с другом или прикрепляться к межжаберному промежутку.

**Жаберные тычинки** – костные или хрящевые образования на внутренней стороне жаберных дуг. Число тычинок считают на первой дуге, расположенной сразу под жаберной крышкой.

**Жерновок** – твердое роговое образование на верхней стенке глотки, поддерживаемое отростком затылочной кости.



**Жирность** – содержание жира в теле (мясе), внутренностях рыбы, выраженное в процентах к весу тела. У тресковых жирностью называют отношение веса печени к весу всего тела, выраженное в процентах.

**Жировая капля** – капли жира, содержащиеся в икринках многих рыб и свойственные как пелагическим, так и донным икринкам.

**Жировое веко** – полупрозрачная перепонка, частично закрывающая глаз спереди и сзади. Имеется у кефалей, некоторых сельдевых и других рыб.

**Жировой плавник** – плавник, лишенный плавниковых лучей, расположенный в хвостовом отделе.

**Жучки** – костные образования на теле осетровых, имеющие коническую форму и расположенные продольными рядами.

**Заглазничное пространство** – расстояние от заднего края глаза до заднего края жаберной крышки (без перепонки).

**Зазубренная колючка** – см. Лучи плавников.

**Затылок** – место над прикреплением позвоночника к черепу или над задним краем верхнезатылочной кости.

**Зёрнышки** – мелкие костные образования в коже осетровых.

**Зубы** – костные образования на челюстях и других костях ротовой полости (сошнике, нёбных, крыловидных), а также на языке, губах и глотке. Мелкие челюстные зубы, так называемые волосовидные или щетиновидные, служат исключительно для удержания захваченной добычи. Нередко также встречаются увеличенные в размере зубы – клыки или клыковидные зубы. Резцевидные зубы имеют плоский режущий край на вершине. Стреловидные зубы по своему строению напоминают наконечник стрелы. У миног развиты ротовые зубы на внутренней поверхности ротовой воронки (верхнечелюстная и нижнечелюстная пластинки, губные зубы), а также зубные пластинки на языке (язычные зубы).

**Изобаты** – линии равных глубин.

**Инвазия биологическая** – проникновение видов из других регионов в новый регион (например, ротан в Латвии).

**Инкубационный период** – период развития икры от оплодотворения до выклева эмбрионов.

**Ихтиопланктон** – икра рыб и личинки, не способные противостоять течению.

**Каннибализм** – поедание животными особей своего вида.

**Килевые чешуи** – чешуи, расположенные на киле.

**Киль** — острый край брюха, голый или покрытый чешуей, иногда с шипами. Кожистый киль может быть на боках хвостового стебля и за спинным плавником.

**Клейтрум** – парная, самая крупная кость плечевого пояса, лежащая за жаберной крышкой и ограничивающая сзади жаберную полость.

**Кожные придатки** – см. Усики.

**Кормовая база** – совокупность пищевых компонентов в биотопе, необходимых данному виду животных.

**Корсет** – у скумбриевых и тунцовых – часть поверхности тела с увеличенными чешуями, обычно у боковой линии в передней части тела.

**Космополит** – вид рыб, ареал которых охватывает сходные климатические зоны всех океанов.

**Косяк** – стая или скопление рыб.

**Крыловидные чешуйки** – удлиненные чешуйки на хвостовом плавнике некоторых сельдевых.

**Левостороннее тело** – у некоторых камбал, оба глаза которых находятся у взрослых рыб на левой стороне, функционально являющейся верхней.

**Лимнобионты** – обитатели озер.

**Литоральная зона, литораль** – береговая зона, приливно-отливная полоса морского побережья. Верхняя её граница определяется уровнем наивысшего прилива, нижняя – уровнем наибольшего отлива. Глубина этой зоны – от нескольких сантиметров до нескольких метров.

**Литофилы** – обитатели каменистого или галечникового субстрата.

**Личинка** – стадия развития молоди рыб.

**Личинка** – фаза личинки (*larva*), длится от момента резорбции (окончания рассасывания желтка) до окончания метаморфоза (превращения), обычно совпадающего с появлением чешуй на боках тела и с принятием мальком облика, сходного с обликом взрослых особей вида. Различают в качестве особой фазы развития также личинку с желточным мешком или предличинку (*praelarva*).

**Лоб** – промежуток между глазами.

**Лучи плавников** – плавники рыб состоят из лучей, соединенных между собой перепонкой. Различают неветвистые и ветвистые лучи. Неветвистые лучи бывают нечленистые и членистые. К неветвистым нечленистым лучам относятся: а) колючки с зазубренным и незазубренным краем и б) мягкие лучи. Все подобного типа лучи в систематических работах нередко называются «колючками», несмотря на то, что они не всегда бывают колючими. Количество нечленистых лучей обозначается римской цифрой. Неветвистые членистые лучи – это обычно мягкие на вершине лучи. Обозначаются они как римскими, так и арабскими цифрами, в зависимости от положения в плавниках. Ветвистые лучи – разветвляются обычно в верхней части, иногда же – почти от основания. Обозначаются всегда арабскими цифрами. При подсчёте ветвистых лучей в спинном и анальном плавниках нужно иметь в виду, что если последние два луча со сближенными основаниями сидят на одной косточке, то оба луча считаются за один.

- Макрофиты** – высшие водные растения.
- Малёк** – молодая, но уже сформировавшаяся рыбка.
- Межглазничное пространство**, или **ширина лба** – пространство между верхними краями орбит; его ширина измеряется в наиболее узком месте между глазами.
- Мезобенталь** – континентальный склон в зоне глубин от 200 до 1000 м.
- Мигательная перепонка** – третье подвижное веко в переднем углу глаза у некоторых акул.
- Миграции** – перемещения рыб, связанные с нерестом, питанием или другими биологическими потребностями и закономерно входящие в жизненный цикл вида.
- Миграции анадромные** – миграции рыб из моря в реку.
- Миграции катадромные** – миграции рыб из рек в море.
- Миктические яйца** – оплодотворенные яйца дафний и других жаброногих рачков, переживающие зиму.
- Миомер** – мышечный сегмент тела.
- Молодь** – молодые рыбы, не достигшие половой зрелости. Этим термином можно обозначать и мальков.
- Мочки** – см. Усики.
- Мягкий луч** – см. Лучи плавников.
- Небная кость** – парная кость, расположенная в верхней части полости рта.
- Нёбо** – верхний свод ротовой полости.
- Нейстон** – население поверхностной пленки воды слоем от 0 до 5 см.
- Нектон** – активно плавающие животные, способные преодолевать течения.
- Непарные плавники** – см. Плавники.

**Нерест** – процесс вымётывания икры и спермы (молок).  
Порционный нерест – вымётывание половых продуктов порциями, с промежутками обычно в несколько дней.

**Нерестилища** – места нереста рыб (места, где происходит икрометание).

**Нижний рот** – см. Рот.

**Овариальная икринка** – неоплодотворенная, созревающая в яичнике икринка.

**Онтогенез** – совокупность последовательных морфологических и физиологических преобразований организма от его рождения до конца жизни.

**Ось тела** – линия, соединяющая вершину рта с серединой основания хвостового плавника.

**Отолиты** – костные образования, лежащие в мешочках полукружных каналов внутреннего уха.

**Парные плавники** – см. Плавники.

**Партеногенез** - развитие из неоплодотворенного яйца.

**Пеифитон** – организмы (обрастатели), поселяющиеся на различных подводных предметах и живых телах.

**Пелагиаль** – толща воды.

**Пелагическая икра** – икра, развивающаяся в толще воды.

**Пелагические рыбы** – обитающие в толще воды или у поверхности и не связанные по образу жизни с дном моря.

**Пелагос** – население пелагиали.

**Перитонеум, или брюшина** – оболочка, выстилающая брюшную полость. Цвет её иногда имеет значение как систематический признак.

**Пескоройка** – личинка миноговых.

**Пилорические придатки** – пальцевидные отростки пищеварительного тракта, расположенные за желудком;

число, форма и расположение пилорических придатков являются важным систематическим признаком вида рыб.

**Питание эндогенное** – питание организмов за счет внутренних ресурсов (например, желтка икры у рыб).

**Пищевая, или трофическая элективность** – избирательность питания.

**Плавательный пузырь** – непарный или парный орган рыб, заполненный газом. Расположен в верхней части брюшной полости под почкой. Состоит из одной-трёх частей. У многих рыб плавательный пузырь соединён с пищеводом. В основном служит для регулирования удельного веса рыбы. У акул и некоторых костных рыб отсутствует.

**Плавники** – образования, состоящие из жестких и мягких лучей, соединенных перепонкой или свободных. Различают парные (грудные, брюшные) и непарные (спинной, анальный и хвостовой) плавники. У некоторых рыб за спинным и анальным плавниками имеются дополнительные плавнички. У ряда групп брюшные плавники срастаются и образуют присоску.

**Планктон** – преимущественно мелкие водные организмы, парящие в толще воды и перемещаемые течениями. Животные организмы в планктоне составляют зоопланктон, растительные – фитопланктон.

**Планктофаги** – организмы, питающиеся планктоном.

**Пластинки** – костные пластинки в коже, развитые, в частности, у некоторых осетровых.

**Плейстон** – пелагические организмы, часть тела которых находится в воде, а часть – над ее поверхностью.

**Плечевой пояс** – система костей, поддерживающих грудные плавники (задневисочная, надключичная, ключица, заднеключичная).

**Плодовитость** – количество икринок, откладываемых рыбой. Специфична для каждого вида рыб и является одним из

приспособительных свойств, обеспечивающих нормальное их воспроизводство в определённых условиях.

**Пляж** – невысокий покатый берег реки напротив мелководья.

**Подбородок** – пространство на брюшной стороне головы между нижней челюстью и местом прикрепления жаберных перепонок.

**Полупроходные рыбы** – рыбы, размножающиеся в пресной воде, а для нагула выходящие в опресненные участки моря.

**Порционный нерест** – нерест, при котором половые продукты созревают не одновременно и выметываются порциями.

**Постдорсальное расстояние** – расстояние от конца спинного плавника до основания хвостового.

**Правостороннее тело** (у камбал) – в зависимости от того, на какой стороне тела расположены глаза, тело камбалы называется правосторонним или левосторонним.

**Предкрышечная кость** – см. Жаберная крышка.

**Предличинка** – организм в течение фазы предличинки, или фазы свободного эмбриона, - заключительной фазы эмбрионального периода (если она выражена), во время которой развитие идёт вне оболочки, но выклюнувшаяся свободноживущая особь питается за счёт желтка.

**Предчелюстная кость** – см. Челюсти.

**Присасывательная воронка** – образуется сросшимися брюшными плавниками у бычков сем. *Gobiidae*.

**Присоска** – обычно так называют брюшной диск у пинагоровых, липаровых и сросшиеся брюшные плавники бычков сем. *Gobiidae*.

**Промысловые рыбы** – рыбы, используемые человеком для питания и получения побочных продуктов технической переработки (кормовой муки, тука, рыбьего жира, кожи и др.).

**Проходные рыбы** – рыбы, размножающиеся в пресной воде, а для нагула уходящие далеко в море или, наоборот, размножающиеся в море, а для нагула заходящие в пресные воды.

**Псаммофилы** – обитатели песчаного субстрата.

**Радужина** – окрашенная часть сосудистой оболочки глаза, окружающая зрачок.

**Расщеп** – ряд увеличенных чешуи, расположенных у основания анального плавника и окаймляющих анальное отверстие.

**Резцевидные зубы** – см. Зубы.

**Реликты** – древние виды, остатки прошлых фаун.

**Речной бассейн** – часть суши, занятая речной системой и отделенная водоразделами от других участков.

**Речной вид** – вид, обитающий исключительно в речных условиях.

**Реофилы** – обитатели текучих вод.

**Рот** – у рыб образован челюстями. Его расположение – систематический признак. Различают рот:

- 1) верхний – нижняя челюсть сильно выступает вперед, разрез рта направлен вверх;
- 2) полуверхний – нижняя челюсть немного выступает вперед;
- 3) конечный – челюсти выдаются одинаково и разрез рта направлен по длине тела;
- 4) полунижний – верхняя челюсть выдается вперед несколько больше нижней;
- 5) нижний – рыло выдается над нижней челюстью;
- 6) выдвигной – образует в открытом состоянии трубку, которая при закрытии рта складывается.

**Рудиментарный** — зачаточный, недоразвитый орган.



**Рыло** — часть головы впереди глаз. Длина рыла – расстояние от переднего края глаза до вершины рыла. Вершина рыла – самая передняя точка головы при плотно закрытом рте.

**Рыльная площадка** – часть рыла между передними концами верхнечелюстных костей.

**Сегменты** – однотипные по строению и отграниченные друг от друга участки тела, располагающиеся вдоль его длинной оси. У рыб хорошо видны мышечные сегменты.

**Сеголеток** – рыбка (малёк) в возрасте до года, так называемой нулевой (0+) группы.

**Семенник** – половая железа самца.

**Серединный ряд шипов** (у скатов) – ряд, проходящий сверху по средней линии диска и хвоста. Нередко этот ряд прерывается в средней и задней частях диска.

**Сестон** – совокупность мелких планктонных организмов (см. планктон), и взвешенных в воде неорганических и органических частиц

**Сизигийный прилив** или **отлив**. Происходит во время сизигийной фазы луны (в полнолуние и новолуние).

**Слепая сторона тела** (у камбал) – сторона тела, на которой нет глаз.

**Солёность** – суммарная концентрация всех минеральных ионов в воде

**Сошник** – обычно непарная кость, расположенная на нёбе в передней и нижней частях основания черепной коробки. Передняя часть сошника, обычно утолщена и носит название головки. Задняя, более тонкая часть сошника называется рукояткой. Наличие и расположение зубов на головке и рукоятке имеет большое значение в систематике рыб.

**Спинной плавник**, сокращённо D (dorsalis) – см. Плавники.

**Стагнация** – период застоя в водоеме, отсутствие вертикальной циркуляции воды.

**Стагнофилы** – обитатели стоячих водоемов.

**Стенобионты** – виды способные жить только в узком диапазоне границах колебаний условий обитания

**Стратификация** – распределение слоев воды с разными гидрологическими характеристиками

**Стрежень** – участок (линия) реки с наибольшей скоростью течения.

**Стреловидные зубы** – см. Зубы.

**Сублитораль** – зона морского дна материковой отмели глубиной до

**Сублиторальная зона** – следующая за литоральной зона морского дна, соответствующая шельфу или материковой отмели, которая простирается до глубины 200 м. Наиболее освещённая и прогреваемая зона до глубины 30–50 м (нижняя граница прибрежных водорослей).

**Супралитораль** – часть берега, увлажняемая заплесками и брызгами волн

**Счётные, или меристические** признаки – признаки, выражаемые числом элементов какого-либо органа; таковы, например, число лучей в плавниках, число позвонков.

**Таксон** – группа организмов, связанных той или иной степенью родства и достаточно обособленная, чтобы ей можно было присвоить определённую таксономическую категорию того или иного ранга: вид, род, семейство и т. д.

**Темя** – пространство над верхней поверхностью головы за глазами.

**Толщина головы** – см. Ширина.

**Троглобионты** – обитатели подземных вод.

**Троллинг** – метод рыбной ловли с движущегося моторизованного плавсредства, заключается в

осуществлении проводки приманки путем её буксирования.

**Трофические цепи** – последовательность иерархических уровней создания, потребления и деструкции органического вещества

**Ультраабиссаль**, или **гадаль** – зона морского дна океанических впадин и желобов глубже 6-7 км.

**Уростиль** – последний видоизменённый позвонок.

**Усики** – жгутовидные придатки, иногда имеющие собственный скелет и мускулатуру.

**Фитопланктон** – см. Планктон.

**Фитофильные рыбы** – рыбы, откладывающие икру на растительный субстрат.

**Хвостовой плавник**, сокращенно С (Caudalis) – см. Плавники.

**Хвостовой стебель** – часть тела рыбы, расположенная позади анального плавника. Длина хвостового плавника измеряется от вертикали конца анального плавника до конца чешуйчатого покрова по средней линии тела или до основания лучей С. Высота хвостового стебля совпадает с наименьшей высотой тела и измеряется там, где стебель наименее узок. У лососевых иногда измеряется длина брюшного и спинного краёв хвостового стебля.

**Хеморецепция** – способность рыб к обнаружению низких концентраций растворенных в воде веществ с помощью специфичных хеморецепторов.

**Хирономиды** — личинки многочисленной группы комаров-толкунцов, живущие в воде и являющиеся излюбленной пищей многих рыб. Наиболее известна группа видов, объединяемых под общим названием «мотыль».

**Хоминг у рыб** – способность рыб возвращаться в родные реки после дальних сезонных миграций.

**Циклоидная чешуя** – см. Чешуя.

**Челюсти** – верхняя челюсть состоит из двух костей: верхнечелюстной и межчелюстной. В состав нижней челюсти входят нижнечелюстная кость, сочленовная и угловая.

**Чешуя** – различают плакоидные, ганоидные и костные чешуи. У большинства рыб имеется костная (циклоидная или ктеноидная) чешуя. Это тонкие костные пластинки, обычно налагающиеся друг на друга черепицеобразно. Чешуи ктеноидного типа имеют на заднем (свободном) крае зубчики, в остальном же не отличаются от циклоидных. Ганоидные чешуи имеют вид ромбических пластинок, покрытых сверху эмалеобразным веществом – ганоином и тесно соединяющихся друг с другом с помощью особого сочленения. Плакоидные чешуи встречаются только у акул и скатов. Состоят из основной пластинки, на которой расположен зубчик.

**Шельф, или материковая отмель** – выровненная часть подводной окраины материков, примыкающая к суше, имеющая общее с ней геологическое строение и простирающаяся от берега до резкого перегиба поверхности дна, где начинается континентальный склон. Ширина материковой отмели сильно варьирует и составляет в среднем для Мирового океана 70 км, а средняя глубина – около 140 м.

**Шипы, шипики** – остроконечные выросты различной величины, образуемые у костных рыб отростками различных костей (носовых, глазничных, теменных, крышечных и т. д.), а у скатов – увеличенными плакоидными чешуями.

**Ширина головы** – у рыб измеряется по-разному. Обычно берется в самой широкой части головы, иногда же у какого-нибудь определенного места (например, в области глаз и т. п.).

**Ширина лба** – то же, что и ширина межглазничного пространства.

**Щеки** – места на боках головы рыбы, впереди предкрышечной кости.

**Щетиновидные, или щетковидные зубы** – см. Зубы.

**Эврибионты** – виды способные жить в широком диапазоне колебаний условий обитания.

**Эвригалинные рыбы** — рыбы, хорошо переносящие значительные колебания солености воды.

**Эвритопы** – виды способные жить в самых разных биотопах.

**Эвтрофикация** – избыточное поступление в водоемы биогенов.

**Элиторальный** – обитающий на шельфе у дна на глубинах 50–200 м.

**Эмбриональное развитие** – весь процесс от оплодотворения яйца до начала самостоятельного существования нового организма вне тела матери или по выходу из яйца (икринки).

**Эмбриональный период** – зародышевый, см. Эмбриональное развитие.

**Эндемики** – виды, обитающие только в данном регионе.

**Эпипелагические рыбы** – рыбы, обитающие в верхнем 200-метровом слое водной толщи.

**Эпителиальные бугорки** – роговые образования на голове и теле рыб, появляющиеся во время нереста.

**Эстуарий** – воронкообразно расширенное устье реки.

**Яйцеводы** – каналы для выведения яиц (икры) из полости тела или яичника наружу.

**Яичник** – половая железа самки.

**Ястык** – половые железы самки рыбы (яичники) вместе с оболочкой. Обычно у рыб имеется два ястыка (правый и левый), иногда (у бельдюги, у окуня) имеется лишь один ястык.

## Аквакультура: исследования, образование и развитие

### Network of Aquaculture Centres in Central-Eastern Europe (NACEE)

<http://www.agrowebcee.net/nacee/about-nacee/>



The idea of the establishment of the Network of Aquaculture Centres in Central-Eastern Europe (NACEE) emerged during the activity of the Central-Eastern European Committee of the [European Aquaculture Society](#) (EAS) in early 2003. The main mandate of the envisaged network was to facilitate that the R&D sphere in Central-Eastern Europe be an integral part of the European Research Area. After initial evaluation of the needs and possibilities, the idea of NACEE was publicly announced during the International Symposium "Coldwater Aquaculture: Start in the 21 st Century", in St-Petersburg, Russia, on 7-15 September 2003. Aquaculture institutions of five CEE countries (Belarus, Czech Republic, Hungary, Russia, and Ukraine) joined the initiative during the conference. This is considered to be the date of launching of NACEE. The Network was formally founded during the [First Meeting of NACEE Directors](#) (Szarvas, Hungary, 21-24 November 2004), when directors and representatives of 23 institutions and organizations from 13 CEE countries signed a formal Founding Document and agreed on the structure and the operational framework of NACEE.

After requesting the establishment of formal relations between the Network of Aquaculture Centres in Central and Eastern Europe (NACEE) and the [Food and Agriculture Organization of the United Nations](#) (FAO), FAO decided to grant NACEE liaison status with the Organization on 7 June 2006.

Although the informal, „club-like” structure of NACEE made it easy to start the network and assured a flexible operation, after some time it became a constraint, especially because it effectively blocked the access of NACEE to project consortia and project funds. NACEE could only participate through its members, not on its own, and its

contribution was generally limited to dissemination of the project results. Seeing these limitations, the directors of NACEE institutions agreed to move toward transformation into a registered non-profit organization during the [Sixth Meeting of NACEE Directors](#) (Torun, Poland, 15-17 September, 2009). After one year of preparatory work, the [Founding General Assembly](#) of the new NACEE Association was held in Szarvas, Hungary, on 2 December 2010, and the association was officially registered on 26 January 2011.

### Structure and function

The Network is a voluntary union of Central and Eastern European institutions and professionals active in the field of aquaculture, in which all members retain their full independence. The day-to-day operation of the network is coordinated by the elected Executive Board, which is responsible to the General Assembly. The Board also maintains the secretariat, which is located in Szarvas, Hungary. The operation and finances of NACEE are controlled by the Supervisory Board, while the research agenda of the Association is determined by the Technical Advisory Committee.

All member institutions assign a liaison officer (preferably speaking both English and Russian) who maintains regular contact with the Secretariat. The language of the communication is English or Russian. Members inform the Secretariat about events, which may count on the interest of other members. The Secretariat then distributes the information among the members of the Network. The Secretariat also disseminates major information from European organisations and institutions, which may be relevant for members of the Network. Regular meetings of the General Assembly are held annually. New members can join the Network with the approval of the General Assembly.

NACEE membership is open to any Central and Eastern European research institute, university, producer association or individual active in the field of fisheries and aquaculture. Currently, the Network consists of 41 institutions and individuals from 9 countries.

## Кубанский государственный университет

<https://www.kubsu.ru/>



**Кафедра зоологии** КубГУ занимается изучением биоценозов Северо-Западного Кавказа, в том числе и водных биоценозов. Сотрудники кафедры со своими студентами и коллегами из других научных учреждений России изучают экологию Черного моря, его гидробиологическую фауну и флору.

Проводится биологический мониторинг рек региона – черноморских и степных, а также главной реки региона – р. Кубань, изучается фауна рыб, планктона и бентоса. Кафедра зоологии проводит исследования в области экологической токсикологии, определяя виды-биондикаторы состояния водных биоценозов.

**Department of Zoology** of Kuban State University studies the biocenoses of the North-Western Caucasus, including aquatic biocenoses. The members of the Department with their students and colleagues from other Russian research institutions are studying the ecology of the Black sea, its hydrobiological fauna and flora. The biological monitoring of different rivers of the region – Black sea' rivers and steppe ones, and of the main river of the region – the river Kuban conducted, studied the fauna of fishes, plankton and benthos. Department of Zoology conducts researches in the field of environmental toxicology, identifying species-bioindicator of water biocenoses.



## Daugavpils University

<https://du.lv/en/>



**Daugavpils University (DU)** was founded in 1921 as Teachers' seminary. In October 13th, 2001, Daugavpils University has become the biggest state educational institution in Eastern Latvia, which offers to achieve higher education of all scientific grades, acceptable in Europe and all over the world. DU has thirteen research centres, almost all of them have allocated the means of various EU projects and have purchased modern equipment, which allows to conduct high level research in various fields.

DU has long traditions of organizing various conferences, e.g. Scientific Readings, Slavonic Readings, various thematic conferences in all branches of science. We cooperate with various institutions worldwide. Students of Daugavpils University have many opportunities to study and practise abroad, getting an extra experience and a new view on knowledge received in Daugavpils University.



**Institute of Life Sciences and Technologies** was established in 2013 as a result of the unification of Institute of Systematic Biology, Institute of Ecology, G.Libert's laboratory and Mathematic. The main reason of institute establishment was the idea to establish modern, a competitive and

internationally recognizable institution that will have high level of contributions for various aspects of natural sciences, provide significant input for development of local economy and education.

## Исследования и охрана гидробионтов в Латвии

В этих проектах авторы сборника исследуют, культивируют и сохраняют гидробионтов: рыб, земноводных и пресмыкающихся в Латвии как непосредственно, так и опосредованно: исследуя их экосистемы, природные и хозяйственные процессы и факты, развивая аквакультурное и природоохранное образование (описание проектов приведено на латышском языке).

30.04.2018.-30.10.2019.g. Finansētājs: Latvijas Vides Aizsardzības Fonda administrācija. Izpildītājs: Daugavpils Universitāte. Projekts: „Invazīvo sugu – rotana (*Perccottus glenii*) un sarkanausu bruņurupuča (*Trachemys scripta elegans*) ietekmes novērtēšana un mazināšana uz reto abinieku un rāpuļu sugu populācijām”. Projekta summa 25 000 EUR. Mērķis: Ievākt datus par invazīvajām sugām reto abinieku un rāpuļu sugu atradņu tuvumā, identificēt invazīvo sugu izplatīšanās ceļus, novērtēt to ietekmi uz reto sugu populācijām, izstrādāt vadlīnijas pasākumiem invazīvo sugu ierobežošanai un sniegt izmaksu ieguvumu analīzi, veicot šo sugu apkarošanas pasākumus, veikt pētījuma laikā atrasto invazīvo sugu īpatņu izņemšanu no dabas.

04.2018.-10.2018.g. Projekts “Sabiedrības informēšanas pasākumi par zivju resursu pētījumiem, to racionālu un saudzīgu izmantošanu, atražošanu un aizsardzību, izstrādājot profesijas standarta un profesionālās kvalifikācijas prasības akvakultūrā (4. un 5. profesionālās kvalifikācijas līmenis)”. Summa: 5 000 EUR. Finansējums: Lauku atbalsta dienests. Izpildītājs: Daugavpils Universitāte. Mērķis: Nodrošināt racionālu un saudzīgu ūdeņu bioresursu izmantošanu, atražošanu un aizsardzību, informējot sabiedrību un ieviešot Latvijas augstākajā izglītībā jaunus zivsaimniecības nozares speciālista profesionālās kvalifikācijas standartus, realizējot Latvijas Bioekonomikas stratēģiju laikposmam līdz 2030. gadam.

12.02.2018.-31.10.2018.g. Projekts „Interdisciplinary research on the multiparasitism of amphibians within the "One-health" concept”. Nr. 1-08/40/2017. Finansējums: Daugavpils

Universitāte. Summa 2 432 EUR. Aktuālie rezultāti: izpētītas multi-parazitizma īpatnības abiniekos.

2017.-2018.g. Projekts “Daugavpils Universitātes dīķu akvakultūras zinātnisko laboratoriju pārvietojamais komplekss”. Nr. 16-00-F02201-000002. Eiropas Jūrlietu un zivsaimniecības fonda Rīcības programmas zivsaimniecības attīstībai pasākums „Inovācija”. Summa: 570 000 EUR. Finansējums: Lauku atbalsta dienests. Izpildītājs: Daugavpils Universitāte. Mērķis: izveidot pārvietojamo laboratoriju, ar kuras palīdzību pētīt dažādu dīķu saimniecību ekosistēmas.

2017.-2018.g. Projekts „Metodikas izstrāde un pielietošana smilšu krupja populācijas uzlabošanai izmantojot ex situ metodi”. Nr. 1-08/40/2017. Summa 8 970,65 EUR. Finansētājs: Latvijas vides aizsardzības fonda administrācija. Izpildītājs: Latgales ekoloģiskā biedrība. Aktuālie rezultāti: izstrādāta smilšu krupju pavairošanas metodika un pastiprinātas dabas populācijas izlaižot 3 000 smilšu krupju pavairoto mazuļu.

2017.-2018.g. Projekts „ Simtgadu Latvijas simtgadu dzīvnieks – Laika pastnieks nes vēstuli divsimtgadu Latvijai (LV100-Eo-LV200)”. Nr. 1-08/190/2017. Projekta summa 47 032,00 EUR. Finansētājs: Latvijas vides aizsardzības fonda administrācija. Izpildītājs: Latgales ekoloģiskā biedrība. Partneris: Latgales zoodārzs. Aktuālie rezultāti: tiek izveidota akvakultūru ekspozīcija Latgales zoodārzā.

2017.-2018.g. Projekts „Datu ieguve un vadlīniju izstrādāšana triju invazīvo, abiniekiem letālo, svešzemju organismu sugu ierobežošanas pasākumu veikšanai Dienvidaustrumu Latvijā”. Nr. 1-08/153/2017. Projekta summa 20 500 EUR. Finansētājs: Latvijas vides aizsardzības fonda administrācija. Izpildītājs: Daugavpils Universitāte. Aktuālie rezultāti: tika izpētīta invazīvo sugu rotana *Perccottus glenii*, parazitisko sēnīšu *Batrachochytrium dendrobatidis* un *B.salamandrivorans* izplatība, tika izstrādātas vadlīnijas to apkarošanai.

2016.-2018.g. Līgumdarbs: “Abinieku un rāpuļu fona monitorings un monitorings Natura 2000 teritorijās (2016.-2018. gadam)”. Iepirkuma ID Nr. DAP 2016/21 AK. Pasūtītājs: Dabas

aizsardzības pārvalde. Izpildītājs: Daugavpils Universitāte. Summa: 71 498,90 EUR. Aktuālie rezultāti: tika veikts abinieku monitorings Dabas aizsardzības pārvaldes datu bāzēi.

2014.-2018.g. Projekts Latvijas ekosistēmu vērtība un tās dinamika klimata ietekmē (EVIDEnT). Nr. LHEI-2015-19. Valsts pētījumu programmas “Latvijas ekosistēmu vērtība un tās dinamika klimata ietekmē” – EVIDEnT projekta nr. 4. “Bioloģiskā daudzveidība un tā loma starp citiem ekosistēmu pakalpojumiem” apakšprojekta nr. 4.6. “Saldūdens ekosistēmu pakalpojumi un bioloģiskā daudzveidība”. Izpildītājs: Daugavpils Universitāte. 1. posma summa: 558 600 EUR. Aktuālie rezultāti Daugavpils novadā: tika veikti izplatītas Daugavpils novada ūdenstilpēs invazīvas, abiniekiem bīstamas, zivs rotana (*Perccottus glenii*) ģenētiskie, biomolekulārie, ekoloģiskie un etoloģiskie pētījumi. Tika izvērtēta dažādu vides faktoru ietekme uz hidrobonu fenotipisko faktoru mainību, analizējot dažādu tipisku saldūdens zivju sugu un invazīvas zivju sugas rotana 23 morfoloģiskos parametrus un demogrāfisko struktūru 200 īpatņiem, kas iegūti Daugavas baseina populācijās. Secināts, ka fenotipiski vienveidīga populācija var būtiski izmainīt savu ģenētisko struktūru apkārtējās vides faktoru ietekmē, kas savukārt var izraisīt populācijas izmaiņas un diverģenci. Epiģenētiskas izmaiņas - iedzimtas izmaiņas fenotipā, kas nav saistītas ar izmaiņām DNS nukleotīdu secībā. DNS metilēšana var palielināt fenotipiskās variācijas un / vai plastiskumu, reaģējot uz jaunu vidi, un tāpēc tas var būt svarīgs individuālo variāciju avots, kas nodrošina adaptācijas šai videi.

2015.-2016.g. Projekts “Dabas aizsardzības pārvaldes datu pārvaldības sistēmas kapacitātes palielināšana abinieku un rāpuļu sugu datiem”. Nr. 1-08/370/2015. Pasūtītājs: Latvijas vides aizsardzības fonda administrācija. Izpildītājs: Latgales ekoloģiskā biedrība. Summa: 9 000 EUR. Rezultāti: dati par abiniekiem tika ievadīti Dabas aizsardzības pārvaldes datu bāzē.

01.06.2015.-30.09.2015.g. Projekts “Bezastaino abinieku fona monitorings un metodikas aprobācija (2015.gads)”. Nr. 1-08/370/2015. Iepirkums „Monitoringu veikšana atbilstoši

bioloģiskās daudzveidības monitoringa programmai putniem, bezmugurkaulniekiem, zivīm, nēģiem, vēžiem un bezastainajiem abiniekiem” realizācijai (id.nr dap 2015/4 ak), 6. iepirkuma daļas: „Bezastaino abinieku fona monitoringa un metodikas aprobācija (2015. gads)”. Pasūtītājs: Latvijas vides aizsardzības fonda administrācija. Izpildītājs: Latgales zoodārzs. Summa: 17 952,17 EUR. Rezultāti: izpētīta abinieku izplatība, dati tika ievadīti Dabas aizsardzības pārvaldes datu bāzē.

2014.-2015.g. Projekts “Jaunas zinātniskās grupas izveide akvakultūras tehnoloģiju modernizēšanai”. Nr. 2013/0067/ 1DP/ 1.1.1.2.0/ 13/ APIA/ VIAA/ 060. Finansējums: Lauku atbalsta dienests. Summa 295 184 EUR. Izpildītājs: Daugavpils Universitāte. Aktuālie rezultāti: ir izveidota jauna zinātniskā grupa Daugavpils Universitātē un modernizētas akvakultūras tehnoloģijas, tika izpētīta rotana *P. glenii* uzvedība.

2010.-2014.g. Projekts “Reto abinieku un rāpuļu aizsardzība Latvijā”. Nr. LIFE09NAT/LV/000239. Finansējums: Eiropas savienības LIFE programma. Summa 742 000 EUR. Partneri: Latgales zoodārzs, Dabas aizsardzības pārvalde, Latgales ekoloģiskā biedrība. Aktuālie rezultāti: tika saglabātas sarkanvēdera ugunskrupju, purva bruņurupuču Latvijas atslēgpopulācijas Daugavpils novadā: tika uzlaboti to biotopi un atjaunotas populācijas, izlaižot dabā 3000 ugunskrupju un 42 bruņurupučus; tika uzbūvēts Latvijas reto abinieku un rāpuļu centrs Daugavpils novadā; izveidotas divas Eiropas nozīmes NATURA2000 dabas aizsardzības teritorijas Daugavpils novadā: sarkanvēdera ugunskrupju mikroliegumi “Katriņišķi” un “Strauti”; izdota brošūra par ugunskrupjiem.

2004.-2009.g. Projekts “Bombina in the Baltic Region - Management of fire-bellied toads in the Baltic region”. Nr. LIFE04NAT/DE/000028. Vadošais partneris Stiftung Naturschutz Schleswig-Holstein (Vācija), partneri no Dānijas, no Latvijas - Latgales ekoloģiskā biedrība. Ugunskrupju pavairošanā piedalījās Latgales zoodārzs. Finansējums: LIFE programma. Summa: 2 266 293 EUR. Aktuālie rezultāti: tika optimizēti ugunskrupju biotopi un izlaisti jaunie ugunskrupji populāciju pastiprināšanai Silenes dabas parkā.

Projekta ietvaros tika veikts pasūtījums “Sarkanvēdera ugunskrupju *Bombina bombina* (Linnaeus, 1761) Sugas aizsardzības plāna Latvijā izstrāde”. Pasūtītājs: Dabas aizsardzības pārvalde. Izpildītājs: Latgales ekoloģiskā biedrība. Summa: 9 960,10 EUR. Aktuālie rezultāti: tika izpētītas sarkanvēdera ugunskrupju populācijas īpatnības, izplatība un draudi Latvijā, izstrādāts un apstiprināts sugas aizsardzības plāns.

2006.-2008.g. Projekts “Sugu un biotopu aizsardzība Dabas parkā „Rāzna”” Nr. LIFE04NAT/LV/000199. Vadošais partneris Daugavpils Universitāte, partneris Latgales zoodārzs. Ugunskrupju pavairošanā piedalījās Latgales ekoloģiskā biedrība. Finansējums: LIFE programma. Summa: 678 740 EUR. Rezultāti: ugunskrupji tika pavairoti izlaišanai dabā.

2006.g. Projekts “Purva bruņurupuču, sarkanvēdera ugunskrupju, plato ūdensvaboļu ekoloģijas pētīšana un aizsardzība Latvijā”. Finansētājs: Latvijas vides aizsardzības fonda administrācija. Izpildītājs: Latgales ekoloģiskā biedrība. Summa: 6 000 EUR. Aktuālie rezultāti: tika izpētītas sarkanvēdera ugunskrupju ekoloģijas īpatnības un atjaunoti dīķi Daugavpils novadā.



## Ведущий батрахолог Латвии Aija Pupina R.I.P. 1965 – 2017



Доктор биологии Айя Пупиня являлась вместе с нами со-составителем и автором этой книги, мы рады тому, что у нас была возможность дружить и работать с ней, это был необычно светлый, добрый, замечательный человек и настоящий ученый.

Айя была известным биологом, герпетологом и ведущим батрахологом Латвии, опытным специалистом аквакультуры амфибий, главными объектами ее пионерских для Латвийской Республики исследований были

крайне редкие в Латвии краснобрюхая жерлянка *Bombina bombina* и Европейская болотная черепаха *Emys orbicularis*.

До исследований Айи в течение десятков лет в Латвии были известны только две небольшие популяции жерлянок (7 – 10 самцов) в Бауске (Ислице) и Силене (Илгас). В результате гигантской исследовательской работы и сотен экспедиций Айя открыла семь крупных популяций жерлянок, связанных в метапопуляцию юго-востока Латвии, впервые в истории Латвии изучила распространение, морфологию, экологию и этологию жерлянок в Латвии.

До исследований Айи Европейская болотная черепаха *Emys orbicularis* официально (Красная книга Латвии) считалась вымершей в Латвии. В 1984 году Айя нашла в природе первую болотную черепаху, с которой она вместе с Mihails Pupins начала как исследования черепах в Латвии, так и работы по их разведению и восстановлению природных популяций: в настоящее время группа разведенных ей в зоокультуре черепах насчитывает более 100 особей, успешно восстановлена

популяция в природном парке Силене, где в 2014 году впервые в истории Латвии были выпущены 42 разведенные и выращенные уже взрослые черепахи; в 2017 году в очередной раз вышли из яиц и успешно растут в зоокультуре 40 молодых черепах.

Вместе с коллегами исследуя и сохраняя герпетофауну Латвии, Ая обнаружила в биотопах земноводных и изучала летальные для герпетофауны инвазивные виды: ротан *Percocottus glenii*, *Batrachochytrium dendrobatidis*, зарегистрировала 9 тропических видов черепах в Латвии, другие новые для Латвии виды.

Результаты её многолетней самоотверженной научной работы были опубликованы в 30 научных статьях, в 41 материалах конференций, в 2 монографиях, презентованы в 195 рефератах на 82 научных конференциях в десятках стран. Список ее публикаций находится в CV Аии, опубликованном ниже. С некоторыми из научных публикаций Аии можно ознакомиться здесь: [https://www.researchgate.net/profile/Aija\\_Pupina](https://www.researchgate.net/profile/Aija_Pupina) или здесь: [https://www.researchgate.net/profile/Mihails\\_Pupins](https://www.researchgate.net/profile/Mihails_Pupins). Удивительная и насыщенная научная и природоохранная жизнь Аии может быть предметом исследования для историка науки, биографического или исторического писателя, социолога науки.

Ая многие годы активно занималась охраной герпетофауны Латвии, как самостоятельно и за свои средства, так и участвуя в более десятка Европейских и Латвийских проектов: она восстановила десятки прудовых биотопов, размножила и выпустила в природу более 6000 жерлянок и 2000 камышовых жаб, за свои средства Ая выкупила землю с ключевой популяцией жерлянок в Деменской волости и основала здесь для них мирорезерват Европейского значения NATURA 2000 “Strauti”.

Ая была одним из пяти сертифицированных Управлением охраны природы Латвии экспертов в области герпетофауны, экспертом по стоячим водоемам, она провела множество природоохранных экспертиз, создала две новые охраняемые территории Европейского уровня охраны NATURA 2000, была автором и координатором официально утвержденных Министерством охраны среды Планов охраны жерлянок и болотных черепах в Латвии, по результатам прикладных



исследований опубликовала 10 научно-технических публикаций и отчетов.

Айя была основателем Латгальского зоопарка, в котором со дня основания проработала главным специалистом – зоологом, обучила более десятка сотрудников, разработала технологии экспозиции и зоокультуры десятков видов, развела и вырастила сотни редких и охраняемых животных.

Айя была выдающимся экологическим педагогом, за что была награждена дипломом Министерства среды Латвии, она опубликовала 9 учебных пособий по герпетологии и охране герпетофауны, аквакультуре, несколько научно-популярных книг, провела множество лекций и семинаров специалистам, студентам и друзьям природы.

Айя состояла в нескольких международных научных обществах и была основателем и членом правления Латгальского экологического общества, которое занимается исследованиями и охраной природы Латвии и помощью Латгальскому зоопарку.

Это был оптимист и человек несгибаемой воли. Айя была уникальным, замечательным, добрым и светлым человеком, она альтруистически помогала сотням людей.

Наш друг и коллега биолог Айя Пупиня оставила неоценимый вклад в развитие Латвийской герпетологии и герпетокультуры, сохранение и восстановление популяций редких видов герпетофауны в Латвии и радость в наших сердцах от многолетней дружбы и совместной научной работы с ней.

*Соавторы сборника и коллеги*

# Aija Pupiņa. 1965 – 2017. Curriculum Vitae

(Aija Pupiņa, Айя Пупиня)

Dzimusi / born: 1965.04.12., Krāslava, Latvija.

Pilsonība / citizen: Latvija

## IZGLĪTĪBA / EDUCATION

2011.g. Doktora zinātniskais grāds bioloģijā (Dr.biol.). Promocijas darba tēma: "Sarkanvēdera ugunskrupju *Bombina bombina* L. ekoloģijas īpatnības uz sugas areāla ziemeļu robežas Latvijā". Daugavpils Universitāte.

1998.g. Bioloģijas maģistrs (M.biol.) ekoloģijas apakšnozarē. Daugavpils Pedagoģiskā Universitāte.

1987.g. Bioloģijas un ķīmijas vidusskolas skolotājs. Daugavpils Pedagoģiskais institūts.

## .AKTUĀLĀ DARBA PIEREDZE / ACTUAL WORK EXPERIENCE

1991.-2017.g. Daugavpils pašvaldības iestāde "Latgales zoodārzs". Zoologs. Zoodārza pamatlicējs.

1987.-1988.g. Zooloģijas katedras vecākais laborants. Daugavpils Pedagoģiskais Institūts, Bioloģijas fakultāte.

## Registrēts eksperts / Registered expert

2014.-2017.g. Registered expert in *Emys orbicularis*, *Trachemys scripta*, *Bombina bombina*, *Perccottus glenii*. Delivering Alien Invasive Species In Europe (DAISIE), project funded by the sixth framework programme of the European Commission <http://www.europe-aliens.org>.

## Dabas aizsardzības pārvaldes sertificēts eksperts / Nature Conservation Agency Certified expert

26.07.2013.-25.07.2016.; 12.01.2017.-12.01.2022. Dabas aizsardzības pārvaldes sertificēts eksperts biotopu grupā: „Stāvoši saldūdeņi”. Apliecība Nr. 013.

08.06.2010.-07.06.2013.; 26.07.2013.-25.07.2018. Dabas aizsardzības pārvaldes Sertificēts eksperts sugu grupā "Abinieki un rūpuļi". Apliecība Nr. 013.

## ZINĀTNISKĀS INTERESES / SCIENTIFIC INTERESTS

Latvijas abinieku un rūpuļu ekoloģija, zookultūru tehnoloģijas (akvakultūra, herpetokultūra), *Emys orbicularis*, *Bombina bombina*, invazīvas sugas Latvijas dabā, dabas aizsardzība.

## AKTUĀLĀS PUBLIKĀCIJAS / ACTUAL PUBLICATIONS

### Raksti / Articles

1. Pupins M., Pupina A., Pupina Ag. (2017): Updated Distribution of the European Pond Turtle, *Emys orbicularis* (L., 1758) (Emydidae) on the Extreme Northern Border of its European Range in Latvia. – Acta Zoologica Bulgarica, Supplement 10: 133-137.
2. Pupins M., Pupina A., Pupina Ag. (2016): The first experience in new technologies of breeding and semi-natural eggs incubation of northern *Emys*

- orbicularis* in glass-house aquaculture in Latvia. – Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis, 16 (2): 201-2011. ISSN 1407-8953.
3. Pupina A., Pupins M. (2016): Action plan for the Fire-bellied toad *Bombina bombina* in Latvia: assessment of the implementation, aquaculture and restoration of habitats in 2006-2015. – Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis, 16 (2): 213-2022. ISSN 1407-8953.
  4. Pupina A., Pupins M. (2016): First records of new aquatic predator *Pelodiscus sinensis* (Wiegmann 1835) in Latvia and preliminary ecological risk assessment of the invasion for autochthonic *Emys orbicularis* (Linnaeus 1758). – Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis, 16 (1): 61-76. ISSN 1407-8953.
  5. Skute A., Pupins M., Pupina A. (2016): Behavioral responses of salmonid fingerlings to new invasive fish predator *Perccottus glenii*. – Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis, 16 (1): 91-98. ISSN 1407-8953.
  6. Pupins M., Pupina A., Pupina Ag. (2015): Conservation plan for the European pond turtle *Emys orbicularis* in Latvia: assessment of the implementation in 2007-2014. – Herpetological Facts Journal, 2: 44-48. ISSN 2256-0327.
  7. Pupins M., Pupina A. (2015): The first records and the present distribution of the grass snake, *Natrix natrix* (Squamata: Serpentes: Colubridae), in the southern point of Latvia (Daugavpils district, south-eastern Latvia) as the probable effect of the climate change in the region. – Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis, 15 (2): 317 – 327. ISSN 1407 – 8953.
  8. Pupina A., Pupins M., Skute A., Pupina Ag., Karklins A. (2015): The distribution of the invasive fish amur sleeper, rotan *Perccottus glenii* Dybowski, 1877 (Osteichthyes, Odontobutidae), in Latvia. – Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis, 15 (2): 329 – 341. ISSN 1407 – 8953.
  9. Pupins M., Pupina A. (2015): The first records of the common pheasant, *Phasianus colchicus* (Aves: Galliformes: Phasianidae), and its group in south-eastern Latvia. – Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis, 15 (2): 305 – 317. ISSN 1407 – 8953.
  10. Pupins M., Pupina A. (2014): Projects on *Emys orbicularis* (Reptilia: Testudines: Emydidae) in Latvia for thirty years (1984 – 2014): biological aspects, results and effect on population and ecosystems. – Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis, Vol.14 (2): 159 – 175. ISSN 1407 – 8953.
  11. Pupins M., Pupina A. (2014): Project LIFE-HerpetoLatvia: first results on conservation of *Emys orbicularis* in Latvia. – Herpetological Facts Journal. Supplement of the 2nd International workshop–conference: “Research and conservation of European herpetofauna and its environment: *Bombina bombina*, *Emys orbicularis*, and *Coronella austriaca*”. 14-15.08.2014. PDF ISSN 2256-0327. Vol.1: 85-96.
  12. Pupina A., Pupins M. (2014): Project LIFE-HerpetoLatvia: first results on conservation of *Bombina bombina* in Latvia. – Herpetological Facts Journal. Supplement of the 2nd International workshop–conference: “Research and conservation of European herpetofauna and its environment: *Bombina bombina*, *Emys orbicularis*, and *Coronella austriaca*”. 14-15.08.2014. PDF ISSN 2256-0327. Vol.1: 76-84.
  13. Pupiņš M., Kalniņš M., Pupiņa A., Jaundaldere I. (2012): First records of European Mantid *Mantis religiosa* (Linnaeus, 1758) (Insecta: Dictyoptera,

- Mantidae) in Latvia. – Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis, Volume 12, No. 2: 175-184. ISSN 1407 – 8953.
14. Lisovska Z., Pupiņa A., Pupiņš M. (2012): Anthropogenic impact on *Bombina bombina* (L.) populated habitats in the south part of the Eglaine parish (Ilukste district, Latvia). – Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis, Suppl. 3, 2012: 62 – 64. ISSN: 1407-8953.
  15. Pupiņš M., Pupiņa A. (2012): Invasive fish *Perccottus glenii* in biotopes of *Bombina bombina* in Latvia on the north edge of the fire-bellied toad's distribution. – Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis, Suppl. 3, 2012: 82 – 90. ISSN: 1407-8953.
  16. Pupiņš M., Pupiņa A. (2012): Findings of *Emys orbicularis* (Linnaeus 1758) in salmonid lakes in Latvia. – Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis, Suppl. 3, 2012: 91 – 93. ISSN: 1407-8953.
  17. Pupins M., Pupina A. (2011): First records of 5 allochthonous species and subspecies of Turtles (*Trachemys scripta troostii*, *Mauremys caspica*, *Mauremys rivulata*, *Pelodiscus sinensis*, *Testudo horsfieldii*) and new records of subspecies *Trachemys scripta elegans* in Latvia. (Correction: *Trachemys scripta troostii* = *Pseudemys concinna* (corrected by V.Sancho)). – Management of Biological Invasions, 2: 69-81. ISSN 1989-8649.
  18. Pupins M., Pupina A., Bakharev V. (2010): Rasprostranenie evropeiskoi bolotnoi cherepahi (*Emys orbicularis* L. 1758) v Latvii i na territorijah, granichaschih s Belarusiu. [European pond turtle distribution in Latvia and in territories bordered with Belarus]. – Vestnik Mozyrskaga Dzyarzhavnaga Universiteta imya I.P. Shamyakina, V.1 (26): 35-38 (in Russian). ISBN: 978-985-477-279-0.
  19. Pupina A., Pupins M. (2010): Dinamika chislenosti zherlanki krasnobryuhoi (*Bombina bombina* L. 1761) na severnoy granice areala v Latvii. [Dynamics of number of Fire-bellied toad (*Bombina bombina* L. 1761) at north edge of its distribution in Latvia]. – Vestnik Mozyrskaga Dzyarzhavnaga Universiteta imya I.P. Shamyakina, V.1 (26): 30-34 (in Russian). ISBN: 978-985-477-279-0.
  20. Pupins M., Pupina A. (2010): Amerikas sugas *Pygocentrus* sp. (Actinopterygii: Characiformes: Characidae: Serrasalminae) sastapšanas gadījums Latvijā, Daugavpilī. [Finding of American fish *Pygocentrus* sp. (Actinopterygii: Characiformes: Characidae: Serrasalminae) in Latvia, Daugavpils]. 68. Scientific conference of University of Latvia, 19.07.2010. – Rakstu krājums "Klimata mainība un ūdeņi". Rīga, Latvijas Universitāte: 77-82. ISBN 978-9984-45-167-1 (in Latvian).
  21. Pupina A., Pupins M. (2010): Sarkanvēdera ugunskrupju *Bombina bombina* (L., 1761) skaitliskuma dinamika saistībā ar klimatiskajām īpatnībām Latvijā. – Rakstu krājums "Klimata mainība un ūdeņi". Rīga, Latvijas Universitāte: 68-76. ISBN 978-9984-45-167-1.
  22. Pupins M., Pupina A. (2009): The experimental data on sun-basking activity of European pond turtle *Emys orbicularis* in natural climate in Latvia: dynamics and correlation with the meteorological factors. – Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis, Vol. 9 (2): 291-298. ISSN: 1407-8953
  23. Pupina A., Pupins M. (2009): Comparative analysis of biotopes and reproductive-ecological manifestations of *Bombina bombina* (Linnaeus, 1761) in

Latvia. – Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis, Vol. 9 (1): 121-130. ISSN: 1407-8953

24. Pupina A., Pupins M. (2009): Fenetic analysis of *Bombina bombina* ventral spots pattern in 8 localizations in Latvia. – Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis, Vol. 9 (1): 131-136. ISSN: 1407-8953
25. Kuzmin S.L., Pupina A., Pupins M., Trakimas G. (2008): Northern border of the distribution of the red-bellied toad *Bombina orientalis*. – Zeitschrift für Feldherpetologie, 15 (2): 215-228.
26. Pupins M., Pupina A. (2008): Distribution of European pond turtle *Emys orbicularis* (LINNAEUS, 1758) on the northern edge of its area in Latvia. – Revista Espanola de Herpetologia: 22: 149-157.
27. Pupins M., Pupina A. (2008): The data on the observations of the European pond turtle (*Emys orbicularis* L.) at the northern edge of its area in Latvia. – Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis, Vol.8 (1): 35-46. ISSN 1407-8953.
28. Pupina A., Pupins M. (2008): The new data on distribution, biotopes and situation of populations of *Bombina orientalis* in the south-east part of Latvia. – Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis, Vol.8 (1): 67-73. ISSN 1407-8953.
29. Pupina A., Pupins M. (2007): A new *Bombina orientalis* L. population "Demene" in Latvia, Daugavpils area. – Acta Universitatis Latviensis, vol. 273, Biology: 47-52.
30. Pupin A.O., Pupin M.F. (1990): On the keeping and breeding of species of the genus *Bombina*. – Amphibian Zooculture, collected papers. A.N.Severtsov's Institute of Animal Evolutionary Morphology and Ecology, Acad. Sci. USSR, Moscow: 101-106.

#### **Konferenču materiāli / Proceedings**

1. Kulikova E.A., Kolenda K., Chejrans A., Pupinsh M., Pupina A., Ogelska M. (2017): Pervye rezul'taty vidovoj diagnostiki zelenyh lyagushek *Pelophylax esculentus* complex Latvii metodom PCR. – Materialy konferencii "Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya «Zoologicheskie chteniya – 2017» 2017.03.15-17". In Russian.
2. Pupins M., Pupina A. (2014): Исследование возможности восстановления популяции *Emys orbicularis* особями из аквакультуры в природном парке Силене (Юго-Восточная Латвия). – Материалы VI Международной научно-практической конференции «Современные экологические проблемы устойчивого развития Полесского региона и сопредельных территорий: наука, образование, культура». 23.-24.10.2012. Belarus, Mozyr. Ministry of education. Mozyr University: 86-89. ISBN 978-985-477-526-5. In Russian.
3. Pupina A., Pupins M. (2014): Исследование возможности усиления особями из аквакультуры популяции *Bombina orientalis* в Деменес паргастс (Юго-Восточная Латвия). – Материалы VI Международной научно-практической конференции «Современные экологические проблемы устойчивого развития Полесского региона и сопредельных территорий: наука, образование, культура». 23.-24.10.2012. Belarus, Mozyr. Ministry of education. Mozyr University: 89-92. ISBN 978-985-477-526-5. In Russian.

4. Ogrupe A., Pupins M., Pupina A. (2014): Половая структура популяции собак *Canis lupus familiaris* улиц города Даугавпилса (Юго-Восточная Латвия) и особенности их поведения. – Материалы VI Международной научно-практической конференции «Современные экологические проблемы устойчивого развития Полесского региона и сопредельных территорий: наука, образование, культура». 23.-24.10.2012. Belarus, Mozyr. Ministry of education. Mozyr University: 35-37. ISBN 978-985-477-526-5. In Russian.
5. Pupina A., Pupins M., Livmanis K. (2014): Батрахоиндикация относительной оптимальности для земноводных территорий пяти биотопов восточной Латвии. – Материалы VI Международной научно-практической конференции «Современные экологические проблемы устойчивого развития Полесского региона и сопредельных территорий: наука, образование, культура». 23.-24.10.2012. Belarus, Mozyr. Ministry of education. Mozyr University: 92-95. ISBN 978-985-477-526-5. In Russian.
6. Kapustina D., Pupins M., Pupina A. (2014): Различия в групповой исследовательской деятельности у *Erythrocebus patas* и *Macaca fuscata* в эксперименте. – Материалы VI Международной научно-практической конференции «Современные экологические проблемы устойчивого развития Полесского региона и сопредельных территорий: наука, образование, культура». 23.-24.10.2012. Belarus, Mozyr. Ministry of education. Mozyr University: 82-86. ISBN 978-985-477-526-5. In Russian.
7. Evarte A., Pupins M., Pupina A. (2014): Дедоместикация в уличной субпопуляции *Felis silvestris catus* города Даугавпилса (Юго-Восточная Латвия). – Материалы VI Международной научно-практической конференции «Современные экологические проблемы устойчивого развития Полесского региона и сопредельных территорий: наука, образование, культура». 23.-24.10.2012. Belarus, Mozyr. Ministry of education. Mozyr University: 56-58. ISBN 978-985-477-526-5. In Russian.
8. Pupina A., Pupins M. (2013): Invasive fish *Percottus glenii* (Perciformes: Gobioidae: Odontobutidae) distribution in catchment basins of Salmonid lakes in Latvia. – Referātu tēžu krājums. Latvijas universitātes 71. Zinātniskā konference, LU Bioloģijas fakultāte, Bioloģijas sekcija. „Latvijas ūdeņu vides pētījumi un aizsardzība”. Rīga, 2013. gada 18. februāris: 54-56.
9. Pupina A., Pupins M. (2013): Fire-bellied toads *Bombina bombina* L. (Anura: Bombinatoridae) populations expansion in 2010 in Latvia. – Proceedings of the 9th National Congress of Italian National Herpetological Society. 26-30.09.2012. Italy, Bari-Conversano: 338-341. ISBN 978-88-908-7160-3; <http://www-3.unipv.it/webshi/pubb/public.htm#Atti>
10. Pupins M., Pupina A. (2013): Findings of *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758) in 2010 – 2011 in wild conditions in Latvia and completing of the breeding group (Cryptodirida: Emydidae). – Proceedings of the 9th National Congress of Italian National Herpetological Society. 26-30.09.2012. Italy, Bari-Conversano: 342-345. ISBN 978-88-908-7160-3.
11. Rimicans A., Pupins M., Pupina A. (2012): *Lacerta agilis* distribution in Daugavpils city territory (Latvia, Latgale). – Biologia plazow i gadow-ochrona herpetofauny. XI All-Poland Herpetological Conference. 25.-26.09.2012. Cracow, Uniwersytet Pedagogiczny: 105-107. ISBN 978-83-7271-745-1.

12. Pupins M., Pupina A. (2012): Conservation of *Emys orbicularis* in Latvia. – Biologia plazow i gadow-ochrona herpetofauny. XI All-Poland Herpetological Conference. 25.-26.09.2012. Cracow, Uniwersytet Pedagogiczny: 95-101.
13. Pupina A., Pupins M. (2012): Conservation of *Bombina bombina* in Latvia. - Biologia plazow i gadow-ochrona herpetofauny. XI All-Poland Herpetological Conference. 25.-26.09.2012. Poland, Cracow, Uniwersytet Pedagogiczny: 89-94.
14. Petkuns E., Pupins M., Pupina A. (2012): Estimation of small water bodies in Nature park Silene (Latvia) as an environment for *Emys orbicularis*. – Biologia plazow i gadow-ochrona herpetofauny. XI All-Poland Herpetological Conference. 25.-26.09.2012. Poland, Cracow, Uniwersytet Pedagogiczny: 80-83.
15. Lisovska Z., Pupina A., Pupins M. (2012): *Bombina bombina* vocalization biotopes in Eglaines pagasts (Ilukstes novads, Latvia). – Biologia plazow i gadow-ochrona herpetofauny. XI All-Poland Herpetological Conference. 25.-26.09.2012. Cracow Uniwersytet Pedagogiczny: 65-68.
16. Pupina A., Pupins M. (2012): Distribution of Fire-bellied toad *Bombina bombina* (Linnaeus 1761) in Latvia. – The problems of Herpetology. Proceedings of the 5th Congress of the Alexander M. Nikolsky Herpetological Society. 24-27 September 2012. Minsk, Belarus: 265-268. In Russian.
17. Pupins M., Pupina A. (2012): Distribution of European pond turtle *Emys orbicularis* (Linnaeus 1758) in Latvia. – The problems of Herpetology. Proceedings of the 5th Congress of the Alexander M. Nikolsky Herpetological Society. 24-27 September 2012. Minsk, Belarus: 261-264. In Russian.
18. Pupins M., Pupina A. (2012): Оценка возможности использования Европейской болотной черепахи (*Emys orbicularis*), как объекта экотуристического Emys-продукта в городе Даугавпилсе, Латвия. – Materials of 5th International scientific - practical Conference «Современные экологические проблемы устойчивого развития Полесского региона и сопредельных территорий: наука, образование, культура». Belarus, Mozyr. Ministry of education. Mozyr University: 162-165. In Russian.
19. Pupina A., Pupins M. (2012): Оценка возможности использования краснобрюхой жерлянки (*Bombina bombina*), как объекта экотуристического Bombina-продукта в городе Даугавпилсе, Латвия. – Materials of V Международная научно-практическая конференция «Современные экологические проблемы устойчивого развития Полесского региона и сопредельных территорий: наука, образование, культура». Belarus, Mozyr. Ministry of education. Mozyr University: 159-162. In Russian.
20. Pupina A., Pupins M. (2011): Estimation of structure of fodder invertebratacultures for the cultivation of Fire-bellied toad *Bombina bombina* on the base of research of its age trophical dynamics in Latvia. – Materials of the Fourth International Workshop “Invertebrates in zoo and insectarium collections”. Moscow, Russia, 18-23 October 2010. Moscow Zoo: 163-166.
21. Pupins M., Pupina A. (2011): Preliminary estimation of structure of fodder invertebratacultures for the cultivation of European pond turtle *Emys orbicularis*. – Materials of the Fourth International Workshop “Invertebrates in zoo and insectarium collections”. Moscow, Russia, 18-23 October 2010. Moscow Zoo: 167-170. ISBN 978-5-904012-25-0.

22. Pupins M., Pupina A. (2011): Ergonomic method of cultivation of *Locusta migratoria* in the Latgale Zoo (Latvia). – Materials of the Fourth International Workshop “Invertebrates in zoo and insectarium collections”. Moscow, Russia, 18-23 October 2010. Moscow Zoo: 171-174. ISBN 978-5-904012-25-0.
23. Pupins M., Pupina A. (2011): On the systematics of zoocultures. – Materials of the Fourth International Workshop “Invertebrates in zoo and insectarium collections”. Moscow, Russia, 18-23 October 2010. Moscow Zoo: 175-178.
24. Pupina A., Pupins M. (2011): The parameters of environment in microbiotopes of *Bombina bombina* vocalization in Latvia: illumination and temperature. – Poland, Biologia plazow i gadow-ochrona herpetofauny. Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie: 16-22.
25. Pupins M., Pupina A. (2011): The data on breeding of *Emys orbicularis* in Latvia: registered eggs laying and juveniles. – Poland, Biologia plazow i gadow-ochrona herpetofauny. Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Pedagogicznego im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie: 137-143.
26. Pupina A., Pupins M. (2010): The parameters of environment of *Bombina bombina* vocalizing microbiotopes on the north edge of its distribution in Latvia. – Poland, Biologia plazow i gadow-ochrona herpetofauny. Uniwersytet Pedagogiczny: 94-98. ISBN 978-83-7271062405.
27. Pupina A., Ivanova T., Pupins M. (2010): Preliminary estimation of creating a new Natura 2000 territory (Demene, Daugavpils district) for the preservation of *Bombina bombina* in Latvia. – Poland, Biologia plazow i gadow-ochrona herpetofauny. Uniwersytet Pedagogiczny: 90-94. ISBN 978-83-7271062405.
28. Pupins M., Pupina A. (2010): The data on breeding of *Emys orbicularis* in Latvia. – Poland, Biologia plazow i gadow-ochrona herpetofauny. Uniwersytet Pedagogiczny: 99-102. ISBN 978-83-7271062405.99-102.
29. Rimicans A., Pupins M., Pupina A. (2010): Amphibians and reptiles of Daugavpils city territory (Latvia, Latgale). – Poland, Biologia plazow i gadow-ochrona herpetofauny. Uniwersytet Pedagogiczny: 110-113.
30. Pupina A, Pupins M. (2009): Experience of Latgales Zoo (Daugavpils, Latvia) in research and conservation of wild population of *Bombina bombina* and *Emys orbicularis* in Latvia [Опыт Латгальского зоопарка (Даугавпилс, Латвия) в изучении и сохранении природных популяций *Bombina bombina* и *Emys orbicularis* в Латвии]. – Collection of works of the 5th International Scientific and Practical Conference „The Role of Zoos in the Conservation of Biodiversity”. 19-20.05.2012., Kiev, Unraine: 67-71. (in Russian).
31. Pupina A, Pupins M. (2009): Rol vodopoynyh vodoyomov ohotnichih hozyaystv v sohranении krasnobruhih zherlanok *Bombina bombina* (L.) na severe areara v Latvii. – Documents of 3rd International scientific practical Conference “Conservation of animals diversity and wildlife management of Russia”. Moscow, Russia. Moscow Government Agrarian University: 2 p. (in Russian).
32. Pupina A, Klauza I. Pupins M. (2009): Planirovaniye sredy ohotnichih ugodyi i selskogo turisma i sohranenie ohranayemogo vida *Bombina bombina* v Latvii. – Documents of 3rd International scientific practical Conference “Conservation of



- animals diversity and wildlife management of Russia". Moscow, Russia. Moscow Government Agrarian University: 2 p. (in Russian).
33. Pupins M., Kudins M., Pupina A. (2009): Planirovaniye sredy ohotnichih ugodi, rybovodcheskih prudov i selskogo turisma v Latvii s uchetom ohrany *Emys orbicularis*. – Documents of 3rd International scientific practical Conference "Conservation of animals diversity and wildlife management of Russia". Moscow Government Agrarian University: 2 p. (in Russian).
  34. Pupins M., Pupina A. (2009): Potencialnaya rol ohoty v regulacii hishchnikov dla sohraneniya v Latvii populacii *Emys orbicularis*. – Documents of 3rd International scientific practical Conference "Conservation of animals diversity and wildlife management of Russia". Moscow Government Agrarian University: 2 p. (in Russian).
  35. Pupina A., Pupins M., Berzins A. (2008): New data on the distribution of *Bombina bombina* in Latvia on the northern edge of its area. – Biologia plazow i gadow – ochrona herpetofauny. IX Ogolnopolska Konferencja Herpetologiczna. Krakow, Wydawnictwo Naukowe Akademii Pedagogicznej: 194-198.
  36. Klauza I., Pupina A., Pupins M. (2008): The research of three biotopes of *Bombina bombina* in the South part of Latvia, Latgale for the aims of the species protection and environment management. – Biologia plazow i gadow – ochrona herpetofauny. IX Ogolnopolska Konferencja Herpetologiczna. Krakow, Wydawnictwo Naukowe Akademii Pedagogicznej: 199-203.
  37. Pupins M., Pupina A. (2008): The data on the *Emys orbicularis* carapax and plastron traumatizing by predators on the northern edge of its area in Latvia. – Biologia plazow i gadow – ochrona herpetofauny. IX Ogolnopolska Konferencja Herpetologiczna. Wydawnictwo Naukowe Akademii Pedagogicznej: 204-210.
  38. Pupins M., Pupina A. (2007): Rol bobrov *Castor fiber* L. v sohranении redkogo vida *Bombina bombina* L. v yugovostochnoy chasti Latvii. – Documents of 2nd International scientific-practical conference. Conservation of animal diversity and wildlife management of Russia. -Moscow, MTA: 67-70. (In Russian).
  39. Pupins M., Pupina A. (2005): Opyt i problemy zookultury nahodyaschegosya pod ugrozoy ischeznoveniya v Latvii vida *Emys orbicularis*. – Documents of conference "Zookultura i biologicheskiye resursy". Moscow, KMK: 185-188.
  40. Pupins M., Pupina A. (2002): Psihologicheskiye osnovy organizacii zooparkovskoy ekspozicii zhivotnyh. – Invertebrates in Zoos Collections. Moscow: The Russian Academy of Sciences: 22-26. (In Russian).
  41. Pupina A., Pupins M. (1996): Zolw blotny (*Emys orbicularis*) na Lotwie. – Materials of IV Ogolnopolska Konferencja Herpetologiczna. Biologija plazow i gadow. Krakow: 96b-96d. (In Polish).

#### **Monogrāfijas / Monographs**

1. Pupiņa A, Pupiņš M. (2015): *Bombina bombina* ekoloģijas īpatnības uz areāla ziemeļu robežas Latvijā. – GlobeEdit, Germany: 284 pp. PDF ISBN: 978-3-639-49275-0. (In Latvian).
2. Pupiņš M., Pupiņa A. (2015): *Emys orbicularis* ekoloģijas aspekti uz areāla ziemeļu robežas Latvijā. – GlobeEdit, Germany: 157 pp. ISBN: 978-3-639-76827-5. ISBN-10: 3639768272. EAN: 9783639768275. (In Latvian).

### Mācību līdzekļi / Learning issues

1. Plotnikov G.K., Peskova T.Yu., Skute A., Pupina A., Pupins M. (compilers) (2018). Sbornik klassicheskikh metodov ihtologicheskikh issledovaniy dlya ispolzovaniya v akvakulture. – Daugavpils University Academic Press “Saule”: 252 p. ISBN 978-9984-14-839-7. (in Russian).
2. Plotnikov G.K., Peskova T.Yu., Skute A., Pupina A., Pupins M. (compilers) (2017). Sbornik klassicheskikh metodov gidrobiologicheskikh issledovaniy dlya ispolzovaniya v akvakulture. – Daugavpils University Academic Press “Saule”: 282 p. ISBN 978-9984-14-799-4. (in Russian).
3. Pupiņš M., Pupiņa A. (2017): Eiropas purva bruņurupucis *Emys orbicularis* un tā aizsardzība Latvijā. Otrais izdevums. – GlobeEdit, Germany: 133 p. ISBN: 978-3-639-76314-0. (in Latvian).
4. Pupiņš M., Pupiņa A. (2013): Latvijā sastapto pieaugušo bruņurupuču sugu lauka noteikšanas shēma. – Daugavpils Universitāte, LZD: 2 lpp. (in Latvian).
5. Pupiņš M., Pupiņa A. (2011): Latvijas pieaugušo rāpuļu sugu lauka noteikšanas tābula. – Daugavpils Universitāte, Akadēmiskais apgāds "Saule": 2. (in Latvian).
6. Pupins M., Pupina A. (2011): Latvijas pieauguso abinieku sugu lauku noteicejs [Field keys to the adult amphibians of Latvia]. – Daugavpils University, Akadēmiskais apgāds "Saule": 76 p. ISBN 978-9984-14-531-0. (in Latvian).
7. Pupiņš M., Pupiņa A., Škute A. (2010): Vides un biotopu plānošana Eiropas purva bruņurupuču *Emys orbicularis* saglabāšanai Latvijā. [Planning of an environment and biotopes for conservation of European pond turtle *Emys orbicularis* in Latvia]. – Daugavpils Universitāte: Akadēmiskais apgāds "Saule": 1-192. ISBN 978-9934-8079-0-9. (in Latvian).
8. Pupiņš M., Pupiņa A. (2007): Eiropas purva bruņurupucis *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758) un tā aizsardzība Latvijā [European pond turtle *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758) and its conservation in Latvia]. – Latgales ekoloģiskā biedrība: 162 z. (in Latvian).
9. Pupiņa A., Pupiņš M. (2007): Sarkanvēdera ugunskrupis *Bombina bombina* (Linnaeus, 1761) un tā aizsardzība Latvijā [The fire-bellied toad *Bombina bombina* (Linnaeus, 1761) and its preservation in Latvia]. – Latgales ekoloģiskā biedrība: 143 p. (in Latvian).

### Sugu aizsardzības plāni / Species conservation plans

1. Pupiņš M., Pupiņa A. (2007): Eiropas purva bruņurupuča *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758) sugas aizsardzības plāns Latvijā. Apstiprināts 18.02.2008. ar Vides ministra rīkojumu Nr. 45. – Latgales ekoloģiskā biedrība: 104 p.
2. Pupiņš M., Pupiņa A. (2007): Sarkanvēdera ugunskrupja *Bombina bombina* (Linnaeus, 1761) sugas aizsardzības plāns Latvijā. Apstiprināts 10.01.2007. ar Vides ministra rīkojumu Nr.12. – Dabas aizsardzības pārvalde, Rīga: 82 p.

### Zinātniski tehniskās publikācijas / Scientific technical publications

1. Čeirāns A., Pupiņa A., Pupiņš M. (2015): Abinieku fona monitoringa Latvijā gala atskaite par 2015. gadu. [Final report on the monitoring of amphibians in Latvia in 2015]. – Dabas aizsardzības pārvalde, Latgales zoodārzs: 230 lpp. (In Latvian).

2. Pupiņa A., Pupiņš M. (2015): Aizsargājamo ainavu apvidus Augšzeme herpetofaunas sastāva un stāvokļa izpēte un novērtējums. – Latgales ekoloģiskā biedrība: 13 p.
3. Pupins M., Pupina A. (2014): LIFE-HerpetoLatvia: Results of monitoring of European pond turtle (*Emys orbicularis*) habitat improvement actions in Silene Nature Park (Latvia). Action E.3. – Daugavpils, LIFE-HerpetoLatvia, Latgales Zoo: 24 p.
4. Pupina A., Pupins M. (2014): LIFE-HerpetoLatvia: Results of monitoring of Fire-bellied Toad (*Bombina bombina*) habitat improvement actions in Demene (Latvia). ACTION E.3. – Daugavpils, LIFEHerpetoLatvia, Latgales Zoo: 29 p.
5. Čeirāns A., Pupina A., Pupins M. (2014): LIFE projekta „Reto rāpuļu un abinieku aizsardzība Latvijā” (LIFE/09/NAT/000239) Pēc-LIFE aizsardzības plans. ACTION E.5. – Daugavpils, LIFEHerpetoLatvia, Latgales Zoo: 24 p.
6. Pupina A., Pupins M. (2013): LIFE-HerpetoLatvia: Population management corrected plan for the Fire-bellied Toad (*Bombina bombina*) population in Demenes pagasts (Daugavpils novads, Latvia). – Daugavpils, LIFE-HerpetoLatvia, Latgales Zoo: 44 p.
7. Pupina A., Pupins M., Ivanova T., Kotane L. (2012): LIFE-HerpetoLatvia: Results of preliminary study of the Fire-bellied Toad (*Bombina bombina*) population Demene (Demenes pagasts, Daugavpils novads, Latvia). – Daugavpils, LIFE-HerpetoLatvia, Latgales Zoo: 30 p.
8. Pupins M., Pupina A., Petkuns E. (2012): LIFE-HerpetoLatvia: Results of preliminary study of the European pond turtle (*Emys orbicularis*) territory Silene Nature Park, Territory Natura 2000 (Daugavpils novads, Latvia). – Daugavpils, LIFE-HerpetoLatvia, Latgales Zoo: 33 p.
9. Pupina A., Pupins M. (2012): LIFE-HerpetoLatvia: Population management plan for the Firebellied Toad (*Bombina bombina*) population in Demenes pagasts (Daugavpils novads, Latvia). –LIFE-HerpetoLatvia, Latgales Zoo: 43 p.
10. Pupins M., Pupina A. (2012): LIFE-HerpetoLatvia: Population management plan for the European pond turtle (*Emys orbicularis*) in Silene Nature Park, Territory Natura 2000 (Daugavpils novads, Latvia). –LIFE-HerpetoLatvia, Latgales Zoo: 38 p.

#### **Populārzinātniskās publikācijas / Popular-scientific publications**

1. Ceirāns A., Pupina A., Pupins M. (2014): LIFE-HerpetoLatvia Layman's Report. LIFE Project “Conservation of Rare Reptiles and Amphibians in Latvia” (LIFE09NAT/LV/000239). 2010-2014. – Latvia, Daugavpils, Latgales Zoo: 16 p. PDF ISBN 978-9934-8507-3-8.
2. Pupiņa A., Pupiņš M. (2012): Sarkanvēdera ugunskrupja saglabāšana Latvijā: Projekts LIFE-HerpetoLatvia. Conservation of Fire-bellied Toad in Latvia: Project LIFE-HerpetoLatvia. Сохранение краснобрюхой жерлянки в Латвии: Проект LIFE-HerpetoLatvia. – Dabas aizsardzības pārvalde, 44 lpp. Paper ISBN 978-9934-8412-0-0. PDF ISBN 978-9934-8412-1-7.
3. Pupiņš M., Pupiņa A. (2012): Eiropas purva bruņurupuča saglabāšana Latvijā: Projekts LIFE-HerpetoLatvia. Conservation of European pond turtle in Latvia: Project LIFE-HerpetoLatvia. Сохранение Европейской болотной черепахи в Латвии: Проект LIFE-HerpetoLatvia: Проект LIFE-HerpetoLatvia. – Dabas aizsardzības pārvalde, 56 lpp. PDF ISBN 978-9934-8412-3-1.

## **PIEDALĪŠANAS PROJEKTOS / PARTICIPATION IN THE PROJECTS**

1. 2016.-2018.g. Abinieku fona monitorings Latvijā 2016-2018.g. Latvijas Vides Aizsardzības Fonda finansēts projekts. Pasūtītājs: Daugavpils Universitāte. Zinātniskais pētnieks, eksperts abinieku uzskaitē.
2. 2015.-2016.g. Latvijas Vides Aizsardzības Fonda finansēts projekts: Dabas aizsardzības pārvaldes datu pārvaldības sistēmas kapacitātes palielināšana abinieku un rāpuļu sugu datiem. Projekta Nr. 1-08/370/2015. Pasūtītājs: Latgales Ekoloģiskā Biedrība. Eksperts herpetofaunas uzskaitē.
3. 01.06.2015.-30.09.2016.g. Latvijas Vides Aizsardzības Fonda finansēts projekts: Dabas aizsardzības pārvaldes datu pārvaldības sistēmas kapacitātes palielināšana abinieku un rāpuļu sugu datiem. Projekta Nr. 1-08/370/2015. Pētnieks.
4. 01.06.2015.-30.09.2015.g. Latvijas Vides Aizsardzības Fonda finansēts projekts: Abinieku uzskaitē Latvijā. Projekta Nr. 1-08/370/2015. Pētnieks.
5. 2010.-2014.g. Bombina eksperts. ESF LIFE-NATURE projekts "Conservation of rare reptiles and amphibians in Latvia" LIFE-HerpetoLatvia, #LIFE09NAT/LV/000239.
6. 2006.-2008.g. ESF LIFE-NATURE projekts "Sugu un biotopu aizsardzība Dabas parkā „Rāzna”" #LIFE04NAT/LV/000199 (Latvia). Eksperts.
7. 2004.-2009.g. ESF LIFE-NATURE projekts LIFE-Bombina "Bombina in the Baltic Region - Management of fire-bellied toads in the Baltic region" #LIFE04NAT/DE/000028 (Germany, Denmark, Sweden and Latvia). Eksperts.
8. 2007.g. Latvijas Vides Aizsardzības Fonda projekts: "Divu brošūru par sarkanvēdera ugunskrupjiem, purva bruņurupučiem un to aizsardzību Latvijā izveidošana un drukāšana". Autors.
9. 2007.g. Latvijas Vides Fonda projekts: „Purva bruņurupuču *Emys orbicularis* (L.) Sugas aizsardzības plāna izstrādāšana". Vadītājs, autors.
10. 2006.g. Latvijas Vides Fonda projekts: „Iedzīvotāju vides apziņas veidošanas ekspozīcijas pabeigšana Latgales zoodārzā". Vadītājs.
11. 2006.g. Latvijas Vides Fonda projekts: „Purva bruņurupuču, sarkanvēdera ugunskrupju, plato ūdensvaboļu ekoloģijas pētīšana un aizsardzība Latvijā". Pētnieks.
12. 2006.g. Latvijas Vides Fonda projekts „Sarkanvēdera ugunskrupju *Bombina bombina* (Linnaeus, 1761) Sugas aizsardzības plāns Latvijā ". Vadītājs, autors.
13. 2001.g. Latvijas Vides Fonda projekts # 1-08/470/2000. "Latvijas purva bruņurupuča *Emys orbicularis* ekoloģijas izpēte". Pētnieks.

## **SUGU AIZSARDZĪBA / SPECIES CONSERVATION**

1. 2007.-2017.g. Sarkanvēdera ugunskrupja *Bombina bombina* (Linnaeus, 1761) sugas aizsardzības plāna Latvijā koordinators.
2. 2008.-2017.g. Eiropas purva bruņurupuča *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758) sugas aizsardzības plāna Latvijā koordinators.

## **DALĪBA ORGANIZĀCIJAS / MEMBERSHIP, NETWORKING**

1. Registered expert in *Emys orbicularis*, *Trachemys scripta*, *Bombina bombina*, and *Perccottus glenii*. Delivering Alien Invasive Species In Europe (DAISIE), project funded by the sixth framework programme of the European Commission <http://www.europe-aliens.org>.
2. "The Center for North American Herpetology". Registered Herpetologist

3. "HerpNet, Pan European Herpetological Network (PEHN)". Member.
4. "European Pond Conservation Network (EPCN)". Member.
5. "Latgales ekoloģiskā biedrība (LEB)". Co-founder, member, expert.

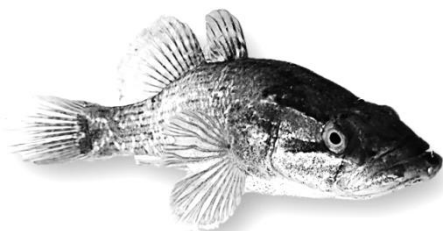
#### **PAPILDUS KVALIFIKĀCIJAS / ADDITIONAL QUALIFICATIONS**

1. 2015.g. Sertifikāts. Kvalifikācija: "Bezastaino abinieku uzskaišu veicējs".
2. 2008.g. Apliecība. "Abinieku turēšana nebrīvē". Seminārs. Rīgas nacionālais zooloģiskais dārzs.

#### **PEDAGOGA DARBS / EDUCATIONAL WORK**

2013.g. Latvijas Republikas Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrijas Diploms. 1. vieta nominācijā "Vides pedagogs" konkursā "Vides zinātnes balva 2012".





Daugavpils Universitātes Akadēmiskais apgāds “Saule”

Izdevējdarbības reģistr. apliecība Nr. 2-0197.

Vienības iela 13, Daugavpils, LV–5401, Latvija