КУРС ЛЕКЦИЙ ПО ПРЕДМЕТУ «ИХТИОЛОГИИ С ОСНОВАМИ ВЕДЕНИЯ ПРУДОВЫХ ХОЗЯЙСТВ»

Репозиторий ВГУ

Лекция. История развития ихтиологии.

Ихтиология (от греч. ichthýs — рыба и ...логия), раздел зоологии позвоночных, изучающий рыб, их строение, функции их органов, образ жизни на всех стадиях развития, распространение рыб во времени и пространстве, их систематику, эволюцию.

Наиболее древние обобщения в области ихтиологии принадлежат индийским учёным (Сусрута, 6 в. до н. э., и др.). Первая книга по рыбоводству, в которой содержатся также сведения об образе жизни рыб, опубликована в Китае в середине 1-го тыс. до н. э. Систематизированные сведения о рыбах впервые встречаются лишь у Аристотеля (4 в. до н. э.), который в труде "История животных" выделил рыб в отдельную группу водных позвоночных, привёл много данных по анатомии, размножению и образу жизни рыб. До 15 в. в Европе знания о рыбах сколько-нибудь существенно не расширились. Только со 2-й половины 15 в., с развитием хозяйства и торговли, создались более благоприятные условия для развития всех отраслей естествознания, в том числе и для изучения рыб, в первую очередь как ценного хозяйственного объекта. За 4 столетия (15—19 вв.) был накоплен большой материал по фауне морских и пресноводных рыб (работы французских учёных П. Белона и Г. Ронделе, итальянский — И. Сальвиани, шведский — П. Артеди и К. Линнея, немецкий — И. Мюллера и др.). В более позднее время изучением фауны рыб занимались французский учёный А. Валансьенн, американский — Д. Джордан, К. Хэбс, английский — А. Гюнтер, Г. Буланже, Ч. Риген, Дж. Нормен, шведский — Э. А. Стеншьё и многие другие. Из учёных, исследовавших фауну рыб России, особенно много сделали С. П. Крашенинников, П. С. Паллас, И. А. Гюльденштедт, И. И. Лепёхин, Э. И. Эйхвальд, К. Ф. Кесслер, Н. А. Варпаховский и др.

В 19 в. ихтиология выделяется из зоологии в самостоятельную науку.

Начинается новый этап её развития, непосредственно связанный с нуждами интенсивно развивающегося рыбного промысла и характеризующийся исследованиями динамики численности промысловых рыб, влияния промысла на рыбные запасы, условий воспроизводства рыбных запасов. В России большое значение имели проведённые К. М. Бэром и Н. Я. Данилевским научно-промысловые исследования на Каспийском, Азовском, Чёрном и Северных морях и на Псковском озере.

В конце 19 в. и начале 20 в. научно-промысловые исследования проводили: немецкий учёный Ф. Хейнке (по сельдям), датский учёный К. Петерсен (по треске и камбаловым), норвежский учёный Ю. Йорт (по сельдям и треске) и др. В России в этот период исследования были связаны с развитием рыбоводства (В. П. Врасский, О. А. Гримм, И. Н. Арнольд, Н. А. Бородин и др.) и изучением сырьевых рыбных ресурсов страны для освоения новых промысловых районов и для ведения рационального рыбного хозяйства (исследования В. К. Бражникова, В. К. Солдатова и П. Ю. Шмидта на дальневосточных морях, В. И. Мейснера, А. Н. Державина, К. А. Киселевича и Н. Л. Чугунова на Каспийском море и др.). Большой вклад в развитие ихтиологии внесли Л. С. Берг (систематика, распространение,

Репозиторий ВГУ

палеонтология рыб), А. Н. Северцов (анатомия рыб), В. В. Васнецов, С. Г. Крыжановский (морфология и эмбриология рыб), И. Ф. Правдин (систематика рыб), Е. К. Суворов (промысловая ихтиология) и др. советские ихтиологи.

Начиная с середины 20 в. ихтиологи разработали более совершенные методы изучения возраста и роста рыб, питания, размножения, динамики численности, распределения и миграций рыб и др. В методике ихтиологических исследований и в практике рыбного хозяйства нашли применение современные достижения физики и химии: применение гидролокаторов при промысловой разведке рыб, электросвета для привлечения и лова рыбы, радиоактивных изотопов для изучения питания рыб, их мечения и др. Широко проводятся подводные наблюдения на различных глубинах при помощи разных аппаратов (батискафы, батипланы и др.) и подводного телевидения.

Современная ихтиология изучает:

– внешнее и внутреннее строение рыб (морфологию и анатомию);

– отношение рыб к внешней среде (экологию);

– особенности индивидуального развития (эмбриологию) и историю развития видов, родов, семейств и т.д. (эволюцию и филогению);

– географическое распространение рыб (зоогеографию).

Ихтиология подразделяется на:

– общую ихтиологию (общие вопросы морфологии, анатомии, экологии, эволюции, происхождения, распространения рыб);

– частную ихтиологию (отличительные признаки и биологию отдельных видов рыб).

Ихтиология тесно связана с гидрологией и гидробиологией.

Развитие ихтиологии способствовало выделению из нее отдельных разделов: эмбриологии, физиологии, биохимии, паразитологии, селекции рыб, промышленного рыболовства, рыбоводства.

Основные проблемы современной ихтиологии — динамика стада рыб, развития рыб (как индивидуального, так и исторического), поведения и миграций рыб. Изучение этих вопросов необходимо для развития активного морского рыболовства, воспроизводства запасов промысловых рыб, в частности, в условиях зарегулирования стока рек, прудового рыбоводства и др. Среди актуальнейших проблем современной ихтиологии — разработка научных основ расширения добычи пищевых ресурсов из океанических вод, увеличение интенсивности их освоения, построение рационального рыбного хозяйства в морских и континентальных водах. Важнейшая задача ихтиологии — разработка принципов и методов повышения продуктивности экосистем водоёмов путём интенсификации воспроизводства стад промысловых рыб, их рациональной эксплуатации, реконструкции ихтиофауны водоёмов, комплекса мелиоративных мер.

Репозиторий БГУ

Происхождение рыб и система надкласса Pisces.

Останки рыб в виде обломков чешуй и шипов известны с позднего силура. В отложениях нижнего девона обнаружены остатки уже нескольких, довольно четко различимых групп рыб. Поэтому считается, что становление надкласса рыб – появление наиболее примитивных рыб и их дивергенция – происходили в начале – середине силура (400-450 млн. лет назад). Считается, что возникновение рыб шло в пресноводных водоемах, и лишь позднее разные группы рыб независимо проникали в моря, а некоторые потом вновь распространялись по пресным водоемам. Эволюция рыб протекала сложными путями: возникали многочисленные группы, часть которых впоследствии вымерла; в ряде случаев эволюция шла конвергентным путем.

Предполагают, что рыбы обособились от живших в пресных водоемах примитивных птераспидоморф (Pteraspidomorphi; разнощитковые бесчелюстные), видимо, в начале силура. От первичных, пока неизвестных примитивных челюстноротых произошли две группы: панцирные и челюстножаберные; их рассматривают как самостоятельные классы.

Класс панцирные рыбы – Placodermi объединял мелких и крупных рыб (некоторые достигали 6м). Голова и передняя часть туловища были покрыты сложным панцирем из костных пластин. Задняя часть тела покрыта чешуёй или оставалась голой; массивные челюсти нередко окостеневали. Грудные плавники обычного типа или либо они были покрыты костными щитками, подвижно сочлененными с панцирем тела. У части видов имелись брюшные плавники. Были сформированы дуги позвоноков, хотя их тела отсутствовали. Жаберные щели прикрывал отросток головного панциря. Эти рыбы жили в реках, но к середине девона появились и морские формы. Полностью вымерли в конце девона – начале каменноугольного периода. Считается, что эта группа скорее всего тупиковой ветвью и не связана с формированием современных групп рыб.

Челюстножаберные рыбы имели средние и мелкие размеры и веретенообразное тело. Видимо жили в реках, с быстрым течением и отличались более высокой подвижностью. Голова и тело были покрыты костными пластинамии многочисленными чешуями, напоминающими ганоидные чешуи некоторых костных рыб. Череп хрящевой, иногда частично окостеневал. Челюстная дуга напоминала по своему строению лежащие за ней жаберные дуги и отличалась лишь большей массивностью; верхняя челюсть состояла из двух-трех элементов, нижняя – из одного-двух. Жаберные щели открывались наружу самостоятельными отверстиями, у части видов развивались жаберные крышки. Хорошо развитые парные и непарные плавники поддерживались мощными костными шипами. У части видов между крупными грудными и брюшными плавниками располагалось до шести пар маленьких плавничков или парных шипов. Эту особенность рассматривают как свидетельство возникновения парных плавников путем частичной редукции участков прежде сплошных парных плавниковых складок, аналогичных метаплевральным складкам бесчерепных.

Репозиторий ВГУ

В середине девона представители этого класса распространились по морям; к середине пермского периода они вымерли. Считается, что от каких-то примитивных челюстножаберных в начале девона обособились хрящевые рыбы, а другая группа примитивных челюстножаберных в конце силура дала начало костным рыбам.

В середине девона существовала группа акулоподобных хрящевых рыб Cladoselachii. Вероятно, большинство видов этой группы жили в морях. Это рыбы мелких и средних размеров с веретенообразным телом и гетероцеркальным хвостом. Настоящие акуловые рыбы - Пластинчатожаберные (Elasmobranchii) впервые появились во второй половине девона. Вероятно, они обособились от каких-то морских примитивных кладоселахий. Они сохранили часть черт своих предков (например, плакоидную чешую) и приобрели ряд новых признаков.

Начало становления современных акул (Selachoideae) относится к юрскому периоду. Представители некоторых семейств встречаются и сейчас, остальные сформировались к концу мезозойской эры. Также в мезозойскую эру от акул обособляются скаты (Batoideae). Они перешли на питание моллюсками и приспособились к донному образу жизни, с которым коррелирует форма их тела.

В конце силура от какой-то группы примитивных челюстноротых обособились костные рыбы (Osteichties). В девоне встречались представители обоих достаточно четко обособленных подклассов костных рыб: лопастеперые (Sarcopterygii) (нижний девон) и лучеперые (Actinopterygii) (средний девон). Оба подкласса скорее всего имели общих предков.

Надотряд настоящие костистые рыбы – Teleostei – это конечная группа лучеперых, доминирующая среди современных рыб. Впервые появляются в среднем триасе, становятся многочисленными в меловом периоде и достигают расцвета в кайнозойскую эру.

Классификация рыб сложна и до сих пор недостаточно разработана. По одной из наиболее употребляемых схем

Надкласс Pisces – Рыбы

+Класс Placodermi – Панцирные рыбы
+Класс Acantodii – Челюстножаберные
Класс Chondrichtyes – Хрящевые рыбы
+Подкласс Cladoselachii – Примитивные акулы
+Подкласс Xenacanthida – Ксенакантиды
Подкласс Elasmobranchii – Пластиножаберные
Подкласс Holocephali – Цельноголовые, или химеровые, рыбы
Класс Osteichtyes – Костные рыбы
Подкласс Sarcopterygii – Лопастеперые
Подкласс Actinopterygii - Лучеперые

Репозиторий ВГУ

Лекция 2. Особенности внешнего строения. Способы передвижения рыб.

Рыбы – самая многочисленная и разнообразная группа позвоночных животных (более 20 тыс. видов). В процессе длительного исторического развития рыбы приспособились к многообразию условий водной среды, от особенностей которых зависят их строение и образ жизни.

Внешние признаки. Тело рыбы подразделяется на голову, туловище и хвост. Границей между головой и туловищем является задний край жаберной крышки (без жаберной перепонки), между туловищем и хвостом – анальное отверстие.

На голове различают следующие части: рыло – пространство от конца морды до переднего края глаза; щека – участок от глаза до заднего края предкрышечной кости; лоб (или межглазничное пространство) – промежуток между глазами; горло – пространство между жаберными перепонками и основанием грудных плавников; подбородок – участок на брюшной стороне между нижними челюстями и местом прикрепления жаберных перепонок. Пространство между концом анального плавника и началом хвостового является хвостовым стеблем; здесь обычно находится наименьшая высота тела, в то время как наибольшая – перед спинным плавником.

Форма тела. Рыбы отличаются большим разнообразием форм тела. Наиболее распространенными являются:

1. Торпедовидная (веретеновидная). Тело хорошо обтекаемое. Это пелагические виды, хорошие пловцы, способные к продолжительным и быстрым передвижениям (тунцы, скумбрии, лососи). Большинство рыб имеют форму тела, близкую к этому типу.
2. Стреловидная. Голова заостренной формы, тело длинное, имеет равномерную высоту почти на всем протяжении, спинной и анальный плавники смещены к хвосту. Рыбы продолжительных передвижений не совершают, способны к молниеносным броскам (щука, сарган и др.).
3. Лентовидная. Тело сильно вытянуто, сплющено с боков. Это обитатели больших глубин, плавают медленно, изгибая все тело (сабля-рыба, сельдяной король).
4. Угревидная. Тело удлиненное, на поперечном срезе овальное. Рыбы плавают медленно, изгибая все тело (миноги, миксины, угорь, вьюн).
5. Плоская. Тело плоское, у одних рыб тело сжато с боков (лещ, луна-рыба, камбала), у других тело сжато в спинно-брюшном направлении (скат, морской черт). Это донные малоподвижные рыбы.
6. Шаровидная. Тело почти шарообразное. Такую форму тела имеют еж-рыба, пинагор. Рыбы с такой формой тела плавают очень медленно.

Многих рыб сложно отнести к какой-либо из этих групп, они занимают промежуточное положение, а некоторые виды имеют необычную форму (конек-тряпичник).

Репозиторий ВГУ

Голова. Форма головы у рыб довольно разнообразная. У некоторых видов верхняя челюсть вытягивается в длинный мечевидный придаток и является орудием нападения (меч-рыбы); иногда она имеет пилообразный придаток (пила-рыбы). У некоторых рыб вытягивается вперед придаток нижней челюсти (японский полурыл). Иногда обе челюсти равномерно вытянуты вперед наподобие клюва (сарганы). Веслонос имеет голову с громадным лопатовидным расширением. У свистульковых рыб и морских игл рот вытянут в длинную трубку; у миног и миксин он превращен в мощную присоску. У акулы-молота голова имеет форму молота, на концах которого располагаются глаза.

На голове расположены: рот, носовые отверстия, глаза, жаберные отверстия.

Положение рта и его строение зависят от характера питания. Различают:

1)верхний (полуверхний) рот – нижняя челюсть выступает вперед кверху (ряпушка, чехонь, толстолобик);

2)конечный рот – челюсти имеют одинаковую длину (пелядь, омуль, скумбрия);

3)нижний (полунижний) рот – верхняя челюсть, или рострум, сильно выступают вперед (хрящевые, осетровые).

Рыбы, питающиеся у дна, обычно имеют нижний (или полунижний) рот, а планктофаги — верхний. 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 акул рот достигает больших размеров. Некоторые глубоководные рыбы характеризуются непропорционально большими размерами рта и способны проглатывать добычу, размерами превосходящую самих хищников (большерот, мешкорот). У некоторых рыб благодаря вы-движению межчелюстных костей рот может выдвигаться, образуя ротовую трубку (осетровые, карповые).

По бокам головы обычно расположены глаза. В некоторых случаях глаза смещены далеко наверх (звездочет малочешуйный). У взрослых камбал оба глаза находятся на одной стороне. Существуют слепые рыбы, не имеющие глаз.

Все рыбы имеют парные носовые (или обонятельные) отверстия с каждой стороны головы. У костных рыб они располагаются впереди глаз на верхней стороне головы, а у хрящевых рыб (акул, скатов, химер) – на нижней стороне головы. Многие рыбы имеют на голове усики – органы осязания и вкуса (сом, треска, налим, вьюн). Голова рыб нередко бывает вооружена шипами и колючками.

Репозиторий ВГУ

Позади головы находятся жаберные щели или отверстия. Большинство акул и все скаты имеют 5 жаберных щелей, непосредственно открывающихся наружу. Костные рыбы имеют лишь одну жаберную щель, прикрытую настоящей жаберной крышкой.

Жаберные крышки у рыб окаймлены жаберными перепонками, которые могут быть прикреплены к межжаберному промежутку (у карповых) или свободными (у сельдевых). У некоторых рыб жаберные перепонки срастаются между собой, образуя складку (белуга).

У большинства рыб с каждой стороны расположена боковая линия (*linea lateralis*) – орган чувств. Внешний вид боковой линии весьма разнообразен. У одних рыб она проходит в виде одной прямой линии 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).

Плавники. Размеры, форма, количество, положение и функции их различны. Плавники позволяют сохранять равновесие тела, участвуют в движении.

Плавники подразделяются на парные, соответствующие конечностям высших позвоночных животных, и непарные.

К парным относятся:

1) грудные P (*pinna pectoralis*);
2) брюшные V. (*p. ventralis*).

К непарным:

1) спинной D (*p. dorsalis*);
2) анальный A (*p. analis*);
3) хвостовой C (*p. caudalis*).

У лососевых, харациновых, косатковых и др. позади спинного плавника имеется жировой плавник, лишенный плавниковых лучей *(p.adiposa).*

Грудные плавники обычны у костных рыб. Они отсутствуют у мureновых и некоторых других. У скатов грудные плавники увеличены и являются основными органами движения. Особенно сильно развиты грудные плавники у летающих рыб, что позволяет им парить в воздухе.

Брюшные плавники занимают у рыб различное положение, что связано с перемещением центра тяжести, вызванного сокращением брюшной полости и концентрацией внутренностей в передней части тела.

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

Репозиторий ВГУ

Спинных плавников может быть один (сельдеобразные, карпообразные), два (кефалеобразные, окунеобразные) или три (трескообразные). Расположение их различно. 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.

Иногда отдельные лучи спинного плавника вытягиваются в длинные нити. У морского черта первый луч спинного плавника смещен на морду и преобразован в своеобразную удочку, выполняющую роль приманки, у глубоководного удильщика на этой удочке располагается светящийся орган. У рыбы-прилипалы первый спинной плавник перемещен на голову и превращен в присоску. У малоподвижных придонных видов он слабо развит (сом) или может отсутствовать (скаты). Спинного плавника нет у электрического угря.

Анальный плавник обычно бывает один, у трески их два, у колючей акулы он отсутствует.

Анальный плавник служит в качестве киля; в некоторых случаях он является органом движения и сильно развивается в длину (камбала, угорь, электрический угорь, сом).

Хвостовой плавник отличается разнообразным строением.

В зависимости от величины верхней и нижней лопастей различают:

1) *изобатный тип* – в плавнике верхняя и нижняя лопасти одинаковые (тунцы, скумбрии);
2) *гипобатный тип* – удлинена нижняя лопасть (летучие рыбы);
3) *эпибатный тип* – удлинена верхняя лопасть (акулы, осетровые).

По форме и расположению относительно конца позвоночника различают несколько типов:

1) *протоцеркальный* – в виде плавниковой каймы; имеет симметричное строение (хорда проходит посередине плавника) (наблюдается у круглоротых и личинок рыб);
2) *гетероцеркальный* – несимметричный, когда конец позвоночника заходит в верхнюю, наиболее удлиненную лопасть плавника (акулы, осетровые);
3) *гомоцеркальный* – наружносимметричный, при этом видоизмененное тело последнего позвонка заходит в верхнюю лопасть (костистые);
4) *дифицеркальный* – при росте рыб осевой скелет вновь выпрямляется, а верхняя и нижняя лопасть плавника выравниваются в размерах (двоякодышащие, кистеперые).

Плавники выполняют разные функции.

1. Хвостовой плавник создает движущую силу, обеспечивает высокую маневренность рыбы при поворотах, выполняет роль руля.

Репозиторий ВГУ

2. Парные плавники поддерживают равновесие и являются рулями при поворотах и на глубине.

3. Спинной и анальный плавники выполняют роль киля, препятствуя вращению тела вокруг оси.

Способы движения. Разнообразие условий обитания рыб определяет и способы их движения. У рыб известны три способа передвижения – **плавание, ползание и полет**.

Плавание – основной тип движения, который осуществляется в основном за счет боковых изгибов тела и хвоста. Сильнее изгибают тело рыбы с большим числом позвонков. Короткое тело луны-рыбы (всего 17 позвонков) изгибаться не может. Рыбы, у которых строение тела исключает возможность боковых изгибов, плавают при помощи волнообразных движений плавников: электрический угорь – анального; луна-рыба и кузовок – хвостового; скаты –грудных.

Различают **два типа плавания** при помощи боковых изгибов тела:

1. *угревидный* – у рыб при движении волнообразно изгибается все тело. Это наиболее экономичный тип движения, скорость плавания при этом невелика (минога, угорь, вьюн).

2. *скумбриевидный* – у рыб при плавании большое значение имеет хвост, при помощи которого рыба отталкивается от воды и продвигается вперед, на долю которого приходится около 40% всей движущей силы (скумбрия, лосось).

Скорость движения рыб зависит от особенностей строения (формы тела, чешуйного покрова, наличия слизи), физиологического состояния, температуры воды и других факторов. Для медленно плавающих рыб характерно высокое тело и крупная чешуя (карповые), а также угревидная, лентовидная, шаровидная форма тела. Быстроплавающие рыбы имеют хорошо обтекаемую форму тела, мелкую чешую, тонкий мускулистый хвостовой стебель нередко с боковыми килями (меч-рыба, тунцы), сильно развитый, почти симметричный высокий хвостовой плавник, дополнительные плавнички позади спинного и анального плавников (тунцы, скумбрии). У многих быстроплавающих рыб имеются своеобразные обтекатели: жировые веки (кефали), удлиненные чешуйки на хвосте (сельдь-черноспинка) и др.

Рыбы плавают в горизонтальном положении, однако у некоторых видов наблюдаются различия. Морской конек перемещается вверх по винтообразной линии, работая спинным и грудными плавниками и волнообразно изгибает хвостовой стебель, лишенный хвостового плавника. Кривохвостка, собираясь стайками, плавает в вертикальном положении. Перистоусые сомики африканских рек медленно плавают у поверхности воды брюхом вверх. К особым формам плавания можно отнести пассивное перемещение рыб (рыба-прилипала).

Репозиторий ВГУ

Ползание по грунту является одним из способов передвижения рыб, которое осуществляется в основном при помощи грудных плавников и хвоста (ползун, морской черт, многопер, прыгун, морской петух). Так, прыгун живет в мангровых зарослях и значительную часть времени проводит на берегу. По суше двигается прыжками, которые совершает при помощи хвоста и грудных плавников, питается наземными беспозвоночными.

Полет (воздушное парение) свойствен немногим летучим рыбам, обитающим в пелагиали тропических и субтропических вод Мирового океана. У этих рыб длинные и широкие грудные плавники играют роль крыльев. Хвост с сильно развитой нижней лопастью является двигателем, дающим начальную скорость. Выскочив на поверхность воды, летучая рыба первое время скользит по водной поверхности, с нарастанием скорости движения отрывается от воды, пролетая при этом расстояние свыше 100 м.

Кожные покровы рыб

Кожа рыб выполняет ряд важных функций:

1) защита организма от воздействия внешней среды;

2) участие в обмене веществ (осморегуляция, кожное дыхание);

3) в коже располагаются различные чувствительные клетки.

Кожа рыб состоит из двух слоев:

1) верхнего – *эпидермиса* эктодермального происхождения;

2) нижнего – *дермы* (кутиса, кориума), мезодермального происхождения.

Границей между этими слоями служит базальная мембрана. Кожу подстилает подкожная соединительная ткань с жировыми клетками. У круглоротых и рыб эпидермис состоит из нескольких рядов эпителиальных клеток, верхние слои клеток ороговевают и постоянно отторгаются. У большинства рыб эпидермис богат различными чувствительными клетками и свободными нервными окончаниями, кровеносных сосудов в нем нет. В дерме имеются и нервы, и кровеносные сосуды.

Строение кожи рыб зависит от их образа жизни. У рыб (как и у круглоротых) эпидермис включает:

1) нижний ростковый слой (один ряд цилиндрических клеток);

2) средний слой (несколько рядов клеток, форма которых изменяется от цилиндрической к уплощенной);

3) верхний слой (несколько рядов уплощенных клеток).

В среднем слое находятся железистые клетки, вырабатывающие слизь: бокаловидные, округлые (серозные) и колбовидные.

Репозиторий ВГУ

По глубине залегания первыми идут бокаловидные слизистые клетки, несколько глубже – округлые (серозные), а в нижней части, прилегая к базальному слою, находятся колбовидные клетки. Медленноплавающие костистые рыбы, как правило, имеют округлые и колбовидные слизистые клетки; рыбы, плавающие со средней скоростью, – обычно бокаловидные и округлые, а быстроплавающие – только округлые клетки. У медленноплавающих рыб слизистые клетки располагаются равномерно по всей поверхности тела в один ряд. Слизь уменьшает трение рыбы о воду и обладает защитной функцией (бактерицидные свойства, коагуляция взвешенных в воде частиц, предохранение жабр от засорения).

Слизь рыб различается по биохимическому составу. В слизи рыб, плавающих с высокими скоростями, белков больше, чем у медленноплавающих.

Дерма рыб состоит из соединительной ткани с большим количеством коллагеновых волокон и выполняет опорную функцию. У большинства рыб дерма включает два слоя:

1) верхний (тонкая прослойка рыхлой соединительной ткани, окружающей чешую);

2) нижний (плотная соединительная ткань). Лопасти этого слоя входят между чешуями, образуя чешуйные карманы.

У медленноплавающих рыб дерма развита слабо, у быстроплавающих рыб толщина дермы увеличивается, особенно в хвостовом отделе.

Под дермой находится подкожный слой, состоящий из рыхлой соединительной ткани с жировыми клетками. Подкожный слой хорошо развит у костистых рыб, у акул он на большей части тела отсутствует и туловищная мускулатура непосредственно соприкасается с кожей.

Рыбам свойственна разнообразная окраска, которая зависит от наличия в коже пигментных клеток – хроматофоров. Хроматофоры могут залегать на границе верхнего и нижнего слоев дермы, в нижнем слое дермы и в подкожной соединительной ткани вместе с жировыми клетками. Различают следующие виды хроматофоров:

1) *меланофоры* (включают пигменты черного, коричневого цвета);

2) *ксантофоры* (пигменты желтого цвета);

3) *эритрофоры* (пигменты красного цвета);

4) *лейкофоры,* или гуанофоры (содержат кристаллы гуанина, которые придают коже рыб серебристую окраску).

Окраска рыб изменяется в связи с возрастом, полом и физиологическим состоянием. Некоторые рыбы обладают способностью изменять свою окраску. Так, камбалы, скаты и некоторые другие рыбы могут изменять окраску в соответствии с окружающей средой.

Репозиторий ВГУ

У рыб изменение окраски зависит от пигмента, находящегося в хроматофорах, который может сокращаться и расширяться. Световые раздражения воспринимаются органами зрения, и под влиянием нервных импульсов изменяется окраска рыбы. Ослепленные рыбы теряют способность к изменению окраски. В период размножения брачная окраска рыб является результатом воздействия гормонов гипофиза и половых желез.

Кроме слизистых желез и пигментных клеток, в коже рыб имеется чешуя, светящиеся органы и ядовитые железы.

Чешуя. Тело большинства рыб покрыто чешуей, у медленноплавающих рыб чешуя обычно отсутствует (круглоротые, сомовые, некоторые бычки, скаты).

У современных рыб различают три типа чешуи — плакоидную, ганоидную и костную. Плакоидная чешуя является наиболее древней, а ганоидная и костная – ее производными.

Плакоидная чешуя состоит из ромбической пластинки, залегающей в дерме, и шипа, выступающего наружу. Шип может оканчиваться одним или несколькими остриями. Она свойственна хрящевым рыбам и в течение жизни неоднократно сменяется. Плакоидная чешуя состоит из трех слоев:

1) *витродентин* (наружное эмалеподобное вещество);

2) *дентин* (органическое вещество, пропитанное известью);

3) *пульпа* (полость зуба, заполненная рыхлой соединительной тканью с кровеносными сосудами).

Ганоидная чешуя имеет ромбическую форму и боковой выступ в виде зуба, при помощи которого чешуи соединяются между собой. Она состоит из трех слоев:

1) *ганоин* (верхний уплотненный);

2) *космин* (средний, содержащий многочисленные канальцы);

3) *изопедин* (нижний, состоящий из костного вещества).

Эта чешуя свойственна панцирниковым рыбам, многоперам, сохраняется на хвосте у осетровых. Разновидность ганоидной чешуи – космоидная у кистеперых рыб (без верхнего слоя ганоина).

Костная чешуя образовалась в результате преобразования ганоидной – слои ганоина и космина исчезли и осталось только костное вещество.

По характеру поверхности различают два типа костной чешуи:

1) *циклоидная* с гладким задним краем (сельдевые, карповые);

2) *ктеноидная*, задний край имеет шипики (окуневые).

Циклоидная чешуя является более примитивной, ктеноидная –более прогрессивной.

Отличительной особенностью чешуи костистых рыб является способ ее закладки. Внедряясь своим основанием в чешуйный кармашек, ввернутый в дерму, она свободным концом черепицеобразно налегает на следующую чешую.

В костной чешуе имеется три слоя:

1) верхний – прозрачный, бесструктурный;

Репозиторий ВГУ

2) средний – покровный, минерализованный, с ребрышками или склеритами;

3) нижний – основной.

Нижний слой сложен из тонких костных пластинок, подстилающих одна другую. Рост чешуи происходит таким образом, что под маленькой 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. Количество пластинок в нижнем слое соответствует возрасту рыбы.

При интенсивном росте на покровном слое 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.

У некоторых рыб наблюдается ороговение кожи для защиты от механических повреждений (у костистых и двоякодышащих). В брачный период у многих сиговых и карповых рыб появляются так называемые жемчужные бугорки (или сыпь) и является результатом воздействия половых гормонов.

Есть рыбы с различными видами чешуи. Так, у некоторых видов семейства 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.

У некоторых костистых чешуя не может быть отнесена ни к циклоидной, ни к ктеноидной; она занимает промежуточное место между обычной чешуей и кожным зубом (нож-рыба).

Размеры чешуи могут сильно различаться от микроскопически маленькой (угри) до 5 см и более (тарпоны, усачи).

Органы свечения. Светящиеся органы (или фотофоры) свойственны многим глубоководным видам рыб. Фотофоры состоят из светящихся клеток (фотоцитов), которые содержат особое вещество – люциферин. Светящиеся клетки являются производными железистого эпидермиса.

Светящиеся органы у разных видов рыб сильно отличаются по строению. Так, у светящихся анчоусов фотофоры расположены на брюшной стороне рядами. Фотофор имеет округлую форму, наполнен фотоцитами. Под фотоцитами находятся черные пигментные клетки, прикрытые блестящим слоем, выполняющим роль рефлектора. Перед светящимися клетками находится прозрачная измененная чешуйка, выполняющая роль линзы. Некоторые фотофоры имеют диафрагму, позволяющую изменять направление и силу света.

Репозиторий ВГУ

У рыб наблюдаются сильные различия по числу светящихся органов, их расположению на теле и излучаемому свету. У некоторых видов рыб в светящихся органах встречаются симбиотические микроорганизмы – палочковидные бактерии, вызывающие свечение (фонареглазовые рыбы).

ЯДОВИТЫЕ ЖЕЛЕЗЫ

Некоторые виды рыб имеют ядоотделительные железы. Они располагаются в основном у основания шипов или колючих лучей плавников.

У рыб различают три типа ядовитых желез:

1) отдельные клетки эпидермиса, содержащие яд (звездочет);

2) комплекс ядовитых клеток (скат-хвостокол);

3) самостоятельная многоклеточная ядовитая железа (бородавчатка).

Физиологическое действие выделяемого яда неодинаково. У ската-хвостокола яд вызывает острую боль, сильный отек, озноб, тошноту и рвоту, в некоторых случаях наступает смерть. Яд бородавчатки разрушает эритроциты, поражает нервную систему и приводит к параличу, при попадании яда в кровь приводит к смерти.

Иногда ядоотделительные клетки образуются и функционируют только во время размножения, в других случаях – постоянно.

Рыб делят на:

1) активно ядовитых (или ядоносных, имеющих специализированный ядовитый аппарат);

2) пассивно ядовитых (имеющих ядовитые органы и ткани).

Наиболее ядовитыми являются рыбы из отряда иглобрюхообразных, у которых во внутренних органах (гонады, печень, кишечник) и коже содержится яд нейротоксин (тетродотоксин). Яд действует на дыхательные и вазомоторные центры, выдерживает кипячение в течение 4 часов и способен вызвать быструю смерть.

Мясо этих рыб (иглобрюхи, скалозубы) съедобно и в некоторых странах ценится (Япония).

Ядовитыми свойствами обладает кровь угрей, икра и молоки маринки и османа, слизь миноги.

СКЕЛЕТ

Скелет рыб выполняет опорную, защитную и двигательную функции.

У рыб скелет делится на наружный и внутренний. Наружный скелет всегда бывает костным. У хрящевых рыб его нет. Наиболее сложный наружный скелет имеют осетровые рыбы. У костных рыб он представлен костной чешуей.

Внутренний скелет включает:

1) осевой;

2) скелет черепа;

3) скелет плавников и поясов парных плавников.

Репозиторий ВГУ

Осевой скелет. Осевой скелет может быть представлен хордой или позвоночником. Хорда образована упругой и эластичной пузырчатой тканью, окруженной оболочкой из коллагеновых волокон. У других рыб хорда развивается лишь на ранних этапах развития, а затем вытесняется развивающимися вокруг нее позвонками. Во взрослом состоянии она сохраняется у цельноголовых, двоякодышащих и хрящевых ганоидов (осетровых).

У большинства рыб осевой скелет представлен позвоночником,

который включает:

1) туловищный отдел с ребрами;

2) хвостовой отдел без ребер.

Внутри позвоночника сохраняется хорда, которая пронизывает тела позвонков и заполняет пространство между ними.

У рыб позвонки могут быть:

1) амфицельные – двояковогнутые (большинство рыб);

2) опистоцельные – выпуклые спереди и вогнутые сзади (панцирная щука).

Позвонок включает

1) тело позвонка;

2) невральную дугу с верхним остистым отростком;

3) поперечные отростки (парапофизы).

К парапофизам в туловищном отделе прикрепляются ребра.

У наваг и некоторых других рыб парапофизы образуют вздутия. В хвостовом отделе поперечные отростки позвонков срастаются и образуют гемальную дугу, которая заканчивается нижним остистым отростком. В невральном канале проходит спинной мозг, в гемальном – хвостовая артерия и хвостовая вена.

В хвостовом отделе позвоночника позвонки видоизменяются, превращаются в расширенные пластинки и служат опорой для хвостового плавника. Тела последних позвонков сливаются и образуют уростиль, направленный в верхнюю лопасть хвостового плавника. Нижние дуги называют гипуралиями, верхние – уроневралиями.

У карповые рыб, имеющих Веберов аппарат, входящие в его состав косточки (трехногая – *tripus*, вставочная – *incus*, чашевидная – *scaphium*, запор – *claustrum* и *os suspensorium*) возникают за счет изменения первых четырех позвонков.

Рыбы различаются по числу позвонков: у луны-рыбы их 17, атлантической сельди – 57, речного угря – 114.

У пластиножаберных позвонки хрящевые, в процессе развития они обызвествляются 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.

Репозиторий ВГУ

В состав осевого скелета рыб входят ребра, в туловищном отделе они примыкают к поперечным отросткам и образуют опору полости тела. У акуловых и осетровых рыб ребра короткие, не охватывают брюшную полость, разделяют большую боковую мышцу на дорзальную и вентральную части. У скатов и морской иглы ребер нет. В мускулатуре многих рыб имеются также мускульные косточки, которые могут примыкать к невральным дугам, к телу позвонка или ребрам.

Скелет черепа. Скелет черепа делится на два отдела:

1) черепную коробку (осевой, или нейральный, череп);

2) висцеральный.

Черепная коробка служит для защиты головного мозга и органов чувств, для опоры челюстей и жаберного аппарата.

По своему строению черепная коробка может быть двух типов:

1) *платибазальный* череп, имеет широкое основание, глазницы раздвинуты, между ними образуется значительное пространство, где расположен головной мозг (миноги,акулы, двоякодышащие, хрящевые и костные ганоиды, низшие костистые);

2) *тропибазальный* череп, глазницы сближены, и мозг находится в задней части черепной коробки (цельноголовые и высшие костистые).

Висцеральный скелет представлен висцеральными дугами:

1) передними (преобразовались у рыб в челюстной и подъязычный аппараты);

2) задними (служат жаберными дугами).

Черепная коробка и висцеральный скелет развиваются независимо друг от друга.

У хрящевых рыб висцеральный скелет состоит из:

1) челюстной дуги, которая включает верхнюю челюсть, представленную небноквадратным хрящом (*palato-quadratum*), и нижнюю челюсть, состоящую из меккелева хряща (*cartilagoMeckeli*). На челюстях в несколько рядов расположены зубы;

2) подъязычной (или гиоидной) дуги, которая состоит из парного верхнего элемента – гиомандибуляре (*hyomandibulaге*), выполняющего роль подвеска, и гиоидов нижние отделы которых соединяются при помощи основного непарного гиоидного хряща (*copula*);

3) пяти жаберных дуг, каждая из них состоит из четырех элементов:

– глоточножаберного (*pharyngobranchiale*);

– верхнежаберного (*epibranchiale*);

– среднежаберного (*ceratobranchiale*);

– нижнежаберного (*hypobranchiale*).

Нижние отделы жаберных дуг соединяются при помощи основного жаберного хряща (*basibranchiale*). На гиоидной дуге и средних элементах жаберных дуг расположены хрящевые лучики, поддерживающие межжаберные перегородки.

В зависимости от способа прикрепления челюстного аппарата к черепной коробке у рыб различают три типа черепов:

Репозиторий ВГУ

1) *амфистилический*, челюстной аппарат прикрепляется к боковым стенкам черепной коробки в передней части двумя отростками, а в задней – при помощи гиомандибуляре, или подвеска (древние акулы, костные ганоиды);

2) *гиостилический*, челюстной аппарат прикрепляется к черепной коробке только при помощи подвеска (современные акулы, хрящевые ганоиды и костистые);

3) *аутостилический*, верхняя челюсть срастается с боковыми стенками черепной коробки (цельноголовые, двоякодышащие).

В скелете хрящевых ганоидов (осетровых) сохраняется хорда, много хряща, но появляются и кости. Кости у рыб могут быть:

1) хондральными, или первичными (образовались за счет окостенения хряща);

2) покровными, кожными, или вторичными (появились за счет кожных образований);

3) смешанными.

У осетровых имеются только покровные кости, наружный скелет представлен:

1) покровными костями черепа, расположенными сверху и с боков;

2) пятью рядами костных жучек (рудименты ганоидной чешуи) и находящимися между ними мелкими костными пластинками;

3) покровными костями плечевого пояса;

4) ганоидными чешуями и фулькрами (вильчатыми косточками) на хвосте.

Внутренний скелет осетровых представлен:

1) хордой с зачатками дуг позвонков; 2) черепом и 3) плавниками с их поясами. Костные элементы имеются и во внутреннем скелете.

Черепная коробка (сплошная хрящевая) включает ростральный, обонятельный, глазничный, височный и затылочный отделы. В основании черепной коробки лежит покровная кость – парасфеноид (*parasphenoideum*).

Висцеральный скелет включает:

1) челюстной аппарат (дугу),

2) подъязычный аппарат и 3) пять пар жаберных дуг, прикрытых жаберной крышкой.

В челюстной аппарат входят:

1) первичная верхняя челюсть, которая представлена небноквадратным хрящом, небными и крыловидными костями и выполняет функцию нёба; появляются элементы вторичной челюсти (для захвата и удержания добычи) – межчелюстная (praemaxillare) и верхнечелюстная (maxillare) покровные кости;

2) нижняя челюсть состоит из меккелева хряща и покровных костей.

Подъязычный аппарат и жаберные дуги устроены у осетровых так же, как у акул. Жаберный аппарат прикрыт костной жаберной крышкой.

Репозиторий ВГУ

Двоякодышащие рыбы имеют скелет, обладающий высокой специализацией. В осевом черепе у них много хряща, но развиваются и костные элементы, в основном покровного происхождения. В состав затылочного отдела черепа входят три первых позвонка. Небноквадратный хрящ срастается с боковыми частями хрящевой черепной коробки, поэтому гиомандибуляре утрачивает функцию подвеска (аутостилический тип черепа).

Нижняя челюсть представлена меккелевым хрящом, спереди от которого развивается покровная сплениальная кость с зубами (*spleniale*), сохраняющаяся также у костных ганоидов и многоперов.

Скелет костистых рыб костный. По своему происхождению кости у них могут быть хондральными, покровными и смешанными. Череп костистых (как и у других рыб) делится на черепную коробку и висцеральный скелет. В черепной коробке можно выделить крышу черепа, дно, обонятельный, глазничный, ушной и затылочный отделы. Крыша и дно черепной коробки образованы покровными костями.

Крыша черепной коробки включает кости: 1) парные носовые (*nasale*); 2)лобные (*frontale*) и 3) теменные (*parietale*). Дно черепной коробки состоит из: 1) сошника (*vomer*); 2) парасфеноида (*parasphenoideum*).

В обонятельный отдел обычно входят:

1) непарная средняя обонятельная кость (*mesethmoideum*), примыкающая снизу к сошнику;

2) парные боковые обонятельные кости (*ectoethmoideum*). У некоторых рыб средняя обонятельная кость отсутствует (щука). Эти кости хондральные, а у низших костистых рыб они заменяются покровными и имеют другое название: средняя обонятельная кость называется верхнеобонятельной (*supraethmoideum*), а боковые обонятельные – предлобными (*praefrontale*).

Глазничный отдел образован большими глазницами и клиновидными костями и включает:

1) глазоклиновидную кость (*orbitosphenoideum*), у судака отсутствует, так как глазничные впадины сильно сближены;

2) основную клиновидную кость (*basisphenoideum*);

3) парные боковые клиновидные кости (*laterosphenoideum*).

Глазничная орбита окружена окологлазничными косточками, передняя, самая крупная из них, называется слезной.

Ушной отдел с каждой стороны представлен пятью костями:

1) клиновидноушной (*sphenoticum*);

2) крыловидноушной (*pteroticum*);

3) верхнеушной (*epioticum*);

4) переднеушной (*prooticum*);

5) заднеушной (*opisthoticum*), которая у некоторых рыб отсутствует (щука). К верхнеушной и заднеушной костям при помощи задневисочной кости причленяется плечевой пояс.

Репозиторий ВГУ

Затылочный отдел имеет четыре кости, окружающие затылочное отверстие: верхнезатылочная (*supraoccipitale*), основная затылочная (*basioccipitale*) и две боковые затылочные (*exoccipitale*). У примитивных костистых в черепной коробке сохраняется много хряща.

Висцеральный скелет у костистых (как и у осетровых) состоит из челюстной дуги, подъязычной, пяти пар жаберных дуг, прикрытых жаберной крышкой.

В челюстную дугу входят верхняя и нижняя челюсти. У костистых помимо первичных челюстей, представленных окостенениями небноквадратного и меккелева хрящей и связанных с ними покровных костей, развиваются еще и вторичные челюсти, образованные покровными костями, ограничивающими ротовое отверстие.

Элементами первичной верхней челюсти являются небная (*palatinum)*, три крыловидные – наружная (*ectopterygoideum*), внутренняя (*entopterygoideum*), задняя (*metapterygoideum*), а также квадратная (*quadratum*) кости. Небная кость смешанного происхождения, внутренняя и наружная крыловидные являются покровными, а задняя крыловидная и квадратная – хондральными костями.

Вторичная верхняя челюсть состоит из покровных костей:

1)предчелюстной, или межчелюстной (*praemaxillare*); 2) верхнечелюстной (*maxillare*). На предчелюстной кости имеются зубы (судак, окунь) или их нет (карповые).

Нижняя челюсть включает кости: 1) зубную (*dentale*); 2) сочленовную (*articulare*); 3) угловую (*angulare*). Сочленовная кость является окостенением меккелева хряща, а зубная и угловая кости - покровными. Вторичной нижней челюстью является крупная зубная кость (у многих рыб с зубами).

Подъязычная дуга состоит из:

1) подвеска, или гиомандибуляре (*hyomandibulare*);

2) добавочной кости (*symplecticum*);

3) палочковидной кости (*interhyale*);

4) гиоидов (*hyoideum*).

Подвесок (гиомандибуляре) служит для прикрепления челюстного аппарата к черепной коробке. Добавочная кость соединяет гиомандибуляре с квадратной, а палочковидная кость связывает гиомандибуляре с гиоидами. Гиоидная часть состоит из четырех подъязычных (гиоидных) косточек: верхнеподъязычной (*epihyale*), среднеподъязычной (*ceratohyale*) и двух маленьких нижнеподъязычных (*hypohyale*). Внизу гиоиды соединяются при помощи непарной язычной (glossohyale) или основной подъязычной кости (*basihyale*), которая выполняет роль языка. От верхне- и средне-подъязычных костей отходят лучи, которые поддерживают жаберную перепонку – продолжение кожной складки, окаймляющей жаберную крышку.

Под гиоидами находится непарная заднеподъязычная, или горловая, косточка (*urohyale*), которая при помощи связок соединяется с плечевым поясом. У многоперов, костных ганоидов (амии), латимерии горло прикрыто крупными горловыми (гулярными) пластинками (*gulare*).

Репозиторий ВГУ

У костистых рыб пять пар жаберных дуг, пятая дуга недоразвита. У судака, окуня на пятой дуге находятся мелкие нижнеглоточные зубы (удерживание добычи), у карповых – крупные глоточные зубы (перетирание пищи). Каждая из остальных жаберных дуг состоит из тех же костей, как у акуловых и осетровых рыб:

1) глоточножаберных (*pharyngobranchiale*);
2) верхнежаберных (*epibranchiale*);
3) среднежаберных (*ceratobranchiale*);
4) нижнежаберных (*hypobranchiale*).

Жаберные дуги внизу соединяются непарной основной жаберной косточкой (*basibranchiale*), или копулой (*copula*). На самых верхних глоточножаберных косточках у судака и окуня находятся мелкие верхнеглоточные зубы, у карповых рыб они отсутствуют, у них над нижнеглоточными зубами располагается твердое роговое образование – жерновок для перетирания пищи.

Жаберные дуги прикрыты жаберной крышкой, состоящей из четырех костей:

1) крышечной (*operculum*);
2) подкрышечной (*suboperculum*);
3) межкрышечной (*interoperculum*);
4) предкрышечной (*praeoperculum*).

Плавники и их пояса. Основу спинного и анального плавников составляют радиалии (или птеригофоры). К ним присоединяются плавниковые лучи, поддерживающие тонкую кожную складку. У хрящевых рыб радиалии хрящевые, а плавниковые лучи представляют собой кожные эластиновые нити – эластотрихии. У осетровых радиалии также хрящевые, а плавниковые лучи, как и у всех костных рыб, представлены кожными костными лучами – лепидотрихиями. У костных ганоидов и костистых рыб число радиалий соответствует числу плавниковых лучей, у всех остальных рыб – количество плавниковых лучей больше, чем поддерживающих их элементов. Основания радиалий спинных и анальных плавников вклиниваются между остистыми отростками позвонков.

Хвостовой плавник у хрящевых и осетровых рыб гетероцеркальный. У хрящевых он представлен эластотрихиями, которые поддерживаются позвоночником, заходящим в верхнюю лопасть, и его верхними и нижними дугами. У осетровых скелет хвостового плавника состоит из лепидотрихий, на верхней части плавника есть особые вильчатые косточки – фулькры, а с боков – ганоидные чешуйки. Хвостовой плавник поддерживается продолжающейся в верхнюю лопасть хордой и дугами позвонков. У костистых рыб хвостовой плавник также состоит из лепидотрихий, но поддерживаются они видоизмененными элементами последних позвонков – уростилем и гипурале.

Парные плавники состоят из:

Репозиторий ВГУ

1) поясов плавников; 2) скелета свободного плавника. У хрящевых рыб плечевой пояс представлен хрящевой дугой. В ней выделяют: лопаточную (дорзальную); коракоидную (вентральную) части. Скелет свободной конечности состоит из трех базалий, радиалий, разделенных на 2–3 хрящика, и эластотрихий, поддерживающих кожную лопасть.

Тазовый пояс или пояс брюшных плавников у рыб с осевым скелетом не связан. У хрящевых он представлен небольшой хрящевой пластинкой, к которой причленяется скелет брюшного плавника, состоящий из: 1) длинного базального луча; 2) радиалий; 3) плавниковых лучей — эластотрихий. У самцов задние концы базалий и радиалий преобразованы в совокупительный аппарат – птеригоподий.

У осетровых пояс грудных плавников состоит из хряща и покровных костей. В хрящевом поясе выделяют: 1) коракоидный; 2) мезокоракоидный; 3) лопаточный; 4) надлопаточный хрящи. Из покровных костей имеются: 1) ключица (*clavicula*); 2) клейтрум (*cleithrum*); 3) задний клейтрум (*postcleithrum*); 4) верхний клейтрум (*supracleithrum*); 5) задневисочная кость (*posttemporale*).

Тазовый пояс у осетровых представлен двумя хрящевыми пластинками – базиптеригиями.

У костистых рыб пояс грудных плавников костный и состоит из: 1) лопатки (*scapula*); 2) коракоида (*coracoideum*); 3) трех косточек клейтрум (как у осетровых); 4) задневисочной кости. Оба клейтрума на брюшной стороне тела соединяются между собой, а на спинной стороне при помощи верхнего клейтрума и задневисочной кости прикрепляются к черепу, что обеспечивает почти неподвижное укрепление плечевого пояса.

Тазовый пояс у костистых рыб представлен парой треугольных костей.

Парные плавники у рыб бывают:

1) бисериальные (двоякодышащие);

2) унисериальные (кистеперые);

3) простые (лучеперые).

В плавнике бисериального типа от длинной центральной членистой оси (базалий) отходят с двух сторон боковые членики (радиалии), к которым причленяются кожные костные плавниковые лучи – лепидотрихии, поддерживающие кожную лопасть. У некоторых рыб радиалии могут редуцироваться. В плавнике унисериального типа радиалии расположены только с одной стороны от базалий. С поясом конечность сочленяется при помощи одного членика центральной оси. В простом плавнике базалии редуцируются.

У осетровых скелет грудных и брюшных плавников состоит из хрящевых радиалий (их не более 10) и лепидотрихий. Радиалии, расчлененные на 2–3 элемента, у взрослых рыб частично окостеневают. По наружному краю грудного плавника проходит толстый костный луч.

У костистых рыб в скелете грудных плавников развивается несколько радиалий, а в брюшных плавниках их, как правило, нет, и плавниковые лучи причленяются непосредственно к тазовому поясу.

Репозиторий ВГУ

МУСКУЛАТУРА

Мускулатура рыб делится на:

1) *соматическую*, или париетальную (мускулатуру тела);

2) *висцеральную* (мускулатуру внутренних органов).

Соматическая мускулатура состоит из поперечнополосатых мышц, висцеральная – в основном представлена гладкими мышцами. В соматической мускулатуре рыб выделяют следующие отделы: мускулатуру туловища, головы и плавников. Туловищная (или двигательная) мускулатура является наиболее развитой, она сегментирована, что является приспособлением для боковых изгибов тела при плавании. Мышечные сегменты (миомеры) отделены друг от друга соединительнотканными прослойками (миосептами). Последовательное сокращение миомеров левой и правой сторон вызывает волнообразные изгибы тела.

У рыб туловищная мускулатура различается по цвету, структуре и функциям. В ней различают мышечные волокна:

1) белые (светлые);

2) красные (темные);

3) промежуточные.

Белые мышечные волокна приспособлены к аэробному обмену веществ и отвечают за кратковременные броски рыб; красные волокна приспособлены к анаэробному обмену веществ и отвечают за длительную работу умеренной интенсивности.

У большинства костистых рыб туловищная мускулатура представлена в основном белыми мышцами. Красные мышцы у них обычно расположены местами на поверхности тела, у многих рыб красные мышцы – вдоль боковой линии. Относительное количество красных мышц у рыб связано с их плавательной способностью.

У активных пловцов наблюдается большой процент красных мышц (тунцы, скумбрии), у медленноплавающих рыб в постоянном движении находятся плавники и жаберные крышки, которые в основном состоят из красных мышц.

Мускулатура хрящевых и костных рыб имеет сходное строение. Однако у хрящевых рыб туловищная мускулатура дифференцируется слабо. У них появляются парные косые и прямые мышцы живота. У костистых рыб происходит дальнейшая дифференцировка туловищной мускулатуры и появляется мускулатура жаберной крышки.

У большинства костистых рыб развиваются:

1) длиннейшая мышца спины, расположена с каждой стороны вдоль всей спины; миомеры в ней сначала направляются назад, а затем опять вперед;

2) наружная косая мышца живота, расположена в верхней части вентрального тяжа; волокна мышцы направлены косо от верхнего края вниз и назад;

Репозиторий ВГУ

3) внутренняя косая мышца живота, образует всю боковую стенку, т.е. весь вентральный тяж; волокна мышцы направлены от верхнего края вниз и вперед;

4) прямая мышца живота, расположена в передней части брюшной стороны; волокна идут в продольном направлении.

Соматическая мускулатура головы у рыб включает:

1) наджаберные мышцы;

2) поджаберные мышцы;

3) шесть пар глазных мышц.

Мускулатура плавников состоит из пучков мышц, отходящих от туловищных миомеров.

У большинства рыб мышцы бесцветны, у некоторых видов они окрашены (у осетров – желтоватые, у лососей – оранжевые). Хрящевые рыбы имеют своеобразный химический состав мышц с повышенным содержанием мочевины: до 1,5–2,8% у морских видов. **ОРГАНЫ ДЫХАНИЯ**

Рыбам свойственно два типа дыхания: водное (при помощи жабр и кожи) и воздушное (при помощи кожи, плавательного пузыря, кишечника и наджаберных органов). Органы дыхания рыб делятся на: основные (жабры); дополнительные (все остальные).

Основные органы дыхания. Главной функцией жабр является газообмен (поглощение кислорода и выделение углекислого газа), они участвуют также в водно-солевом обмене, выделяют аммиак и мочевину. У эмбрионов рыб дыхание осуществляется за счет развитой сети кровеносных сосудов на желточном мешке и в плавниковой складке. По мере рассасывания желточного мешка увеличивается количество кровеносных сосудов на плавниковых складках, боках, голове. У личинок некоторых рыб развиваются наружные жабры выросты кожи снабженные кровеносными сосудами (двоякодышащие, многопер, вьюн и др.).

Основными органами дыхания взрослых рыб являются жабры (эктодермального происхождения). У большинства хрящевых рыб имеется пять пар жаберных отверстий (у некоторых 6–7) и столько же жаберных дуг. Жаберной крышки нет, исключение составляют цельноголовые (химеры), у которых жаберные щели прикрыты кожной складкой. У акул жаберные отверстия располагаются по бокам головы, у скатов – на нижней поверхности тела. Каждая жабра хрящевых рыб состоит из:

1) жаберной дуги;

2) жаберных лепестков;

3) жаберных тычинок.

Репозиторий ВГУ

От внешней стороны жаберной дуги отходит межжаберная перегородка, жаберные лепестки покрывают ее с двух сторон, при этом задний край перегородки остается свободным и прикрывает наружное жаберное отверстие. Жаберные перегородки поддерживаются хрящевыми опорными лучами. Жаберные тычинки находятся на внутренней поверхности жаберной дуги. У основания межжаберной перегородки располагаются кровеносные сосуды: приносящая жаберная артерия, по которой идет венозная кровь; 2) две выносящие жаберные артерии с артериальной кровью. Жаберные лепестки, расположенные на одной стороне перегородки, образуют полужабру. Таким образом, жабра состоит из двух полужабр, находящихся на одной жаберной дуге, а совокупность двух полужабр, обращенных в одну жаберную щель, образует жаберный мешок. На первых четырех из пяти жаберных дугах имеется по две полужабры, а на последней жаберных лепестков нет, но в первом жаберном мешке на гиодной дуге есть еще одна полужабра. Следовательно, у хрящевых рыб имеются четыре с половиной жабры.

У костистых рыб имеется четыре жаберные дуги и столько же полных жабр (задняя, пятая, жаберная дуга жабр не несет). Каждая жабра состоит из двух полужабр, но в связи с наличием развитой жаберной крышки межжаберная перегородка полностью редуцируется, и жаберные лепестки прикрепляются непосредственно к жаберной дуге, что увеличивает дыхательную поверхность жабр. Основу жабры составляет костная жаберная дуга, на которой располагаются жаберные лепестки треугольной формы. Жаберные лепестки с обеих сторон покрыты жаберными лепесточками (или респираторными складочками), где и происходит газообмен. У основания жаберных лепестков лежат хлоридные клетки, которые выводят соли из организма. По внутреннему краю жаберного лепестка проходит поддерживающий хрящевой луч, вдоль которого тянется лепестковая артерия, а по противоположной стороне – лепестковая вена. У основания жаберных лепестков проходят приносящая и выносящая жаберные артерии. На внутренней поверхности жаберной дуги расположены жаберные тычинки различных размеров и формы. 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.

Дополнительные органы дыхания. В процессе эволюции у костных рыб, живущих в водоемах, где существует дефицит кислорода, развились дополнительные органы дыхания. Кожное дыхание свойственно почти всем рыбам. У рыб теплых стоячих водоемов через кожу поступает около 20% потребляемого кислорода, иногда эта величина может повышаться до 80% (карп, 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.

Репозиторий ВГУ

Некоторым видам свойственно воздушное дыхание, которое осуществляется при помощи наджаберных органов, имеющих 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 (змееголов). У ползуновых (лабиринтовых) рыб складки слизистой оболочки поддерживаются изогнутыми в форме лабиринта костными пластинками, отходящими от первой жаберной дуги (ползун, петушки, гурами, макроподы). У клариевых сомов от жаберной полости отходит непарный древовидно разветвленный наджаберный орган, расположенный сверху и сзади жабр. У мешкожаберных сомов дополнительными органами дыхания являются парные длинные слепые мешки, которые отходят от жаберной полости и тянутся под позвоночником до хвоста.

Рыбы, имеющие наджаберные органы, приспособились к дыханию атмосферным кислородом и лишенные возможности подниматься и заглатывать воздух у поверхности погибают от удушья даже в воде, богатой кислородом.

У некоторых рыб наблюдается кишечное дыхание. Внутренняя поверхность части кишечника у них лишена пищеварительных желез и пронизана густой сетью кровеносных капилляров, где происходит газообмен. Воздух, заглатываемый через рот, проходит через кишечник и выходит наружу через анальное отверстие (вьюн) или выталкивается обратно и выходит через рот (тропические сомы). У ряда тропических рыб для дыхания воздухом используется желудок или специальный слепой вырост желудка, заполненный воздухом.

Плавательный пузырь рыб также участвует в газообмене. У двоякодышащих рыб он преобразовался в своеобразные легкие, они имеют ячеистое строение и сообщаются с глоткой. Воздух при дыхании поступает в легкие через ротовое или носовые отверстия. Среди двоякодышащих рыб есть однолегочные (рогозуб) и двулегочные (протоптер, лепидосирен). У однолегочных легкое разделено на две части и хорошо развиты жабры, поэтому они одинаково могут дышать и легкими, и жабрами. У двулегочных плавательный пузырь парный, жабры недоразвиты. Когда рыбы находятся в воде, легкие являются дополнительными органами дыхания, а в высохших водоемах, когда они зарываются в грунт, легкие становятся основным органом дыхания.

Плавательный пузырь является дополнительным органом дыхания и у некоторых других открытопузырных рыб (многопер, амия, панцирная щука, харациновые). Он пронизан густой сетью кровеносных капилляров, а у некоторых появляется ячеистость, что увеличивает его внутреннюю поверхность.

СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА

Кровь. Основными функциями крови являются:

1) транспортная (переносит питательные вещества, кислород, продукты обмена, желез внутренней секреции и др.);

Репозиторий ВГУ

2) защитная (защищает от вредных веществ и микроорганизмов).

Количество крови у круглоротых колеблется от 4 до 5% от общей массы тела, у рыб – от 1,5 (скат) до 7,3% (ставрида).

Кровь рыбы состоит, как и у всех позвоночных из плазмы и форменных элементов: эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов.

Рыбы по сравнению с млекопитающими имеют более сложную морфологическую структуру крови, в кровяном русле у рыб имеются форменные элементы на всех фазах их развития, так как наряду со специализированными органами в кроветворении участвуют также стенки кровеносных сосудов.

Эритроциты рыб имеют эллипсоидную форму и содержат ядро. Содержание гемоглобина в крови рыб зависит от их подвижности, у быстроплавающих видов оно выше. Большинство рыб имеет красную кровь, у некоторых антарктических видов кровь и жабры бесцветны, кровь почти не содержит эритроцитов (ледяная рыба). В условиях низкой температуры воды и высокого содержания в ней кислорода дыхание этих видов рыб осуществляется путем диффузии кислорода в плазму крови через капилляры кожи и жабр. Это малоподвижные рыбы и отсутствие гемоглобина у них компенсируется усиленной работой крупного сердца и всей системы кровообращения.

Кровеносная система включает в себя сердце и систему кровеносных сосудов. Сердце у рыб расположено вблизи жабр в небольшой околосердечной полости. Сердце у рыб включает четыре отдела:

1) предсердие (*atrium*);

2) желудочек (*ventriculus cordis*);

3) венозный синус, или венозная пазуха (*sinus venosus*);

4) артериальный конус (*conus arteriosus*).

Венозный синус представляет собой небольшой тонкостенный мешок, в котором скапливается венозная кровь. Из венозного синуса она поступает в предсердие, а затем в желудочек. Все отверстия между отделами сердца снабжены клапанами, что предупреждает обратный ток крови. У хрящевых рыб артериальный конус примыкает к желудочку, стенка артериального конуса образована, как и желудочка, сердечной поперечнополосатой мускулатурой, а на внутренней поверхности имеется система клапанов.

У костистых рыб и круглоротых вместо артериального конуса имеется луковица аорты (*bulbus aortae*), представляющая собой расширенную часть брюшной аорты. В отличие от артериального конуса луковица аорты состоит из гладкой мускулатуры и клапанов не имеет.

Двоякодышащие рыбы имеют более сложное строение сердца в связи с развитием легочного дыхания. Предсердие почти полностью разделено на две части свисающей сверху перегородкой, которая в виде складки продолжается в желудочек и артериальный конус. В левую часть поступает артериальная кровь из легких, в правую – венозная кровь из венозной пазухи, таким образом, в левой части сердца течет смешанная кровь с большей примесью артериальной, а в правой – с большей примесью венозной.

Репозиторий ВГУ

Сердце рыб (за исключением двоякодышащих) содержит только венозную кровь.

Кровеносная система рыб замкнутая. У всех рыб (кроме двоякодышащих) имеется только один круг кровообращения.

У костистых рыб венозная кровь из сердца через луковицу аорты поступает в брюшную аорту (*aorta ventralis*), а из нее по четырем приносящим жаберным артериям – в жабры. Окислившись в жабрах артериальная кровь по четырем выносящим жаберным артериям попадает в корни спинной аорты, проходящие по дну черепа и смыкающиеся впереди, образуя головной круг, от которого в разные части головы отходят сосуды. Позади жаберного отдела корни спинной аорты сливаются и образуют спинную аорту (*a. dorsalis*), которая проходит в туловищном отделе под позвоночником. От спинной аорты ответвляются артерии, снабжающие артериальной кровью внутренние органы, мышцы, кожу. Далее спинная аорта уходит в гемальный канал хвостового отдела позвоночника и называется хвостовой артерией **(***a. caudalis*). Все артерии распадаются на сеть капилляров, через стенки которых происходит обмен веществами между кровью и тканями. Из капилляров кровь собирается в вены. Основными венозными сосудами являются передние и задние кардинальные вены. Из головного отдела венозная кровь собирается от верхней части головы в передние кардинальные вены (*vena cardinalis anterior*); от нижней части головы (в основном от висцерального аппарата) – в непарную яремную (югулярную) вену (*v. jugularisinferior*); из грудных плавников – в подключичные вены (*v. subclavia*). Из хвостового отдела венозная кровь собирается в хвостовую вену (*vena caudalis*), проходящую в гемальном канале позвоночника под хвостовой артерией. На уровне заднего края почек хвостовая вена разделяется на две воротные вены почек (*v. portae renalis*), которые, разветвляясь в почках на сеть капилляров, образуют воротную систему почек. Венозные сосуды, выходящие из почек, называются задними кардинальными венами (*v.cardinalis posterior*). По пути к сердцу они принимают вены от органов размножения, стенок тела. На уровне заднего конца сердца задние кардинальные вены сливаются с передними и образуют парные кювьеровы протоки (*ductus cuvieri*), несущие кровь в венозный синус. От пищеварительного тракта, пищеварительных желез, селезенки, плавательного пузыря кровь собирается в воротную вену печени (*v. portae hepatis*), которая входит в печень и, разветвляясь на сеть капилляров, образует воротную систему печени. Из печени кровь собирается в печеночную вену (*v.hepatica*) и впадает непосредственно в венозный синус.

Таким образом, рыбы имеют две воротные системы – почек и печени. У костистых рыб строение воротной системы почек и задних кардинальных вен неодинаково. Так, у некоторых рыб в правой почке воротная система почек недоразвита, и часть крови, минуя воротную систему, сразу проходит в задние кардинальные вены (щука, окунь, треска).

Репозиторий ВГУ

Рыбы имеют существенные различия в схеме кровообращения. Хрящевые рыбы имеют пять приносящих и десять выносящих жаберных артерий. Имеются подключичные артерии и вены, которые обеспечивают кровоснабжение грудных плавников и плечевого пояса, а также боковые вены, начинающиеся от брюшных плавников. Они проходят по боковым стенкам брюшной полости и в области сердца сливаются с подключичными венами. Задние кардинальные вены на уровне грудных плавников образуют расширения – кардинальные синусы.

У двоякодышащих рыб более артериальная кровь, сконцентрированная в левой половине сердца, по брюшной артерии преимущественно поступает в передние приносящие жаберные артерии, из которых она направляется в голову и спинную аорту; более венозная кровь из правой половины сердца преимущественно проходит в задние приносящие жаберные артерии, а затем в легкие. При воздушном дыхании кровь в легких обогащается кислородом и по легочным венам поступает в левую часть сердца. У двоякодышащих рыб кроме легочных вен имеются брюшная и большие кожные вены, а вместо правой кардинальной образуется задняя полая вена.

ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА И ВОДНО-СОЛЕВОЙ ОБМЕН

Выделительная система рыб служит для выведения из организма продуктов обмена и обеспечения его водно-солевого баланса. Основными органами выделения служат парные туловищные почки с их выводными протоками – мочеточниками. В качестве дополнительных органов могут выступать кожа, жабры и кишечник.

У рыб в процессе эмбриогенеза сперва формируется предпочка (или головная почка), которая закладывается в передней части полости тела в виде 6–7 выделительных канальцев и состоит из мерцательных воронок с канальцами (нефростом), которые одним концом (воронкой) открываются в полость тела, а другим концом (канальцем) – в выводной проток (мочеточник). К верхней части воронки примыкает клубочек кровеносных капилляров. Продукты распада попадают в каналы предпочки из целомической жидкости через мерцательные воронки, а из крови – путем фильтрации через сосудистые клубочки.

У рыб головная почка функционирует на ранних стадиях развития. У некоторых рыб она сохраняется в виде 2–3 канальцев во взрослом состоянии (бычки, атерина, бельдюга), у большинства рыб она преобразуется в лимфоидный орган, участвующий в кроветворении.

У взрослых рыб позади предпочки развиваются туловищные мезонефрические почки, которые представляют собой лентовидные тяжи темно-красного цвета и располагаются ниже позвоночника почти вдоль всей полости тела.

Основную массу туловищной почки заполняют нефроны.

Нефрон состоит из:

1) мальпигиева тельца (клубочек капиллярных сосудов, заключенный в боуменову капсулу); 2) выделительного канальца.

Репозиторий ВГУ

Мочевые (выделительные) канальцы отходят от капсул, объединяются в более крупные и впадают в мочеточники**.**

У большинства рыб мерцательных воронок в почках нет, они сохраняются у некоторых хрящевых, а также у осетровых и амии.

В почках выделяют три отдела: передний, средний и задний, которые у разных рыб имеют разную форму. У всех рыб передний отдел представляет предпочка (головная почка). У многих видов рыб некоторые отделы правой и левой почек сливаются.

Продукты обмена веществ доставляются в почки с кровью. Почки получают артериальную кровь из почечных артерий; венозную кровь – по воротным венам из хвостового отдела. Артериальная кровь по почечным артериям поступает в сосудистые клубочки, где фильтруется и образуется первичная моча.

Выходящие из сосудистых клубочков кровеносные сосуды вместе с сосудами воротной системы почек оплетают выделительные канальцы, собираются вместе и образуют задние кардинальные вены. В средней части выделительных канальцев происходит обратное всасывание полезных для организма веществ (сахара, витамины, аминокислоты, вода) и образуется вторичная, или окончательная, моча. У хрящевых и морских костистых рыб основным компонентом мочи является мочевина, у пресноводных костистых – аммиак (аммиак намного токсичнее мочевины). Двоякодышащие рыбы, впадающие в оцепенение при высыхании водоемов, в активном состоянии выделяют аммиак, а в оцепененном – мочевину, которая накапливается в организме, но после пробуждения выводится.

Выводным протоком головной почки является пронефрический канал, который при развитии туловищной почки разделяется на два канала: вольфов и мюллеров. У самок хрящевых рыб мюллеров канал выполняет функцию яйцевода, у самцов он атрофируется. Вольфов канал у костистых и самок хрящевых рыб выполняет функцию мочеточника. У самцов хрящевых рыб на ранних стадиях развития вольфов канал выполняет одновременно функции мочеточника и семяпровода. У взрослых хрящевых образуется самостоятельный мочеточник, открывающийся в мочеполовой синус и затем в клоаку, вольфов канал у них становится семяпроводом.

У костистых рыб клоаки нет (за исключением двоякодышащих), выделительная и половая системы полностью разделены. Мочеточники (вольфовы каналы) у них при выходе из почек объединяются в непарный проток, который в задней части брюшной полости образует мочевой пузырь. Мочевой пузырь открывается наружу мочевым отверстием позади анального (у двоякодышащих в клоаку).

Выделение продуктов распада тесно связано с водно-солевым обменом рыб. У морских и пресноводных рыб эти процессы протекают различно.

Морские хрящевые рыбы живут в изотоничной среде (т.е. осмотическое давление крови и тканевых жидкостей приблизительно равно давлению окружающей среды). У них изотоничность внутренней и внешней среды обеспечивается за счет удержания в крови и тканевых жидкостях

Репозиторий ВГУ

мочевины и солей (концентрация мочевины в крови у них достигает 2,6%). Через почки наружу у них выводятся 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.

Все пресноводные рыбы живут в гипотонической среде (т.е. осмотическое давление крови и тканевых жидкостей выше, чем в окружающей среде), поэтому вода постоянно проникает в организм через кожу, жабры, с пищей. Чтобы избежать обводнения пресноводные рыбы имеют хорошо развитый фильтрационный аппарат почек, что позволяет им выделять большое количество мочи (50–300 л на 1 кг массы тела в сутки). Потеря солей с мочой компенсируется активной их реабсорбцией в почечных канальцах и поглощением солей жабрами из воды, часть солей поступает с пищей.

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 иссушения они 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 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 могут изменять способ осморегуляции: в морской среде она осуществляется как у морских рыб, а в пресной – как у пресноводных. Такие адаптации водно-солевого обмена позволили костистым рыбам широко освоить пресные и соленые водоемы.

ПОЛОВАЯ СИСТЕМА

Система воспроизводства рыб представлена половыми железами или гонадами (у самцов – семенник, у самок – яичник) и выводными протоками.

Хрящевые имеют сложную систему воспроизводства, им свойственно внутреннее оплодотворение, яйцеживорождение, а у некоторых живорождение.

Самцы хрящевых рыб имеют парные семенники, от них отходят семявыносящие каналы, которые, пройдя через переднюю часть почек, попадают в вольфовы каналы. Передняя часть почек выделительной функции не несет и превращается в придаток семенника. Вольфовы каналы на ранних этапах развития выполняют роль мочеточников и семяпроводов, у взрослых рыб, когда появляются обособленные мочеточники, только роль семяпроводов. В задней части семяпровода у половозрелых самцов образуется расширение –семенной пузырек. Семяпроводы правой и левой стороны открываются в полость мочеполового сосочка. Рядом с ними туда

Репозиторий ВГУ

же открываются отверстия тонкостенных полых выростов – семенных мешков (остатки мюллеровых каналов). Мочеполовой сосочек открывается в полость клоаки. Формирование мужских половых клеток происходит в канальцах семенника. Недозревшие сперматозоиды по семявыносящим канальцам попадают в переднюю часть почки (придаток семенника) и в его канальцах дозревают. Зрелые сперматозоиды, пройдя по семяпроводу, скапливаются в семенных пузырьках и семенных мешках. Во время оплодотворения стенки семенных пузырьков и семенных мешков сокращаются, и сперматозоиды выбрасываются в клоаку самца, а затем с помощью птеригоподий (копулятивных органов) вводятся в клоаку самки (внутреннее оплодотворение).Самки хрящевых рыб (а также осетровых, двоякодышащих и некоторых костистых) имеют парные яичники, которые у них обособлены от яйцеводов. Роль яйцеводов у хрящевых выполняют мюллеровы каналы. Парные яйцеводы открываются в полость тела непарной воронкой. Созревшее яйцо через разрыв стенки фолликула выпадает в полость тела и через воронку в яйцевод, где и происходит его оплодотворение. В яйцеводах располагаются скорлуповые железы, где яйцо сначала покрывается студенистой белковой оболочкой, а затем плотной рогоподобной оболочкой, часто имеющей выросты и жгуты. В задней части яйцеводы имеют особые расширения – матки, открывающиеся вместе с мочевым сосочком в клоаку.

У осетровых рыб мочеполовая система занимает промежуточное положение между хрящевыми и костистыми рыбами. У них (как и у двоякодышащих рыб) сохраняются яйцеводы с воронками. Оба яйцевода сливаются вместе и открываются од

Репозиторий ВГУ

НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Нервная система связывает организм с внешней средой и регулирует деятельность внутренних органов. Нервная система представлена:

1) центральной (головной и спинной мозг);

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

Периферическая нервная система делится на:

1) соматическую (иннервирует поперечнополосатую мускулатуру, обеспечивает чувствительность тела, состоит из нервов, отходящих от спинного мозга);2) вегетативную (иннервирует внутренние органы, делится на симпатическую и парасимпатическую, состоит из нервов, отходящих от головного и спинного мозга).

Головной мозг рыб включает пять отделов:

1) передний мозг (telencephalon);

2) промежуточный мозг (diencephalon);

3) средний мозг (mesencephalon);

4) мозжечок (cerebellum);

5) продолговатый мозг (myelencephalon).

Внутри отделов головного мозга находятся полости**.** Полости переднего, промежуточного и продолговатого мозга называются желудочками, полость среднего мозга – сильвиевым водопроводом (она соединяет полости промежуточного и продолговатого мозга).

Передний мозг у рыб представлен двумя полушариями с неполной перегородкой между ними и одной полостью. В переднем мозге дно и бока состоят из нервного вещества, крыша у большинства рыб эпителиальная, у акул она состоит из нервного вещества. Передний мозг является центром обоняния, регулирует функции стайного поведения рыб. Выросты переднего мозга образуют обонятельные доли (у хрящевых рыб) и обонятельные луковицы (у костистых рыб). В промежуточном мозге дно и боковые стенки состоят из нервного вещества, крыша – из тонкого слоя соединительной ткани. В нем различают три части:

1) эпиталамус (надбугровая часть);

2) таламус (средняя, или бугровая часть);

3) гипоталамус (подбугровая часть).

Эпиталамус образует крышу промежуточного мозга, в задней его части расположен эпифиз (железа внутренней секреции).

Таламус представлен зрительными буграми, размеры которых связаны с остротой зрения. При слабом зрении они небольшие или отсутствуют.

Репозиторий ВГУ

Гипоталамус образует нижнюю часть промежуточного мозга и включает воронку (полый вырост), гипофиз (железа внутренней секреции) и сосудистый мешочек, где образуется жидкость, заполняющая желудочки головного мозга. Промежуточный мозг служит первичным зрительным центром, от него отходят зрительные нервы, которые впереди воронки образуют хиазму (перекрест нервов). Также промежуточный мозг является центром переключения возбуждений, которые поступают из всех отделов мозга, связанных с ним, а через гормональную деятельность (эпифиз, гипофиз) участвует в регуляции метаболизма.

Средний мозг представлен массивным основанием и зрительными долями. Крыша его состоит из нервного вещества, имеет полость – сильвиев водопровод. Средний мозг является зрительным центром, также регулирует тонус мышц и равновесие тела. От среднего мозга отходят глазодвигательные нервы.

Мозжечок состоит из нервного вещества, отвечает за координацию движений, связанных с плаванием, сильно развит у быстроплавающих видов (акула, тунец). У хрящевых рыб мозжечок представляет полый вырост крыши продолговатого мозга, который сверху налегает на зрительные доли среднего мозга и на продолговатый мозг. У скатов поверхность мозжечка разделена бороздами на 4 части.

В продолговатом мозге дно и стенки состоят из нервного вещества, крыша образована тонкой эпителиальной пленкой, внутри его расположена полость желудочка. От продолговатого мозга отходит большинство головных нервов (с V по X), иннервирующих органы дыхания, равновесия и слуха, осязания, органы чувств системы боковой линии, сердце, пищеварительную систему. Задний отдел продолговатого мозга переходит в спинной мозг.

Рыбы в зависимости от образа жизни имеют различия в развитии отдельных отделов головного мозга. У акул – хорошо развит передний мозг, мозжечок и продолговатый мозг; у костистых пелагических подвижных рыб с хорошим зрением – наиболее развиты средний мозг и мозжечок (скумбрия, летучая рыба, лососи) и т.д.

Спинной мозг расположен в спинномозговом канале, образованном верхними дугами позвонков. В центре спинного мозга проходит канал (невроцель), продолжение желудочка головного мозга. Центральная часть спинного мозга состоит из серого вещества, периферическая – из белого. Спинной мозг имеет сегментное строение, от каждого сегмента, число которых соответствует количеству позвонков, с двух сторон отходят нервы.

Спинной мозг при помощи нервных волокон связан с различными отделами головного мозга, осуществляет передачу возбуждений нервных импульсов, также является центром безусловных двигательных рефлексов.

ОРГАНЫ ЧУВСТВ

Органы химической рецепции и осязания. Органы химической рецепции служат для получения информации о веществах, растворенных в воде, вкусе пищи. Они включают: органы обоняния и органы химической необонятельной рецепции.

Репозиторий ВГУ

Органы обоняния (обонятельные мешки) расположены в носовой полости. У рыб обычно парные носовые отверстия (ноздри). Ноздря разделена кожистым клапаном и имеет два отверстия, вода заходит в обонятельный мешок через переднее отверстие и выходит через заднее. Полость обонятельного мешка имеет складки (розетки) и выстлана слизистой оболочкой, связанной с нервными окончаниями. К органам обоняния подходят обонятельные нервы, отходящие от переднего мозга, и волокна тройничного нерва.

У хрящевых рыб парные ноздри расположены обычно на брюшной стороне рыла. У всех рыб (за исключением двоякодышащих и кистеперых) ноздри с полостью глотки не сообщаются. При помощи органов обоняния рыбы находят пищу, различают пол, физиологическое состояние рыб, ориентируются в пространстве. Некоторые виды очень чувствительны к запахам (акулы, проходные лососевые, налим, угорь и др.). Так, акулы способны распознавать запах крови на расстоянии до 2 км.

Органы обоняния играют важную роль при миграциях рыб. Так, лососевые рыбы запоминают запах (химический состав) реки, в которой они выклюнулись из икринки, и через несколько лет после нагула в море, возвращаются для размножения в родной водоем (явление хоминга – нахождение дома). Опыты с мечением личинок показали, что из 13 тыс. выловленных на нерестилищах рыб 34% вошли точно в те реки и ручьи, где они выклюнулись из икры, 65% в соседние и лишь 1% был пойман на значительном удалении от мест мечения.

Органы химической необонятельной рецепции воспринимают различные химические показатели среды (соленость, активная реакция среды, концентрация углекислоты и др.) и представлены:

1) вкусовыми почками (скопление чувствующих клеток);

2) вкусовыми клетками (клубковидные, кустиковидные, веретеновидные);

3) свободными нервными окончаниями.

У рыб центр химической необонятельной рецепции находится в продолговатом мозгу. Вкусовые почки и клетки расположены главным образом в слизистой полости рта, на усиках, жабрах, голове, лучах плавников. Рыбы различают оттенки вкуса (сладкое, горькое, соленое, кислое). Острота вкуса связана с экологическими особенностями вида (пищевая специализация, тип местообитания, степень развития других рецепторов). Так, слепая мексиканская пещерная рыбка распознает раствор глюкозы при концентрации 0,005%.

Репозиторий БГУ

Рыбы способны воспринимать тактильные (прикосновение, давление), болевые, температурные ощущения. Тактильные ощущения воспринимаются с помощью органов осязания. К ним относятся осязательные тельца (скопление чувствующих клеток), рассеянных по поверхности тела. Много осязательных точек расположено на голове, усиках и плавниках рыбы. Рыбы имеют невысокую болевую чувствительность из-за низкого уровня развития нервной системы. Рыбы весьма чувствительны к изменениям температуры. Температура воды воспринимается рыбами с помощью терморецепторов (свободных нервных окончаний), расположенных в поверхностных слоях кожи. Небольшие отклонения в температуре воды могут изменить пути миграций и сроки нереста рыб. Костные рыбы способны различать перепады температур в 0,4°С.

Электрические рецепторы и электрические органы рыб. По характеру вырабатываемых электрических импульсов рыб делят на:

1) неэлектрических (большинство рыб)

2) слабоэлектрических (мормиры, гимнарх, гимнот и др.);

3) сильноэлектрических (электрические сом, угорь, скат);

Электрические поля образуются вокруг тела любой рыбы. Неэлектрические рыбы создают слабые электрические импульсы 100–200 мкВ в результате нервно-мышечной деятельности. В стае электрические поля отдельных рыб суммируются и образуется общее биоэлектрическое поле, которое влияет на поведение и ориентацию рыб. Слабо- и сильноэлектрические рыбы имеют специализированные электрические органы. Электрические органы рыб служат им для защиты, нападения на добычу и ориентации.

Электрические органы всех электрических рыб представляют собой парные, симметрично расположенные по бокам тела структуры, которые состоят из электрических пластинок, собранных в столбики.

У ската электрические органы (до 25% массы рыбы) напоминают пчелиные соты. Один орган состоит приблизительно из 600 шестигранных призм, расположенных вертикально. В каждой призме насчитывается до 40 электрических пластинок, имеющих вид дисков, отделенных студенистой соединительной тканью. Каждая призма представляет собой своеобразную электрическую батарею.

У угря огромные электрические органы (около 30% массы тела) тянутся по бокам почти вдоль всего тела и также состоят из призм, но с горизонтальным расположением. В каждом органе насчитывают около 70 призм, каждая содержит около 6 тыс. электрических пластинок.

У сома парные электрические органы (около 25% массы тела) расположены под кожей вдоль тела и сходятся по средней линии спинной и брюшной сторон. В студенистом веществе электрических органов находится большое количество электрических пластинок (около 2 млн), расположенных поперек тела.

Нервными центрами электрических органов у рыб являются электрические доли продолговатого мозга и спинной мозг.

Репозиторий ВГУ

Величина генерируемого напряжения различна. Обитатели пресных вод со слабой электропроводностью (электрические угорь и сом) генерируют ток высокого напряжения: угорь до 600 В при силе тока 1,2 А, сом до 350 В при силе тока в десятые доли ампера. Обитатели морских вод с хорошей электропроводностью генерирует разряды меньшего напряжения, но высокой силы тока (электрический скат 40–60 В при силе тока 50–60 А).

Органы зрения. Глаза у большинства рыб расположены по бокам головы. Зрение у рыб монокулярное, т.е. каждый глаз видит самостоятельно (поле зрения по горизонтали 160–170°, по вертикали около 150°). У многих рыб хрусталик выступает из отверстия зрачка, что увеличивает поле зрения. Спереди монокулярное зрение каждого глаза перекрывается, и образуется бинокулярное (всего 15–30°). Основной недостаток монокулярного зрения неточная оценка расстояния.

У многих пресноводных рыб зрачок неподвижен, некоторые виды могут его сужать и расширять (угорь, камбалы, звездочет, хрящевые). Глаза большинства рыб не имеют век, у некоторых акул есть мигательная перепонка, у кефалей и некоторых сельдей развиваются жировые веки.

У рыб глаз включает три оболочки:

1) склера (наружная);

2) сосудистая (средняя);

3) сетчатка, или ретина (внутренняя).

Склера защищает глаз от механических повреждений, в передней части глаза образует прозрачную роговицу уплощенной формы. С помощью сосудистой оболочки осуществляется кровоснабжение глаза. В участке, где в глаз входит зрительный нерв, располагается характерная для рыб сосудистая железа. В передней части глаза сосудистая оболочка переходит в радужную, имеющую отверстие, – зрачок, в который выдается хрусталик.

Сетчатка включает:

1) пигментный слой (пигментные клетки);

2) светочувствительный слой (светочувствительные клетки: палочки и колбочки);

3) два слоя нервных клеток.

У большинства рыб в сетчатке имеются палочки и колбочки. Палочки функционируют в темноте и нечувствительны к цвету, колбочки воспринимают цвета. Хрусталик в верхней части поддерживается связкой, а в нижней части он при помощи особой мышцы (колоколом Галлера) прикрепляется к серповидному отростку на дне глазного яблока, который имеется у большинства костистых рыб. Хрусталик у рыб шаровидный и своей формы не изменяет. Аккомодация (настройка на резкость) осуществляется не путем изменения кривизны хрусталика, а при помощи мышцы (колокол Галлера), которая подтягивает или удаляет хрусталик от сетчатки. Хрусталик имеет такую же плотность, как и вода, в результате чего свет, проходя через него, не преломляется и на сетчатке получается четкое изображение.

Репозиторий ВГУ

Со снижением освещенности у одних видов размер глаз увеличивается, и они способны улавливать слабый свет (глубоководные рыбы – морской окунь, светящиеся анчоусы), у других – размер глаз уменьшается (налим, речной угорь). У ряда глубоководных и пещерных рыб глаза отсутствуют.

В воздушной среде глазами рыбы почти не видят, у некоторых из них для этой цели в глазах имеются специальные приспособления.

У рыбы четырехглазки каждый глаз разделен горизонтальной перегородкой на две части. В верхней части глаза хрусталик упрощен, а роговица выпуклая, что позволяет видеть в воздушной среде.

Орган равновесия и слуха. Круглоротые и рыбы имеют парный орган равновесия и слуха, который представлен внутренним ухом (или перепончатым лабиринтом) и расположен в слуховых капсулах задней части черепа. Перепончатый лабиринт состоит из двух мешочков:

1) верхний овальный;

2) нижний круглый.

У хрящевых лабиринт разделен на овальный и круглый мешочки не полностью. У многих видов от круглого мешочка отходит вырост (лагена), представляющий собой зачаток улитки. От овального мешочка во взаимно перпендикулярных плоскостях отходят три полукружных канала (у миног – 2, у миксин – 1). На одном конце полукружных каналов имеется расширение (ампула). Полость лабиринта заполнена эндолимфой. От лабиринта отходит эндолимфатический проток, который у костистых рыб заканчивается слепо, а у хрящевых сообщается с наружной средой.

Внутреннее ухо имеет волосковые клетки, которые являются окончаниями слухового нерва и расположены участками в ампулах полукружных каналов, мешочках и лагене. В перепончатом лабиринте есть слуховые камешки, или отолиты. Они располагаются по три с каждой стороны: один, самый крупный, отолит – в круглом мешочке, второй – в овальном, третий – в лагене. На отолитах хорошо видны годовые кольца, по которым у некоторых видов рыб определяют возраст (корюшка, ерш и др.).

Верхняя часть перепончатого лабиринта (овальный мешочек с полукружными каналами) выполняет функцию органа равновесия, нижняя часть лабиринта воспринимает звуки. Любое изменение положения головы вызывает движение эндолимфы и отолитов и раздражает волосковые клетки.

Рыбы воспринимают звуки также и с помощью органов чувств системы боковой линии. Чувствительные клетки внутреннего уха и боковой линии имеют сходное строение, иннервируются ветвями слухового нерва и относятся к единой акустиколатеральной системе (центр в продолговатом мозгу). Боковая линия расширяет диапазон волн и позволяет воспринимать низкочастотные звуковые колебания (5–20 Гц), вызываемых землетрясениями, волнами и т.д.

Репозиторий ВГУ

Чувствительность внутреннего уха повышается у рыб с плавательным пузырем, который является резонатором и рефлектором звуковых колебаний. Соединение плавательного пузыря с внутренним ухом осуществляется при помощи Веберова аппарата (у карповых), слепых выростов плавательного пузыря (у сельдевых, тресковых) или особых воздушных полостей. Наиболее чувствительными к звукам являются рыбы, имеющие Веберов аппарат.

При помощи плавательного пузыря, связанного с внутренним ухом, рыбы способны воспринимать звуки низких и высоких частот.

Органы чувств системы боковой линии. Строение и расположение органов чувств системы боковой линии специфичны для каждого вида рыб. Система боковой линии (или сейсмосенсорная система) включает обычные и ампулярные органы. К обычным органам относятся невромасты (или чувствующие почки), которые представляют комплекс чувствительных клеток с волосками на конце. Клетки невромастов иннервируются боковой ветвью блуждающего нерва.

Ампулярные органы (или ампулы Лоренцини) относятся к электрорецепторам. Они расположены в головном отделе рыб, имеются только у пластиножаберных (акулы, скаты). Ампулярные органы имеют вид капсул, которые погружены в кожу. От капсул отходят трубочки, открывающиеся отверстиями на поверхности кожи. Капсулы заполнены желеобразным веществом, на их стенках расположены чувствительные клетки с волосками на вершине. К каждой капсуле подходят нервные окончания.

ВЫБОР МЕСТА ДЛЯ РЫБОВОДНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

При выборе места для рыбоводного предприятия необходимо:

1. Выбрать ровную площадку с небольшим уклоном, чтобы вода поступала в пруды и сбрасывалась из них самотеком. Площадка не должна заливаться дождевыми или паводковыми водами.

2. Выяснить на каких породах расположена выбираемая площадка, их фильтрационную способность, наличие карстового размыва.

3. Изучить структуру и химический состав почвы для определения ее плодородия, наличие и интенсивность ветровой и водной эрозии.

4. Изучить расположение источников водоснабжения, их мощность, качество воды (ее минерализация, температура, наличие взвеси и т.д.). Глубина залегания грунтовых вод допустима не менее 1 м от поверхности почвы, изучают их качество, возможность заболачивания участка.

5. Выяснить расстояние от площадки до автомобильных или железных дорог; до источников электроснабжения; до предполагаемых мест сбыта выращенной рыбы (населенные пункты, пищевые предприятия). Если эти расстояния велики, то следует предусмотреть строительство холодильни-ков или цехов переработки.

Репозиторий ВГУ

Площадь участка определяют исходя из типа рыбоводного предприятия и его мощности. Мощность рыбоводного предприятия рассчитывают, исходя из планируемого вылова. Далее определяют количество цехов, площадь участка под них, расход воды и электроэнергии, количество работников, годовую смету.

Объем потребляемой воды рассчитывают, суммируя ее расход в каждом цехе и пруду по месяцам, при этом учитывают и фильтрацию воды через дно каналов и прудов. Следует выяснить возможности повторного использования воды с очисткой или без нее. Характеристики водопродвода определяют исходя из требуемой скорости наполнения и спуска прудов.

РЫБОВОДНЫЕ ПРУДЫ

Карпа содержат в неглубоких (глубина до 1 м не менее чем на половине площади, наибольшая глубина до 3,5 - 4,0 м) слабопроточных прудах с хорошо прогревающейся водой. На дне пруда сооружают систему канав, по которым во время спуска пруда вода (и рыба) стекают в яму-рыбонакопитель, расположенную возле водосбросного устройства.

Пруды бывают:

– копаные;

– русловые – когда несколькими плотинами перегораживают русло речки, ручья или овраг, образуя каскад прудов;

– пойменные – когда в пойме реки насыпают систему дамб, между которыми расположены пруды.

Вода в пруды может поступать из рек, ручьев, водохранилищ, родников, из артезианских скважин и т.д. Воду в пруд лучше подавать по трубе, расположенной выше уровня воды, чтобы стекающая струя насыщалась кислородом.

Производственные пруды

Нерестовые

Площадь их от 0,05 до 0,1 га, глубина от 0,15 до 1,20 м, (средняя – 0,4-0,5 м) для оптимального прогрева воды. Желательна защита от северных и северо-восточных ветров. Располагают нерестовые пруды в тихих местах. Глубина канав - 0,4 м. Ложе следует засевать мягкими луговыми травами. Нерестовые пруды обычно спускают после пересадки личинок до следующего нереста.

Мальковые

Площадь их от 0,5 до 1,0 га, глубина от 0,5 до 0,8 м. Располагать мальковые пруды лучше возле нерестовых прудов, чтобы облегчить пересаживание личинок.

Вырастные

В них подращивают сеголетков до зимовки. Площадь выростного пруда от 10 до 20 га, глубина от 1,0 до 1,2 м, а при обилии рыбоядных птиц на 0,2 - 0,3 м глубже.

Репозиторий ВГУ

В хозяйствах с трехлетним оборотом есть вырастные пруды и для двухлеток, их делают на 0,3 - 0,5 м глубже, чем для сеголеток. Общая площадь выростных прудов в хозяйстве должна составлять не менее 15% от площади нагульных прудов.

Нагульные

В них рыба нагуливается перед реализацией. Чем крупнее такой пруд, тем он продуктивнее: пруды площадью 150 га дают рыбы больше чем пруды 100 га, а эти, в свою очередь - больше чем 50 га. Поэтому площадь прудов обычно от 50 до 100 га (на Украине до 150 га). Глубина нагульных прудов от 1,2 до 2,5 м, максимальная до 3 - 4 м. Более глубокие пруды продуктивнее мелководных. Глубина прудов различается в разных регионах. В Полесье оптимальная глубина 1,4 - 1,5 м. Полный водообмен нагульных прудов происходит за 25 су-ток, при признаках замора водообмен ускоряют.

Зимовальные

Это пруды, в которых рыбу содержат зимой. Бывают для производителей, для ремонта, для сеголеток и для двухлеток. Площадь таких прудов от 0,2 до 2,0 га.

Глубина зимовального пруда зависит от толщины льда (в северных регионах лед до 1,2 м толщиной). Зимовальные пруды всегда копаные, на сухих и плотных грунтах (в них меньше охлаждается вода). Проточность регулируют так, чтобы в вытекающей из пруда воде содержалось не менее 3 мг/л кислорода.

Специальные пруды

Маточные

В полносистемных хозяйствах и питомниках в них содержат производителей. Глубина маточных прудов от 1,2 до 2,5 м, максимальная до 3 - 4 м.

Ремонтные

В полносистемных хозяйствах и питомниках в них содержат рыб, которые заменяют выбракованных производителей. Глубина ремонтных прудов от 1,2 до 2,5 м, максимальная до 3 - 4 м.

Карантинные

В них содержат рыбу, у которой подозревают какие-либо заболевания, а также рыбу, привезенную из других хозяйств. Площадь таких прудов от 0,1 до 0,5 га, средняя глубина 1,2 м. Располагают такие пруды в отдалении от остальных (не ближе 20 м). Сбрасываемая из карантинных прудов вода должна дезинфицироваться.

Изоляционные

Для взрослой рыбы с явными признаками болезни. Глубина на 60% площади пруда - 1,5 м. Располагают такие пруды в отдалении от остальных (не ближе 20 м). Сбрасываемая из изоляционных прудов вода должна дезинфицироваться.

Живорыбные садки

Репозиторий ВГУ

В них рыбу содержат временно, перед реализацией. Площадь садка 0,1 га, соотношение сторон 1 : 3 или 1 : 4. Глубина зависит от возможной толщины ледового покрова (непромерзающий слой должен составлять 1,0 - 1,5 м). Содержание кислорода в воде, вытекающей из садка не менее 3 мг/л. Плотность посадки рыбы 78 - 125 кг/м^2.

Водоснабжающие

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

Головные пруды – обеспечивают равномерный проток воды.

Отстойные пруды – для осаждения взвеси.

Нагревательные пруды – температура, особенно в июле-августе сильно влияет на выживаемость и рост карпа. В небольших прудах влияние температуры важнее, чем плотность посадки рыбы.

Репозиторий ВГУ

Вопросы к зачету по дисциплине «Ихтиология с основами ведения прудовых хозяйств»

1. История развития ихтиологии.
2. Опишите формы тела рыб.
3. Отличительные особенности строения кожи рыб.
4. Каковы основные типы чешуи и особенности ее строения.
5. Особенности строения светящихся органов костистых рыб.
6. Осевой скелет рыб.
7. Мускулатура рыб.
8. На какие отделы делится нервная система рыб.
9. Перечислите органы чувств у рыб и их значение.
10. Отличительные особенности пищеварительной системы рыб.
11. Приспособление ротового аппарата к питанию рыб.
12. Значение плавательного пузыря.
13. В чем заключаются особенности строения органов дыхания рыб. Механизм дыхания.
14. Изложите особенности строения органов кровообращения рыб.
15. Строение выделительной системы рыб.
16. Изложите особенности строения половой системы рыб.
17. Способы движения рыб.
18. Происхождение рыб.
19. Прудовое хозяйство.
20. Происхождение рыб.

Репозиторий ВГУ

21. Современная систематика рыб.

22. Строение свободных конечностей и их поясов.

23. Особенности строения головного мозга рыб.

Репозиторий ВГУ

Репозиторий ВГУ