

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Солоненко Анна Александровна  
Должность: Директор  
Дата подписания: 26.10.2024 15:23:06  
Уникальный идентификатор документа:  
d9ba9a2cd11ba041041b478ab037f8b3050e51

Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт (филиал)  
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Астраханский государственный  
технический университет»  
(ДРТИ ФГБОУ ВО «АГТУ»)

Система менеджмента качества в области образования, воспитания, науки и инноваций сертифицирована DQS  
по международному стандарту ISO 9001:2015



**ОТДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**МЕТОДИЧЕСКОЕ УКАЗАНИЕ ПО ПРАКТИЧЕСКИМ И  
ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ**  
профессионального модуля

**ПМ.02 Воспроизводство и выращивание рыбы и других гидробионтов**

**МДК 02.01. Технологии производства и выращивания рыбы и других  
гидробионтов**

**МДК 02.02. Техническое обеспечение процессов воспроизводства и  
выращивания рыбы и других гидробионтов**  
специальность

**35.02.09 Ихтиология и рыбоводство**  
(базовая подготовка)

**Составитель:**

Преподаватель ОСПО Хохлова М.А.

**Рецензент:** кандидат биологических наук, доцент кафедры «Аквакультура и экология» ДРТИ ФГБОУ ВО «АГТУ» Кузнецова Н.В.

Методические указания по лабораторным занятиям по профессиональному модулю ПМ.02 Воспроизводство и выращивание рыбы и других гидробионтов для обучающихся по специальности 35.02.09 Ихтиология и рыбоводство (базовая подготовка) [Электронный ресурс]./ М.А. Хохлова. – Рыбное, 2019. – 100 с. Режим доступа: <http://portal-drti.ru>

Методические указания рассмотрены и одобрены на заседании цикловой комиссии общепрофессиональных ихтиологических дисциплин и профессиональных модулей, протокол № 1 от 30.08 2019 г.

© Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»

**МДК.02.01. Технологии воспроизводства и выращивания рыбы и других гидробионтов**  
**Раздел 1. Ведение технологических процессов воспроизводства выращивания рыбы и других гидробионтов**

**Тема 1.1 Ихтиофауна морских и пресноводных водоёмов**

**Лабораторная работа № 1**

**Определение по коллекциям морфологических признаков круглоротых.**

**Цель работы:** изучить морфологические признаки класса Круглоротых (Cyclostomata), ознакомиться с отличительными особенностями отдельных видов, ознакомиться с образом жизни средой обитания круглоротых.

**Материалы:** фиксации миксин и миног, плакат «Строение ротовой воронки Круглоротых», практикум по ихтиологии Т. А. Аполлова, 2013, определители рыб, лабораторные лотки, препаровальные иглы, пинцеты, распечатанная лабораторная тетрадь.

**Задание:**

1. Изучить внешние признаки миксин и миног. Определить основных представителей круглоротых из набора фиксированных препаратов с помощью определителя или имеющихся в практикуме определительных таблиц.
2. Занести биологические особенности этих видов в тетрадь (тетрадь для печати представлена в Приложении 1)
3. Выявить принципиальные отличия между отрядом Миксинообразные и Миногообразные.

**Теоретическая часть**

**Миксинообразные (Muxiniformes)**

Все миксины — морские животные, похожие по форме тела на больших червей. С обеих сторон передней части тела миксин имеется по одному (у собственно миксин) или от пяти до пятнадцати наружных жаберных отверстий. Вдоль нижней поверхности тела расположены два ряда пор — отверстий хорошо развитых подкожных слизеотделительных желез. Рот у миксин, в отличие от миног, лишен губ и обрамлен двумя парами усиков. Еще две пары усиков окружают непарное носовое отверстие. Рот вооружен роговыми зубами, по два ряда которых находятся с каждой стороны языка, а один непарный зуб — на нёбе.

Носовое отверстие ведет в обонятельный мешок, сообщающийся с полостью глотки. Благодаря этому миксины могут втягивать воду, содержащую кислород, через нос.

Глаза недоразвиты, скрыты под светлыми участками кожи на голове. Миксины практически слепы и ориентируются с помощью осязания и обоняния.

Своеобразна кровеносная система миксин: наряду с основным (жаберным) сердцем, прогоняющим кровь через жабры, имеются три дополнительных сердца, обеспечивающих циркуляцию венозной крови. Эти дополнительные сердца расположены в области головы, печени и хвоста. Сердца бьются независимо друг от друга. Их работа необходима для циркуляции крови миксины, так как в некоторых частях тела кровь проходит через большие полости — синусы — перед поступлением ее в вены, что ослабляет кровяное давление в системе.

Осевой скелет образован хордой, или нотохордом, — гибким упругим стержнем.

Половая железа миксин не имеет собственного выводного протока. Созревшие половые клетки выделяются прямо в полость тела и уже оттуда попадают в клоаку. Оплодотворение наружное.

Миксины откладывают удлиненные эллипсоидальные яйца 20—25 мм длины, одетые в прочную роговую капсулу.

Обитают миксины в умеренных и субтропических водах северного и южного полушарий вблизи берегов, как на мелководьях, так и на глубинах более тысячи метров. Излюбленная для них вода нормальной океанической солености (32—34‰); при солености 29—31‰ миксины прекращают питаться, а при снижении солености до 25‰ и более погибают.

**Миногообразные (Petromyzoniformes)**

По форме тела миноги близки к миксинам, но у них есть один или два спинных плавника. Рот у миног воронкообразный, окаймленный по внешнему краю кожистой бахромой, хорошо вооружен множеством роговых зубов, которые имеются и на языке. С каждой стороны тела по семь жаберных мешков, каждый из которых открывается наружу особым отверстием.

У взрослых миног, в отличие от миксин, глаза развиты нормально.

Так же как и миксины, миноги имеют одну непарную половую железу без выводного протока. Созревшие половые клетки попадают в полость тела и уже оттуда выводятся наружу через две особые поры позади анального отверстия.

Размножаются миноги на глубоких участках реки с быстрым течением и галечниковым грунтом. Во время нереста миноги собираются стайками и строят гнезда, представляющие собой продолговатые, овальной формы ямки. Истощенные после нереста, миноги прячутся под камни, коряги и в другие места, защищенные от света и течения, где вскоре и погибают.

В отличие от миксин миноги проходят в своем развитии фазу личинки. Личинки миног — пескоройки. У пескороек глаза недоразвиты и едва заметны сквозь покрывающую их кожу. Четырехугольное ротовое отверстие сверху прикрыто верхней губой, как козырьком. На нижней поверхности губы и вокруг ротового отверстия расположено множество разветвленных ворсинок. Наружные жаберные отверстия треугольной формы помещаются с каждой стороны тела в продольном желобке. Окраска пескороек варьирует от желтовато-белой до темно-серой. Пескоройки обитают на заиленных, со слабым течением участках рек, протоков и ручьев. Особенно часто их можно встретить в небольших заливах. Большую часть времени пескоройки проводят зарывшись в ил.

В возрасте 4—5 лет пескоройки претерпевают метаморфоз — превращаются во взрослых миног. При этом происходит сложная перестройка многих органов. Во время метаморфоза пескоройки не питаются.

### **Ход работы**

Лабораторная работа выполняется строго по единой схеме. Пользуясь специально подобранным набором фиксированных рыб из отряда Миксинообразные и Миногообразные, определяются все представители до вида; в рабочую тетрадь записывается положение в системе определяемого вида в латинском и русском написании и его основные признаки.

При изучении внешних признаков представителей миксин и миног необходимо обратить внимание на форму тела; предротовую воронку миноги и миксины; расположение носового отверстия; наличие или отсутствие усиков; расположение жаберных отверстий; положение анального отверстия.

У миног нужно рассмотреть и использовать при определении родов и видов строение ротовой воронки с челюстными пластинами и роговыми зубами (Рисунок 1)(Т.А. Аполлова, 2013).

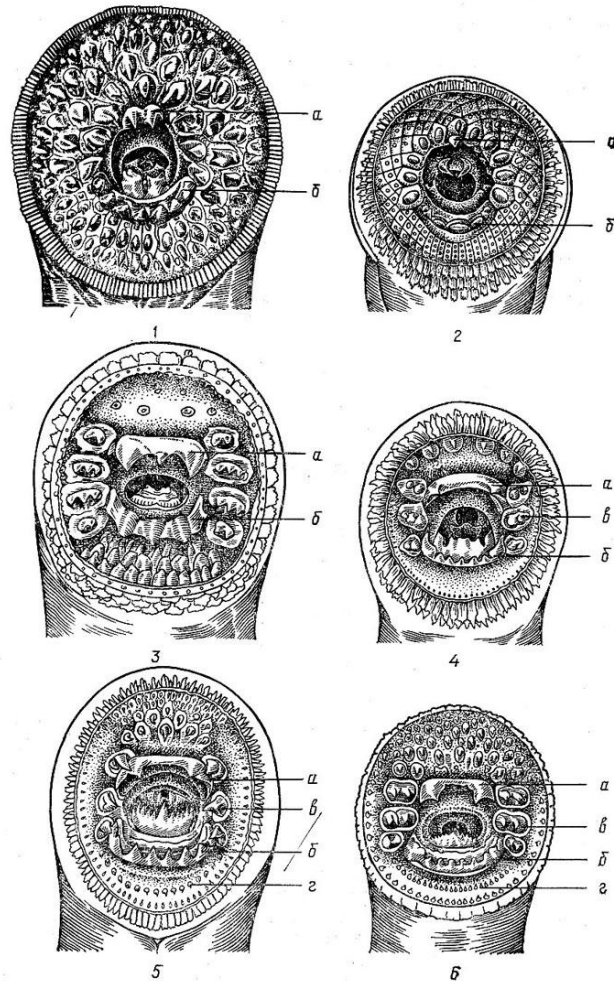


Рисунок 1 – Ротовая воронка Миногообразных:

- 1 – морская минога;
- 2 – каспийская минога;
- 3 – трехзубая минога;
- 4 – речная минога;
- 5 – тихоокеанская минога;
- 6 – сибирская минога;

*a* – верхнечелюстная пластина; *б* – нижнечелюстная пластинка; *в* – боковые средние губные зубы; *г* – нижнегубные зубы.

#### Контрольные вопросы:

1. Какими признаками характеризуется отряд Миксинообразные?
2. Сформулируйте отличия миксин и миног
3. Какими признаками характеризуется отряд Миногообразные?
4. В чем выражаются отличия родов миног?
5. Охарактеризуйте образ жизни миног и миксин.
6. Какие миноги ведут проходной образ жизни?
7. Назовите пресноводных миног. Где они распространены?
8. Какие миноги ведут не паразитический образ жизни?
9. Какие миноги включены в Красную книгу Российской Федерации?
10. Какие миноги имеют промысловое значение?

## Лабораторная работа №2

### Определение по коллекциям морфологических признаков хрящевых и цельноголовых.

**Цель работы:** изучить морфологические признаки класса Хрящевых, ознакомиться с отличительными особенностями отдельных видов, ознакомиться с образом жизни средой обитания.

**Материалы:** фиксации хрящевых, практикум по ихтиологии Т. А. Аполлова, 2013, определители рыб, лабораторные лотки, препаровальные иглы, пинцеты, распечатанная лабораторная тетрадь.

#### Задание:

1. Изучить внешние признаки хрящевых и цельноголовых рыб
2. Определить основных представителей хрящевых рыб из набора фиксированных препаратов с помощью определителя или имеющихся в практикуме таблиц.
3. Занести биологические особенности этих видов в тетрадь (тетрадь для печати представлена в Приложении 1).

### Теоретическая часть

#### Класс Хрящевые рыбы (Chondrichthyes)

#### Подкласс Пластиножаберные рыбы (Elasmobranchii)

У пластиножаберных рыб, к которым относятся акулы и скаты, костная ткань полностью отсутствует. Они имеют хрящевой скелет, который часто бывает обызвествленным. Верхняя челюсть представлена массивным небно-квадратным хрящом, не сливающимся с черепной коробкой и соединенным с ней только соединительноткаными связками или сочленениями хрящей.

Кожа у пластиножаберных обычно покрыта плакоидной чешуей, которая представляет собой наиболее древний тип чешуйного покрова. Каждая такая чешуя состоит из основной пластинки, на которой поднимается конический или грибовидный зубец (кожный зуб), покрытый слоем эмали и оканчивающийся одним или несколькими остриями. Наличие кожных зубов придает шкуре акулообразных в той или иной степени выраженную и иногда очень сильную шероховатость, благодаря которой она может употребляться в столярном деле в качестве абразивного материала.

Видоизмененные кожные зубы образуют плавниковые колючки у рогатых и колючих акул, хвостовые иглы у скатов-хвостокотов, пилообразные зубья на рыле (ростроме) у акул-пилоносов и рыб-пил. Челюстные зубы, сложенные из дентина и покрытые снаружи эмалью, также представляют собой модификацию плакоидных чешуй.

Жаберной крышки у пластиножаберных рыб никогда не бывает, и с каждой стороны тела наружу открывается 5-7 жаберных щелей. У многих имеются также брызгальца - небольшие отверстия, расположенные за глазом и представляющие собой рудимент еще одной щели между челюстной и подъязычной дугами. Жаберные лепестки у акулообразных имеют форму пластин и прикрепляются к дугам по всей своей длине (отсюда название "пластиножаберные рыбы").

Наличие спирального клапана в кишечнике и артериального конуса в сердце - важные анатомические особенности пластиножаберных. Спиральный клапан представляет собой вырост слизистой оболочки пищеварительного тракта. Он образует от 4 до 50 оборотов и сильно увеличивает всасывающую поверхность кишечника. Артериальный конус - особый отдел сердца, расположенный впереди желудочка и снабженный несколькими рядами полулунных клапанов. Он способен к самостоятельным ритмическим сокращениям.

Осмотическое давление внутренней среды у пластиножаберных рыб обеспечивается главным образом за счет мочевины, растворенной в крови. В связи с этой особенностью свежее мясо акул, как правило, имеет не особенно приятный специфический запах, который исчезает при соответствующей кулинарной обработке.

Процесс размножения пластиножаберных характеризуется специфическими особенностями. Оплодотворение у них происходит внутри тела самки, и самцы в связи с этим имеют по два копулятивных органа, называемых птеригоподиями. С их помощью сперма

вводится в клоаку самки. Птеригоподий представляет собой видоизмененную заднюю часть брюшного плавника и имеет наружный желобок. Плодовитость пластиножаберных невелика, но яйца у них имеют очень большие запасы питательного вещества.

Размножение происходит путем откладки яиц, яйцеживорождения или живорождения. У яйцекладущих видов оплодотворенное яйцо, спускающееся по яйцеводу, проходит через белковую и скорлуповую железы и одевается оболочками, образующими твердую скорлупу. Затем яйцо откладывается на дно. Яйцеживородящие виды, к которым принадлежит большая часть современных акулообразных, характеризуются тем, что оплодотворенное яйцо остается в заднем отделе яйцеводов (в "матке") вплоть до рождения молоди. При этом у некоторых скатов имеет место своеобразное кормление развивающихся эмбрионов: стенки "матки" образуют выросты, проникающие в ротовую полость эмбрионов и выделяющие питательную жидкость, несколько напоминающую молоко. Наконец, у живородящих акул, у которых развитие эмбриона также происходит в "матке", имеется даже подобие детского места (плаценты), служащее для питания зародыша за счет материнской крови. В любом случае новорожденные акулообразные рыбы появляются на свет вполне подготовленными к самостоятельному существованию.

Форма тела пластиножаберных рыб очень разнообразна. Одни из них имеют торпедовидное тело, приспособленное для быстрого перемещения, и являются хорошими пловцами, другие уплощены в спинно-брюшном направлении и обычно проводят жизнь лежа на дне. Размеры их сильно колеблются: самые мелкие виды не превышают 15-30 см в длину, в то время как у гигантских акул и скатов длина достигает 15-20 м, а вес измеряется тоннами.

Классификация современных пластиножаберных, которых насчитывается сейчас около 600 видов, строится в основном на признаках внешнего строения и некоторых особенностях анатомии. Обычно выделяют две большие группы - надотряд акул (Selachomorpha) и надотряд скатов (Batomorpha).

#### **Подкласс Слитночерепные, или Цельноголовые рыбы (Holosephali)**

Обладая целым рядом неповторимых особенностей, представители этого подкласса рыб, кроме того, самым причудливым образом сочетают в себе черты пластиножаберных (Elasmobranchii) и костных рыб (Osteichthyes).

С пластиножаберными (селахиями) их, прежде всего, роднит наличие у самцов парных совокупительных органов (птеригоподиев); способность самок откладывать крупные яйца, заключенные в роговые капсулы; наличие в наружном скелете плакоидных чешуй ("кожных зубов") и полное отсутствие окостенений внутреннего хрящевого скелета, некоторые элементы которого подчас укрепляются за счет обызвествления (не следует смешивать с окостенением). Помимо этого, в сердце у современных слитночерепных, так же как и у пластиножаберных, имеется артериальный конус, снабженный у них тремя рядами клапанов; в кишечнике проходит спиральный клапан; крупные ноздри сближены с поперечным ртом и сообщаются с его задними углами с помощью борозд, рассекающих верхнюю губу; наружные лопасти плавников поддерживаются большим числом тонких эластоидиновых нитей (elastotrichia), в то время как у костистых рыб гомологичные им плавниковые лучи замещаются костными лучами (lepidotrichia); мясистые губы поддерживаются губными хрящами, и так же, как у пластиножаберных, устроены мозг и сердце и изначально отсутствует плавательный пузырь.

С другой стороны, у слитночерепных, как и у костных рыб, отсутствуют клоака (анальное и мочеполовое отверстия обособлены) и брызгальце, с каждой стороны тела имеется лишь по одному жаберному отверстию, а череп соединяется с позвоночником с помощью затылочных мышечков.

Зубной аппарат слитночерепных, как и у двоякодышащих, представлен прочными жевательными пластинками (две пары на верхних челюстях и одна пара - на нижних); нередко эти пластинки снабжены валиками, или гребнями. Верхняя челюсть полностью слилась с черепом (отсюда и их название Holosephali, т. е. цельноголовые). Тела позвонков отсутствуют: хорда сохраняется без поsegmentных перетяжек в течение всей жизни и у

большинства форм окружена обызвествленными хрящиками, имеющими форму узких незамкнутых колец.

Считается, что слитночерепные произошли от вымерших акулообразных предков и представляют собой боковую филогенетическую ветвь, преемственно не связанную с костными рыбами. Эта группа известна с верхнего девона и процветала до мелового периода. Все немногочисленные ныне живущие слитночерепные принадлежат к отряду химерообразных.

### **Ход работы**

Лабораторная работа выполняется строго по единой схеме. Пользуясь специально подобранным набором фиксированных рыб класса Хрящевые, определяются все представители до вида; в рабочую тетрадь записывается положение в системе определяемого вида в латинском и русском написании и его основные признаки.

При определении хрящевых рыб необходимо обратить внимание на отсутствие костной жаберной крышкой, тип чешуи, наличие птеригоподий у самцов, число и положений жаберных щелей. У акул следует обратить внимание на наличие или отсутствие анального плавника; число спинных плавников и наличие на них колючих шипов; форму рыла; наличие на глазах мигательной перепонки или кожной складки; наличие килей по бокам хвостового стебля; строение зубов; степень развития брызгальца. У скатов нужно рассмотреть: наличие электрических органов; степень развития и форму грудных плавников; наличие зазубренных шипов на хвостовом стебле.(Т.А. Аполлова, 2013).

### **Контрольные вопросы:**

1. Назовите отличительные признаки хрящевых рыб.
2. Назовите подклассы хрящевых рыб и их отличительные признаки.
3. Каковы основные признаки, отличающие акул от скатов?
4. Назовите отряды акул и дайте характеристики их признаков.
5. Назовите отряды скатов и дайте характеристики их признаков.
6. Назовите самых крупных представителей акул и скатов.
7. Какие виды акул и скатов встречаются в водах нашей страны?

### Лабораторная работа №3

#### Определение по коллекциям представителей отряда Осетрообразные.

**Цель работы:** изучить морфологические признаки отряда Осетрообразные, ознакомиться с отличительными особенностями отдельных видов, ознакомиться с образом жизни средой обитания.

**Материалы:** фиксации осетровых рыб, практикум по ихтиологии Т. А. Аполлова, 2013, определители рыб, лабораторные лотки, препаровальные иглы, пинцеты, распечатанная лабораторная тетрадь.

#### Задание:

1. Изучить внешние признаки осетровых рыб
2. Определить основных представителей Осетрообразных рыб из набора фиксированных препаратов с помощью определителя или имеющихся в практикуме таблиц.
3. Занести биологические особенности этих видов в тетрадь (тетрадь для печати представлена в Приложении 1).

#### Теоретическая часть

##### Отряд Осетрообразные (Acipenseriformes)

Среди лучеперых рыб осетрообразные обладают наибольшим числом архаических черт строения. Основу осевого скелета у них составляет упругая хорда, тел позвонков нет. Хвостовой плавник неравнолопастный (гетероцеркальный), с выступающей большой верхней лопастью. Основание верхней лопасти хвостового плавника покрыто ромбической чешуей. На теле имеется пять продольных рядов ромбических костных пластин (жучек), которые считают рудиментами ганоидных чешуй.

Есть брызгальце у верхнего края жаберной крышки. Выводное отверстие (анус) расположено у оснований брюшных плавников, как у хрящевых и лопастеперых рыб. В сердце имеется артериальный конус, а в кишечнике - спиральный клапан. Наконец, число лучей в спинном и анальном плавниках больше числа опорных скелетных элементов (радиалий).

Внутренний скелет состоит из хряща, почему осетрообразных обычно выделяют в особую группу хрящевых ганоидов, или хрящекостных рыб (Chondrostei).

Осетрообразные распространены только в северном полушарии, это проходные и озерно-речные рыбы Европы, Северной Азии и Северной Америки.

Современная мировая фауна осетровых насчитывает 27 видов. Отряд осетрообразных традиционно делится на два семейства – веслоносы и осетровые. Осетровые, в свою очередь, включают подсемейства – лопатоносов и осетров.

#### Ход работы

Лабораторная работа выполняется строго по единой схеме. Пользуясь специально подобранным набором фиксированных рыб отряда Осетрообразные, определяются все представители до вида; в рабочую тетрадь записывается положение в системе определяемого вида в латинском и русском написании и его основные признаки.

При определении видов следует обратить внимание на строение и форму рострума, количество боковых и спинных жучек, наличие или отсутствие усиков, форму рта.

#### Контрольные вопросы:

1. Каковы признаки отряда осетрообразных?
2. Чем отличаются семейства осетровых от семейства веслоносовых?
3. В чем выражаются отличия родов белуг и осетров?
4. Какие виды осетровых рыб принадлежат к проходным и пресноводным.
5. Какие виды осетровых рыб обитают в водоемах России?
6. Каковы систематическое положение и отличительные признаки веслоноса? Где он обитает?

## Лабораторная работа №4

### Определение по коллекциям представителей отряда Лососеобразные (Salmoniformes)

**Цель работы:** познакомиться с общей характеристикой отряда Лососеобразные и видовыми особенностями представителей.

**Материалы:** набор фиксированных рыб отряда Лососеобразные, лабораторные подносы, препаровальные иглы, пинцеты, определительные таблицы из практикума по ихтиологии Т. А. Аполлова, определитель рыб, распечатанная лабораторная тетрадь.

**Задание:** Изучить внешние признаки лососеобразных. Определить основных представителей этих отрядов из набора фиксированных препаратов с помощью определителя или имеющихся в практикуме определительных таблиц. Занести биологические особенности этих видов в тетрадь для лабораторных работ (Приложение 1), используя для этого литературные источники.

### Теоретическая часть

#### Отряд Лососеобразные (Salmoniformes)

К лососеобразным относятся близкие к сельдеобразным семейства костистых рыб, в строении которых также имеется ряд примитивных черт. Как и у сельдеобразных, брюшные плавники многолучевые (более 6 лучей), расположены в средней части брюха; грудные - низкосидящие; в плавниках нет колючих лучей; плавательный пузырь, если есть, обычно соединяется каналом с пищеводом; рот окаймлен сверху двумя парами костей — предчелюстными и верхнечелюстными костями; чешуя циклоидная и т. д. У многих лососеобразных скелет не полностью окостеневает: черепная коробка в значительной мере состоит из хряща, боковые отростки не приращены к телам позвонков, у некоторых (корюшковидные) взрослых рыб сохраняется хорда, проходящая вдоль всего позвоночника сквозь тела позвонков; в отличие от сельдеобразных, на теле есть боковая линия; у многих имеется жировой плавник.

К отряду лососеобразных относятся подотряды лососевидных, корюшковидных, серебрянковидных, щуковидных, галаксиевидных, стомиевидных, гладкоголововидных и макристриевидных.

### Ход работы

Определяя семейства отряда Лососеобразные, следует просчитать лучи в спинном плавнике и чешую вдоль боковой линии. При определении родов семейства Лососевые нужно обратить внимание на характер расположения зубов на небных костях и сошнике, длину верхнечелюстной кости, наличие пятен на теле, их форму и окраску. У рыб семейства Сиговые определить размер и положение рта, число жаберных тычинок, расположение спинного плавника и строение рыльной площадки; у хариусовых – длину верхнечелюстной кости.

### Контрольные вопросы:

1. Сформулируйте признаки отряда лососеобразных.
2. Перечислите роды семейства лососевых, их отличительные признаки.
3. Какие виды относятся к роду благородных лососей и где они обитают?
4. Какие виды относятся к роду тихоокеанских лососей и их биологические особенности?
5. Где обитают гольцы? Опишите их черты?
6. Где обитают таймени и ленки? Когда они размножаются?
7. К какому роду относятся белорыбица и нельма? Отличительные признаки этого рода, ареал, биологические особенности.
8. Какие признаки характеризуют род сигов? Отметьте их биологические особенности.
9. Какие признаки характерны для семейства хариусовых?
10. Перечислите признаки семейства корюшковых, основные роды.



Лабораторная работа № 5  
**Определение по коллекциям представителей отрядов Миктофообразные  
(Mictophiformes), Угреобразные (Anguilliformes)**

**Цель работы:** познакомиться с общей характеристикой отряда Миктофообразные и Угреобразные, а также с видовыми особенностями представителей.

**Материалы:** набор фиксированных рыб отряда Угреобразные, лабораторные подносы, препаровальные иглы, пинцеты, определительные таблицы из практикума по ихтиологии Т. А. Аполлова, определитель рыб, презентация Миктофообразные, распечатанная лабораторная тетрадь.

**Задание:** Изучить внешние признаки Миктофообразных и Угреобразных. Определить основных представителей этих отрядов из набора фиксированных препаратов с помощью определителя или имеющихся в практикуме определительных таблиц. Занести биологические особенности этих видов в тетрадь для лабораторных работ (Приложение 1), используя для этого литературные источники.

**Теоретическая часть**

Отряд Миктофообразные (Mictophiformes)

К миктофообразным рыбам относятся светящиеся анчоусы, ящероголовы, алепизавры и близкие к ним формы. Миктофообразные близки к сельдеобразным, но сильно специализованы. Брюшные плавники у них расположены в средней части брюха, грудные посажены низко; позади спинного плавника обычно имеется жировой плавник. Рот большой и, в отличие от сельдеобразных, окаймлен сверху одной парой костей (предчелюстными костями), а не двумя. Плавательный пузырь замкнутый или отсутствует. Миктофообразные - самые многочисленны и разнообразны глубоководные рыбы подповерхностного слоя, их насчитывается около 380 видов.

Все миктофообразные - морские, преимущественно глубоководные рыбы, только один вид – *бомбиль* - живет в эстуариях. Различают две группы (подотряда) миктофообразных - миктофовидных и алепизавровидных.

Отряд Угреобразные (Anguilliformes)

К этому отряду относятся рыбы с очень характерной угревидной формой тела. Их туловище не сужается к хвосту, нередко оно также не сплюснуто с боков (круглое в поперечном сечении). Ползают и плавают угри изгибая тело, как змеи. По телу плывущего угря как бы пробегает волна с постоянной амплитудой, в то время как у рыб обычной формы эта амплитуда возрастает. Способ плавания угря не позволяет достичь больших скоростей, но зато он более экономичен. Ныне живущие угреобразные лишены брюшных плавников (отсюда второе название отряда "Apodes" - безногие). Мягкие, без жестких лучей и колючек, спинной и анальный плавники идут оторочкой вдоль тела, часто сливаясь с хвостовым. Плавательный пузырь соединен с кишечником или редуцирован. Обычно исчезает чешуя, кожа слизистая. У многих угреобразных сливаются вместе и нередко редуцируются некоторые кости черепа. Развитие с метаморфозом: прозрачная высокотелая листовидная личинка - лептоцефал - совсем не похожа на взрослого угря.

У многих угреобразных в крови содержатся ядовитые вещества – **ихтиотоксины** (имеющиеся также в крови других рыб - карпа, линя, тунца). При непосредственном попадании в кровь теплокровных они вызывают разрушение эритроцитов. Если сыворотку крови угря ввести в вену теплокровного животного, оно погибнет при симптомах, напоминающих укус гадюки. Ихтиотоксины опасны лишь при попадании в кровеносную систему, так как в желудке они разрушаются. Не выдерживают они и нагревания свыше 58°C. Все же следует избегать попадания крови угря на свежие ссадины, так как это может вызвать воспаление.

Почти все угреобразные, 22 семейства с примерно 350 видами,- морские рыбы, обитающие преимущественно в теплых морях, но представленные и на больших глубинах. Только одно семейство представлено в пресных водах.

#### **Ход работы**

При определении семейств угреобразные основное внимание нужно обратить на длину спинного плавника, на наличие или отсутствие грудных плавников (Т.А. Аполлова, 2013).

#### **Контрольные вопросы:**

1. Назовите основные признаки отряда Миктофообразных.
2. Назовите отличительные признаки отряда угреобразных.
3. Где обитает речной угорь, каковы черты его биологии?
4. Опишите жизненный цикл речного угря.
5. В чем состоят особенности развития угреобразных рыб.
6. В чем состоят особенности развития угреобразных рыб?
7. Назовите отличительные признаки семейства муреновых.
8. Какие представители отряда угреобразных обитают в водоемах России?

Лабораторная работа №6  
**Определение по коллекциям представителей отрядов Карпообразные  
(Cypriniformes), Сомообразные (Siluriformes).**

**Цель работы:** познакомиться с общей характеристикой отрядов Карпообразные, Сомообразные, а также с видовыми особенностями представителей.

**Материалы:** набор фиксированных рыб отрядов Карпообразные, Сомообразные, лабораторные подносы, препаровальные иглы, пинцеты, определительные таблицы из практикума по ихтиологии Т. А. Аполлова, определитель рыб, распечатанная лабораторная тетрадь.

**Задание:** Изучить внешние признаки Карпообразных и Сомообразных. Определить основных представителей этих отрядов из набора фиксированных препаратов с помощью определителя или имеющихся в практикуме определительных таблиц. Занести биологические особенности этих видов в тетрадь для лабораторных работ (Приложение 1), используя для этого литературные источники.

**Теоретическая часть**  
**Отряд Карпообразные (Cypriniformes)**

В отряде 27 семейств и около 3 тыс. видов (примерно 15 % современных рыб). Особенно многочисленны семейства карповых, чучучановых и вьюновых. Наибольшее число видов обитает в тропических и субтропических водах.

Есть Веберов аппарат (система косточек, соединяющих орган слуха с плавательным пузырём) – своеобразный орган, служащий для восприятия давления окружающей среды.

Их тело обычно покрыто циклоидной чешуёй, у некоторых голое. Большинство карпообразных – пресноводные рыбы (некоторые – проходные), населяющие воды Евразии, Африки и Северной Америки. Разнообразны по внешнему облику, размерам (от нескольких сантиметров до почти двух метров), образу жизни, питанию и размножению. Важный объект промысла и прудового разведения. Мелкие тропические виды содержат в аквариумах. 66 видов и подвидов внесены в Красную книгу МСОП, 10 видов – в Красную книгу России.

**Отряд Сомообразные (Siluriformes)**

Сомообразные (таблица 17) очень близки по строению к карпообразным и раньше обычно рассматривались в качестве подотряда последних. Однако представители этого отряда сильно отличаются от собственно карпообразных. У сомов нет настоящих чешуй; тело их или голое, или покрыто костными пластинками. Вокруг рта обычно имеется несколько пар усов. У многих есть жировой плавник, похожий на плавник лососевых и харациновых. Некоторые признаки свидетельствуют о большой древности этого отряда. Например, кожные кости на голове иногда располагаются поверхностно, у ряда видов имеется на черепе так называемое пинеальное отверстие для эпифиза - рудиментарного светочувствительного органа, который можно назвать третьим глазом. Иногда встречаются и кожные зубы, очень похожие на зубы акул. В грудных, а иногда и в других плавниках у сомов развиваются сильные колючки.

Сомообразные очень разнообразны. Среди них есть гиганты, достигающие 300 кг веса (наш обыкновенный сом), и двухсантиметровые карлики, хищные и мирные рыбы, паразиты, обладатели электрических органов, обитатели болот и порожистых горных рек. Некоторые могут ползать по суше и дышать атмосферным воздухом, иные переселились в подземные воды и попадают в артезианских колодцах. Только морские воды им чужды: в море переселилось лишь два семейства из 28-30 семейств, выделяемых современными учеными. Не любят сомообразные также низких температур, поэтому в северных водоемах встречаются редко. Известно более 1200 видов сомообразных и около 150 родов; львиная доля их обитает в тропических и субтропических областях Южной и Центральной Америки, Африки и Азии. В реках Австралии и Мадагаскара нет сомов, кроме вторично переселившихся в пресные воды из моря. По-видимому, эта группа сформировалась позже изоляции указанных массивов суши, вероятно, в конце мелового периода или начале третичного периода - 60-70 млн. лет до

нашей эры. Отделившись от общего ствола харациновых, гимнотовых и карповых, они сохранили веберов аппарат - ряд косточек, соединяющих лабиринт внутреннего уха с плавательным пузырем.

Несмотря на поразительное разнообразие сомообразных, в их образе жизни можно найти общие черты. Подавляющее большинство видов этой группы - неважные пловцы, не совершающие далеких миграций. Почти все сомы - хищники, поедающие мелкую рыбу и водных, преимущественно донных животных; растительноядных форм очень мало. Зрение у сомов не играет в добывании пищи существенной роли, гораздо больше развито осязание, важными органами которого являются усики. Среди сомов много ночных форм и хищников-засадчиков.

### **Ход работы**

Самым большим и сложным для определения семейством являются Карповые. У всех родов этого семейства, кроме толстолобиков, жаберные перепонки сращены с межжаберным промежутком. Отличительным признаком, связанным с хищным характером питания взрослых желтощеков, является невыдвижной рот (у молоди выдвижной). У большинства карповых по брюху проходит киль, и при определении рыб нужно установить, покрыт ли он чешуей. Часто вызывает трудность определение рода Шемаи, у рыб которого киль только наполовину покрыт чешуей. При определении также обращать внимание на положение спинного плавника по отношению к брюшным плавникам, строение спинного и анального плавников, длину плавников, положение и строение рта.

Рыбы семейства Вьюновые отличаются главным образом числом усиков; чукучановых – формой тела, длиной спинного плавника, положением и размерами рта.

При определении семейств отряда Сомообразные важное значение имеют наличие или отсутствие жирового плавника, длина анального, спинного и брюшных плавников, положение рта, число усиков (Т.А. Аполлова, 2013).

### **Контрольные вопросы:**

1. Какие признаки характерны для отряда карпообразных?
2. Перечислите семейства отряда карпообразных.
3. Какие признаки отличают семейства карповых и чукучановых?
4. Где распространены чукучановые рыбы?
5. Чем отличаются роды лещей и густер?
6. Назовите подвиды плотвы, где они распространены?
7. Перечислите виды карповых, обитающих в р. Амур.
8. Какие отличительные признаки родов рыбцов, чехоней и линей? Где они обитают?
9. Назовите отличительные признаки семейства вьюновых и балиторовых.
10. Назовите отличительные признаки и районы обитания родов сазанов и карасей.
11. Где распространены толстолобики, их биологические особенности?
12. Приведите примеры полупроходных и проходных карповых рыб.
13. Какие карповые рыбы принадлежат к литофилам?
14. Какие карповые рыбы являются объектами аквакультуры?
15. Какие карповые рыбы имеют наибольшее промысловое значение?
16. Чем отличаются сомообразные от карпообразных?
17. Какие формы заботы о потомстве встречаются у рыб отряда сомообразные?
18. Где обитают семейства икталуровых сомов и черты их биологии?
19. Какие виды рыб из отряда сомообразные имеют промысловое значение?

Лабораторная работа № 7  
**Определение по коллекциям представителей отрядов Окунеобразные (Perciformes), Скорпенообразные (Scorpaeniformes)**

**Цель работы:** познакомиться с общей характеристикой отрядов Окунеобразные и Скорпенообразные, а также с видовыми особенностями представителей.

**Материалы:** набор фиксированных рыб отрядов Окунеобразные и Скорпенообразные, лабораторные подносы, препаровальные иглы, пинцеты, определительные таблицы из практикума по ихтиологии Т. А. Аполлова, определитель рыб, распечатанная лабораторная тетрадь.

**Задание:** Изучить внешние признаки Окунеобразные и Скорпенообразные. Определить основных представителей этих отрядов из набора фиксированных препаратов с помощью определителя или имеющихся в практикуме определительных таблиц. Занести биологические особенности этих видов в тетрадь для лабораторных работ (Приложение 1), используя для этого литературные источники.

**Теоретическая часть**

Отряд Окунеобразные Perciformes

Окунеобразные — наиболее богатый по числу видов отряд рыб: их здесь более 6000. Населяют они самые разные водоемы нашей планеты и характеризуются чрезвычайным разнообразием внешнего облика и окраски. К числу особенностей строения, объединяющих всех этих рыб, относится положение брюшных плавников, которые у окунеобразных помещаются не на брюхе, а в передней части тела — под грудными плавниками или даже впереди них, на горле (у некоторых видов брюшные плавники вообще отсутствуют). Обычно все плавники у окунеобразных с колючками, а число лучей в брюшных плавниках невелико — не более 6.

Отряд окунеобразных включает по современным представлениям 154 семейства. В водах России можно встретить представителей 51 семейства.

Отряд Скорпенообразные Scorpaeniformes

Скорпенообразные близки к окунеобразным. У них также имеются колючие лучи в плавниках, брюшные плавники расположены под грудными, плавательный пузырь (если он имеется) не связан с кишечником и т. д. Отличает скорпенообразных присутствие так называемой подглазничной опоры - костной перемычки, пересекающей щеку под глазом; она легко прощупывается сквозь тонкую кожу щеки. Поэтому скорпенообразных рыб называют также панцирнощеками.

Почти все скорпенообразные - донные или придонные рыбы. Их тело и особенно голова более широкие и приплюснутые, чем у окунеобразных.

Отряд скорпенообразных включает около семи подотрядов, из которых важнейшие: Скорпеновидные, Терпуговидные, Плоскоголововидные, Рогатковидные, Долгоперовидные.

**Ход работы**

Отряд окунеобразные самый обширный среди рыб. Это и самый большой отряд позвоночных животных.

Приступая к изучению отряда Окунеобразные, прежде всего необходимо детально рассмотреть признаки подотрядов, вошедших в практикум. Сложность определения состоит в том, что наряду с внешними признаками (форма тела; положение брюшных плавников, их строение или отсутствие; наличие или отсутствие колючих лучей в спинном плавнике и число колючек в анальном; количество носовых отверстий; тип чешуи и др.) в определительные таблицы включены и анатомические признаки. Затруднение может вызвать, например, определение присутствия наджаберного органа у лабиринтовых. Для его рассмотрения следует сильно приоткрыть жаберную крышку, и, заглянув внутрь, можно обнаружить свободно свисающий на жабрами вырост – наджаберный орган (Т.А. Аполлова, 2013).

Ведущим отличительным признаком отряда Скорпенообразные является наличие подглазничной опоры, образованной соединением второй подглазничной кости с

предкрышкой (рисунок 1). Ее можно обнаружить путем прощупывания кожи щеки препаровальной иглой

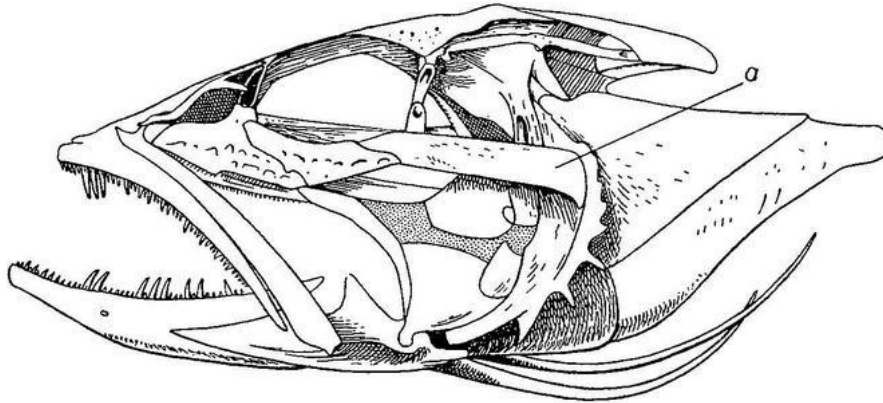


Рис. 1. Подглазничная опора (а) *Ophidion elongatus*. (Линдберг, 1971).

Рисунок 1 – Подглазничная опора скорпенообразных рыб

### Контрольные вопросы:

1. Назовите признаки отряды скорпенообразных. Перечислите семейства отряда
2. Дайте характеристику семейства скорпеновых. Назовите черты их биологии, распространение.
3. Охарактеризуйте угольных рыб и терпуговых. Какие виды входят в эти семейства? Назовите черты их биологии, распространение.
4. Дайте характеристику семейства рогатковых. Назовите черты их биологии, распространение.
5. Дайте характеристику семейства пиногоровых.
6. Дайте хараттеристику семейства голомянковых.
7. Перечислите эндемичных скорпенообразных оз. Байкал. Назовите черты биологии.
8. Перечислите семейства отряда скорпенообразных, обитающие в Тихом океане.
9. Перечислите признаки отряда окунеобразных.
10. Перечислите подотряды отряда окунеобразных.
11. Чем отличается отряд окунеобразных от отряда скорпенообразных?
12. Назовите семейства подотряда окуневидных?
13. Какие признаки характерны для семейства окуневых? Назовите роды этого семейства, их морфологические отличия.
14. Назовите виды родов окуней, судаков и ершей. Укажите их биологические особенности и распространение.
15. Назовите признаки семейств серрановых и спаровых. Перечислите роды и виды, их отличительные признаки, распространение.
16. Назовите отличительные признаки семейства ставридовых.
17. В каких семействах подотряда окуневидных есть пресноводные виды рыб?
18. Назовите признаки подотряда нототениевидных.
19. Назовите признаки подотряда скумбриевидных.
20. Дайте характеристику семейства мечерылых рыб.
21. Перечислите отличительные признаки подотряда бычковидных. Назовите семейства, роды, виды этого подотряда.

## Лабораторная работа №8

### Определение по коллекциям представителей отряда Трескообразные (Gadiformes)

**Цель работы:** познакомиться с общей характеристикой отряда Трескообразные, а также с видовыми особенностями представителей.

**Материалы:** набор фиксированных рыб отряда Трескообразные, лабораторные подносы, препаровальные иглы, пинцеты, определительные таблицы из практикума по ихтиологии Т. А. Аполлова, определитель рыб, распечатанная лабораторная тетрадь.

**Задание:** Изучить внешние признаки Трескообразные. Определить основных представителей этих отрядов из набора фиксированных препаратов с помощью определителя или имеющихся в практикуме определительных таблиц. Занести биологические особенности этих видов в тетрадь для лабораторных работ (Приложение 1), используя для этого литературные источники.

### Теоретическая часть

Тресковые имеют 3 спинных и 2 анальных плавника. Хвостовой плавник у них хорошо обособлен, усечен или с выемкой по заднему краю. Тресковые ведут подвижный образ жизни, многие виды совершают дальние миграции и образуют большие скопления.

Тресковые распространены преимущественно в морях северного полушария, где их насчитывается 21 вид из известных 23, а два вида живут в морях южного полушария.

Все тресковые - морские стайные рыбы (кроме налима). Большинство видов – придонные.

Накапливаемый при откорме жир откладывается у тресковых рыб в печени, а не в мышцах и не на внутренностях.

Тресковые холодолюбивы; часть видов живет и размножается при температуре, близкой к 0°C и даже ниже (например, навага и сайка); большинство видов, однако, предпочитает умеренно холодные воды.

Икра почти у всех тресковых пелагическая, только у наваги и тихоокеанской трески донная. Личинки и мальки живут в толще воды и у многих видов течениями уносятся с нерестилищ, что способствует их широкому расселению в первые же месяцы жизни. Мальки многих видов, особенно пикши, мерланга, отчасти трески, скрываются под колоколом медуз.

В жизненном цикле многих видов тресковых существенное значение имеют миграции, у некоторых весьма протяженные. Они теснейшим образом связаны с питанием и размножением и зависят от морских течений и сезонных изменений температуры.

Современное распространение тресковых, их биологические особенности, а также геологические данные убеждают, что происхождение этих рыб связано с умеренно холодными водами Атлантического океана. Проникновение в Тихий океан происходило через Северный Ледовитый океан, вдоль берегов Азии и Америки.

Тресковые рыбы имеют очень большое практическое значение. Важное значение имеет тресковая печень, из которой изготавливаются медицинский жир, богатый витаминами А и С, а также консервы.

### Ход работы

У трескообразных следует обратить внимание на положение брюшных плавников, количество спинных и анальных плавников, расстояние между ними и их величину, наличие или отсутствие усика на подбородке и усиков у основания ноздрей, положение рта, характер боковой линии.

### Контрольные вопросы:

1. Назовите признаки отряда трескообразные.
2. Перечислите признаки семейства трескообразных.
3. Назовите основные роды семейства трескообразных.
4. Назовите отличительные признаки родов минтай и сайды, их распространение, черты биологии.
5. Перечислите признаки рода тресок. Опишите распространение, черты биологии.
6. Перечислите признаки родов пикши и мерланги. Каков их ареал и черты биологии?
7. Перечислите признаки рода наваги, назовите виды, относящиеся к данному роду, места их обитания.
8. Перечислите основные роды подсемейства налимоподобных, их распространение.
9. Назовите тресковых, ведущих пелагический образ жизни.

## Лабораторная работа №9

### Определение по коллекциям представителей отряда Кефалеобразные (Mugiliformes)

**Цель работы:** познакомиться с общей характеристикой отряда Кефалеобразные, а также с видовыми особенностями представителей.

**Материалы:** набор фиксированных рыб отряда Кефалеобразные, лабораторные подносы, препаровальные иглы, пинцеты, определительные таблицы из практикума по ихтиологии Т. А. Аполлова, определитель рыб, распечатанная лабораторная тетрадь.

**Задание:** Изучить внешние признаки Кефалеобразные. Определить основных представителей этих отрядов из набора фиксированных препаратов с помощью определителя или имеющихся в практикуме определительных таблиц. Занести биологические особенности этих видов в тетрадь для лабораторных работ (Приложение 1), используя для этого литературные источники.

#### Теоретическая часть

##### Отряд Кефалеобразные (Mugiliformes)

У кефалеобразных рыб (табл. 24) имеются два спинных плавника; они короткие и разделены значительным промежутком. Брюшные плавники отодвинуты назад от груди, но находятся впереди середины брюха. Хвостовой плавник выемчат. Тело и голова покрыты циклоидной или ктеноидной чешуей. Икра мелкая, пелагическая (плавучая).

Кефалеобразные распространены в тропических и умеренно-теплых морях. Отряд включает три семейства рыб: хищных барракудовых, илоядных кефалевых и бентоядных пальцепервых, выделяемые обычно в особые подотряды.

К этому же отряду обычно относили атериновых рыб, однако их развитие (и образ жизни) очень сильно отличается от развития настоящих кефалеобразных и в то же время близко к развитию сарганообразных. Сейчас их сближают с сарганообразными.

Кефалеобразные достигают крупной величины и имеют существенное практическое значение как промысловые рыбы.

#### Ход работы

При определении кефалеобразных следует обратить внимание на следующие признаки: форму тела и кожные покровы; строение рыла и челюстей; наличие и отсутствие колючек перед анальным и спинным плавниками или в спинном плавнике; строение спинного плавника; наличие или отсутствие брюшных плавников и колючек в них.

#### Контрольные вопросы:

1. Назовите отличительные признаки отряда кефалеобразных.
2. Перечислите виды семейства кефалевых, назовите их признаки, распространение, черты биологии.

## Лабораторная работа № 10

### Определение по коллекциям представителей отряда Камбалообразные (Pleuronectiformes)

**Цель работы:** познакомиться с общей характеристикой отряда Камбалообразных, а также с видовыми особенностями представителей.

**Материалы:** набор фиксированных рыб отряда Камбалообразные, лабораторные подносы, препаровальные иглы, пинцеты, определительные таблицы из практикума по ихтиологии Т. А. Аполлова, определитель рыб, распечатанная лабораторная тетрадь.

**Задание:** Изучить внешние признаки Камбалообразных. Определить основных представителей этих отрядов из набора фиксированных препаратов с помощью определителя или имеющихся в практикуме определительных таблиц. Занести биологические особенности этих видов в тетрадь для лабораторных работ (Приложение 1), используя для этого литературные источники.

### Теоретическая часть

#### Отряд Камбалообразные (Pleuronectiformes)

В состав очень обширного отряда камбалообразных входит около 500 видов, объединяемых в 116 родов. Он подразделяется на три подотряда, включающие шесть семейств.

Все камбалы плоские, и на первый взгляд кажется, что они сплющены сверху вниз, как скаты. Но это не так. Если форма тела скатов относится к плоскому типу, то тип формы тела у камбал называется "сплющенный с боков". Однако другие рыбы, относящиеся к этому типу, сплющены симметрично, а камбалы нет. То, что многие принимают за спину, называется зрячей стороной тела, и глаза сдвинуты не вбок, как нам кажется, а к спинному плавнику. У "брюшной" стороны тела правильное название – слепая. Больше ни у кого такой формы тела нет, и поэтому ее еще называют просто "камбалообразной". Оба глаза у взрослых рыб расположены на одной стороне — у одних групп на правой (правосторонние камбалы), у других на левой.

Стороны тела обычно различаются по цвету, характеру чешуи и боковой линии; слепая сторона, как правило, светлая, а глазная более или менее ярко окрашена, часто с пятнистым или поперечнополосатым узором. Спинной и анальный плавники у камбалообразных длинные, брюшные располагаются впереди грудных.

Подавляющее большинство видов камбалообразных обитает в субтропических и тропических водах, значительно меньше видов живет в умеренных морях, и очень немногие заходят в арктические моря. Наиболее богата и разнообразна фауна камбал в Тихом океане.

Камбалообразные — морские рыбы, обитающие преимущественно в прибрежной зоне. Некоторые виды заходят в реки, очень немногие живут на больших глубинах. Взрослые камбалы, как правило, ведут донный образ жизни, лежа неподвижно на слепой стороне тела, закопавшись в грунт так, что видны лишь верхняя часть головы и глаза. Зарываются камбалы быстро; лежа на дне, энергичными волнообразными движениями краев тела они мгновенно взмучивают грунт и опускаются в образовавшееся углубление. Взмученный грунт, осаждаясь, засыпает камбалу, которая, кроме того, врезается в дно краями тела. Лежа на дне, камбалы маскируются под цвет окружающего участка дна. Многие камбалы обладают изумительной способностью быстро изменять окраску своей глазной стороны тела в зависимости от цвета и рисунка дна; они воспроизводят его настолько совершенно, что становятся почти незаметными. Это свойство связано с зрительными восприятиями; ослепленные рыбы такой способностью не обладают.

Камбалы малоподвижны; за редким исключением, они плохие пловцы. Плавают они, совершая колебательные движения своими длинными спинным и анальным плавниками, иногда плашмя, слепой стороной книзу. В случае опасности поворачиваются на ребро,

спиной вверх и, как молния, мчатся вперед, после чего опять переворачиваются слепой стороной к дну и ложатся. Подавляющее большинство камбал не совершают отдаленных миграций, производя сезонные перемещения на весьма ограниченные пространства. Многие из них отходят от берегов на зимовку, а весной для размножения и откорма подходят к берегу.

Размеры их различны. Мелкие виды едва достигают длины 6—7 см и веса нескольких граммов, а самые крупные до 470 см и веса около 330 кг (палтус). У некоторых видов выражен половой диморфизм. Самцы от самок отличаются меньшими размерами, большим расстоянием между глазами, большей длиной первых лучей спинного и грудных плавников. Размножаются камбалы преимущественно весной и летом, а некоторые северные виды осенью и даже зимой, причем самцы созревают обычно раньше самок. Икру выметывают на дне. У подавляющего большинства она пелагическая: всплывает в верхние слои воды и там развивается, у некоторых развивается в толще воды (батипелагическая), а у пяти видов камбал икра имеет клейкую оболочку и развивается на дне или у дна. Плодовитость камбал различна, крупные рыбы выметывают до 13 млн. икринок. Тропические и субтропические виды выметывают в основном мелкие икринки (диаметром не более 1 — 1,5 мм) с одной или несколькими жировыми каплями, а большинство обитателей умеренных и северных вод выметывают крупные икринки без жировых капель. Период эмбрионального развития камбал в зависимости от размеров икринок и температуры воды сильно колеблется. Развитие мелких икринок тропических видов длится не более двух суток (у некоторых завершается в течение одной ночи), а крупные икринки северных видов развиваются в течение нескольких недель и даже месяцев.

Личинки камбалообразных симметричны, глаза их расположены на обеих сторонах головы (один глаз на правой, другой на левой). Личинки камбал вначале совершенно прозрачны, вполне симметричны и плавают обычным для всех рыб образом, спиной вверх. По мере роста и развития личинки постепенно опускаются в более глубокие слои воды, претерпевая при этом очень сложные изменения (метаморфоз), в процессе которых утрачивается двусторонняя симметрия тела и все строение приспособляется к обитанию на дне. Внешним признаком асимметрии является начало перемещения к краю головы глаза будущей нижней слепой стороны. Преимущественный рост одной стороны тела приводит к тому, что глаз этой стороны переходит вначале на край головы, а затем на будущую глазную сторону. Есть и несколько таких видов камбал, у которых переходящий глаз останавливается на ребре головы. Тело уплощается с боков, становится выше, спинной плавник продвигается вперед, на голову, происходит неравномерный рост некоторых органов и тканей. В результате кости черепа деформируются, рот у многих искривляется, развивается асимметрия жаберного аппарата и, у некоторых видов, грудных и брюшных плавников. Происходит частичная или полная утрата окраски слепой стороной. Около этого времени молодь камбал опускается на дно и ложится на слепую сторону.

Камбалы — важные промысловые рыбы, особенно в северном полушарии. Ловят их главным образом оттертрами, снюрневодами, близнецовыми неводами, различными крючковыми орудиями лова и т. д. Мясо камбал, особенно палтусов, обладает высокими вкусовыми качествами.

### **Ход работы**

При определении семейств камбаловых следует обращать внимание на высоту и форму тела, положение рта, расположение брюшных плавников. У подавляющего большинства рыб семейства камбаловых и морских языков глаза находятся на правой стороне, а все калкановые — левосторонние. Приступая к определению видов семейства камбаловые, прежде всего следует рассмотреть размер рта, по величине которого выделяют две группы — большеротые и малоротые камбалы.

**Контрольные вопросы:**

1. Признаки отряда камбалообразных. Назовите семейства отряда и признаки семейств.
2. Назовите роды и виды большеротых камбал. Их признаки, распространение черты биологии.
3. Перечислите роды группы малоротых камбал, отличительные признаки, распространение.
4. Назовите виды семейства камбаловых, обитающие в водах Балтийского моря, Северного Ледовитого океана, морях Дальнего Востока, Черного моря.
5. К каким семействам относятся калканы и морской язык? Где они обитают?

## Лабораторная работа № 11

### Определение по коллекциям представителей отряда Сарганообразные (Beloniformes)

**Цель работы:** познакомиться с общей характеристикой отряда Сарганообразных, а также с видовыми особенностями представителей.

**Материалы:** набор фиксированных рыб отряда Сарганообразные, лабораторные подносы, препаровальные иглы, пинцеты, определительные таблицы из практикума по ихтиологии Т. А. Аполлова, определитель рыб, распечатанная лабораторная тетрадь.

**Задание:** Изучить внешние признаки Сарганообразных. Определить основных представителей этих отрядов из набора фиксированных препаратов с помощью определителя или имеющихся в практикуме определительных таблиц. Занести биологические особенности этих видов в тетрадь для лабораторных работ (Приложение 1), используя для этого литературные источники.

### Теоретическая часть

#### Отряд Сарганообразные (Beloniformes)

У рыб, принадлежащих к этому отряду (табл. 19), тело удлинненное, покрытое циклоидной чешуей. Боковая линия проходит вдоль нижнего края тела. Характерно отсутствие колючек в плавниках. Спинной и анальный плавники расположены в задней части тела, один против другого; брюшные плавники помещаются на брюхе. Носовая полость открытая. Нижнеглоточные кости слиты в одну кость, имеются глоточные зубы. Плавательный пузырь простой (однокамерный) или ячеистый, не сообщающийся с пищеводом. Кишечный тракт в виде прямой трубки, передняя часть которой слабо расширена и образует желудок. Пилорических придатков нет. У некоторых кости окрашены в зеленый цвет.

Сарганообразные широко распространены в теплых и умеренно теплых водах. Они обитают как в открытом океане, так и в мелководных прибрежных районах моря и даже в пресных водоемах. Повсюду они населяют главным образом поверхностные слои воды, причем многие, спасаясь от хищников или преследуя добычу, совершают прыжки над поверхностью. По-видимому, все представители отряда имеют положительную реакцию на искусственное освещение. Эта особенность их биологии используется и для промысла.

### Ход работы

При определении сарганообразных следует обратить внимание на форму тела, положение боковой линии, длину челюстей, наличие или отсутствие дополнительных плавников на хвостовом стебле, форму грудных плавников.

### Контрольные вопросы:

1. Назовите отличительные признаки отряда сарганообразных.
2. Назовите отличительные признаки семейства летучих рыб. Их распространение, черты биологии.

## Лабораторная работа № 12

### Новые и перспективные объекты промысла

**Цель работы:** познакомиться с новыми и перспективными объектами промысла.

**Материалы:** презентация «Новые и перспективные объекты промысла» распечатанная лабораторная тетрадь, литературные источники.

**Задание:** изучить виды рыб, перспективные для вылова, их особенности, распространение; занести биологические особенности этих видов в тетрадь для лабораторных работ (Приложение 1), используя для этого литературные источники. Объяснить по какой причине тот или иной вид рыбы будет перспективным объектом промысла.

### Теоретическая часть

Промысловые и потенциально промысловые рыбы отличаются от не промысловых прежде всего высокой численностью и большей плотностью популяций. Отсюда следует, что они относятся к числу доминирующих видов своих ихтиоценов. Исключение составляют крупные хищники, занимающие в трофических пирамидах самые верхние уровни: их промысловое значение определяется не количеством, а качеством — очень высокой ценностью получаемого сырья. Доминирующие виды считаются оптимально приспособленными к конкретным условиям сообществ, хотя в чем именно проявляется эта приспособленность — сказать трудно. К примеру, из пелагических рыб преобладающее большинство — близкие подвиды или виды из родов *Clupea* (сельди), *Sardinops* (сардины иваси), *Engraulis* (анчоусы), *Micromesistius* (путассу), *Trachurus* (ставриды), *Scomber* (скумбрии) — имеют промысловое значение во всех районах, где они встречаются. Тихоокеанский минтай (*T. chalcogramma*) принадлежит к числу важнейших промысловых рыб (в последние годы он твердо удерживает первое место в мире по вылову), а почти неотличимый от него атлантический вид (*T. finmarchica*) остается известным по 4 коллекционным экземплярам, пойманном в юго-западной части Баренцева моря.

Материалы многолетних отечественных рыбохозяйственных исследований и промысла позволяют выделить следующие перспективные районы и объекты промысла:

- тунцы;
- ставрида и другие рыбы Юго-Восточной части Тихого океана (ЮВТО);
- криль Антарктической части Атлантики;
- океанические кальмары Восточной части Тихого океана и Юго-Западной Атлантики.

### Ход работы

Изучить литературные источники и выявить основные перспективные объекты рыболовства.

Записать в тетрадь их биологические особенности, распространение. Пояснить выбор того или иного вида рыбы в качестве перспективного объекта промысла.

### Контрольные вопросы:

1. Какие виды являются перспективными объектами промысла?
2. По каким критериям и признакам выбраны именно эти виды?
3. Каким способом можно вылавливать эти виды?

## Лабораторная работа № 12

### Экскурсия в окенариум

**Цель работы:** в рамках экскурсии познакомиться с биологическими особенностями гидробионтов, их образом жизни, содержанием.

**Материалы:** блокнот для записи, фотоаппарат.

**Задание:** познакомиться с объектами окенариумами, особенностями их содержания. Сделать презентацию с наиболее понравившимся объектом.

### Теоретическая часть

Центр океанографии и морской биологии «Москвариум» — действующий окенариум, построенный в Москве на территории ВДНХ и расположенный у павильона «Космос». Комплекс был построен в рамках программы реставрации и комплексного развития ВДНХ. Открыт 5 августа 2015 года.

Здание общей площадью 53 000 м<sup>2</sup> включает три зоны: площадку для аквариумов и водных шоу, а также центр плавания с дельфинами. На нулевом этаже располагаются 80 аквариумов площадью 12 000 м<sup>2</sup> с более чем 600 видами различных рыб и животных. Экспозиция делится на тематические зоны: пресные и морские воды России, водоёмы Южной Америки и Африки, рифовый зал и другие. Также в зоне аквариумов находится контактный бассейн, позволяющий посетителям прикоснуться к животным. Одновременно выставку могут посетить 1200. Зрительный зал в зоне водных шоу вмещает до 2300 зрителей. Для плавания с дельфинами открыты семь бассейнов. Среди обитателей окенариума такие животные, как киты-косатки, дельфины, киты-белухи, байкальские нерпы, акулы, осьминоги, морские звёзды, скаты, мурены, различные водные растения, актинии и кораллы, медузы, морские коньки, крокодилы, черепахи, ракообразные и большое количество морских и пресноводных рыб.

Общий объём воды в «Москвариуме» составляет 25 000 м<sup>3</sup>. Для запуска окенариума потребовалось более 700 тонн морской соли из Японского и Охотского морей. Для поддержания уровня солёности воды ежемесячно требуется около 80 тонн соли. Вода и воздух очищаются с помощью 47 инженерных систем. Полный цикл очистки вода проходит за четыре часа. Химический состав, температура и другие параметры воды контролируются автоматически. Основным видом деятельности ООО «Возрождение ВВЦ» является деятельность зоопарков. «Москвариум» описывается как «не только место для отдыха, но и познавательная площадка с исключительными условиями для научной работы по изучению биоразнообразия морей», однако о каких-либо исследованиях в области океанографии и морской биологии в данном учреждении не сообщается.

### Ход работы

Сделать презентацию по плану:

1. Титульный лист
2. Введение
3. Сведение об окенариуме
4. Биологические особенности объекта
5. Образ жизни в естественной среде обитания
6. Места обитания
7. Особенности содержания в окенариуме
8. Заключение

## Тема 1.2. Рыбоводство в естественных водоёмах

### Лабораторная работа №1

#### Изучение икры рыб. Измерение диаметра икринок.

**Цель работы:** изучить характер кладок икры, морфологические особенности икры различных видов рыб, строение оболочек икры.

**Материалы:**

- 1) кладки икры представителей различных экологических групп рыб;
- 2) гистологические препараты оболочек икры (осетровых, леща, плотвы);
- 3) фиксированные препараты икры осетровых, лососевых, сиговых, карповых, окуневых;
- 4) микроскопы;
- 5) измерительные линейки;
- 6) фильтровальная бумага.

**Задание:**

- 1) рассмотреть и зарисовать кладки икры представителей всех экологических групп;
- 2) изучить морфологические признаки икры, используя фиксированные препараты;
- 3) определить диаметр крупной, средней и мелкой икры;
- 4) свести в таблицу данные по морфологическим признакам икры и ее размеру;
- 5) изучить с помощью микроскопа и зарисовать строение оболочек икры осетровых, лососевых, карповых рыб;
- 6) законспектировать, пользуясь методическими указаниями и рекомендованной литературой, характеристики экологических групп рыб, морфологические признаки икры, методику определения диаметра икры;
- 7) ответить на вопросы для самопроверки.

### Теоретическая часть

#### Ход работы

В процессе своего развития рыбы приспособились размножаться в разнообразных условиях. Нерест рыб происходит при определенном комплексе условий внешней среды. Одним из существенных элементов этого комплекса является наличие того или иного субстрата. Отсутствие свойственного данному виду субстрата исключает возможность нереста.

Исходя из особенностей размножения, характера нереста, эмбрионального и постэмбрионального развития рыб, С.Г. Крыжановский выделил пять экологических групп рыб:

- 1) литофилы – откладывают икру на каменистых и гравийных грунтах. К ним относятся рыбы с осенним нерестом (лососи, сиги) и рыбы с весенне-летним нерестом (осетровые, некоторые лососевые и карповые);
- 2) фитофилы – откладывают икру на растительном субстрате. К этой группе относятся рыбы с весенне-летним нерестом (карповые, окуневые и др.);
- 3) псаммофилы – нерестятся на участках с песчаным дном, откладывая икру на подмытые корни растений (пескари, некоторые гольцы, вьюн);
- 4) пелагофилы – выметывают икру в толщу воды, весь период эмбриогенеза проходит в плавучем состоянии (многие проходные сельди, чехонь, тресковые, камбаловые, многие рыбы р. Амур);
- 5) остракофилы – откладывают икру в мантийную полость двустворчатых моллюсков (горчаки).

Рыбы, которые приспособились к нересту в различных условиях, относятся к промежуточным формам (например, литофильнофитофильная форма – рыбец, кутум). С

характером кладки связаны морфологические признаки икры: размер, форма, цвет, клейкость и строение оболочки.

По размеру икру делят на крупную – 5,0–6,5 мм и более (лосось, форель); среднюю – 2,5–5,0 мм (сиговые, осетровые); мелкую – 2,5 мм и менее (лещ, судак, тарань). Размер икры определяют с помощью линейки. Средний диаметр определяется из трех измерений (по 10 икринок в каждом).

Морфологические признаки икры имеют приспособительный характер. Большой диаметр икры обеспечивает высокую выживаемость, длительное существование за счет эндогенного питания. Цвет икры связан с условиями дыхания и определяется наличием «дыхательных пигментов» желтоватокрасных тонов, обычно каротиноидов. По клейкости икра делится на сильноклейкую, приклеивающуюся на субстрат (осетровые, все фитофилы, сиговые и др.), слабоклейкую (лососи, откладывающие икру в нерестовые бугры) и неклейкую (пелагофилы).

С характером кладки связано строение оболочек икры рыб. Наиболее простая оболочка у икры пелагофилов (одна лучистая зона – *zona radiata*). Наиболее сложное строение оболочки у икры осетровых (мощная двухслойная лучистая зона, над которой находится бесструктурный студенистый слой) (Рисунок 1).

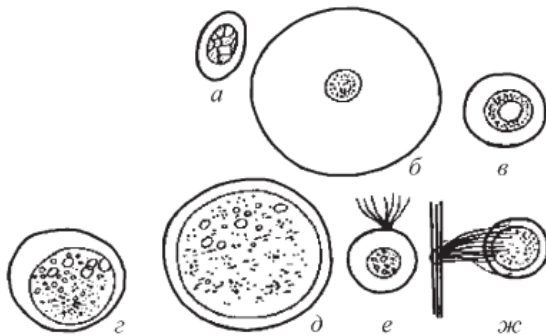


Рис. 1. Форма и размер икринок у костистых рыб: а – хамса; б – чехонь; в – змееголов; г – белорыбица; д – форель; е – сайра; ж – атерина.

### Контрольные вопросы:

1. Какие экологические группы рыб выделил С.Г. Крыжановский?
2. Назовите представителей экологических групп.
3. Дайте характеристику морфологических признаков икры различных рыб.
4. Какое строение оболочек у пелагофилов, литофилов, фитофилов?
5. Как определяют диаметр икры рыб?

## Лабораторная работа №2

### Изучение основных этапов и критических стадий эмбрионального развития осетровых рыб

**Цель работы:** Изучить особенности эмбрионального развития осетровых рыб.

**Материалы и оборудование:**

- 1) фиксированная икра осетровых на различных стадиях развития;
- 2) рисунки, предметные стекла, чашки Петри, препаровальные иглы, лупы.

**Задание:**

- 1) Рассмотреть под лупой, описать и зарисовать отдельные стадии развития осетровых рыб.
- 2) По заданию преподавателя определить, на каких стадиях развития находятся эмбрионы,
- 3) Законспектировать, зарисовать характеристики стадий, этапов, периодов развития осетровых.
- 4) Изучить критические стадии в развитии рыб.
- 5) Ответить на контрольные вопросы

### Теоретическая часть

#### Ход работы

При заводском воспроизводстве осетровых рыб их развитие от получения оплодотворенных яиц до выпуска в пруды личинок находится под контролем рыбовода. От условий развития зародышей (в инкубационных аппаратах) и предличинок в выростных сооружениях зависит успех рыбоводного процесса. Поэтому очень важно уметь правильно оценить влияние этих условий на зародышей и предличинок.

В период зародышевого развития от оплодотворения яиц до вылупления зародышей из оболочек, при благоприятных условиях инкубации (нормальной загрузке инкубационного аппарата икрой, достаточной проточности и нормальной для данного вида рыб температуре) в хорошей икре за период инкубации отмирают не оплодотворившиеся (не активированные и партеногенетически дробящиеся) яйца, а также единичные уродливые зародыши, развившиеся из полиспермных яиц (т.е. яиц, в которые проникли 2 или несколько спермиев). Определение типичности строения зародышей и размера отхода икры в период инкубации позволяют оценить рыбоводное качество данной партии икры, правильность примененного способа осеменения и условия инкубации. Когда в икре большой процент полиспермных яиц и полиспермных зародышей, следует обратить внимание на условия выдерживания самок до и после инъектирования их суспензией гипофизов, на отбор самок для инъекции, а также на условия инкубации.

У предличинок в период от их вылупления из оболочек до перехода на активное питание быстро развиваются основные системы органов; предличинки подвижны, растут медленно. В это время они очень чувствительны к качеству воды и дефициту кислорода в воде. При неблагоприятных условиях у них возникают различные нарушения строения, а при резких изменениях условий могут погибнуть предличинки, имеющие нормальное строение.

Гибель предличинок в период, предшествующий переходу их к жаберному дыханию, обычно связана с дефицитом кислорода, а в период после перехода на активное питание - с аномалиями строения пищеварительной и других систем органов, вызванными влиянием неблагоприятной температурой и загрязнением воды, в которой происходит их развитие. Типичное строение предличинок и небольшой процент их гибели свидетельствуют о том, что они развиваются в благоприятных условиях.

Таким образом, для того чтобы контролировать качество рыбоводных мероприятий и совершенствовать биотехнику рыбоводства, нужно уметь отличать нормально развивающиеся зародыши от неоплодотворенных яиц (не активированных и партеногенетически дробящихся), полиспермных и других уродливо развивающихся зародышей, а также нормальных предличинок от уродливых.

## Эмбриональный период развития осетровых рыб;

### I этап. Активация яйца

Диаметр яйца осетровых рыб составляет 2–4 мм, они имеют сферическую или слегка эллипсоидную форму и окрашены в коричневато-серый цвет зернами меланина, расположенными в периферической цитоплазме. Пигмент в яйце распределен неравномерно. На анимальном полюсе имеется светлое «полярное» пятно, которое окружено темным кольцом и располагающимися ниже светлым и темным кольцами. Остальная часть яйца равномерно темная (рисунок 1, А). Гранулы желтка в анимальной половине яйца более мелкие и концентрация их меньше, чем в вегетативной. Между гранулами желтка в вегетативной части яйца распределены жировые капли. Яйцевые оболочки представлены лучистой, состоящей из двух слоев, и студенистым хорионом. На анимальном полюсе в оболочке на площадке диаметром 100 мкм расположены микропиле. Обычное число их 5–10, но иногда достигает и 40. Оплодотворение моноспермное. В цитоплазме анимального полюса находится ядро на метафазе второго деления мейоза, а также лакуны, содержащие гидрофильный коллоид. В периферической зоне цитоплазмы располагаются кортикальные гранулы.

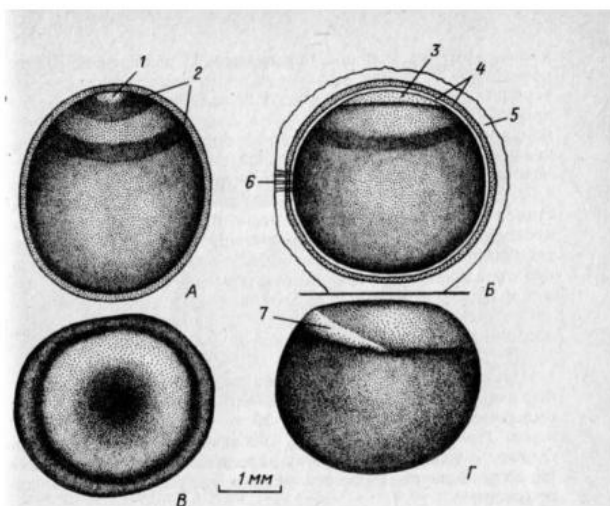


Рисунок 1. Яйца осетра до активации (А), после нее (Б, В) и на стадии светлого серпа (Г) (по Гинзбург, Детлаф, 1975). 1 – полярное пятно, 2 – пигментные кольца, 3 – перивителлиновое пространство, 4 – двойная лучистая оболочка, 5 – хорион, 6 – микропиле (остались сбоку вследствие поворота яйца анимальным полюсом вверх), 7 – светлый серп.

### II этап. Дробление

Дробление яиц происходит в результате ряда последовательных митотических делений клетки, вследствие чего образуется многоклеточный зародыш. Первая борозда дробления появляется в центре анимального полюса (рисунок 2, А). Она возникает на поверхности, затем постепенно углубляется и распространяется в сторону вегетативного полюса.

В вегетативном полушарии яйца борозда распространяется медленнее в связи с большим содержанием в нем желтка и жира. Поэтому первая борозда еще не успевает достичь вегетативного полюса, когда в анимальной области появляется вторая борозда дробления, располагающаяся перпендикулярно первой (рисунок 2, Б). Борозды третьего деления дробления проходят, как и первые две, в меридиональном направлении. Они приводят к образованию восьми бластомеров. Ко времени появления борозд третьего деления борозда первого деления смыкается на вегетативном полюсе. В расположении борозд третьего деления наблюдаются вариации: они могут быть почти параллельными, расходятся от центра радиально или под некоторым углом, в результате чего образующиеся бластомеры имеют разную величину и форму. В расположении борозд последующих делений дробления также наблюдается большая вариабельность.

Борозды четвертого деления дробления проходят горизонтально, параллельно экватору яйца. Неравномерность распределения желтка приводит к тому, что располагаются они в его анимальной части. Эти борозды отделяют 8 анимальных бластомеров (микромеров) от крупных вегетативных (макромеров) (рисунок 2, В).

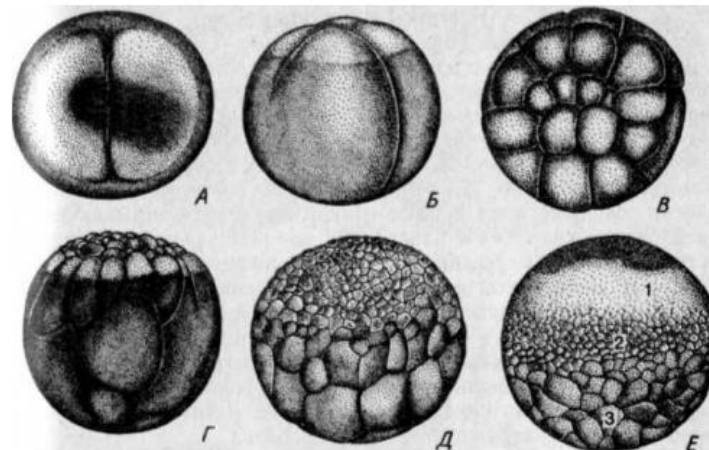


Рис. VII.2. II этап – дробление яйца осетра (по Гинзбург, Детлаф, 1975). А – первое деление (вид сверху). Б – второе деление, приводящее к образованию 4 бластомеров, В – четвертое деление (вид сверху), Г – седьмое деление, Д – ранняя бластула, Е – поздняя бластула. 1 – микромеры, 2 – краевая зона, 3 – макромеры

На стадиях 16–32 бластомеров между ними начинают появляться небольшие полости, заполненные жидкостью. При последующем дроблении число бластомеров возрастает (рисунок 2, Г), а полости объединяются в одну большую полость – бластоцель, и зародыш переходит в своем развитии на стадию бластулы (рисунок 2, Д, Е).

Бластоцель – это первичная полость тела, находящаяся между микромерами и макромерами, в области анимального полюса. Такой тип бластулы называется амфибластулой. Дробление микромеров до стадии ранней бластулы происходит синхронно. После наступления этой стадии синхронность их делений нарушается. В вегетативных бластомерах десинхронизация делений наступает раньше. Между микромерами и макромерами расположена область бластомеров промежуточного размера – краевая зона (рисунок , Е). В связи с голобластическим типом дробления во всех бластомерах, как анимальной, так и вегетативной области имеется желток, но в анимальных бластомерах его меньше и гранулы мельче. Жировые капли попадают только в вегетативные бластомеры. Переваривание желтка происходит внутриклеточно, т. е. в самих бластомерах. III этап.

### III Гастроуляция

Гастроуляция начинается с появления в краевой зоне, в том месте, где располагался светлый серп, примерно на уровне экватора, интенсивно пигментированной темной полоски (рисунок 3, А). В этом месте клетки начинают погружаться внутрь и образуется узкая щель (рисунок 3, Б), которую называют первичным ртом или бластопором. За углублением клеток в области темной полоски следует инвагинация – вворачивание примыкающего к ней сверху клеточного пласта. Он начинает смещаться вниз, достигнув щели, перегибается и вворачивается внутрь. Края подворачивания в этом месте называется спинной губой бластопора. Отверстие бластопора ведет в узкую полость гастрюлы или первичной кишки – архентерон.

В верхней части зародыша располагается большая первичная полость – бластоцель (рисунок 3, В). Постепенно к месту инвагинации подходит все новый клеточный материал, уходит внутрь и там продвигается вверх, подстилая наружную стенку зародыша. Одновременно с инвагинацией клеток идет и другой процесс обрастания, или эпиболлии. При этом светлый мелкоклеточный материал анимальной области сильно растягивается и обрастает темную вегетативную область (рисунок 3, Г). Сначала щель бластопора короткая. Постепенно она распространяется в стороны, образуя боковые губы бластопора. Затем концы ее смыкаются на противоположной стороне с образованием брюшной губы бластопора.

Теперь подворачивание клеточного материала происходит уже по всей окружности бластопора.

На спинной стороне зародыша, где инвагинация началась раньше, подвернувшийся клеточный пласт подвинулся значительно дальше, чем на брюшной. Полость гастролы немного увеличилась. Крыша ее состоит из двух пластов: внутреннего и наружного. Бластоцель начинает сокращаться вследствие вытеснения его клетками вегетативной части зародыша, богатыми желтком, и переходом жидкости бластоцеля в гастролу. Губы бластопора окружают нижние темные клетки зародыша, которые получили название желточной пробки (рисунок 3, Д). Размеры пробки постепенно уменьшаются, пока вся она не обрстет светлым клеточным материалом. Весь клеточный материал краевой зоны и вегетативной области бластулы оказывается внутри зародыша, а от бластопора остается лишь узкая щель (рисунок 3, Е). К концу гастрюляции полость первичной кишки стала еще больше, в основном за счет поступления воды из внешней среды, а бластоцель исчез. В результате этих изменений перемещается центр тяжести, и зародыш меняет положение в оболочке: богатая желтком стенка гастролы поворачивается вниз, а крыша гастральной полости – вверх (рисунок 3, Ж).

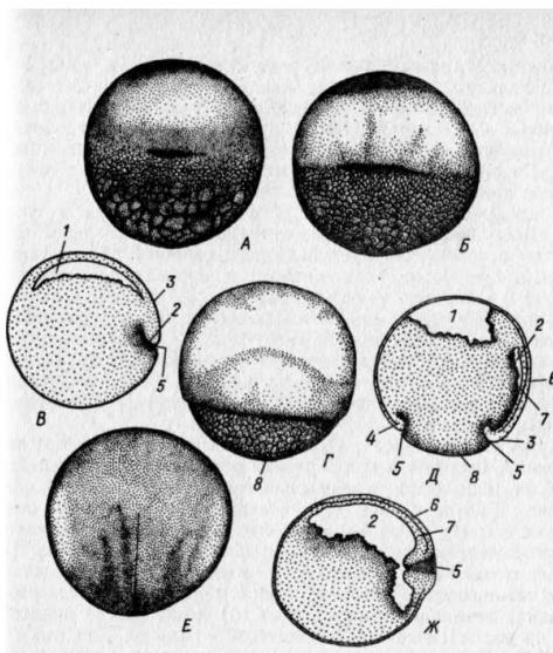


Рисунок 3. III этап – гастрюляция у осетра (по Гинзбург, Детлаф, 1975). А – появление темной полоски, Б – ранняя гастрюла, В – то же в разрезе, Г – поздняя гастрюла, Д – то же в разрезе, Е – замыкание бластопора, Ж – то же в разрезе. 1 – бластоцель, 2 – гастролу, 3 – верхняя губа бластопора, 4 – нижняя губа бластопора, 5 – бластопор, 6 – наружный слой, 7 – внутренний слой, 8 – желточная пробка

*IV этап. Развитие зародыша от конца гастрюляции до начала пульсации сердца*

По окончании гастрюляции у зародыша постепенно формируются зачатки всех основных органов. После замыкания бластопора на спинной стороне появляется утолщенная пластинка, называемая нервной, так как из нее развивается центральная нервная система. Края пластинки приподнимаются, образуя нервные валики (рис. 4, А). Остальная часть наружного слоя зародыша образует покровный эпителий. Передняя расширенная часть нервной пластинки дает начало головному мозгу, а задняя, более узкая, образует спинной мозг. В центре пластинки проходит продольный желобок – нервная бороздка. Постепенно срединная часть нервной пластинки углубляется, а валики сближаются и затем смыкаются, образуя нервную трубку (рис. 4, Б и В). В области срастания нервных валиков клетки нервной трубки образуют скопление клеток – ганглионарные пластинки, из которых позднее возникают нервные ганглии, пигментные клетки и скелет челюстного и жаберного аппаратов. Развитие центральной нервной системы от появления нервной пластинки до замыкания ее в нервную трубку называется процессом нейруляции, а зародыш – нейрулой.

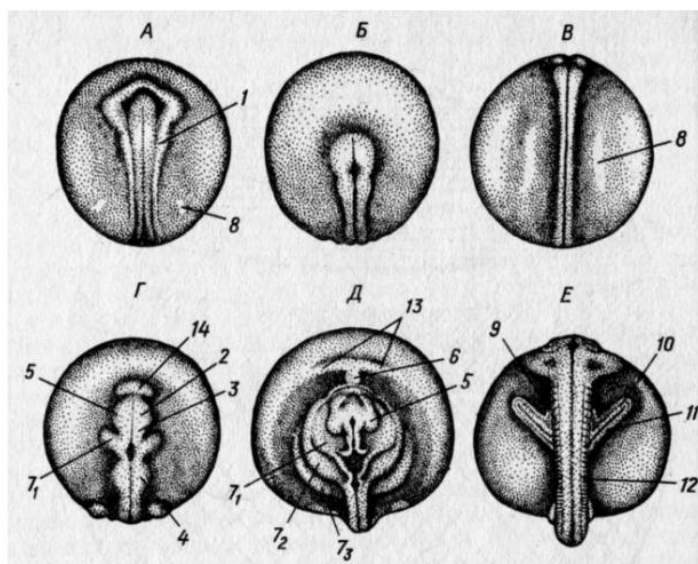


Рисунок 4. IV этап – развитие зародыша осетра от конца гастрюляции до начала пульсации сердца (по Гинзбург, Детлаф, 1975). А – стадия широкой нервной пластинки; Б, В – стадия поздней нейрулы – смыкание нервных валиков и образование нервной трубки (В–головной, В–спинной отделы); Г – образование трех мозговых пузырей; Д – слияние боковых пластинок и закладка сердца; Е – развитие предпочки. 1 – нервные валики; 2–передний, 3–средний, 4– задний мозговые пузыри; 5 – зачатки глаз, 6 – сердце, 7–зачатки жаберных дуг (71 – первой, 72 – второй, 73 – третьей пары); 8 – зачаток выделительной системы, 9 – почечные канальцы, 10 – собирательный канал, 11 – выносящий канал, 12 – сомиты, 13 – боковая пластинка, 14 – железа вылупления

При сближении нервных валиков (поздняя нейрула) клетки зачатков нервной системы и органов чувств уже почти лишена желтка. По мере использования желтка, содержащиеся в нем пигментные зерна, выбрасываются из клеток и накапливаются в полости кишки, образуя так называемые меланиновые пробки. После образования нервной трубки головной мозг увеличивается и подразделяется на три мозговых пузыря: передний, средний и задний. Передний мозговой пузырь образует два полых боковых выроста, представляющих собой зачатки глаз (рис. 4, Г, Д и VII.6, А). В заднем мозговом пузыре появляется ромбоидальная ямка – полость четвертого желудочка мозга. Внутренний слой эктодермы в области заднего мозга образует небольшие выпячивания – зачатки слуховых пузырьков. Перед головным мозгом появляется зачаток железы вылупления. Справа и слева от головного мозга закладываются передние пары висцеральных дуг (рис. 4, Г).

V этап. Развитие зародыша от начала пульсации сердца до вылупления

Кровь из сердца поступает в голову и спинную аорту сначала только по парным мандибулярным дугам аорты. На протяжении этапа за мандибулярными дугами развиваются гиоидная и жаберные дуги аорты. Появляются кардинальные вены и сегментальные сосуды в миотомах.

На передней части кишки («желточного мешка») проходят кювьеровы протоки, образующиеся слиянием дистальных концов передних и задних кардинальных вен. Кювьеровы протоки впадают в сердце. Мощная кровеносная система образуется на расширенной части кишки за счет разветвления подкишечной вены. Сверху в нее впадают сегментальные сосуды и капилляры из кардинальных вен. Из сети сосудов собираются две желточные вены, которые входят в печень, а из нее выходит печеночная вена, впадающая в нижний участок кювьеровых протоков. В молодых эритроцитах гемоглобина нет, появляется он ближе к вылуплению. На протяжении этапа существенно меняется форма тела. Расширенная часть кишки из шаровидной становится эллипсоидной, значительно удлиняются и распрямляются задний отдел туловища и хвост. Врастающая под голову кожная складка, приподнимает ее над желтком (рис.5, Б).

Железа вылупления при этом смещается на нижнюю поверхность головы. Снизу, в основании головы появляется ротовая ямка в виде небольшого выпячивания эктодермы. В жаберном отделе также в виде выпячиваний эктодермы возникают наружные жаберные карманы. Навстречу им растут выпячивания глотки – внутренние жаберные карманы. Миотомы увеличиваются в высоту, идет дифференциация миофибрилл.

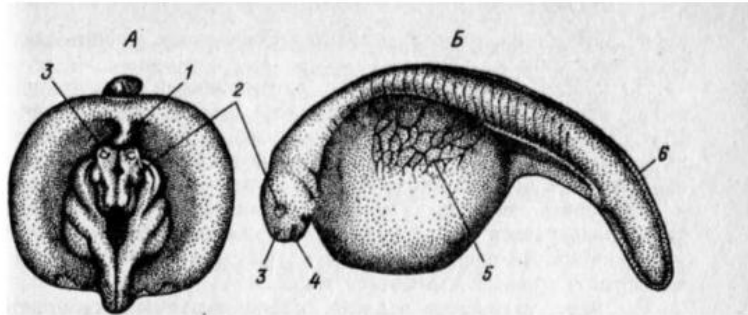


Рисунок 5. V этап – развитие зародыша осетра от начала пульсации сердца до вылупления (по Гинзбург, Детлаф, 1975). А – изгибание сердечной трубки и начало ее пульсации; Б – развитие сосудов на кишке. 1 – сердце, 2 – глаза, 3 – обонятельный мешок, 4 – железа вылупления, 5 – сосуды на расширенной части кишки («желточного мешка»), 6 – зачаток плавниковой складки

Продолжается развитие головного мозга и органов чувств.

#### Вопросы для самоконтроля.

1. Каково строение икринки осетровых рыб?
2. Какие изменения происходят после оплодотворения?
3. Что понимается под этапом и стадией развития рыб?
4. Каковы особенности эмбрионального развития осетровых рыб?
5. Какие этапы эмбрионального развития осетровых вы знаете?
6. Какие стадии включает 2 этап эмбриогенеза?
7. Какие изменения происходят на этапе гастрюляции?
8. Как происходит вылупление зародыша из оболочки, на каком этапе?
9. На какой стадии чувствительность у осетровых наибольшая?
10. Сколько этапов различают в личиночном периоде осетровых рыб?
11. Что характерно для малькового периода развития осетровых рыб?

#### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Детлаф Т.А., Гинзбург А.С., Шмальгаузен О.И. Развитие осетровых рыб. – М.: Наука, 1981. – 224 с.
2. Иванов А.П. Рыбоводство в естественных водоемах. – М.: Агропромиздат. – 120 с.

## Лабораторная работа № 3

### Изучение основных этапов и критических стадий эмбрионального развития лососевых и сиговых рыб

**Цель работы:** изучить особенности эмбрионального развития лососевых и сиговых рыб.

#### Материалы и оборудование:

- 1) фиксированная икра лососевых и сиговых рыб на различных стадиях развития;
- 2) рисунки, предметные стекла, чашки Петри, препаровальные иглы, лупы.

#### Задание:

- 1) Рассмотреть под лупой, описать и зарисовать отдельные стадии развития лососевых и сиговых рыб.
- 2) По заданию преподавателя определить, на каких стадиях развития находятся эмбрионы.
- 3) Законспектировать, зарисовать характеристики стадий, этапов, периодов развития лососевых и сиговых.
- 4) Изучить критические стадии в развитии рыб.
- 5) Ответить на контрольные вопросы

#### Теоретическая часть

##### Ход работы

В эмбриональном развитии радужной форели различают семь этапов (рисунок 1).

Первый этап - образование перивителлинового пространства - бластодиска. Длительность этого этапа и всех последующих зависит от температуры воды. Особенно интенсивно процесс проходит в первые 1-2 ч, после чего с определенными предосторожностями икру можно перевозить и загружать в инкубационные аппараты.

Второй этап - дробление бластодиска. Дробление бластодиска может начаться уже через 8 ч (температура 13°C), когда образуется стадия двух бластомеров, затем число бластомеров удваивается. В конце этапа наблюдается перегруппировка жировых капель, укрупнение и сосредоточение их на анимальном полюсе. Завершается этап образованием эпителиальной бластулы. Общая продолжительность этапа при температуре 6-7°C составляет 6 сут.

Третий этап - гастрюляция. Этот этап характеризуется интенсивным обрастанием желтка бластодиском - гастрюлой и при достижении 1/10 его поверхности образуется краевой узелок, который превращается в зародышевый язычок при обрастании желтка наполовину.

Четвертый этап - образование зародышевого валика (тела эмбриона). Происходит образование и дифференцировка отдельных органов, сегментация туловища. Образуются мозговые, слуховые и глазные пузыри. Тела зародыша занимает половину окружности желтка.

Пятый этап - замыкание желточной пробки и отделение зачатка хвостового отдела. По продолжительности он несколько короче четвертого этапа. Образование хвостовой почки и ее рост следует после закрытия желточной пробки и замыкания бластопора. Появляются зачатки грудных плавников, жаберные дужки, сердечная трубка, образуется гемоглобин в эритроцитах, отмечено движение зародыша.

Шестой этап - пигментация глаз и начало пульсации сердца. Образуется печень, начинается кровообращение, к концу этапа появляются ротовая щель, глаза хорошо пигментированы, на теле заметны меланофоры, образуется анальное отверстие. Завершается рост эмбриона, образуются зачатки брюшных и непарных плавников.

Седьмой этап - выклев. Выклев может произойти за 3 дня и растянуться до 1 мес. На длительность выклева оказывают преобладающее влияние температура и гидрохимической состав воды. На этом этапе образуется рот, появляются железы вылупления.



Рис. 1В. Стадии эмбрионального развития радужной форели: 1 - оплодотворенная икринка с оформившимся зародышевым диском (I этап); 2 - 4 - дробление бластодиска, 2, 4, 8 бластомеров; 5 - 7 - морула крупных, средних и мелких клеток; 8 - эпителиальная бластула (II этап); 9 - 12 - гаструляция, обрастание желтка бластодермой, образование красного узелка (III этап); 13 - 15 - образова-

Рисунок 1. Стадии эмбрионального развития радужной форели

Контрольные вопросы

## Тема 1.4. Товарное рыбоводство

### Лабораторная работа №1

#### Изучение основных этапов эмбрионального и личиночного развития карпа

**Цель работы:** изучить особенности эмбрионального развития карпа

**Материалы и оборудование:**

- 1) фиксированная икра карпа рыб на различных стадиях развития;
- 2) рисунки, предметные стекла, чашки Петри, препаровальные иглы, лупы.

**Задание:**

- 1) Рассмотреть под лупой, описать и зарисовать отдельные стадии развития карпа рыб.
- 2) По заданию преподавателя определить, на каких стадиях развития находятся эмбрионы,
- 3) Законспектировать, зарисовать характеристики стадий, этапов, периодов развития карпа.
- 4) Изучить критические стадии в развитии рыб.
- 5) Ответить на контрольные вопросы

#### Теоретическая часть

##### Ход работы

Эмбриональный период развития карпа состоит из семи этапов.

На первом этапе происходит образование перивителлинового пространства и бластодиска (рисунок 1 а, б). У неоплодотворенной икринки (рисунок 1а) оболочка плотно прилегает к желтку.

Началом первого этапа онтогенеза является образование зиготы. Этап продолжается до начала дробления. Через несколько минут после оплодотворения в икре, находящейся в воде, происходят изменения, связанные с проникновением воды в икринку. Это приводит к отслоению оболочки от желтка, образованию перивителлинового пространства. Процесс набухания икры при температуре 19°C длится примерно час. Диаметр икры увеличивается в среднем на одну треть. Одновременно в период, набухания образуется зародышевый диск, или бластодиск.

Активация икринок, вызванная оплодотворением, приводит к глубоким изменениям обмена веществ. В течение первого часа после оплодотворения, когда наступает резкое оводнение икринок, относительное содержание сухих веществ снижается с 30-32 до 10-12% и примерно в таком количестве остается до выклева эмбриона. Содержание гликогена - основного источника энергии в период образования бластодиска - уменьшается в 2 раза, а величина аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ), занимающей центральное место в энергетическом обмене, снижается почти в 3 раза.

На втором этапе происходит дробление бластодиска от двух бластомеров до бластулы, увеличивается число клеток, и уменьшаются их размеры. Икринка проходит ряд стадий развития. В возрасте трех часов наступает стадия дробления, появляется первая борозда, делящая бластодиск на две клетки-бластомера (рисунок 1, в), а затем наступают стадии четырех (рисунок 1, г), восьми (рисунок 1, д) бластомеров и т. д. Через 6 ч от момента оплодотворения наступает стадия морулы крупных клеток (рисунок 1, е). Далее клетки бластодиска все больше дробятся. Наступает стадия морулы мелких клеток. Между бластодиском и желтком возникает небольшая полость, или бластоцель и образуется стадия бластулы (рисунок 1, ж). Бластула - это своеобразное многоклеточное образование - бластодерма, расположенная на анимальном полюсе желтка.

В целом процесс дробления сопровождается значительными внутренними энергетическими затратами. За этот период показатель АТФ снижается почти в два раза.

В рыбоводной практике на стадиях 4-8 бластомеров второго этапа дают оценку качества икры по нормальному дроблению. Образование неравномерных, асимметрично расположенных бластомеров свидетельствует об аномальном развитии икры. Именно на стадиях дробления от 4-8 бластомеров до ранней морулы определяют и процент оплодотворения икры.

На третьем этапе происходит обрастание желтка бластодермой, гастрюляция и формирование эмбриона. Гастрюляция начинается с обрастания желтка многослойной бластодермой, Через 8-9 ч половина желтка оказывается схваченной бластодермой (рисунок 1, з). Появляется зародышевый валик, который на стадии замыкания желточной пробки (рисунок 1, и) виден весьма отчетливо. У тела эмбриона заметен расширенный головной отдел. Желточная пробка замыкается. Гастрюляция завершается полным обрастанием бластодермой всего желтка.

Во время гастрюляции происходит существенная структурная перестройка, в результате которой образуются три зародышевых листка: эктодерма, мезодерма и энтодерма.

Обмен веществ во время гастрюляции имеет особенности. В этот период создаются основы органогенеза. После гастрюляции количество фосфора АТФ и небелкового азота снижается, а количество общего белка увеличивается. Процесс гастрюляции является наиболее уязвимым к воздействию факторов внешней среды. Гастрюляция всегда сопровождается повышенной гибелью икры. Поэтому учет отхода целесообразно проводить после прохождения этой стадии, а не раньше.

На четвертом этапе происходит дифференциация головного и туловищного отделов эмбриона. Наблюдается утолщение головной и хвостовой частей эмбриона. Через 17-20 ч от оплодотворения икры тело эмбриона охватывает около  $3/5$  окружности желтка. Начинается сегментация тела. В туловище образуются первые два-три - сомита (рис. 1, к). В возрасте 22-24 ч формируются глазные пузырьки при продолжающейся сегментации тела (рисунок 1, л). Через 24-28 ч за глазными пузырями в области продолговатого мозга появляются слуховые плакоды (рисунок 1, м). Количество сомитов достигает 9-11. Глазные бокалы (зачатки глаз) приобретают щелевидные углубления.

На пятом этапе обособляется хвостовой отдел и эмбрион начинает двигаться. В результате обособления хвостового отдела и роста в длину зачатка кишечной трубки желток приобретает грушевидную форму. Через 35-45 ч в глазах отчетливо виден хрусталик (рисунок 1, н). Количество сомитов продолжает увеличиваться (более 20). Тело эмбриона совершает слабые движения. В возрасте немногим более двух суток наблюдается сегментация хвостового отдела. К этому времени сегментация тела почти заканчивается. В глазах появляется черный пигмент. Различаются отделы головного мозга. В слуховых капсулах образуются отолиты (рисунок 1, о). При обособлении хвостового отдела и пигментации глаз наступают определенные изменения в обмене веществ: показатель АТФ вновь возрастает до исходной величины, однако содержание белка и небелкового азота остается прежним, как при гастрюляции.

На шестом этапе в возрасте 2,5 сут у эмбриона появляются форменные элементы в крови. Число сомитов в туловище 24, в хвостовом отделе 16. Глаза пигментированы (рисунок 1, о). Сформировалась кожная жаберная крышка. Голова пригнута к желтку. На рыле перед глазами появились обонятельные ямки. Снизу образовалась ротовая воронка. Позади глаз появились четыре жаберные плакоды. На уровне первого миотома располагается грудной плавничок. Эмбрион активно вращается в оболочке.

Эта стадия эмбриона карпа, как и других рыб, наиболее подходит для перевозки икры в условиях изотермических ящиков, где возможно некоторое охлаждение, способствующее замедлению развития.

На седьмом этапе из оболочки вылупляется предличинка. Это последний этап эмбрионального периода развития. Через 3 сут инкубации икры при температуре 19-22 °С начинается выклев эмбрионов. Выклюнувшиеся эмбрионы - предличинки имеют относительно слабо пигментированные глаза и тело. Пигментные клетки расположены на голове и вдоль хорды. Желточный мешок большой, грушевидной формы, сильно пигментирован. Эмбрион имеет сплошную плавниковую складку, расширенную в хвостовой части. Голова выпрямлена и отделена от хвоста, грудные плавники маленькие.

Рот неподвижный, в форме ямки, в нижнем положении. Кишечник имеет прямую сдавленную трубку без просвета (рисунок 1, р). Длина от рыла до конца хорды (плавниковая складка не учитывается) составляет 4-5 мм.

После выхода эмбриона из оболочки существенные изменения происходят и в обмене веществ. Если гликоген является основным источником энергии эмбриона, то главным в эндогенном питании предличинки является жир. Его запасы в два раза выше (2-2,5 %), чем гликогена (0,7-1,2 %). Меняются и другие показатели обмена. Содержание белка увеличивается до 11-13 %, сухих веществ - до 19-20 %, фосфора - до 300-360 мг%. Эмбрионы питаются только за счет желточного мешка и малоподвижны. Как правило, они висят, прикрепившись к растениям, на которые была отложена икра. Для этой цели у вылупившихся из оболочки эмбрионов карпа имеются специальные органы, которые представлены парными железами, расположенными ниже и впереди глаз. Эмбрионы изредка отрываются и снова прикрепляются. Подобное состояние эмбрионов не только спасает их от врагов, но и способствует лучшему дыханию. На свет они реагируют положительно.

Таким образом, клейкая оболочка икринок, наличие органов прикрепления эмбрионов, способность висеть, прикрепившись к растениям после вылупления, отсутствие светобоязни характеризуют карпа как фитофильную рыбу, приспособленную развиваться в стоячих или медленнотекущих водоемах с заросшим и заиленным дном.

Необходимо обратить внимание на очень важное обстоятельство, которое надо учитывать в рыбохозяйственной практике и особенно в современном рыбоводстве при широком использовании заводского способа получения личинок карпа.

Икра рыб в процессе эмбрионального развития проходит ряд критических периодов, когда наблюдается повышенная чувствительность эмбрионов к различным абиотическим факторам среды (температуре, газовому составу воды, солености, механическому воздействию и др.). Это связано с тем, что в критические периоды происходят значительные изменения в перестройке обмена веществ развивающегося эмбриона.

Критическими периодами в развитии икры карпа, как у большинства нерестящихся весной рыб, являются, следующие стадии: начало дробления до морулы мелких клеток, гастрюляция, стадия перед выклевом и в период выхода эмбриона из оболочки. Именно на этих стадиях эмбриогенеза, особенно в начале дробления, вступления икры в стадию ранней гастрюлы и замыкания желточной пробки, перед вылуплением и в момент выхода эмбриона из оболочки, наблюдается повышенная гибель эмбрионов. После прохождения критического периода гибель эмбрионов наблюдается не сразу, а спустя некоторое время, чаще перед наступлением следующей стадии развития.

В момент критических периодов необходимо особенно стремиться к созданию оптимальных условий для развития икры: поддерживать в инкубационных аппаратах постоянный и повышенный расход воды, не допускать резких (более 2 °С) температурных перепадов, оберегать икру от различных механических воздействий и т. д.

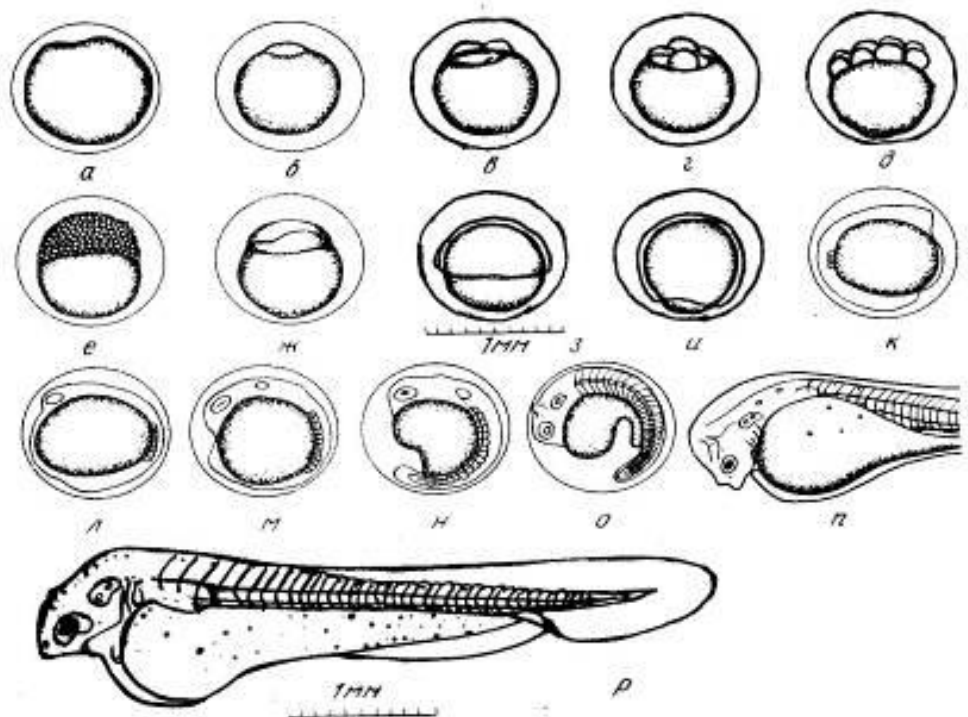


Рисунок 1 - Эмбриональный период развития икры карпа:

а - неоплодотворенная икра; б- набухшая икра с образовавшимся зародышевым диском; в- стадия 2 бластомеров; г- стадия 4 бластомеров; д- стадия 8 бластомеров; е- стадия крупноклеточной морулы; ж- стадия бластулы; з- бластодерма охватывает половину желтка; и- стадия замыкания желточной пробки и появления зародышевого валика; к- стадия образования первых сомитов в туловище; л- стадия образования глазных пузырей; м- стадия формирования слуховых плакод; н- стадия формирования хрусталика; о- стадия начала пигментации глаз; п- стадия появления в крови форменных элементов; р- выклюнувшейся эмбрион (предличинка)

**Контрольные вопросы:**

1. Сколько этапов в развитии карпа?
2. Чем характеризуется каждый этап?
3. Назовите критические этапы в развитии карпа.

Лабораторная работа №2  
**Изучение основных этапов эмбрионального и личиночного развития  
растительноядных рыб**

**Цель работы:** изучить особенности эмбрионального развития растительноядных рыб

**Материалы и оборудование:**

1) фиксированная икра растительноядных рыб на различных стадиях развития;

2) рисунки, предметные стекла, чашки Петри, препаровальные иглы, лупы.

**Задание:**

1) Рассмотреть под лупой, описать и зарисовать отдельные стадии развития растительноядных рыб

2) По заданию преподавателя определить, на каких стадиях развития находятся эмбрионы.

3) Законспектировать, зарисовать характеристики стадий, этапов, периодов развития растительноядных рыб.

4) Изучить критические стадии в развитии рыб.

5) Ответить на контрольные вопросы

**Теоретическая часть**

**Ход работы**

В биологии размножения и развития белого амура, белого и пестрого толстолобика много общего, поэтому в таблице 1 дается описание характера развития растительноядных видов рыб в период эмбрионального развития на примере белого амура.

Табл. 1 - Эмбриональное развитие на примере белого амура.

Этап	Стадия
1. Оводнение полости между яйцевой оболочкой и яйцеклеткой и образование плазменного бугорка - бластодиска	Стадия 1. Диаметр неоводненной икринки составляет 1,2-1,3 мм. Яйцевая оболочка плотно прилегает к поверхности яйца, она неклеякая и представлена первичной радиальной оболочкой. Икра прозрачная, бесцветная или слегка желтоватая (рис. 1, I, 1).
	<p>Стадия 2. Возраст 10 мин. После оплодотворения. Отделение яйцевой оболочкой от желтка и концентрация плазмы на анимальном полюсе в виде прозрачной серповидной зоны (рис. 1, I, 2).</p> <p>Стадия 3. Возраст 40 мин. Образование резко очерченного бластодиска. В основном завершается оводнение перивителлинового пространства. Диаметр икринки составляет 3,8-4 мм, а собственно яйца - 1,2-1,3 мм. Такое огромное перивителлиновое пространство уменьшает плотность икринки и обеспечивает ее плавучесть в потоках воды; в стоячей воде икринка опускается на дно и погибает (рис. 1, I, 3).</p>
2. Дробление бластодиска до бластулы	<p>Стадия 4. Возраст 1 ч. Образование двух бластомеров.</p> <p>Стадия 5. Возраст 1 ч 20 мин. Образование четырех</p>

<p>(рис. 1, I, 4-10).</p>	<p>бластомеров.</p> <p>Стадия 6. Возраст 1 ч 40 мин. Образование восьми бластомеров.</p> <p>Стадия 7. Возраст 2 ч. Образование шестнадцати бластомеров.</p> <p>Стадия 8. Возраст 2 ч 30 мин. Крупноклеточная морула (ранняя).</p> <p>Стадия 9. Возраст 4 ч 50 мин. Мелкоклеточная морула (поздняя). Завершение оводнения перивителлинового пространства. Диаметр оболочки равен 4,32-5,32 мм.</p> <p>Стадия 10. Возраст 6 ч. Бластула.</p>
<p>3. Гастрюляция - образование зародышевых пластов (рис. 1, I, 11-13).</p>	<p>Стадия 11. Возраст 7 ч 10 мин. Обрастание бластодермой поверхности желтка.</p> <p>Стадия 12. Возраст 12 ч 10 мин. Желточная пробка.</p> <p>Стадия 13. Возраст 12 ч 10 мин. Замыкание желточной пробки. Зачаток тела приобретает вид утолщенного валика, расширенный головной отдел его начинается на анимальном полюсе и хвостовая часть его заканчивается на вегетативном полюсе.</p>
<p>4. Органогенез - дифференциация зародышевых пластов на зачатки основных органов (рис. 1, I, 14-15)</p>	<p>Стадия 14. Возраст 15 ч. Образование глазных пузырей, закладка хорды, начало сегментации мезодермы. Закладка мозговых пузырей.</p> <p>Стадия 15. Возраст 18 ч. Появление глазных бокалов и щелевидного углубления в зачатках глаз, сегментация тела на миотомы. Хорда хорошо заметна.</p>
<p>5. Обособление хвостового отдела от желточного мешка, начало активного движения тела (рис. 1, II, а,б).</p>	<p>Стадия 16-18. Возраст 29-32 ч. Выпрямление тела эмбриона. Начало энергичных колебательных движений и вращательных поворотов. Появление на голове и в сердечной области желез вылупления.</p>
<p>6. Вылупление зародыша из оболочки (рис. 1, II, в).</p>	<p>Стадия 19. Возраст 34 ч. Выклев. Длина предличинки 5-5,2 мм. В туловище 29-31 сегмент, в хвосте - 12-14. Тело без пигмента, окаймлено недифференцированной плавниковой складкой. В глазах черное пигментное пятнышко. Малоподвижны. В природных условиях</p>

	пассивно сносятся течением в толще воды.
7. Образование эмбриональной сосудистой системы, начало кровообращения (рис. 1, П, г).	Стадия 20. Возраст - 51 ч. Длина - 6,5 мм. Эмбриональные органы дыхания: хвостовая вена и кювьеровы протоки, расположенные на передней части желточного мешка. Движение пассивное. Питаются собственным желтком.
8. Образование и начало функционирования подвижного жаберно-челюстного аппарата (рис. 1, П, д-е)	Стадия 21-22. Возраст 76-96 ч. Длина 7,5 мм. Начало жаберного дыхания. Рот полуконечный, подвижный. Глаза полностью пигментированы. Предличинки становятся более подвижными. Питание желточное. Черные пигментные клетки - меланофоры - появляются на голове, над кишечником и в хвостовом отделе, на желточном мешке. Редукция эмбриональных органов дыхания (кювьеровы протоки). Закладка плавательного пузыря.

Рис. 1 - Эмбриональный период развития икры белого амура (обозначения в таблице 1)

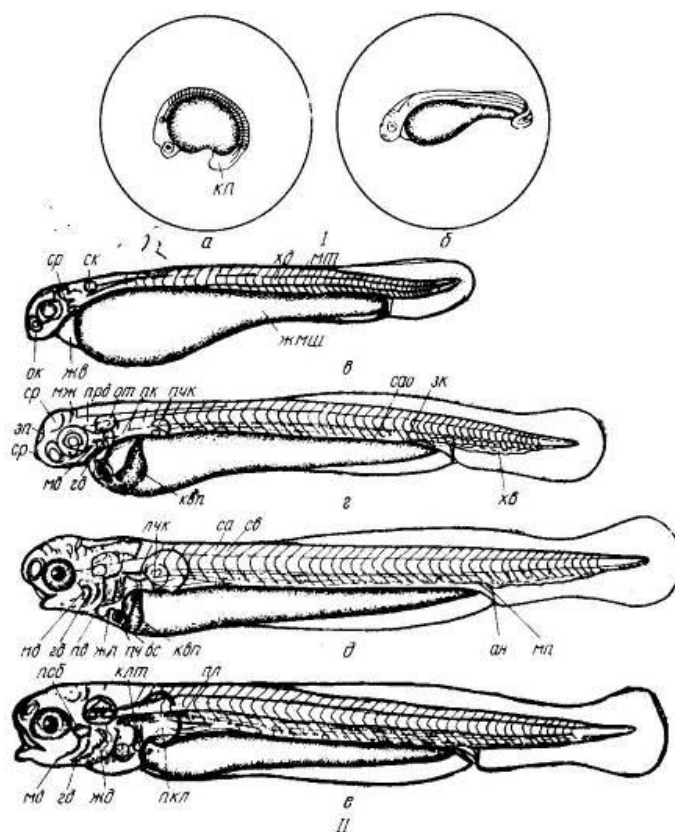


Рисунок 1, (II): аи -- анальное отверстие; же -- железы вылупления; жмш -- желточный мешок; клт -- кляйтрум (зачаток грудного пояса); кп -- купферов пузырьк; мж-- мозжечок; мт -- миотом; мп -- мочевой пузырь; ок-- обонятельная капсула; от -- отолит; пл -- плавательный пузырь; нрд -- продолговатый мозг; псб-- псевдобранхия; пч -- печень; пчк -- зачаток

предпочки; ск -- слуховая капсула; ср -- средний мозг; хр -- хорда; эп -- эпифиз; кровеносная система; ее -- венозный синус (*sinus venosus*); гд -- гиоидная дуга аорты (*arcus Hyoideum aortae*); жд -- жаберная дуга аорты (*arcus visceralis aortae*); жл -- желудочек (*ventriculus*); зк -- задняя кардинальная вена (*vena cardinalis posterior*); квп -- кювьеров проток (*ductus Cuvieri*); мд -- мандибулярная дуга аорты (*arcus mandibularis aortae*); пк -- передняя кардинальная вена (*vena cardinalis anterior*); пкл -- подключичная артерия (*arteria subclavia*); са -- сегментальная артерия (*arteria segmentalis*); сао -- спинная аорта (*aorta dorsalis*); ев -- сегментальная вена (*vena segmentalis*); хв -- хвостовая вена (*vena caudalis*);

### **Контрольные вопросы:**

## **Тема 1.8. Планирование и учёт в рыбоводстве**

Лабораторная работа №1

### **Изучение прудовой книги. Ознакомление с формами учёта рыбоводных показателей.**

**Цель работы:** изучить особенности составления прудовой книги, ознакомиться с формами учета рыбоводных показателей.

**Задание:**

- 1) заполнить паспорт пруда, используя литературу.
- 2) Ответить на контрольные вопросы

#### **Теоретическая часть**

В прудовом хозяйстве систематически ведется прудовая книга - внутренний учетно-справочный документ прудового хозяйства, в который заносятся окончательные отчетные производственные данные о деятельности прудового хозяйства, выполнении рыбоводных мероприятий по прудам различных категорий.

Прудовая книга составляется рыбоводом на ряд лет, но не менее чем на 10 лет. Таким образом, прудовая книга позволяет систематизировать материал о результатах деятельности хозяйства за ряд лет.

Учет производственных процессов в прудовых рыбоводных хозяйствах тесно связан с бухгалтерским учетом и служит для последнего первоисточником в отношении учета выпускаемой продукции, например годовиков товарной рыбы.

Прудовая книга содержит: на первой странице выписку из паспорта прудового хозяйства с указанием его названия и названия ближайшей железнодорожной станции, почтового и телеграфного адресов, времени постройки и вступления в эксплуатацию, источника водоснабжения и ряда других данных, характеризующих хозяйство в целом. Приводятся также данные о различных категориях прудов, их площади, количестве. На следующих страницах прудовой книги заносят описание различных видов работ, сделанных в процессе подготовки и эксплуатации, и полученные результаты ежегодной производственной деятельности по прудам соответствующих категорий. Площади тропов в прудовую книгу заносятся по фактически залитой площади за данный год, а не по проектным данным. Все записи в прудовую книгу производятся в двухнедельный срок после окончания соответствующей кампании (проведение нереста и пересадки мальков, разгрузка зимовальников и зарыбление нагульных прудов, облов выростных и нагульных прудов и посадка рыбы на зиму и т. д.). Сведения о подготовке прудов к заливанию и о состоянии сооружений заносятся в прудовую книгу на основании актов приемки прудов в эксплуатацию.

Ведение учета поручается рыбоводу, который наравне с директором рыбхоза отвечает за правильное ведение книги.

Для регистрации всех наблюдений и текущего учета рыбоводных работ ведется специальный дневник. В него записывают сведения, необходимые для последующего оформления актов, ведомостей, журналов и прудовой книги. В дневник записывают данные о характере, объеме и качестве работ по подготовке прудов, проведении нереста, выклевке личинок, их развитии, выращивании, зимовке и вылове рыбы, сведения о санитарно-профилактических и других мероприятиях, проводимых в хозяйстве. Заносят также результаты наблюдений за температурой воздуха, воды, газовым режимом в прудах отдельных категорий.

В дневнике отмечают способы счета, пересадки рыбы, методы удобрения прудов, их мелиорации и кормления рыбы, записывают производственные и экономические показатели рыбоводных работ и другие сведения.

Кроме прудовой книги и дневника, в прудовом хозяйстве имеется инвентарная книга для учета инвентаря и оборудования, а также книга учета гидротехнических сооружений, в которой приводится краткая рыбохозяйственная и техническая характеристика прудов и сооружений с указанием срока их службы.

**Календарь работ прудового рыбоводного хозяйства.** Примерный перечень работ и время их проведения в прудовых хозяйствах средней полосы европейской части России могут быть представлены так:

Январь - март (I квартал). Наблюдения за кодом зимовки рыбы и проведение необходимых работ, обеспечивающих ее благополучную зимовку. С этой целью систематически очищают от льда водоподающие каналы, лотки, окалывают лед вокруг водоспусков и других сооружений, обеспечивающих водоснабжение зимовальных прудов и садков. Устраивают контрольные проруби в зимовальных прудах для наблюдения за зимующей рыбой и не допускают их промерзание. Один раз в декаду, а при ухудшении кислородного режима и чаще берут пробу воды для гидрохимического анализа. При необходимости проводят аэрацию воды. При подходе рыбы к контрольным прорубям ее вылавливают для исследования: определяют состояние здоровья, упитанность. В марте приступают к подготовке рыбоводного инвентаря и оборудования для проведения весенних работ. Готовятся к пропуску весеннего паводка. Заготавливают корма для рыбы и удобрения для прудов. Заканчивают составление годовых планов работы по хозяйству на предстоящий год.

Апрель - июнь (II квартал). В начале квартала продолжают работу на зимовальных прудах. Готовят к эксплуатации пруды летних категорий. Особое внимание уделяют пропуску весеннего паводка. После паводка проводят текущий ремонт всех гидротехнических сооружений. Заполняют водой нагульные пруды. В конце апреля приступают к облову зимовальных прудов и после пропуска рыбы через антипаразитарные ванны сажают ее в нагульные пруды и пруды для ремонтного молодняка. Готовят нерестовые пруды. Проводят бонитировку производителей, формируют гнезда и сажают их на нерест. Заполняют выростные пруды и пересаживают в них мальков. Проводят мелиоративные работы на зимовальных и летующих прудах. Производят кормление рыбы. Следят за ростом и состоянием здоровья рыбы. Ведут наблюдения за водоснабжением прудов, их гидрохимическим режимом и состоянием пищевой базы.

Июль - сентябрь (III квартал). Поддерживают пруды в надлежащем состоянии, продолжают кормление рыбы, проводят контрольные лавы. Составляют плановый график облова прудов, готовятся к осеннему вылову рыбы. Начинают облов нагульных прудов и реализуют товарную рыбу. Готовят и заполняют зимовальные пруды.

Октябрь - декабрь (IV квартал). Заканчивают вылов товарной рыбы и ее реализацию. Облавливают выростные и маточные пруды. Проводят бонитировку ремонтного молодняка. Проводят профилактическую обработку рыбы и помещают в зимовальные пруды. Ведут наблюдения за ходом зимовки рыбы. Определяют результаты выращивания рыбы. Проводят ремонт гидротехнических сооружений и мелиорацию прудов летних категорий. Все сведения о выполненных в хозяйстве работах и полученные результаты регистрируют в прудовой книге. Составляют годовой отчет о деятельности хозяйства. Разрабатывают план рыбоводных мероприятий на следующий год.

### Ход работы

#### 1. Заполнить паспорт пруда

Паспорт пруда № \_\_\_\_\_

Рыбхоз, колхоз \_\_\_\_\_ Название пруда \_\_\_\_\_, категория \_\_\_\_ площадь \_\_\_\_\_ га при залитии до нормального подпорного горизонта. Время наполнения в сутках \_\_\_\_\_. Время спуска в сутках \_\_\_\_\_. Название гидросооружений с указанием напора, ширины, диаметра \_\_\_\_ Отметка горизонта воды при полном напоре (нормальный подпорный горизонт) \_\_\_\_\_. Почва ложа пруда \_\_\_\_\_ Снабжение водой из \_\_\_\_\_

Показатели	Годы			
Отметка уровня воды за данный год				

Площадь пруда в га (фактически)				
Площадь в % с глубиной				
0,5-1,0 м				
1,0—2,0 м				
свыше 2 м				
Заиление в см				
Наличие неспускных карьеров и бочагов и их площадь				
Заращаемость грубой растительностью:				
виды растений				
на площади пруда в га				
в % к площади пруда				
Выкашивание растительности:				
площадь в га				
сколько раз в лето и даты				
Площадь, занятая мягкой растительностью, в га				
Водосборные каналы:				
длина канав в м				
расчищено за данный год в м				
Вспашка и боронование:				
время вспашки или боронования				
чем производилась вспашка или боронование (орудие)				
площадь вспашки в га				
Засев дна (отметить особо год летования):				
культуры				
площадь в га				
урожай с площади пруда в ц				
Отметки о работе гидросооружений с указанием аварий:				
плотины и дамбы				
верховины				
водоспуски				
дата ликвидации аварий и сумма затрат				
Время проведения ремонта и сумма затрат:				
текущий ремонт				
планово-предупредительный ремонт				
капитальный ремонт				
Начало и конец паводка и причиненные				

повреждения				
Стоимость строительства пруда:				
начальная				
после капитального ремонта				

Контрольные вопросы:

## Тема 1.12. Товарное выращивание ракообразных

### Лабораторная работа №1

#### Биологические нормативы по выращиванию речных раков в прудах

**Цель работы:** ознакомиться с биологическими нормативами по выращиванию раков в прудах.

**Задание:**

- 1) Составить таблицу «Условия для выращивания раков в пруду»
- 2) Ответить на контрольные вопросы

#### Теоретическая часть

#### ИСКУССТВЕННОЕ РАЗВЕДЕНИЕ РЕЧНЫХ РАКОВ

Разведение речных раков в личном хозяйстве может производиться несколькими способами в зависимости от опыта, цели и возможностей владельца, однако в любом случае необходим водоем с чистой, прохладной водой, содержащей много кислорода.

Наиболее пригодными, являются искусственные водоемы с площадью зеркала не более 0,3 га, устроенные на плотных фунтах с водоисточниками из ключей, ручьев или артезианских скважин, имеющих температуру воды в летнее время, в пределах от 14 по 20°C, насыщенную кислородом до 6-7 см/л воды и больше. Расход воды принимается, в среднем, из расчета 1,5 л/сек - на выращивание личинок и проведение других работ.

Для разведения и выращивания речных раков в личном хозяйстве, могут использоваться следующие искусственные водоемы: пруды, бассейны и аквариумы. Они должны иметь вытянутую (продолговатую форму), которая позволяет обеспечивать более быстрый водообмен. Площадь их, по сравнению с карповыми прудами, значительно меньше, а глубина должна составлять не более 8 м. Пруды можно использовать для всего процесса выращивания и разведения речных раков. Последние две категории водоемов применяются только для вышлота из икры личинок и доращивания их до стадии сеголеток с последующим выпуском в пруды.

В крупных хозяйствах для увеличения производительности речных раков могут применяться также выростные, зимовальные и другие подсобные пруды. Инкубация икры в таких хозяйствах производится путем посадки икрных самок в маточные пруды или бассейны.

#### СТРОИТЕЛЬСТВО ИСКУССТВЕННОГО ВОДОЕМА

Место для строительства водоема желательно выбрать недалеко от источника воды, так как при его отсутствии повышается стоимость строительства. Расходы на строительство зависят во многом от фунта на приусадебном участке. Общее представление о свойствах грунтов дает таблица 1.

Таблица 1 – Категория и свойство грунта

Категория и свойство грунта

Грунт	Содержание глинистых частиц в грунте	Свойство грунта во влажном состоянии
Глина: Жирная	Больше 60	Плотная, низкая, с гладкой поверхностью масса
Глина: Тощая	От 30 до 60	Пластичная, липкая, мажется
Суглинки: Тяжелые	От 20 до 30	Пластичная и липкость слабая
Суглинки: Средние	От 15 до 20	Свободно чувствуются песчинки
Супеси	От 9 до 10	Не пластичная при сдавливании рассыпается
Песок	Меньше 3	Рыхлая масса

Жирные и тощие глины - наиболее надежный грунт для всех категорий прудов, так как они практически непроницаемы для воды и слабо размываются. Тяжелые и средние суглинки - прочный грунт для ложа пруда. Легкие суглинки слабо заиливаются; использование их для

строительства прудов возможно, но с использованием дополнительных средств и способов гидроизоляции ложа пруда. Супесь и пески сильно пропускают воду, но могут заиливаться при наличии в вершинах и склонах оврагов глинистых грунтов. В этом случае определяется наибольшая трата средств на гидроизоляцию ложа пруда. Таким образом, основой для строительства пруда, является водонепроницаемость ложа. Подстилающие почву водоупорные слои мощностью не менее 0,5 м должны залегать на всей площади пруда и возможно ближе к его берегам и поверхности земли.

#### ИЗМЕРЕНИЕ СКОРОСТИ ТЕЧЕНИЯ И РАСХОДА ВОДЫ

Образованные грунтовыми водами ручьи, родники и ключи, в большинстве случаев могут вполне обеспечить пруд постоянным притоком воды, необходимую проточность и водообмен. Для определения расхода воды, надо установить скорость течения и ширину водоисточника. Измерение скорости воды, проводят путем поплавков, которые бросают в воду, и отмечают время, за которое они проходят 20 м. Измерение проводят несколько раз в тихую, безветренную погоду.

На основании этих замеров, находят среднюю скорость течения между точкой начала движения поплавка и его концом. Разделив длину участка на среднее время прохождения поплавка, находят среднюю скорость поверхностного течения, выраженную в метрах за одну секунду.

#### ВОДООБМЕН В ПРУДУ

Продолжительность водообмена в пруду зависит от режима, а также от происходящих в воде и почве дна водоема химических и биологических процессов, ухудшающих газовый режим пруда. При необходимости увеличения или уменьшения сроков водообмена, следует руководствоваться пропускной способностью водоспусков, которая зависит от их диаметра и уровня воды в пруде. Причем в проточных прудах, водоснабжение обеспечивается обычно, из постоянно действующих водоисточников.

#### УСТРОЙСТВО ЛОЖА ПРУДА

На выбранном месте, колышками отмечается форма пруда, если он выкапывается на ровном участке, а если его ложе рассчитано на овраг, то отмечается место платины. В проточных прудах для канализационных труб нужно выкопать траншеи в середине ложа со скатом к плотине, где будет установлен водоспуск. Так как ложе пруда должно быть непроницаемым для воды, то на грунте из легких суглинков или песчаном, укладывается слой мелкой гальки, смешанной с глиной, утрамбовывается так, чтобы дно имело понижение к планируемому спуску воды. Затем сверху кладут полиэтиленовую пленку или толь, заливают слоем битума и, когда он затвердеет, на него наносят слой цементного раствора, смешанного с песком в соотношении 3:1. Около окна водослива для стока лишней воды, поверхность дна выравнивается, а в окно стока вставляется металлическая сетка, препятствующая выходу раков любого возраста. Берега делают отвесные, которые должны быть на 20-30 см выше поверхности земли и иметь снаружи пологий спуск. Бровка вокруг пруда делается для того, чтобы в случае сильного дождя вода не попала в пруд и не загрязнила воду.

Около пруда нужно насыпать слой гравийного песка, толщиной не менее 20 см. Вокруг пруда, хорошо посадить деревья и кусты, чтобы улучшить его вид и создать возле берегов тень.

Глубина воды возле берега должна быть не более 30-40 см.

#### КАЧЕСТВО ВОДЫ

При заселении пруда речными раками на приусадебном участке необходимо помнить, что они чувствительны к качеству воды, которая должна быть свежей, прозрачной, а ее поверхность не быть чрезмерно покрытой плавающими растениями. Вода не должна «цвететь» (цветение воды вызвано чрезмерным размножением одноклеточных водорослей). Не выносят и со временем заболевают речные раки, когда в воде подолгу находятся доски, дрова и другой мусор. Содержание кислорода в воде должно быть не ниже 5-6 мг/л, реакция среды (рН) - в пределах 7,0-8,5. Обычно в теплый период года вода в пруду имеет температуру 16-18°C. Вода в пруду должна быть пресной или содержать небольшую примесь минеральных солей.

### **Ход работы**

Составить таблицу показателей для содержания речных раков в пруду, используя литературные источники и теоретическую часть.

Показатель	Значение
------------	----------

#### **Контрольные вопросы:**

1. Какая площадь зеркала нужна для выращивания раков?
2. Какое должно быть дно водоема для выращивания раков?
3. Должна ли вода содержать примесь минеральных солей?
4. Какое оптимально содержание кислорода при выращивании раков?

## Тема 1.13. Марикультура

### Лабораторная работа №1

#### Искусственное воспроизводство морских ежей

**Цель работы:** знакомство с биотехникой искусственного воспроизводства морских ежей.

**Задание:**

1. Внимательно прочитайте данное методическое руководство.
2. Ознакомьтесь с особенностями морских ежей как вида и биотехникой их искусственного воспроизводства .
3. Составьте блок – схему искусственного воспроизводства морских ежей с указанием всех технологических параметров.
4. Ответьте на контрольные вопросы.

#### Теоретическая часть

Морские ежи – ценный промысловый объект. Икра морских ежей – высококачественный пищевой продукт, в состав которого входят необходимые для организма человека ценные питательные вещества. В настоящее время интенсивный промысел морских ежей ведется как за рубежом, так и у нас на Дальнем Востоке.

За рубежом это обоснованное сочетание изъятия и воспроизводства, в нашей стране – только изъятие. В Японии для восполнения популяции молодь морских ежей собирают прямо со дна или выставляют в море специальные коллекторы. Затем молодь помещают в садки, в которые одновременно закладывают бурые и зеленые водоросли, которыми ежи питаются. Кроме того, они потребляют детрит и обрастания. Садки осматривают 2-6 раз в год. За год отход в садках не превышает 20 % и зависит от плотности посадки ежей. Оптимальной плотностью посадки считается 100 шт/м<sup>2</sup> в возрасте до двух лет и 40...60 шт/м<sup>2</sup> в возрасте свыше двух лет. Садки размещают в хорошо прогреваемых бухтах с чистой водой. Продолжительность искусственного выращивания морских ежей в садках до промыслового размера 4 года.

Разработанный в ТИПРО-центре метод искусственного воспроизводства (рисунок 1) позволяет получать молодь морского черного ежа *Strongilocentrotus nudus* жизнестойких стадий в любое время года.



Рисунок 1 – Схема культивирования морских ежей

Черный морской еж предпочитает обитать на глубине 40 м, но встречается и на глубине до 180 м. Распространен в заливе Петра Великого, у острова Сахалин, у полуострова Камчатка, в Желтом море. Гонады морских ежей перед нерестом весят 20...30 г. Диаметр панциря у этих животных 65...85 мм. В заливе Посыета ежи нерестятся с мая по октябрь и с июля по август. Личинки начинают оседать с конца июля – начала сентября. К ноябрю оседание личинок заканчивается. Сеголетки растут медленно и в возрасте одного года у вида *Strongilocentrotus intermedius* средний диаметр панциря 0,65 см, масса 0,16 г, а у вида *S. Nudus* – соответственно 1,5 см и 2,3 г. Наиболее интенсивно ежи растут в июле-сентябре. Зимой рост замедляется. Половозрелость наступает в возрасте трех лет при массе 34...45 г. В прибрежных районах Баренцева моря морской еж нерестится только один раз в году. Массовый нерест морского ежа в прибрежье Мурмана проходит в 53-атого-весенний период. Созревание и нерест *S. Droebachiensis* в Белом море происходят позже – с середины июня до середины июля (после таяния льда в мае-июне). Во всех перечисленных частях ареала так же, как и в Баренцевом море, *S. Droebachiensis* в течение годового цикла нерестится только один раз. На протяжении почти всего ареала размножение морского ежа протекает в одно и то же время года – между февралем и началом мая, несмотря на весьма широкий температурный диапазон – 1...10 °С.

Для иглокожих характерна пятилучевая симметрия (т. Е. их тело можно радиально разделить на пять равных частей); отсутствие головы и выделительных органов; децентрализованная нервная система и отсутствие головного мозга.

Морской еж питается в течение всего года, однако интенсивность питания высока в период с марта по август, после сентября: она начинает снижаться. Для роста взрослых ежей наиболее благоприятная температура воды 15...24 °С. Нерест этих животных у берегов Приморья приходится на июль-август.

Для воспроизводства морских ежей в Японии широко используют коллекторный сбор молоди с последующим выпуском ее в естественные биотопы. Целесообразным считают получение молоди в искусственных условиях с дальнейшим подращиванием ее в садках и высевом в район промысловых участков.

**Жизненный цикл.** Включает в себя следующие стадии: планктонную (эмбриональное и личиночное развитие), прикрепленную (развитие и рост спата на субстрате) и свободноподвижную (обитание на грунте). В ходе раннего онтогенеза последовательно происходит смена стадий развития: бластула, гастрюла, плутеус I стадии, плутеус II стадии, плутеус III стадии, метаморфоз. Средняя продолжительность жизни черного морского ежа 15 лет, обычные размеры промысловых ежей 60...70 мм. Особенность размножения морского ежа необходимо знать для правильной заготовки производителей. Размножение. Черный морской еж – раздельнополый вид. Половой зрелости достигает при диаметре панциря 40...45 мм. Плодовитость особей с диаметром панциря от 60 до 75 мм достигает 20...25 млн яйцеклеток. В период нереста пол животного можно определить визуально. У самок гонады желтоватого цвета, при вскрытии стенки из протоков выступают яйцеклетки бледно-желтого цвета. Гонада самца белесая, при вскрытии протоков спермии белого цвета. Как у самок, так и у самцов железы состоят из большого числа разветвленных протоков, связанных с ацинусами.

Половой цикл черного морского ежа – сложный, многоступенчатый процесс, который зависит от биотических и абиотических факторов среды. Температура при этом играет ведущую роль. Каждый этап гаметогенеза приурочен к определенным температурным периодам. Нерест его приходится на середину июля – конец августа и происходит при температуре 19...22 °С. Активное развитие половых клеток отмечено со второй половины октября и до конца декабря. Гистологическая картина в январе свидетельствует о прекращении роста половых клеток. У самок наблюдается резорбция ооцитов, тогда как у самцов резорбция гамет в зимнее время обычно не выражена. В феврале-марте происходит активация гаметогенеза. У самок в конце марта – апреле в железе содержатся все генерации половых клеток, но преобладают ооциты на стадии большого протоплазматического роста, у

самцов – сперматоциты 1-го порядка. В мае-июне гаметы созревают, в июле начинается нерест.

**Эмбриогенез.** Проникновение спермия в яйцо происходит довольно быстро. При этом наблюдается кортикальная реакция, в результате которой за 3-5 с образуется гомогенная и бесцветная оболочка оплодотворения. На ее поверхности еще некоторое время видны постепенно теряющие подвижность и агглютинирующиеся спермии. Дробление начинается с образования меридиональной борозды, которая закладывается на анимальном полюсе и довольно быстро достигает вегетативного полюса. Через 2 ч наступает стадия двух бластомеров. Ее достигает подавляющая часть зигот. Отклонения от нормы расценены как патология развития, отмечены неразделившиеся яйцеклетки, а также яйцеклетки с незаконченной бороздой дробления, эмбрионы с равновеликими бластомерами.

Вторая борозда дробления закладывается перпендикулярно первой, но в той же меридиональной плоскости. В результате возникает стадия четырех равноценных бластомеров.

Третья, экваториальная, борозда делит каждый из четырех бластомеров надвое. Возникает типичная для радиального дробления стадия восьми бластомеров. При дальнейшем дроблении возникает бластула в виде полого шара. Уже на стадии средней бластулы начинается образование первичной мезенхимы. При этом отдельные клетки из стенки бластулы мигрируют в бластоцель. На стадии поздней бластулы они в виде небольшого скопления наблюдаются у вегетативного полюса.

Далее начинается гастрюляция, первичные мезенхимные клетки перемещаются в бластоцель и мигрируют вдоль внутренней стенки бластулы к тому месту, где образуют скелет. Вслед за движением первичных мезенхимных клеток происходит инвагинация всего вегетативного полюса, в результате чего образуется первичная кишка. Такую стадию развития эмбриона называют ранней гастролой. Инвагинирующие клетки очень похожи на первичные мезенхимные. Они меняют форму, а после формирования первичной кишки образуют псевдоподии и окончательно прикрепляются к внутренней стенке противоположного (анимального) полюса бластулы. Сокращаясь, клетки втягивают первичную кишку дальше в бластоцель так, что она доходит почти до анимального полюса. В конце концов они отделяются от первичной кишки и становятся вторичной мезенхимой взрослого организма.

При дальнейшем развитии у эмбрионов изгибается и становится плоской вентральная сторона. На ней у анимального полюса зародыша образуется рот, начинается формирование целома. Это состояние эмбриона соответствует стадии призмы, т. е. началу образования малого плутеуса. У последнего вырастают зачатки рук, образуется желудок. Малый плутеус через 48 ч вырастает в плутеус I стадии. Плутеус II стадии формируется на 11...15-е сутки. Третья стадия плутеуса наступает на 16...21-е сутки. Метаморфоз начинается на 21...29-е сутки и на 31...36-е заканчивается полностью сформировавшимся морским ежом. 5 При искусственном получении личинок используют стеклянные сосуды различной вместимости. В течение дробления до бластулы эмбрионы находятся на дне сосуда. На стадии бластулы зародыш ведет свободноплавающий образ жизни. При дальнейшем развитии эмбрионы концентрируются у поверхностного слоя воды. Плутеусы I, II и III стадий до метаморфоза свободно плавают в толще воды.

В период метаморфоза они оседают на субстрат. Затем молодые ежи ведут свободный образ жизни, перемещаясь согласно своим законам миграции. Биотехнология получения спата в лабораторных условиях заключается в следующем. Морских ежей (диаметр панциря 60...85 мм), отловленных из естественной среды, помещают в аквариумы, температура воды в которых близка к природной. В зависимости от сезона года и зрелости гонад определяют режимы содержания. Морских ежей с гонадами без зрелых гамет подвергают температурной стимуляции.

**Стимуляция гаметогенеза.** Суть ее заключается в том, чтобы в сжатые сроки воспроизвести естественный температурный фон, не меняя при этом экологические факторы. Стимуляция гаметогенеза морского ежа включает в себя три периода: адаптацию к

искусственной среде при температуре, соответствующей температуре воды в море; активацию гаметогенеза – сжатое воспроизведение естественного хода температур, при котором созревают гонады; завершение гаметогенеза с помощью поддержания устойчивых температур. Половые продукты у половозрелых самок берут с помощью инъекции 0,5 М КС1 в перивисцеральную полость, у самцов железу извлекают из этого сегмента в чашку Петри. Концентрированную сперму забирают микропипеткой. Осеменение проводят в 10-литровых сосудах. Каплю «сухой» спермы разводят 5 мл морской воды и смешивают с яйцеклетками. Зиготы промывают 6 раз с 30-минутным интервалом и ждут вылупления личинок.

Под микроскопом оценивают процент оплодотворения, для чего пипеткой отбирают на предметное стекло 1 мл жидкости. Затем определяют количество зигот в 1 мл суспензии и пересчитывают число оплодотворенных зигот на объем сосуда. На третьи сутки личинок кормят, помещая в 10-литровый сосуд с водорослями из расчета 3 тыс. микроводорослей на 1 мл воды в сутки. В качестве корма используют смесь микроводорослей *Platymonas viridis*, *Monochrysis* sp., *Niphocloris salina*, *Lumnoclenium lanskay*, *Chlorella* sp., *Dunaliella viridis*.

Онтогенез черного ежа при температуре 17 °С протекает следующим образом. Плутеус I стадии возникает через 18 ч, II – на 11...15-е сутки, III стадии – на 16...21-е сутки. Метаморфоз начинается на 21-е сутки, и на 31-е сутки появляется морской еж.

В качестве субстрата для оседания личинок в аквариум вносят коллекторы – раковины моллюсков, кусочки шифера и т. П. Лучший субстрат для оседания 6 личинок – волнистые пластины с порослью *Ulsella lens* (дисковидный представитель зеленых водорослей). Осевшие личинки длиной 3...4 мм питаются бентосными диатомовыми водорослями на коллекторах.

Кормом для личинок длиной 5 мм может служить *Ulva*. Далее морских ежей вместе с коллекторами помещают в сетчатые садки и выставляют в море или в большие емкости (танки) в заводских условиях. Затем их переносят в места обитания естественных популяций. Очень важный момент при выращивании личинок – доступность кормов. Микроводоросли для питания личинок морского ежа выращивают на среде Гольберга с использованием морской воды в модификации Ю.Г. Кабановой. Воду фильтруют через песчано-гравийный фильтр, затем стерилизуют. Для приготовления питательной среды в стерилизованную воду добавляют 2 мл раствора № 1 и по 1 мл растворов № 2 и 3 из расчета на 1 л воды и тщательно перемешивают. Готовую питательную среду используют сразу или хранят не более 14 сут при температуре 2...5 °С. Раствор № 1: в 100 мл дистиллированной воды растворяют 10,1 г  $KNO_3$ . Раствор № 2: в 100 мл дистиллированной воды растворяют 1,421 г  $Na_2HPO_4$ . Раствор № 3: в 100 мл дистиллированной воды растворяют 27,03 мг  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ ; 19,79 мг  $MnCl_2 \cdot 4H_2O$ ; 23,79 мг  $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ .

### Ход работы

Составьте блок – схему искусственного воспроизводства морских ежей с указанием всех технологических параметров, используя литературу и теоретическую часть.

### Контрольные вопросы

1. Чем кормят личинок морских ежей?
2. Расскажите об эмбриогенезе морских ежей?
3. Сколько стадий в жизненном цикле морских ежей?
4. Расскажите о схеме культивирования морских ежей.

## Тема 1.14 Болезни гидробионтов

### Лабораторная работа №1

#### Изучение методики ихтиопатологического вскрытия рыб

**Цель работы:** ознакомиться с порядком проведения клинического осмотра рыб; освоение метода патологоанатомического вскрытия

**Материал и методы:** аквариум, живая рыба, сачок, ведро, ножницы, скальпель, пинцет, препаровальные иглы, чашки Петри, рабочая тетрадь.

**Задание:**

1. Провести клинический осмотр группы рыб, взятой для обследования.
2. Проведени патологоанатомического вскрытия.

#### Теоретическая часть

Патологоанатомическим исследованием называется вскрытие и внешний осмотр внутренних органов, а также срезов этих органов у живой или недавно уснувшей рыбы и описание патологических признаков. Количество рыб, взятых для этой цели, зависит от возраста и колеблется от 5-10 (производители и ремонт) до 15—25 (рыбы младших возрастных групп) экз. Вскрытие рыбы проводят осторожно, чтобы не повредить внутренних органов. При этом исследуют состояние скелетной мускулатуры, брюшной полости и внутренних органов. Обращают внимание на наличие в брюшной полости газов, жидкости различного происхождения, спаек, опухолей; изменение окраски и размеров различных внутренних органов, а также наличие цист паразитов или личинок гельминтов. Внутренние органы извлекают из брюшной полости, осторожно отделяют друг от друга и осматривают в следующем порядке: печень, желчный пузырь, селезёнка, желудочно-кишечный тракт, половые железы, плавательный пузырь, почки, мочевой пузырь, сердце. Кроме того, извлекают глаза и вскрывают черепную коробку для осмотра головного мозга.

Поражённые органы (или кусочки) помещают в банки с фиксатором (70%-ный этиловый спирт или 4%-ный формалин), сопровождая этикеткой с указанием вида и возраста рыбы, названием органа, указанием времени и места вылова рыбы. В некоторых случаях при патологоанатомическом исследовании берут материал для гистологического исследования.

#### Ход работы

1. Проведите клинический осмотр рыбы. Запишите основные отклонения в ее поведении и определите процент поражения кожных покровов, плавников и жабр.
2. Проведите патологоанатомическое вскрытие рыбы и занесите его результаты в рабочую тетрадь.

Контрольные вопросы:

1. Как проводят клинический осмотр?
2. Какое количество рыбы подвергают клиническому осмотру?
3. На какие признаки обращают внимание при клиническом осмотре?
4. Как обездвигнуть рыбу?
5. На какие признаки обращают внимание при патологоанатомическом вскрытии?
6. Назовите порядок патологоанатомического вскрытия.

## Лабораторная работа №2

### Отбор крови. Клеточные факторы иммунитета

**Цель работы:** познакомиться с функциями клеточных факторов иммунитета; изучить особенности отбора крови у рыб разного вида и возраста.

**Материал и оборудование:** живая рыба, пастеровская пипетка или шприц с инъекционной иглой, спирт, марля, вата, микроскоп, предметные стекла.

#### **Задание:**

1. Освоить разные методы отбора крови у рыб
2. Ознакомиться с основными элементами крови рыб.
3. Ознакомиться с теоретической частью и записать в тетрадь основные функции клеточных факторов иммунитета.

### **Теоретическая часть**

#### **КРОВЬ, ЕЁ СОСТАВ И ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ**

В систему крови входят: кровь, циркулирующая по сосудам; органы в которых происходит образование клеток крови и их разрушение; регулирующий нейрогуморальный аппарат.

Кровь состоит из форменных элементов и жидкой части — плазмы. Форменные элементы крови разделяются на 3 группы: эритроциты (красные кровяные тельца), лейкоциты (белые кровяные тельца) и тромбоциты (красные кровяные тельца).

Количество форменных элементов более или менее постоянно у одного и того же вида животных, но может значительно изменяться при заболевании организма. Поэтому определение количества форменных элементов является важным диагностическим признаком при заболевании человека или животных. Количество тех или иных форменных элементов принято выражать со- держанием их в 1 л крови.

Нормой для человека является содержание  $4,5-6 \times 10^{12}$  л эритроцитов и  $6-8 \times 10^6$  л лейкоцитов. У рыб количество форменных элементов различно для разных видов. Так, например, у ручьевой и радужной форели эритроцитов в среднем  $1,1 \times 10^{12}$  л, у карпа —  $1,5$ , у щуки —  $1,9$  млн.; количество лейкоцитов у них соответственно равняется  $25-35 \times 10^6$  л,  $35-85$  и  $37 \times 10^6$  л.

Кроветворными органами рыб являются жаберный аппарат, кишечник, селезенка, почки и др.

Эритроциты (клеточные элементы красной крови рыб) — клетки правильной эллипсообразной формы с ядром, расположенным в центре. Количество их зависит от вида, возраста рыб и сезона. Так, у карпа в норме насчитывают  $1,0-1,75$  млн/мкл, у форели —  $1,3-2,1$  млн/мкл, у щуки —  $1,0-1,9$  млн/мкл. Количество клеточных элементов в 1 мкл крови у каждого вида рыб заметно меняется в зависимости от возраста, пола, состояния рыбы и др.

Количество белых кровяных телец (лейкоцитов) также зависит от вида и возраста рыбы. Так, у осетра оно достигает  $10-40$  тыс/мкл, у линя —  $50-52$  тыс/мкл, у карпа — от  $9$  до  $60$  тыс/мкл.

Лейкоциты выполняют в организме защитную функцию. Некоторые из них являются активными фагоцитами (нейтрофилы, моноциты), другие (лимфоциты) — продуцируют антитела, третьи — гранулоциты — активно участвуют в очагах воспаления.

Лейкоциты костистых рыб подразделяют на две группы: зернистые (гранулоциты), в цитоплазме которых обязательно наличие зернистости, или гранул, и незернистые, в цитоплазме которых гранулы отсутствуют. К незернистым относят лимфоциты и моноциты, к зернистым — нейтрофилы, псевдобазофилы, базо-филы, псевдоэозинофилы и эозинофилы. Все перечисленные формы лейкоцитов различаются по строению ядра и цитоплазмы, которые исследуют на мазках крови, окрашенных специальными основными и кислыми красителями по методу Май-Грюн-вальда с докраской по Романовскому. При этом ядро окрашивается в красно- фиолетовый цвет, цитоплазма — в голубой, а гранулы — в розовый

или розовато-фиолетовый, оранжевый или темно-фиолетовый в зависимости от того, какую краску они адсорбируют или с какими красителями они взаимодействуют: с кислотным (красные тона), с основным (синее окрашивание). Отсутствие окраски или слабо-розовый цвет свидетельствуют о нейтральной реакции.

Соотношение различных групп лейкоцитов, выраженное в процентах, называется лейкоцитарной формулой. У здоровых рыб наиболее многочисленными клетками белой крови рыб являются лимфоциты, составляющие у некоторых видов рыб более 90 %, а на долю всех остальных лейкоцитов приходится менее 10 %.

Лимфоциты — округлые клетки с плотным ядром красно-фиолетового цвета, занимающим большую часть клетки. Цитоплазма резко базофильная, бесструктурная, расположенная в виде ободка вокруг ядра, с небольшими выростами по периферии клетки. Часто встречаются голоядерные формы. Моноциты имеют округлую форму с красновато-фиолетовым ядром складчатой структуры; цитоплазма у них дымчатая, иногда наблюдается наличие вакуолей.

Из зернистых лейкоцитов наиболее многочисленны нейтрофи-лы. Ядро их красно-фиолетовое, может быть овальным, палочковидным, округлым или рассеченным, многолопастным. Цитоплазма почти бесцветная, специфическая зернистость мелкая, серовато-розовая, часто бесцветная. Псевдобазофилы имеют плотное красно-фиолетовое ядро, расположенное ацентрично. В цитоплазме находится плотно лежащая, слабобазофильная зернистость темно-фиолетового цвета. Псевдоэозинофилы — клетки округлой формы с плотным красно-фиолетовым бобовидным или округлым ядром. Цитоплазма заполнена мелкими малиново-красными зернышками. В цитоплазме эозинофилов хорошо просматриваются гранулы оранжевого цвета.

Изучение лейкоцитарной формулы, определение содержания гемоглобина, количества эритроцитов и лейкоцитов весьма важны для оценки здоровья рыб, качества выращиваемой и выпускаемой молоди высокоценных видов и постановки диагноза при некоторых заболеваниях.

Количественные изменения лейкоцитов проявляются в виде лейкоцитозов, т. е. увеличения их общего числа, или лейкопении — уменьшения числа этих клеток. Лейкоцитоз отмечают при различных воспалительных процессах, лейкопению — при дисфункциях органов гемопоэза и в примортальном состоянии рыб.

Качественные изменения показателей крови проявляются в изменении лейкоцитарной формулы, а также в появлении патологических клеточных форм в периферическом русле.

## ИММУНИТЕТ

Иммунитет является одним из основных защитных свойств организма. Он направлен против чужеродных веществ и организмов (антигенов), а также против собственных физиологически неполноценных элементов. Различают две основные формы иммунитета: врожденный и приобретенный.

Врожденный иммунитет определяется генетически обусловленными морфологическими и биохимическими особенностями того или иного вида животных. Он проявляется в видовой, возрастной и индивидуальной устойчивости рыб к возбудителям заболеваний. Напряженность его значительно выше приобретенного, но она не является статической величиной и претерпевает различные колебания.

Приобретенный иммунитет подразделяется на активный и пассивный. Активный иммунитет формируется после повторных воздействий на организм того или иного антигенного раздражения, отдаленных друг от друга различными интервалами времени, пассивный — с помощью введения готовых антител.

В основе врожденной и приобретенной устойчивости лежит механизм взаимодействия многих гуморальных и клеточных факторов иммунитета, направленных на сохранение постоянства внутренней среды организма на всех этапах индивидуального развития. Эта сложная система защитных факторов включается под влиянием антигенного раздражителя и направлена на его разрушение и выведение из организма.

Прежде всего, патогену необходимо преодолеть физические и химические барьеры, составляющие первую линию защиты против инвазии 59атогенна. Особая роль отводится эпителиальным покровам кожи, жабр и пищеварительного тракта, которые в норме наряду с осморегуляцией играют важную роль в качестве механических средств противомикробной и противовирусной защиты.

Не менее важной функцией эпителиальных слоев является продукция слизи, вырабатываемой слизистыми клетками. Слизь механически препятствует колонизации микроорганизмов на эпителиальных поверхностях, о чем свидетельствует усиление ее продукции в стрессовых условиях и под воздействием возбудителей инфекций. Кроме того, она имеет сложный биохимический состав, благодаря которому приобретает бактериолитические, антивирусные, противогрибковые и антипаразитарные свойства. Подобные характеристики слизи объясняются присутствием в ней ряда гуморальных факторов иммунитета: лизоцима, С-реактивного белка, иммуноглобулинов и комплемента.

Все механизмы первой линии защиты неспецифичны и не обеспечивают развитие памяти к антигену в иммунной системе хозяина.

Лизоцим — низкомолекулярный белок, обладающий выраженными ферментативными свойствами, молекула которого характеризуется высоким содержанием основных и дикарбоновых аминокислот. Лизоцим присутствует в сыворотке и слизи рыб, но в основном он ассоциируется с лейкоцитами (моноцитами, нейтрофилами, макрофагами) и обогащенными данными группами клетками тканей.

Лизоцим обладает антибактериальными свойствами, в основном относительно грамположительных бактерий, вызывая лизис микроорганизмов путем гидролиза нерастворимых полисахаридов клеточной оболочки или опсонизации 59атогенна.

С-реактивный белок (СРБ) выделяется как из крови, так и из слизи рыб. Биологические свойства данного протеина до конца не изучены. Тем не менее, имеются данные о том, что СРБ участвует в фагоцитозе, опсонизируя антигены; взаимодействует с комплементарной системой, выступая в роли ее активатора; способствует лизису бактерий; повышает подвижность лейкоцитов и, что особенно важно, выступает в качестве «склепляющего» компонента, агглютинируя 59атогенна и препятствуя распространению инфекции.

Процессы, обеспечивающие вторую линию защиты, активизируются только при внедрении 59атогенна. Подобные механизмы функционируют на низком уровне специфичности и способны обеспечить развитие кратковременной памяти к антигену.

Кровь, лимфа и ткани рыб содержат множество различных веществ, обладающих выраженным противомикробным действием (интерферон, хитиназа, С-реактивный белок и др.). Они различаются по химической природе и структуре и характеризуются определенной избирательностью. Комплекс данных веществ создает мощный гуморальный барьер. Так, например, бактерицидная активность сыворотки крови обеспечивается комплексным действием пропердина, комплемента, лизоцима и 3-лизина.

Интерферон — низкомолекулярный клеточный белок, который синтезируется под влиянием различных индукторов, получивших название интерферогенов. Основная функция интерферона в иммунной системе костистых рыб — противовирусная. Обладая ярко выраженным ингибирующим влиянием на размножение вирусов в чувствительных тканях, он прерывает процесс трансляции РНК, нарушая тем самым синтез вирусного белка.

Хитиназа — внеклеточный фермент, локализованный в лимфоидных тканях рыб. У рыб-зоопланктофагов большое количество хитиназы обнаружено в слизистой кишечника, поджелудочной железе и крови. Помимо основной, пищеварительной функции, хитиназа способна выполнять и защитную, предохраняя рыб от поражения хитинсодержащими грибами и от инвазии паразитами.

Система комплемента является важнейшим фактором резистентности организма в условиях как врожденного, так и приобретенного иммунитета. Комплементом называют сложный комплекс белков (около 20), образующих каскадные системы, формирующие

быстрый многократно усиленный ответ на первичный сигнал. При этом продукт одной реакции служит катализатором последующей.

В иммунном ответе рыб система комплемента участвует в реакции антиген-антитело, определяя скорость, характер и выраженность иммунной агрессии; в фагоцитозе активизирует фагоциты и опсонизирует антигены; лизирует бактериальные и другие чужеродные клетки, встраиваясь в их поверхностную мембрану. В настоящее время у рыб описаны три компонента комплемент-комплекса: О, С3, С5 и один промежуточный комплекс ЕА С 1, 2, 4.

Результатом деятельности факторов второй линии защиты рыб являются воспаление и фагоцитоз.

Барьерная функция воспаления препятствует распространению возбудителя заболевания из одного участка организма в другой. При этом в его очаге происходят значительные физико-химические изменения, носящие защитный характер. Избирательно меняется проницаемость кровеносных сосудов, в результате чего из сосудистого русла в очаг воспаления происходит выход белков и лейкоцитов. Отложения фибрина препятствуют дальнейшему продвижению инфекционного агента и становятся дополнительным избирательным фильтром. Основной реакцией организма, определяющей защитную роль воспаления, является фагоцитоз.

Фагоцитоз подразумевает под собой захват и переваривание микроорганизмов и других чужеродных антигенов с последующим освобождением организма от их конечных продуктов распада.

Основную фагоцитарную функцию в организме рыб несут на себе макрофаги и в меньшей степени микрофаги (фагоциты) — нейтрофилы и моноциты.

Прикрепление микроорганизма к поверхности фагоцита (адгезия) происходит путем примитивного механизма узнавания, основанного на взаимодействии углеводных остатков. Прикрепившаяся к поверхностной мембране фагоцита частица инициирует фазу поглощения, которая происходит за счет образования псевдоподий, с последующим полным заключением в вакуоль (фагосому). Фагоцитоз может быть завершенным, когда возбудитель переваривается в фагосоме, или незавершенным, когда возбудитель в ней только изолируется, но сохраняет свою жизнеспособность и даже размножается. Этот защитный механизм очень неустойчив, и при неблагоприятных условиях сохранившие жизнеспособность микроорганизмы могут вызывать обострение заболевания.

Механизмы, составляющие третью линию защиты организма рыб, являются высокоспецифичными иммунными реакциями. В ответ на проникновение патогенов и чужеродных веществ (антигенов) в организме рыб вырабатываются антитела или антителоподобные структуры (рецепторы). Антитела циркулируют в организме, а рецепторы находятся на поверхности так называемых сенсibilизированных клеток. Основной особенностью антител и рецепторов сенсibilизированных клеток является наличие в их молекуле участков (активных центров), точно соответствующих (специфичных) определенным участкам (детерминантам) в молекуле антигена. Третья линия защиты обеспечивается посредством лимфоидных клеток, индуцирующих возникновение иммунной памяти.

В общих чертах активизация подобной защиты происходит следующим образом:

1. Воздействие антигена на организм стимулирует определенное число преддетерминированных лимфоцитов, способных распознавать антиген посредством специфичных к нему рецепторов.
2. Под действием стимуляции происходит пролиферация клона лимфоцитов с дифференциацией дочерних клеток, которые в свою очередь несут на себе определенную функцию в зависимости от популяции.

У рыб скопления лимфоцитов находятся в тимусе, головной и туловищной почках, селезенке и в стенках кишечника. При этом выделяют две основные их популяции: Т- (тимус-зависимые) и В-лимфоциты, чаще всего ассоциирующиеся у рыб с почками. Функции

вышеуказанных популяций лимфоцитов весьма полно изучены у теплокровных и в меньшей степени у рыб:

- 1) В-лимфоциты являются продуцентами антител или иммуноглобулинов;
- 2) Т-лимфоциты, не продуцируя антитела, дифференцируются на несколько типов функциональных клеток, включающих в себя: цитотоксические «клетки-киллеры», непосредственно участвующие в лизисе чужеродных частиц; «лимфокин-продуцирующие клетки», усиливающие неспецифическую активность макрофагов посредством продукции лимфокинов (интерлейкинов); «Т-супрессоры», регулирующие продукцию антител и лимфокинов; «Т-хелперы», или «Т-помощники», взаимодействующие с В-лимфоцитами и усиливающие их ответ на введение антигена;
- 3) продукция антител требует присутствия третьей клеточной популяции, «перерабатывающей» и «подающей» антиген, которая у рыб представлена макрофагами и моноцитами. Эта фаза иммунного ответа протекает при прямом участии молекул главного комплекса гистосовместимости, играющего ключевую роль в распознавании «чужого» материала.

Пролиферация и дифференцировка иммунокомпетентных клеток (лимфоцитов, цитотоксических клеток, моноцитов, макрофагов, гранулоцитов) осуществляется у рыб главным образом в почке, селезенке и тимусе.

Воздействие антигена приводит к образованию так называемых Т- и В-клеток памяти, которые при вторичном инфицировании обеспечивают более быструю продукцию антител и в более высоких титрах.

По своему происхождению антитела делятся на естественные (нормальные) и приобретенные.

Естественные антитела образуются в ответ на малые количества антигенного раздражителя, т. е. при субклинической инфекции.

К приобретенным антителам относятся все иммуноглобулины, появляющиеся в организме рыб в ответ на введение различных по своей структуре и природе антигенов или в результате перенесения того или иного инфекционного заболевания.

Независимо от своего происхождения антитела относятся к гликопротеидам и содержат различные количества олигосахаридов разного состава и строения. Антитела, образующиеся в организме животных, различаются между собой по первичной структуре полипептидных цепей, физико-химическим свойствам и антигенной структуре.

Для костистых рыб описан единственный класс иммуноглобулинов — тетрамерный макроглобулин, подобный иммуноглобулинам класса М (IgM) млекопитающих. В зависимости от вида рыб его молекулярный вес колеблется от 600 до 800 кД. Некоторые рыбы имеют мономерные или диамерные формы иммуноглобулинов, которые часто обнаруживаются в эпидермальной слизи, кишечнике и желчи.

Основными функциями антител являются взаимодействие с антигеном и его инактивация посредством нейтрализации (вирусы, токсины), агглютинации (бактерии) и преципитации (растворимые антигены), что в свою очередь усиливает реакцию фагоцитоза за счет более быстрого распознавания чужеродных частиц и активирует систему комплемента, приводя к лизису чужеродные клетки.

Интенсивность антителообразования определяется видовой реактивностью организма рыб, температурными условиями среды их обитания, интенсивностью и длительностью антигенного раздражения и другими факторами.

Иммунологические методы в аквакультуре используют для диагностики и профилактики болезней рыб. В основе диагностики лежат специфические серологические реакции, позволяющие выявлять антигены и антитела к определенным возбудителям и определять природу возбудителя болезни. В результате взаимодействия специфических антител и антигена образуется комплекс антиген-антитело, или иммунный комплекс.

Методы выявления специфических антител направлены на их взаимодействие с соответствующим антигеном, который называется диагностическим антигеном. Если у

обследованной рыбы есть специфические антитела, то они соединятся с диагностическим антигеном и образуют иммунный комплекс. Образование иммунного комплекса в диагностической реакции сопровождается выпадением осадка, помутнением или другими явлениями и свидетельствует о том, что ранее рыба была носителем или контактировала с возбудителем.

Чтобы обнаружить антиген (т.е. возбудитель), нужно иметь диагностические антитела, которые получают путем иммунизации (т.е. специальным заражением данным возбудителем) животных (рыб, кроликов, мышей и т.д.) или культивирования культур гибридных клеток — гибридом.

У иммунизированных животных в период наибольшего содержания антител берут кровь и получают из нее сыворотку, которую называют гипериммунной диагностической сывороткой. Диагностические моноклональные антитела получают путем культивирования культур гибридных клеток — гибридом. Если у обследуемой рыбы имеется специфический антиген, то он связывается с диагностическими антителами и образует иммунный комплекс. За рубежом выпускают целый ряд диагностических наборов (диагностикумов) для особо опасных вирусных и бактериальных инфекций. В последнее время активно разрабатываются диагностикумы для обнаружения генетического материала патогенов рыб, основанные на методах гибридизации нуклеиновых клеток и полимеразной цепной реакции. Однако следует отметить, что эти методы являются творением генной инженерии и при всей их высокой специфичности и чувствительности они не относятся к методам иммунологической диагностики. В нашей стране для промышленного использования рекомендован диагностикум на вибриоз и проводятся производственные испытания диагностикума на весеннюю виремию карпа.

#### **Ход работы**

Кровь для исследования у рыб берется из *сердца, хвостовой артерии, культуры хвоста* или *жаберных вен*. Выбор способа взятия крови зависит от размера рыбы и объема, необходимого для анализа.

Взятие крови проводят, предварительно сняв чешую, удалив слизь и, обработав кожу 70 %-м спиртом.

1. При взятии крови из *сердца*, место укола находится в середине отрезка, соединяющего основание грудных плавников (у форели) и чуть выше этой точки — у карповых рыб. Иглу вводят в место укола, под углом 45°, относительно фронтальной плоскости.

2. При взятии крови из *хвостовой артерии* место укола находится в точке, образованной при условном пересечении средней линии и линии, идущей перпендикулярно от анального отверстия у сеголетков, и от заднего края анального плавника — у карповых рыб старшего возраста.

3. При взятии крови из *культуры хвоста*, срезают спинной и анальный плавники, удаляют чешую, слизь, протирают кожу спиртом, затем отсекают хвостовой стебель по медиальной линии позади анального плавника и собирают кровь в стерильную посуду.

4. Взятие крови возможно из *жаберных вен*. Предварительно удаляют жаберную крышку и вводят инъекционную иглу в вену, у основания одной из жаберных дуг.

Из полученной крови сразу же готовят тонкие мазки, которые окрашивают по Паппенгейму. Для этого высушенные мазки погружают в кювету с раствором Май-Грюнвальда (0,3–0,5 г эозинметиленового синего + 100 мл метилового спирта) на 5 минут, затем промывают дистиллированной водой (рН = 6,81) в течение 2-х минут и докрашивают в растворе Романовского 25–30 минут. Окрашенные мазки промывают водопроводной водой и высушивают на воздухе. В каждой мазке подсчитывают 100 клеток и выводят лейкограмму

#### **Контрольные вопросы:**

1. Какие показатели характеризуют картину белой крови?
2. Какие показатели характеризуют картину красной крови?
3. Перечислите методы взятия крови у рыб.

4. Что легло в основу классификации лейкоцитов.
5. На какие две группы делятся лейкоциты?
6. Сколько групп гранулоцитов определяют в крови костистых рыб?
7. Какова функция лейкоцитов в иммунитете?
8. Какие клетки крови относятся к фагоцитам?

## Лабораторная работа №3

### Знакомство с бактериологической лабораторией, методы бактериологических исследований

**Цель работы:** освоить методику проведения первичного бактериологического посева патологического материала от рыб.

**Материалы и оборудование:** аквариум, живая рыба, газовая горелка, кювета, водяная баня, штативы для пробирок, чашки Петри, пипетки, пастеровские пипетки, скальпель, ножницы, пинцеты, бактериологическая петля, препаровальные иглы, предметные стекла, вата, сосуд с дезинфицирующей жидкостью, селективные питательные среды.

**Задание:** осуществить первичный бактериологический посев органов и тканей рыб

#### Теоретическая часть

Для бактериологического исследования берут только живую рыбу, так как у погибшей быстро развивающаяся микрофлора затрудняет выделение возбудителей болезней. При взятии материала соблюдают правила асептики.

Посуду для взятия проб (банки, колбы, пробирки, чашки Петри и др.) предварительно стерилизуют в автоклаве (при 1 атм 20-30 мин) или в сушильном шкафу (при 160-170°C 1-1,5 ч). Ведра, кастрюли, бидоны тщательно промывают теплой водой с мылом, ополаскивают кипяченой водой. Перед взятием живой рыбы посуду заполняют водой из водоема, откуда берут рыбу, или из артезианской скважины. Руки тщательно моют и протирают тампоном, смоченным спиртом.

#### Ход работы

В лаборатории вначале делают первичные посева на питательные среды (МПБ и МПА).

Прежде всего исследуют материал, взятый из пораженных участков (язвы, абсцессы и т. П.). Перед взятием соскоба язвы промывают стерильным физиологическим раствором. Содержимое абсцессов набирают пастеровской пипеткой после прижигания шпателем места взятия. Кровь для посевов берут из сердца или хвостовой артерии. Первую каплю крови удаляют, а последующие 2 – 3 высевают на питательную среду.

Вскрывают рыб на пробковых, деревянных или из другого материала досках, предварительно протертых денатурированным спиртом или 3 – 5 %-ным фенолом. Рыбу кладут на правый бок брюшной стороной к вскрывающему и фиксируют препаровальной иглой на доске в области головы и хвоста. Туловище с левой стороны освобождают от слизи и чешуи, удаляют грудной и брюшной плавники, бок и брюшко протирают ватным тампоном, смоченным спиртом.

Осторожно, чтобы не повредить кишечник, прокалывают концом одной из бранш ножниц брюшную стенку выше ануса. Вскрытие начинают с дугообразного разреза вперед и вверх к позвоночнику и далее вперед к жаберной крышке за основание грудного плавника. Пинцетом захватывают брюшную стенку и удаляют, разрезая по средней линии, идущей от анального отверстия до грудных плавников.

Непосредственно перед вскрытием инструменты (скальпель, ножницы, петь: и др.) кипятят в течение 30 мин. Перед взятием материала для, бактериологического исследования их дополнительно смачивают денатурированным спиртом и обжигают на пламени горелки.

Для бактериологического исследования высев на питательные среды делают из сердца, селезенки, почек и других органов. Перед взятием место прокола предварительно обеззараживают нагретым металлическим шпателем. Для взятия крови из сердца органы брюшной полости отодвигают в сторону, освобождают перегородку сердечной полости и оттянутым концом пастеровской пипетки прокалывают сердечную мышцу.

Для идентификации возбудителей бактериальных болезней изучают их о морфологию, подвижность, культуральные, биохимические свойства.

Микроорганизмы можно изучать в живом, фиксированном состоянии, при выделении чистых культур на питательных средах.

Определяют форму, размеры, структуру, подвижность бактерий. Последнее можно установить на полужидком агаре или методом висячей, раздавленной капли.

Для приготовления фиксированного мазка на чистое обезжиренное предметное стекло наносят петлей исследуемый материал и круговыми движениями распределяют тонким слоем по всей его поверхности. Мазки-отпечатки из органов и тканей получают при касании предметного стекла к срезанной стерильным скальпелем поверхности. На одном стекле делают несколько отпечатков.

Мазок высушивают на воздухе, затем фиксируют над пламенем горелки или в спирт-эфире (этиловый спирт + эфир 1:1) 20 мин, спирте с формалином (5 мл 40 %-ного формалина, 9,5 мл 96 %-ного этилового спирта) – 15 мин, ацетоне – 5 мин, хлороформе – несколько секунд.

Высушенные и зафиксированные мазки окрашивают по Граму, Цилю-Нильсену, Романовскому-Гимзе, Михину или другими методами. При выборе метода выделения и культивирования возбудителя учитывают анамнестические и эпизоотологические данные, результаты клинического исследования. Так, при наличии большого количества слизи на жабрах, спине, хвостовом плавнике проводят исследования на миксобактериоз. В этом случае делают высеивание на чашки Петри с цитофаг-агаром или МПЖ. Большинство возбудителей болезней рыб хорошо растут на обычных мясо-пептонных средах.

При выделении анаэробных культур из питательных сред удаляют растворенный кислород. Анаэробные условия создаются в средах, налитых высоким столбиком, покрытых слоем растительного масла толщиной 6-8 см (печеночный бульон, Среда Кита-Тароци и др.). Для удаления растворенного кислорода жидкие питательные среды перед посевами кипятят в пробирках на водяной бане в течение 10 мин. Для создания анаэробных условий используют также анаэроустат – воздух откачивают вакуумным насосом.

**Выделение чистых культур микробов.** Берут стерильную жидкость (бульон, физиологический раствор и т. П.) и готовят слегка опалесцирующую микробную взвесь, которую высеивают на твердую питательную среду (МПА рН 7,2-7.6). Каплю посевного материала наносят на поверхность агара в чашке и распределяют стеклянным шпателем.

Можно применить дробный высеивание. Делают это так: на поверхность агара первой чашки наносят каплю агаровой взвеси, а затем петлей или шпателем (без добавления культуры) материал последовательно распределяют по нескольким чашкам. Засеянные чашки с агаром помещают на 24-48 ч в термостат, а чашки с желатиной оставляют при комнатной температуре, выросшие в чашках отдельные колонии просматривают под лупой или малом увеличении микроскопа, нужные отмечают и пересеивают на питательные среды в пробирки. Чтобы убедиться в чистоте культуры, материал с одной колонии разбавляют в стерильной жидкости и вновь высеивают на чашки с агаром.

Чистую культуру после макро- и микроскопической проверки изучают. Для этого исследуют ее морфологические, тинкториальные, культуральные, биохимические, серологические и биохимические свойства по схеме:

- 1) морфология (микроскопия окрашенных микробов);
- 2) подвижность (микроскопия микробов в живом состоянии методом висячей или раздавленной капли);
- 3) форма и расположение жгутиков (окраска препаратов);
- 4) отношение к окраске по Граму (грамположительные или грамотрицательные);
- 5) реакция на цитохромоксидазу (цв. Табл. I,А);
- 6) споры (окраска препарата);
- 7) капсулы (окраска препарата);
- 8) бульон (прозрачность или мутность, пленка, осадок, цвет среды, запах);
- 9) скошенный агар (мощность роста – отсутствует, слабая, умеренная; характер роста – нитевидный, волнистый, мелкозубчатый, лопастной, ворсистый; блеск – влажный, жирный, тусклый; поверхность – гладкая, шероховатая, зернистая, складчатая, сухая, влажная; рельеф – плоский, выпуклый; прозрачность – непросвечивающийся, просвечивающийся, опалесцирующий; консистенция – маслянистая, тягучая, крошковатая; цвет посевной черты – пигментация; окраска среды – зеленая, сине-зеленая и т. Д.);

10) колонии на агаре в бактериологических чашках (рост – скудный умеренный, обильный; величина – крупные, мелкие, точечные; форма – круглая, эллипсоидная, корневидная; структура – волокнистая, хлопьевидная; характер края – волнистый, ровный, изрезанный, бахромчатый, локонообразный и т. Д.; цвет колонии – пигментация; окраска среды; запах – отсутствует, резкий, что напоминает);

11) желатина в бактериологических чашках (разжижена или нет; характер разжижения; дальнейшее описание морфологии колонии ведут как на агаре);

12) желатина, посев уколом (характер роста по уколу – в виде ленты, нити, гвоздя с головкой, равномерный, прерывистый, только поверхностный; разжижение – в виде чашечки, воронки, цилиндра, кратера, поверхностное, пузырчатое – в глубине; скорость разжижения – быстро, медленно; окраска среды – зеленая, синяя и т. Д.);

13) лакмусовое молоко (реакция – кислая, щелочная, без изменений; свертывание; сгущение; пептонизация);

14) картофель (интенсивность и характер роста, цвет пигмента);

15) ферментация углеводов (быстрота и степень кислото- и газообразования при росте на средах Гасса и Хью-Лейфсона);

16) образование ацетилметилкарбинола (к 1 мл 2-3-суточной культуры на среде Кларка прибавляют 0,5 мл 6 %-ного спиртового раствора альфанафтола и 1 мл 16 %-ного водного раствора NaOH. При положительной реакции через 3-5 мин среда приобретает вишневый цвет);

17) образование индола (экстрагирование индола путем прибавления 1-2 мл эфира к 3-5 мл 3-5-суточной культуры на мясо-пептонном бульоне или бульоне Хоттингера, затем прибавляют реактив Эрлиха-Боме, который в присутствии индола окрашивает вытяжку эфира в красный цвет);

18) образование сероводорода (фильтровальная бумага, смоченная раствором уксуснокислого свинца и фиксированная в пробирке с мясо-пептонным бульоном, сразу же после засева в присутствии сероводорода чернеет или буреет);

19) образование аммиака (фильтровальная бумага, заранее обработанная реактивом Несслера или Крупа и фиксированная в пробирке с только что засеянной средой, обычно уже через сутки инкубирования посевов в присутствии аммиака буреет или краснеет);

20) редукция нитратов (при редукции нитратов в нитриты получается темно-синее окрашивание 2-3-суточной бульонной культуры с 0,2 % калийной селитры в результате прибавления к культуре 10 %-ного водного раствора крахмала с йодистым калием и 10 %-ного водного раствора химически чистой серной кислоты);

21) гидролиз крахмала (на поверхность 0,2 %-ного крахмального агара в бактериологических чашках с 2-3-суточной культурой наливают насыщенный и профильтрованный раствор кристаллического йода в 50 %-ном спирте; при рассмотрении чашки в проходящем свете вокруг колоний бактерий расщепляющих крахмал, можно обнаружить светлые зоны);

22) редуцирующая способность (посев уколом в агар с метиленовой синькой и другими красками);

23) отношение к кислороду (выдерживают посевы в аэробных и анаэробных условиях);

24) гемолизирующие свойства (посев на мясо-пептонный агар с 5-10 % дефибринированной крови барана, кролика или лошади);

25) температурный оптимум (определяют быстроту и интенсивность роста микробов, выдерживая посевы при различной температуре).

**Определение чувствительности бактерий к антибиотикам.** Чувствительность микроорганизмов к антибиотикам определяют методом диффузии в агар с применением стандартных бумажных дисков на плотных питательных средах (МПА и кровяном агаре). Стандартные диски диаметром 5 мм готовят на специальной фильтровальной бумаге, пропитанной антибиотиками и окрашенной в контрастные цвета (цв. Табл. I-Б).

В стеклянные чашки Петри наливают 2 % МПА или кровяной агар толщиной 4-5 мм. Чашки слегка подсушивают в термостате. В зависимости от интенсивности роста исследуемой культуры ее используют после 1 – 3-суточного инкубирования при оптимальной температуре на МПА или МПБ. Из агаровых культур с помощью физиологического раствора готовят 10-6 бактериальную взвесь.

На поверхность подсушенной среды наносят несколько миллилитров исследуемой культуры, равномерно распределяют по поверхности среды, избыток культуры отсасывают пастеровской пипеткой. Через 30-40 мин на поверхность среды стерильным остроконечным пинцетом накладывают диски с антибиотиками, слегка придавливая к агару. Диски располагают на расстоянии 2-2,5 см один от другого и от края чашки. Чашки переворачивают вверх дном и помещают в термостат на 1-2 сут при температуре инкубирования, оптимальной для данного микроба.

Диффундируя в агар, антибиотик образует вокруг диска зону угнетения роста чувствительных к нему бактерий. Зоны угнетения измеряют полоской миллиметровой бумаги. Учитывают диаметр зоны, проходящей через центр диска: при диаметре зоны угнетения роста менее 11 мм – бактерии резистентные или слабочувствительные, 11-20 мм – чувствительные и более 20 мм – высокочувствительные.

### **Контрольные вопросы:**

1. Расскажите о правилах взятия патологического материала для бактериологического исследования.
2. Почему рекомендуют направлять для бак. Исследования живую рыбу?
3. Какие правила необходимо соблюдать при бак. Посевах материала?
4. На какие патологоанатомические изменения необходимо обращать внимание при осмотре рыбы перед проведением бактериологического исследования?

## Лабораторная работа №4 Изучение цитопатического действия вируса и его активности

**Цель работы:** изучить цитопатическое действие (ЦПД) вирусов, определение титра вируса

**Материал и оборудование:** клеточная культура, зараженная вирусосодержащим материалом, микроскоп, готовые окрашенные препараты клеточных культур с ЦПД и не зараженные вирусами.

**Задание:**

1. Определить цитопатическое действие вирусов на зараженной культуре или готовых окрашенных препаратах при микроскопии.
2. Ознакомиться с расчетом титра вируса

### Теоретическая часть

#### ЦПД (цитопатогенное действие)

Это способность вирусов вызывать в клетках специфические изменения. Бывает что ЦПД специфично для определенного вируса, но это не всегда так.

Цитопатогенное действие вирусов и наличие внутриклеточных включений определяют при микроскопии, регистрируя соответственно морфологические изменения клеток в результате внутриклеточной репродукции вируса или скопления вирионов или отдельных их компонентов в цитоплазме и ядре клеток при специальном окрашивании. При выращивании вирусов в культуре клеток под агаровым покрытием регистрируют образование бляшек, или «негативных колоний», — светлых, по сравнению с окрашенным газоном живых клеток, пятен на месте погибших.

Идентификацию вирусов проводят на основе выявления специфического антигена с помощью иммунологических методов реакции торможения гемагглютинации (РТГА), связывания комплемента (РСК), нейтрализации (РН), преципитации в геле, иммунофлюоресценции и выявления специфических фрагментов генома методом ПЦР.

### Ход работы

1. Посмотреть под малым увеличением микроскопа готовые окрашенные препараты клеточных культур, не зараженные вирусами.
2. Рассмотреть под малым увеличением микроскопа готовые окрашенные препараты клеточных культур, зараженные определенными вирусами, опасными для рыб.
3. Зарисовать в рабочую тетрадь структуру незараженного монослоя клеток и выявленные изменения в клеточных культурах под воздействием вируса.
4. Определить степень поражения клеточного монослоя в процентах и крестах. Данные записать в рабочую тетрадь
5. Изучить расчет определения титра вируса.

### Контрольные вопросы:

1. Как называется взаимодействие вируса с клеткой?
2. Какие изменения могут наступить в клетке под воздействием вируса?
3. Как выражают степень поражения клеточного монослоя?
4. Как дифференцировать действие вирусов и токсических веществ на культуру клеток?
5. Что понимают под титром вируса?

## Лабораторная работа №5

### Знакомство с морфологией грибов, возбудителей сапролегниоза икры и рыбы.

**Цель работы:** познакомиться с возбудителями сапролегниоза икры и рыбы

**Материалы и оборудование:** зараженная икра и рыба, чашки Петри, пинцеты, препаровальные иглы, скальпели, предметные стекла, микроскоп.

**Задание:**

1. Сделать соскоб гриба с зараженной икры или рыбы
2. Рассмотреть тело гриба под микроскопом
3. Зарисовать строение гриба в тетрадь

### Теоретическая часть

#### Сапролегния (*Saprolegnia*)

Представители **оомицетов** (*Oomycota*, *Oomycetes*) характеризуются оогамным половым процессом. Среди них можно различить грибы, обитающие в воде и в воздушной среде. К первым относится **сапролегния** (*Saprolegnia*).

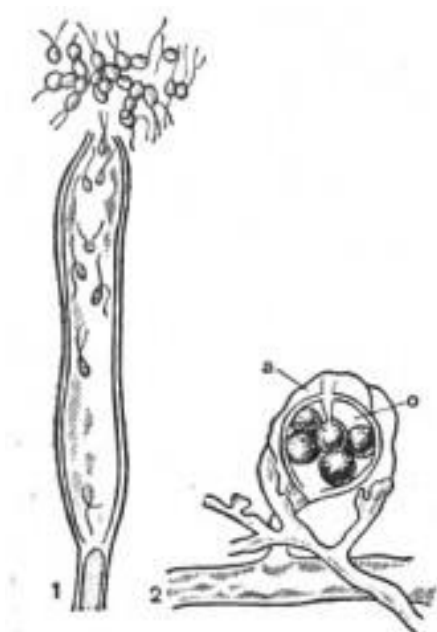


Рисунок 1. Сапролегния (*Saprolegnia*). 1 — зооспорангий и зооспоры; 2 — оогоний (o) и антеридий (a)

Это обычная водяная плесень, развивающаяся на трупах насекомых, рыб, головастиков и других водных животных. Иногда она поражает живых рыб. Vegetативное тело сапролегнии состоит из нежного разветвляющегося мицелия. Каждый спорангий, сидящий на верхушке веточки, представляет собой узенькую клетку, которая отделяется поперечной перегородкой от мицелия (рисунок 1). Внутри спорангия образуется много мелких двужгутиковых зооспор, которые выплывают в воду через отверстие на верхушке зрелого спорангия. Зооспоры, поплавав некоторое время, сбрасывают жгутики и одеваются толстой оболочкой. После некоторого периода покоя содержимое такой споры выходит снова в виде зооспоры, оседающей на трупе насекомого и прорастающей в нить мицелия.

Сапролегния оогамна. Половые органы образуются на вершине коротких боковых веточек. **Оогоний** — шаровидной формы и содержит несколько яйцеклеток. **Антеридий** имеет форму изогнутой трубки. Половые органы отделяются в основании перегородкой от вегетативного мицелия. Несколько антеридиев подрастают к оогонию. Верхушка антеридия приходит в соприкосновение с оогонием. Оболочка антеридия растворяется, и часть

содержимого антеридия с одним ядром переливается в оогоний. Образующаяся в результате оплодотворения толстостенная зигота остается в покое в состоянии продолжительное время, а затем прорастает в новый мицелий.

**Контрольные вопросы:**

1. Какие микроскопические грибы являются патогенными для рыб?
2. Опишите строение сапролегнии.
3. Как размножаются грибы?

Лабораторная работа №6  
**Знакомство с возбудителями протозойных болезней рыб**  
**Теоретическая часть**

**Цель работы:** познакомиться с возбудителями протозойных болезней рыб

**Материалы и оборудование:** готовые препараты с возбудителями, микроскоп, лабораторная тетрадь

**Задание:**

1. Рассмотреть жгутиконосцев, инфузорий и споровиков под микроскопом
2. Зарисовать строение возбудителей в тетрадь

## **БОЛЕЗНИ, ВЫЗЫВАЕМЫЕ ЖГУТИКОНОСЦАМИ**

### **Костиоз**

Костиоз - инвазионная болезнь многих аквариумных и свободноживущих рыб.

**Возбудитель** - жгутиконосец *Costia necatrix*, относящийся к семейству Bodonidae, отряду Protomonadina. Паразит чрезвычайно мал - 8 - 15 мкм. На переднем конце его расположены два жгутика, с помощью которых он свободно плавает в воде. Этим же концом паразит прикрепляется к коже и жабрам рыбы, внедряясь в наружные клетки и питаясь их содержимым. Жгутиконосец при рассмотрении его под микроскопом имеет различную форму, которая зависит от положения тела по отношению глаза наблюдателя, овальную, клиновидную или изогнутую (рис. 1). Часто можно обнаружить четыре жгутика - два больших и два малых. Это объясняется способностью паразита очень быстро размножаться; вторая пара малых жгутиков является результатом начавшегося деления паразита надвое. В центре паразита находится округлое ядро. В протоплазме разбросаны сократительные вакуоли и различные включения.

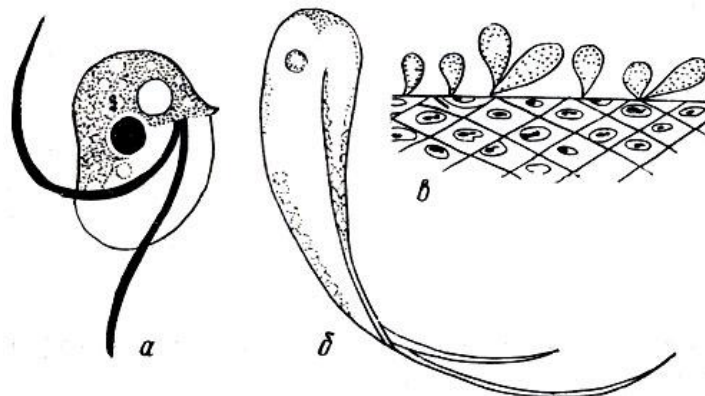


Рис. 1. Возбудитель костиоза: а - вид с брюшной стороны; б - вид сбоку; в - кости на коже рыбы

*Costia necatrix* паразитирует на коже и жабрах рыбы, вне рыбы паразит погибает через несколько часов.

Цикл развития паразита очень прост (рис. 2). Попав на рыбу, костиа локализуется в наружных клетках кожного покрова или жабрах, быстро растет и начинает размножаться продольным делением надвое.

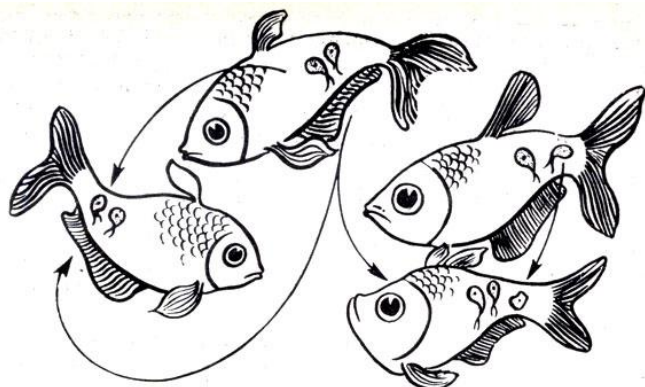


Рис. 2. Цикл развития возбудителя костииоза

Вопрос об инцистировании жгутиконосца с наступлением неблагоприятных условий внешней среды до настоящего времени остается открытым. Установлено только то, что при наступлении таких условий тело костии округляется.

Наиболее интенсивное размножение паразита наступает при температуре воды 25 - 28°, однако температура 30 - 32° действует на него губительно.

### БОЛЕЗНИ, ВЫЗЫВАЕМЫЕ СПОРОВИКАМИ

#### Плистофороз (неоновая болезнь)

Плистофороз - очень опасная инвазионная болезнь аквариумных рыб, вызываемая споровиками из отряда Microsporidia и характеризующаяся образованием серовато-белых узелков в мышцах тела и головы.

**Возбудитель** - амёбовидный споровик *Plistophora hypnessobry-conis* (рис. 3), паразитирующий в мышечной ткани рыб. Его размер достигает 30 мкм. В месте своей локализации плазмодий имеет стадию панспоробласта, представляющего круглые образования, которые располагаются группами от 3 до 30 штук. Скопления панспоробластов образуют среди мышечных волокон стекловидные белые узелки. Внутри них формируются яйцевидные споры размером 4 - 6 мкм. Спора окружена цельной, а не двустворчатой, как у слизистых споровиков (*Mycosporidia*), оболочкой и лишена всяких придатков. Полярная капсула одна; внутри нее находится плохо видимая стрекательная нить.

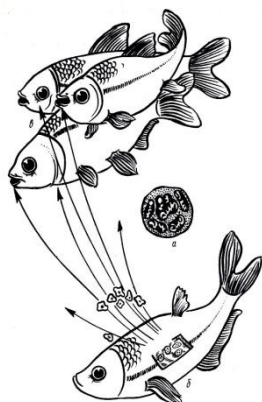


Рис. 3. Цикл развития возбудителя плистофороза: а - панспоробласт, б - погибшая рыба, выделяющая споры; в - заглатывание спор здоровыми рыбами

Самозаражение рыбы происходит в результате выделения спорами амёбовидных ростков, из которых развиваются новые панспоробласты. Таким образом, зона поражения мышечной ткани постепенно увеличивается и захватывает все большую часть тела. В воду споры попадают с мочой, а также в результате разложения погибших рыб или нарушения

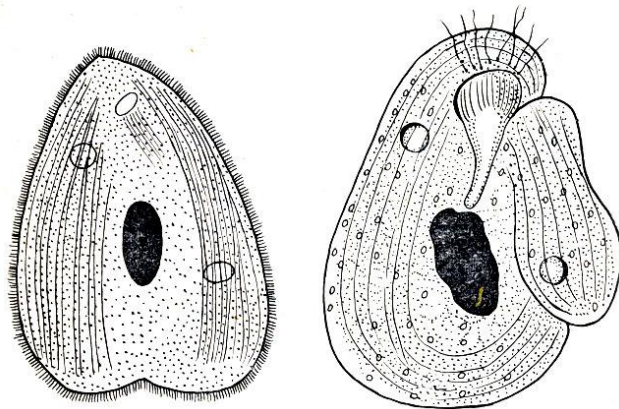
целостности мышечной ткани при их жизни. Здоровые рыбы заглатывают с водой споры паразита, которые при помощи стрекательной нити фиксируются на стенках слизистой оболочки кишечника и под действием кишечного сока раскрываются. Из них выходят амёбовидные плазмодии (протоплазматическая масса, лишённая оболочки), которые проникают в кровеносные сосуды слизистой оболочки и током крови разносятся по всему организму. Попав в мышечную ткань, плазмодии образуют панспоробласты, и цикл развития *Plistophora hypnessobryconis* повторяется.

По мнению некоторых исследователей, паразит проникает в яичники самок, а оттуда в икринки. В этой связи болезнь может передаваться по наследству.

#### **Хилодонеллез**

Хилодонеллез - инвазионная болезнь пресноводных рыб. Болеют многие аквариумные, прудовые и промысловые рыбы.

Возбудитель - инфузория *Chilodonella cyprini* семейства Cla-midodontidae, отряда Holotricha (рис. 4). Длина паразита 45 - 70 мкм, ширина 38 - 57 мкм. Тело сплющено в спинно-брюшном положении, покрыто ресничками, которые служат средством передвижения инфузории. На брюшной стороне, ближе к переднему концу, расположено ротовое отверстие, от которого отходит короткая глотка, снабжённая палочковым хитиноидным аппаратом, состоящим из 18 палочек. В середине тела имеется ядро, а ближе к краям - две сократительные вакуоли.



*Рис. 4. Возбудитель хилодонеллеза в двух положениях*

Попав на рыбу, хилодонелла локализуется на поверхности кожного покрова, питаясь слизью и отслоившимися эпителиальными клетками. При помощи ресничек паразит свободно передвигается по кожному покрову рыбы. Там же происходит размножение инфузории путем деления надвое в поперечном направлении.

Хилодонеллы в основном паразитируют на поверхности кожного покрова рыбы. Нередко встречается смешанная форма хилодонеллеза, когда паразиты локализуются на коже и жабрах. В неблагоприятных условиях внешней среды (изменение гидрохимического режима, резкое повышение или понижение температуры воды и т. д.) инфузория образует цисту. Цистообразование сопровождается усиливающимся вращением паразита на одном месте, скорость которого доходит до 30 оборотов в минуту. Через 1 1/2 - 2. часа с начала цистообразования сократительные вакуоли увеличиваются, а темп их пульсации замедляется. Реснички и палочковый аппарат глотки исчезают, ядро округляется, протоплазма приобретает ярко выраженную зернистость. К концу процесса цистообразования сократительные вакуоли исчезают, вращательные движения инфузории прекращаются, а вокруг нее образуется двойная оболочка с более плотным наружным слоем. Весь процесс цистообразования длится 3 1/2 - 4 часа.

Цисты способны долгое время сохраняться в грунте и толще воды. При попадании цисты в благоприятные для развития условия оболочка цисты растворяется и из нее выходит инфузория, которая нападает на рыбу и паразитирует на ней. Яркий, особенно солнечный, свет препятствует размножению паразитов, а порой и убивает их.

В большинстве литературных источников *Ch. surpinii* описана как холодолюбивая инфузория, размножающаяся при температуре воды 8 - 10° и погибающая при температуре выше 20°. Подтверждением этого служат многочисленные случаи вспышек хилодонеллеза рыб в прудовых хозяйствах именно в конце зимы и начале весны, когда температура воды в прудах прогревается до 8 - 10°. Несмотря на это, мы не можем отнести *Ch. surpinii* к числу холодолюбивых инфузорий, поскольку они паразитируют на экзотических рыбах, а температура воды в аквариумах круглый год выше 20°. В то же время одним из источников распространения хилодонеллеза в аквариумном рыбоводстве являются инфузории, заносимые в комнатные водоемы из естественных с живым кормом, водой, растительностью и грунтом. Нами установлено, что *Ch. surpinii*, взятые из естественных водоемов, где температура воды 5 - 10°, и помещенные в аквариумную воду (23 - 25°) не способны в первые 2 - 3 дня вызвать заболевание экзотических рыб, так как сами «переболевают», приспособляясь к новым для них условиям внешней среды. При этом не следует забывать о резкой смене не только температуры, но рН, жесткости, окисляемости воды и ряда других гидрохимических показателей, а также смене самих хозяев (рыб). Попадая в новые условия среды, одна часть инфузорий погибает, вторая - образует цисты (инцистируется), а третья - к концу третьих-четвертых суток приспособляется не только к высокой температуре воды и гидрохимическому режиму, но и переходит к паразитированию, поселяясь на новых для них видах рыб. К сожалению, судьба инцистировавшихся инфузорий не изучена.

Правильность результатов наших исследований подтверждают круглогодичное паразитирование *Ch. surpinii* на аквариумных рыбах при температуре воды 22 - 27° и случаи массовой гибели рыб от хилодонеллеза при названных температурах в различное время года. Температурные оптимумы роста и размножения хилодонелл, адаптировавшихся на аквариумных рыбах, в настоящее время остаются неизученными.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Какие болезни вызывают жгутиконосцы
2. Опишите образ жизни и строение жгутиконосцев.
3. Какие болезни вызывают споровики?
4. Опишите образ жизни и строение споровиков.
5. Какие болезни вызывают ресничные инфузории?
6. Опишите образ жизни и строение инфузорий.

**МДК 02.02 Техническое обеспечение процессов воспроизводства  
и выращивания рыбы и других гидробионтов  
Раздел Гидротехнические сооружения в рыбоводстве**

**Практическая работа №1**

**Гидрологические расчеты**

Цель работы: научиться производить в камеральных условиях расчет максимального расхода воды в реке от весеннего снеготаяния и среднегодового расхода воды в реке.

Состав работы:

1. Упражнение 1. Определение максимального расхода воды в реке от весеннего снеготаяния. ( $Q_{\max}$ ).
2. Упражнение 2. Определение среднемноголетнего расхода воды ( $Q_{75\%}$ ) в источнике водоснабжения и его внутригодовое распределение.

Порядок выполнения работы:

1. Упражнение 1. Определение максимального расхода воды в реке от весеннего снеготаяния. ( $Q_{\max}$ ).

При проектировании ГТС, в частности водосбросных сооружений, ответственным этапом является расчет максимального расхода воды, который должен быть пропущен через отверстие водосброса и определяется в соответствии со СН 435-72. Максимальные расходы могут быть от весеннего снеготаяния и дождевые.

Для определения максимальных расходов воды используют формулу Соколовского:

$$Q_{\max} = M \times F \times \delta \times \delta',$$

где:  $Q_{\max}$  - максимальный расход воды, м<sup>3</sup>/с;

$M$  - максимальный модуль стока, м<sup>3</sup>/с км<sup>2</sup>;

$F$  - площадь водосбора, км<sup>2</sup>;

$\delta$  - коэффициент, учитывающий влияние озер и болот на величину весеннего стока;

$\delta'$  - коэффициент, учитывающий влияние заселенности бассейна на величину весеннего стока.

Максимальный модуль стока определяют по формуле:

$$M_{\max} = \frac{0,278 \times A}{\sqrt[4]{F + 1}},$$

где:  $A$  - параметр, характеризующий сток в районе данного бассейна (мм/ч), его находят по карте изолиний (рис.2) или по таблице 1 по ближайшему населенному пункту к данному источнику водоснабжения; чтобы выразить величину этого параметра (в м<sup>3</sup>/с), надо значение, найденное по карте, умножить на 0,278;

F - площадь водосбора реки, км<sup>2</sup>.

Коэффициент озерности и заболоченности вычисляют по формуле:

$$\delta = 1 - 0,61 \times \lg(\alpha + 0,2 \times \beta + 1),$$

где:  $\alpha$  - площадь озер, в % от площади водосбора;

$\beta$  - площадь болот, в % от площади водосбора.

Параметр А максимального стока талых вод 5%-ой обеспеченности

Таблица 1.1

Крупный населенный пункт	Параметр А максимального стока талых вод 5%-ой обеспеченности	Крупный населенный пункт	Параметр А максимального стока талых вод 5%-ой обеспеченности
Астрахань	3	Минск	5
Волгоград	3,4	Москва	8,5
Воронеж	4,4	Орел	7,6
Н.Новгород	5	Пенза	5,9
Казань	5	Полтава	2,2
Киев	3,5	Ростов-на-Дону	2
Кишинев	3,5	Саратов	6
Самара	5,2	Смоленск	9
Курск	5,8	Ульяновск	5,2
		Харьков	2,7

Обозначая  $\alpha + 0,2 \beta + 1 = B$ , получим  $\delta = 1 - 0,61 \lg B$ .

Для определения коэффициента  $\delta$  в зависимости от B можно пользоваться графиком (рис 3).

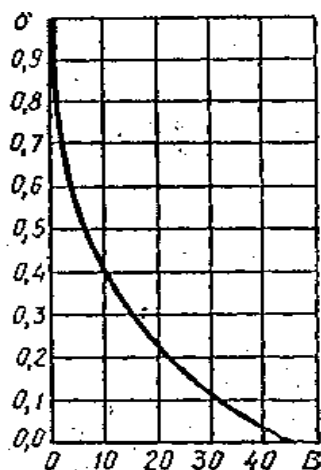


Рис.1.1 График для определения  $\delta$

$\delta'$  – коэффициент лесистости, определяется по формуле:

$$\delta' = 1 - (0,3 - 0,6) \gamma,$$

где 0,3 – для лиственных лесов лесостепной зоны;

0,6 – для таёжных лесов севера;

$\gamma$  – отношение площади бассейна, покрытой лесом ко всей ее площади.

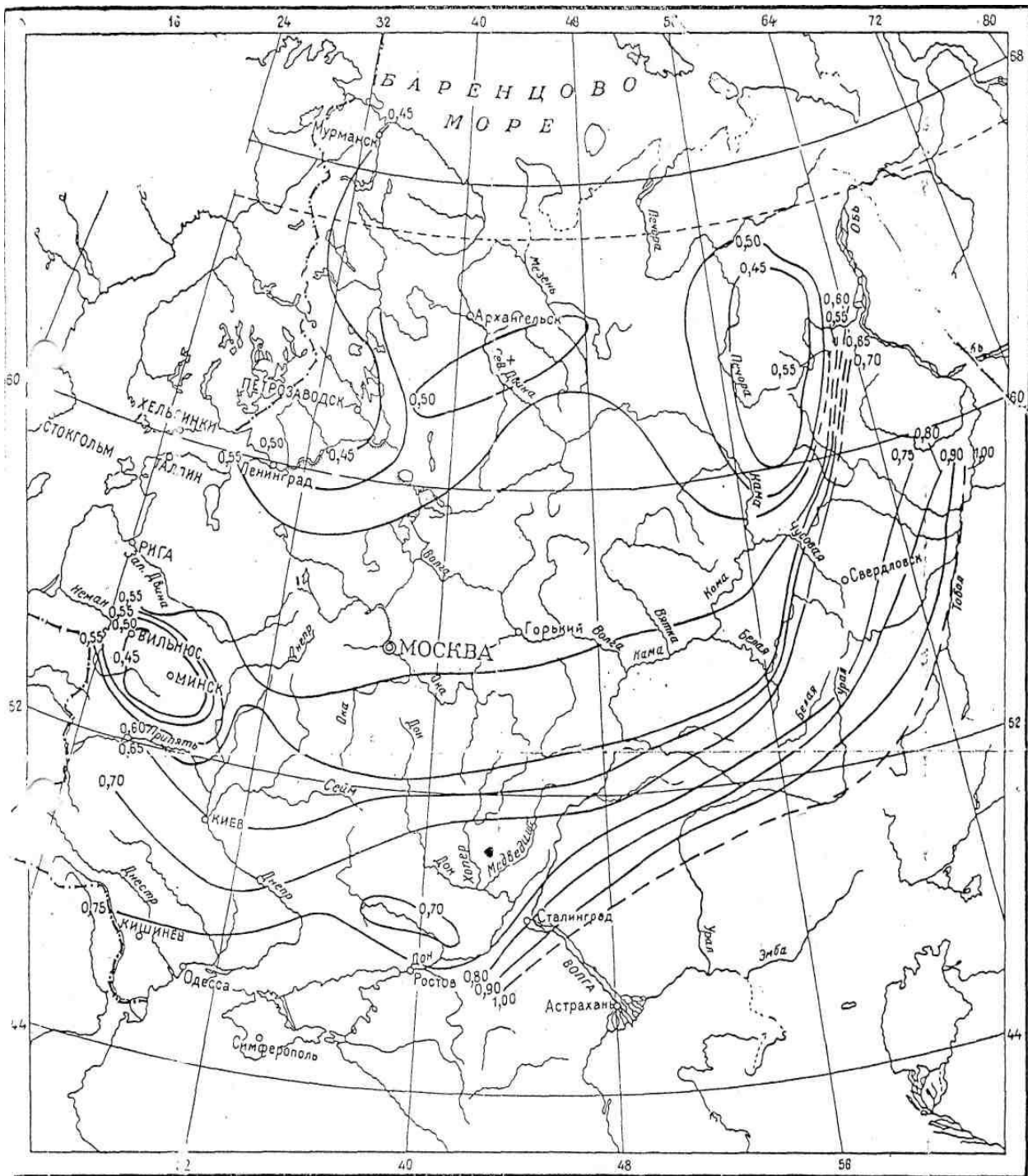


Рис.1.2. Карта изолиний параметра А для Европейской части СНГ (по Д.Л. Соколовскому).

Пример: Определить максимальный расход воды в реке от весеннего снеготаяния при площади водосбора 120 км, (8%-леса, 0.5%-озера и 4%-болота). Водосбор расположен вблизи Минска.

Решение: Определение модуля стока. Для Минска параметр  $A=5$  км/ч (табл. 1)

$$M = \frac{0,278 * A}{\sqrt[4]{F + 1}} = \frac{0,278 * 5}{\sqrt[4]{120 + 1}} = 0,492 \text{ м}^3 / \text{с} * \text{км}^2$$

Определение коэффициента озёрности и заболоченности:

$$B = \alpha + 0,20\beta + 1 = 0,5 + 0,2 * 4 + 1 = 2,3$$

По графику (см. рис.3) при  $B=2,3$   $\delta = 0,63$ . Определение коэффициента лесистости:

$$\delta' = 1 - 0,3\gamma = 1 - 0,3 * 0,08 = 0,976,$$

где  $\gamma = 8\% / 100\% = 0,08$

Вычисление максимального весеннего расхода (м<sup>3</sup>/с)

$$Q = MFb\delta' = 0,422 * 120 * 0,63 * 0,946 = 32,12 \text{ м}^3/\text{с}$$

Решить задачу по данным Вашего варианта, который выбирается по № Вашей фамилии из учебного журнала. Исходные данные по вариантам даны в таблице 2.

Варианты исходных данных для выполнения упражнения №1 по определению максимального расхода воды в реке от весеннего снеготаяния

Таблица 1.2

№ вариант а	Название близлежащего населенного пункта	Площадь водосбора, F, км <sup>2</sup>	% озер на площади водосбора, α	% болот на площади водосбора, β	% лесов на площади водосбора, γ
1	Астрахань	307	1	0	14
2	Волгоград	227	18	9	18
3	Воронеж	389	15	8	24
4	Н.Новгород	344	6	12	34
5	Казань	287	4	14	25
6	Киев	430	13	11	15
7	Кишинев	502	8	21	16
8	Самара	508	14	25	32
9	Курск	376	9	9	26
10	Минск	164	7	24	26
11	Москва	200	10	8	15
12	Орел	175	16	13	8
13	Пенза	326	25	15	10
14	Полтава	286	34	14	42
15	Ростов-на-Дону	412	15	19	9
16	Саратов	102	0,5	8	25
17	Смоленск	75	23	14	52
18	Ульяновск	152	8	7	45
19	Харьков	127	15	8	56

Упражнение 2. Определение среднемноголетнего расхода воды ( $Q_{75\%}$ ) в источнике водоснабжения и его внутригодовое распределение.

Среднемноголетний расход определяется по выражению:

$$Q \text{ ср.много.} = M \text{ ср.много.} * F,$$

где  $M \text{ ср.много.}$  - среднемноголетний модуль стока  $1 \text{ км}^2$  (л/с  $\text{км}^2$ );

$F$  - площадь водосбора,  $\text{км}^2$

$M \text{ ср.много.}$  определяется по карте изолиний среднего многолетнего стока рек (рис.4). Однако эта карта составлена по данным рек с большими бассейнами, а рыбоводные хозяйства строят преимущественно на малых реках с бассейнами до  $200 \text{ км}^2$ , поэтому по рекомендации Воскресенского модуль стока, снятый с карты, или модуль стока, найденный по таблице 2, нужно уменьшить на 20 - 25%, т.е. ввести коэффициент 0,75 -0,80.

. Среднемноголетний модуль стока с  $1 \text{ км}^2$  и географический параметр, определяемый для центра бассейна источника водоснабжения

Таблица 1.3

Пункт	$M \text{ ср. много.},$ л/с $\text{км}^2$	Параметр а	Пункт	$M \text{ ср. много.},$ л/с $\text{км}^2$	Пара- метр а
Вильнюс	8,0	0,56	Ленинград	9,9	0,48
Владимир	5,2	0,54	Минск	6,1	0,57
Воронеж	3,9	0,63	Москва	5,9	0,55
Н.Новгород	4,2	0,54	Орел	4,5	0,62
Казань	4,4	0,55	Ростов - на Дону	0,8	0,75
Киев	2,1	0,65	Саратов	1,9	0,70
Самара	2,0	0,70	Смоленск	6,7	0,57
Курск	3,9	0,64	Харьков	2,1	0,69

Вычисляется коэффициент вариации  $C_v$  по формуле Соколовского:

$$C_v = a - 0,063 \lg (F+1),$$

где:  $C_v$  - коэффициент вариации - безразмерная величина, характеризующая изменчивость отдельных рядов;

$a$  - географический параметр, определяемый для центра бассейна источника водоснабжения по карте автора формулы рис. 1.2 или по данным ближайшей реки – аналога (таблица 1.3);

$F$  – площадь водосбора,  $\text{км}^2$ .

Чтобы определить расход 75%-ной обеспеченности, нужно вычислить модульный коэффициент  $K_{75\%}$ -безразмерную величину, представляющую собой отношение значения какого-либо члена ряда к среднему арифметическому этого ряда.

Модульный коэффициент 75% обеспеченности определяют по таблице 1.4.

Модульный коэффициент 75% и 90% обеспеченности

Таблица 1.4

% обеспеченнос ти	$C_v$											
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2
75%	0,9 3	0,8 6	0,7 8	0,7 1	0,6 3	0,5 6	0,4 9	0,4 2	0,3 5	0,2 9	0,2 4	0,1 9
90%	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0

	7	5	4	3	4	5	7	1	5	1	7	5
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Внутригодовое распределение стока производится по типовым схемам распределения месячного стока по районам (в долях нормы стока по Соколовскому) в зависимости от района расположения рыбоводного хозяйства.

В таблице 1.5 приведены типовые схемы распределения месячного стока (в долях нормы стока) по районам, по Соколовскому.

Типовые схемы распределения месячного стока (в долях нормы стока) по районам (по Д.Л. Соколовскому).

Таблица 1.5.

Район или бассейн	Месяц												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Северный край	0,25	0,2	0,2	0,7	4,2	2,0	1,0	0,6	0,6	1,0	1,0	0,35	1
Кольский полуостров	0,25	0,20	0,20	0,40	2,4	3,6	1,2	0,8	0,8	1,0	0,7	0,40	1
Карелия	0,35	0,20	0,30	0,70	3,6	1,4	1,0	0,7	0,7	1,2	1,2	0,50	1
Ленинградская область	0,30	0,25	1,0	4,20	1,8	0,6	0,5	0,5	0,6	0,8	1,1	0,40	1
Бассейн Западной Двины	0,30	0,25	1,1	4,20	1,8	0,6	0,5	0,5	0,6	0,8	1,0	0,40	1
Верхней Волги	0,30	0,25	1,0	4,20	2,0	0,6	0,5	0,5	0,5	0,8	1,0	0,40	1
Верхнего Днепра	0,35	0,30	1,2	4,20	1,8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	1,0	0,40	1
Припяти и Немана	0,50	0,40	1,6	3,5	1,2	0,8	0,6	0,5	0,4	0,8	1,1	0,60	1
Оки	0,30	0,25	1,0	5,4	1,8	0,6	0,5	0,35	0,35	0,5	0,6	0,40	1
Верхнего и средн. Дона	0,30	0,25	1,8	5,4	1,8	0,5	0,35	0,30	0,30	0,30	0,40	0,30	1
Среднего Донца	0,40	0,35	3,0	4,8	1,0	0,5	0,35	0,30	0,25	0,30	0,35	0,40	1
Нижнего Днепра	0,35	0,35	2,4	4,8	1,1	0,6	0,50	0,35	0,25	0,35	0,50	0,50	1
Южного Буга	0,35	0,80	4,2	3,6	0,7	0,5	0,35	0,25	0,20	0,25	0,35	0,40	1
Нижнего Дона	0,35	0,30	4,2	4,8	0,6	0,25	0,25	0,20	0,10	0,20	0,35	0,40	1

Средние расходы источника водоснабжения в л/с за каждый месяц вычисляют из выражения:

$Q_{ср.мн.} = Q_{75\%} * K_{табл.мес.}$  и заносятся в таблицу. (Пример таблица 1.6.)

Средние расходы за каждый месяц

Таблица 1. 6

Показатели	Расходы по месяцам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Сток бассейна Оки												
$Q_{75\%}$ источника водоснабжения, л/с												

По этим данным необходимо построить гидрограф стока данного источника водоснабжения (рис.1.3).

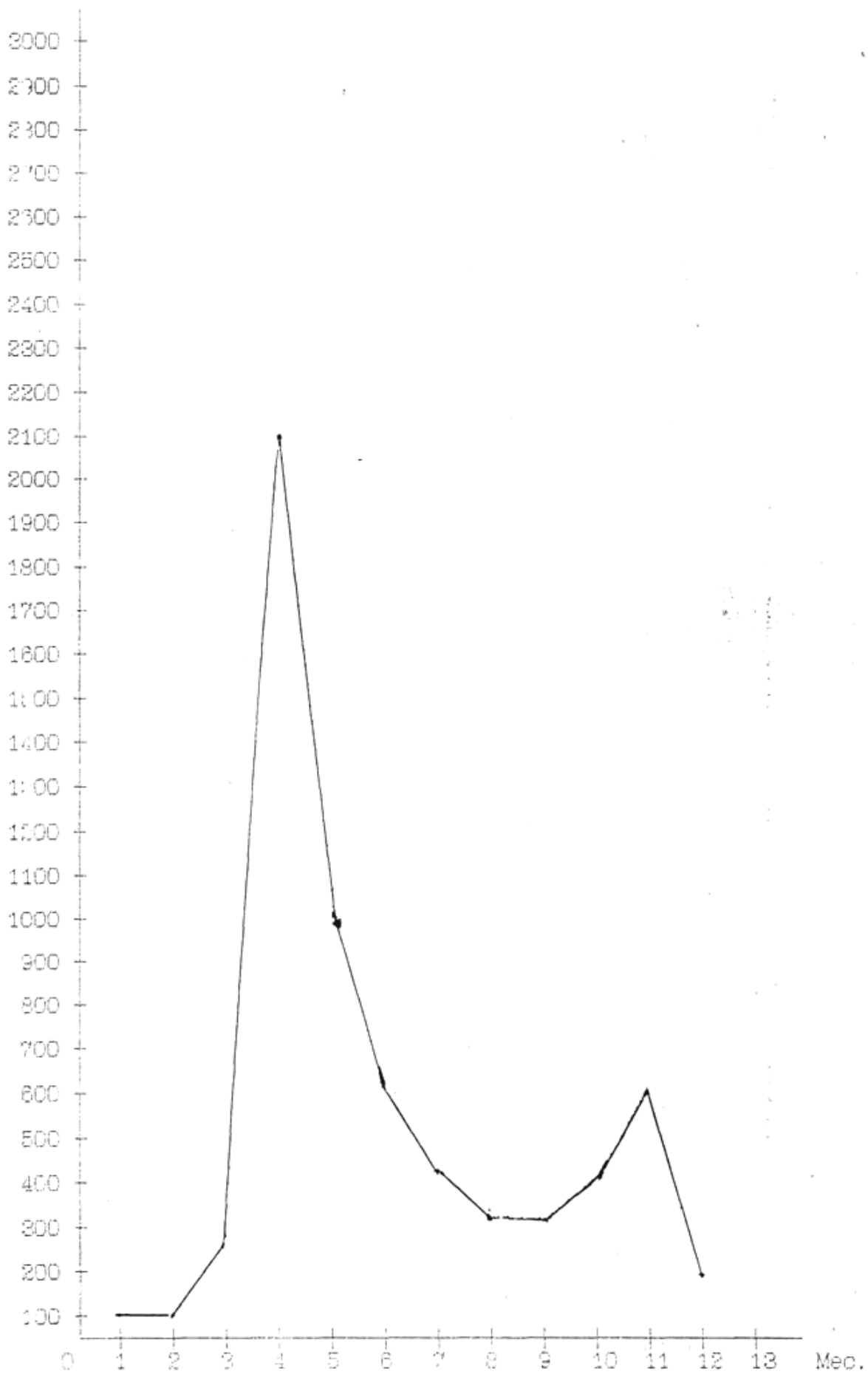


Рис.1. 3. Гидрограф стока 75% обеспеченности реки (название)

## Практическая работа №2

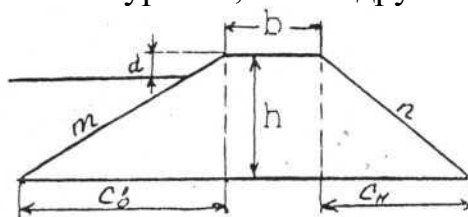
### Составление чертежа плотины в трех проекциях. Подсчет объема земляных работ.

Цель работы: приобретение навыков проектирования земляных плотин крайне необходимо в повседневной деятельности техника - рыбовода.

Время выполнения 6 часов

Земляные плотины — это наиболее распространенные сооружения при создании головных прудов рыбоводных, хозяйств, нагульных русловых прудов и т. д..

Земляная плотина - это гидротехническое сооружение из однородных или разнородных грунтов, которое перегораживает русло водотока и удерживает воду с одной стороны на более высоком уровне, чем с другой.



$d$  - сухой запас;

$c_н$  - заложение низового откоса;

$c_в$  - заложение верхового откоса;

$m, n$  - коэффициент заложения откоса;

#### Элементы земляной плотины.

Тело плотины – трапеция, ограниченная сверху гребнем, с боков – откосами, снизу – подошвой,  $b$  – ширина гребня плотины

Нижние и верхние бровки – линия пересечения откосов с основанием и гребнем плотины.

Основание - слой грунта, на который опирается плотина своей подошвой.

Высота плотины - расстояние между подошвой, и: гребнем,  $h$ ;

Заложение откоса - его горизонтальная проекция.

Высота - вертикальная проекция.

Уклон откоса - отношение заложения к высоте.

Уклоны откосов (или коэффициенты заложения) назначают из условий устойчивости откосов с учетом характера грунта плотины, её высоты, типа условия производства работ и эксплуатации плотины.

Для малонапорных земляных плотин, выполненных из однородных грунтов, ориентировочные коэффициенты заложения откосов можно принимать по таблице 2.1.

Грунт	Коэффициент заложения откоса	
	верхового	низового
Суглинок	2,5 - 3,0	1,50-2,25
Супесь	3,0 - 3,5	2,25-2,50
Песок	3.0 - 3,5	2,5-3,0
Торф	4,0	2,5

Состав работ. Работа предусматривает упрощенный вариант земляной плотины, максимально приближенный к действительности.

Студенту надлежит составить проект земляной плотины в трех проекциях:

первая проекция — продольный разрез по оси плотины,

вторая проекция — поперечный разрез плотины,

третья проекция — план плотины (вид сверху), располагая их в следующем порядке: продольный разрез по оси плотины — налево наверху,

поперечный разрез плотины — направо наверху (как проекцию продольного разреза), •план плотины — под продольным разрезом по оси плотины (как проекцию продольного разреза).

Подсчитать объем земляных работ, сведя подсчеты в ведомость, расположив последнюю на проекте справа внизу. Проект земляной плотины надлежит выполнить на миллиметровой бумаге.

*Порядок построения продольного разреза по оси плотины*

Продольный разрез по оси плотины вычерчивается по исходным данным, соответственно назначенному студенту варианту.

Принимаются следующие наименования граф продольного профиля и устанавливается их очередность: первая верхняя графа — отметки гребня плотины, вторая графа (ниже) — отметки земли, третья графа — высоты плотины, четвертая графа — расстояния (между точками) и пятая графа — номера точек.

Устанавливается высота граф: отметки гребня плотины, отметки земли, высоты плотины — 1,5 см каждая из граф, расстояния, номера точек — 1 см.

При вычерчивании профиля принимаются два указанных в задании масштаба: горизонтальный и вертикальный.

Расстояния между точками откладываются в горизонтальном масштабе.

Перпендикулярно горизонтальной линии строится вертикальная шкала (в виде рейки) и подписывается соответственно заданному вертикальному масштабу профиля с учетом заданных отметок земли.

Строятся точки по заданным отметкам земли и соединяются прямыми линиями (т. е. получают продольный профиль поверхности земли).

Проводится линия основания плотины путем откладывания толщины снимаемого растительного слоя — 0,3—0,4 м (в принятом вертикальном масштабе).

Вычерчивается линия дна зуба (параллельно и ниже на 1—2 м линии основания плотины).

Проводится линия гребня плотины (на заданной отметке).

Показывается на 2 метра ниже плотины линия НПГ (нормально подпертого горизонта).

#### *Порядок построения поперечного разреза плотины*

1. Вычерчивается поперечный разрез плотины в одном масштабе, равном вертикальному масштабу продольного разреза.

Построение поперечного профиля производится проектированием отметки гребня в самой низкой точке плотины с продольного профиля.

На верхней горизонтальной линии откладывается ширина плотины по гребню, которая сносится на нижнюю горизонтальную линию.

На нижней горизонтальной линии от гребня влево откладывается заложение верхового откоса, вправо — низового откоса. Полученные точки (поверхность земли) соединяются сплошной линией.

Проводится сплошная утолщенная линия — основание плотины — на расстоянии 0,3 — 0,4 м от линии поверхности земли.

Посередине поперечного сечения плотины вычерчивается зуб трапецеидальной формы с откосами 1:1, глубиной 1 м и шириной по низу 1 м.

#### *Порядок построения плана плотины.*

Строится план плотины в масштабе, указанном в задании.

Вычерчивается ось гребня плотины.

Сносится с продольного разреза плотины длина плотины.

Откладывается ширина гребня.

Строятся заложения откосов плотины (верхового — вверх, низового — вниз, причем величины заложений получают как произведения высот плотины и соответствующих коэффициентов уклонов откосов). Полученные точки соединяются прямыми линиями.

#### *Порядок подсчета объема земляных работ.*

В графу 1 выписывают номера точек сечений плотины.

В графу 2 выписывают высоты плотины.

Подсчитывается заложение верхового откоса как произведение высоты на коэффициент заложения и записывается в графу 3.

Подсчитывается заложение низового откоса как произведение высоты на коэффициент заложения и записывается в графу 4.

Выписывается в графу 5 ширина гребня плотины.

Подсчитывается длина нижнего основания как сумма заложений верхового и низового откосов и ширины гребня. Результат записывается в графу 6.

Подсчитывается полусумма оснований сечений (т. е. полусуммы основания плотины и ширины гребня) и записывается в графу 7.

Подсчитывается площадь сечений как произведение высоты на полусумму оснований сечения плотины и записывается в графу 8.

Подсчитываются полусуммы площадей сечений плотины и записываются в графу 9.

Выписываются расстояния между сечениями плотины в графу 10.

Определяются объемы участков тела плотины как произведения полусумм площадей на расстояние между ними и полученные результаты записываются в графу 11.

Определяется основание (вначале полусумма оснований трапеций, затем площадь трапеций).

Определяется объем тела плотины суммирования результатов в графе 11.

Определяется площадь основания путем суммирования результатов в графе 13.

Таблица подсчета объема земляных работ

Таблица 2.2

№	В ы со т ы ч е к	Заложение откосов		Шири на гребня	Длина нижне го основа ния	Полу сумма основа ний	Площа ди сече ний	Полу сумма площа дей	Рассто яния	Объемы участков тела плотины	Основа ние	
		Верхо вого	Низо вого								Полу сумма основа ний трапе ций	Пло щадь трапе ций
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Составляется сводка объемов, содержащая следующие сведения:

Выемки: \_\_\_\_\_ м<sup>3</sup>

Объем растительного слоя \_\_\_\_\_ м<sup>3</sup>

Объем траншея зуба \_\_\_\_\_ м<sup>3</sup>

Насыпи: \_\_\_\_\_ м<sup>3</sup>

Объем тела плотины \_\_\_\_\_ м<sup>3</sup>

Объем траншея зуба \_\_\_\_\_ м<sup>3</sup>

Объем подготовки основания \_\_\_\_\_ м<sup>3</sup>

### Практическая работа № 3

#### Гидравлический расчет паводкового водосброса.

Цель работы: получение навыков проектирования элементов гидроузла.

Водосбросные сооружения входят в состав гидротехнических узлов головных, нагульных (русловых) прудов и гидротехнических узлов комплексного назначения. Водосбросные сооружения в рыбоводных хозяйствах проектируют следующих типов: автоматические, управляемые и комбинированные. Гидравлический расчет водосброса осуществляют, исходя из условий работы прямоугольного водослива с широким порогом, причём водослив может быть незатопленным или затопленным.

Если отношение  $\frac{h}{H} < 0,7$  ( $h$  - глубина воды в нижнем бьефе над порогом водосброса,  $H$  - напор над порогом в верхнем бьефе), то водослив считается незатопленным, если  $\frac{h}{H} > 0,7$ , водослив считается затопленным (рис. 9).

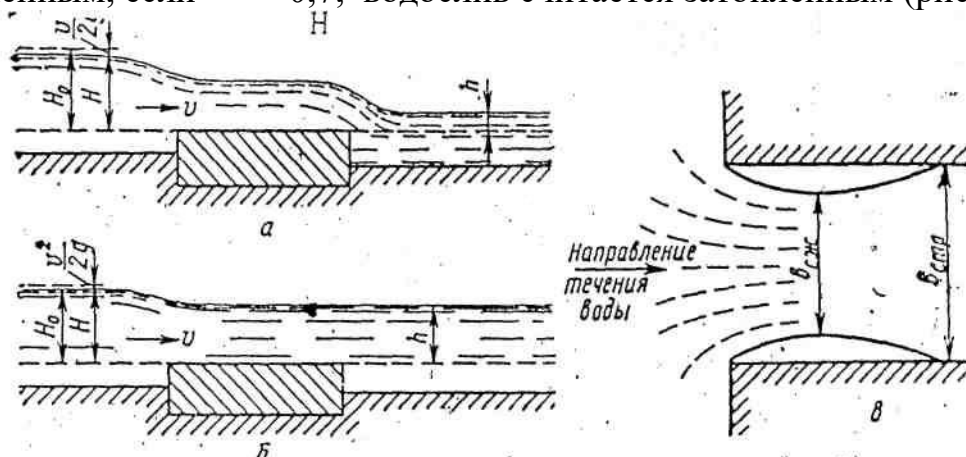


рис. 3.1 Водослив с широким порогом: а- незатопленный;  
б- затопленный;  
в- ширина потока воды в сжатом сечении.

Расчётная формула для незатопленного водослива с широким порогом:

$$Q = M * b_{сж} * H^{3/2}$$

где:  $Q$  - максимальный паводковый расход,  $м^3/с$ , являющейся расчётным расходом;

$b_{сж}$  - ширина потока, м.

$H$  - полный напор над порогом водосброса:

$$H_0 = H + \frac{V^2}{2g},$$

где:  $g$  - ускорение силы тяжести, равное  $9,81 м/с^2$

$V$  - скорость, с которой вода подходит к водосбросу,  $м/с$ .

$\frac{V^2}{2g}$  -скоростной напор.

Если течения в водохранилище нет, тогда  $V = 0$ ,  $\frac{V^2}{2g} = 0$ . Поэтому полный напор  $H_0 = H$

Отсюда:  $всж = \frac{Q}{MH^{3/2}}$

$M$  - коэффициент плавности входа в водосброс, определяется по таблице 21. таблица 20.

Порог водослива	$M$
С закруглённым входным ребром	1,55
Без закругления входного ребра	1,42
Без закругления входного ребра и при неровном	1,33

Зная  $всж$ , можно определить полную строительную ширину водосброса:

$встр = всж + 0,07nH + тб Сб + тс Сс$ , где:

$n$  - число сжатий, число сжатий  $n$  назначают с таким расчётом, что у каждого устоя имеется по одному сжатию, у каждой промежуточной стойки - по два сжатия.

$тб$  - количество бычков, ставятся через 3 - 5 м;

$Сб$  - ширина бычков; 0,6 - 0,8 м;

$тс$  - количество стоек, ставятся через 1 м;

$Сс$  - ширина стойки; 0,3 - 0,4 м.

*Состав работы:*

**Упражнение 1.** Определение строительной ширины открытого управляемого паводкового водосброса.

**Упражнение 2.** Определение пропускной способности открытого управляемого паводкового водосброса.

Порядок выполнения работы:

**Упражнение 1.** Определение строительной ширины открытого управляемого паводкового водосброса.

Исходные данные:

$Q$  - максимальный паводковый расход, м<sup>3</sup>/сек;

▼НПУ - отметка нормального подпорного уровня воды в водохранилище;

▼ГП - отметка порога водосброса;

▼НБ — отметка воды в нижнем бьефе;

$\omega$  — площадь живого сечения водоема вблизи плотины, м<sup>2</sup>;

Открытый водосброс рассчитывается как водослив с широким порогом.

Определяется режим работы водослива по отношениям:

$h/H < 0,7$  - водослив работает в незатопленном режиме;

$h/H > 0,7$  - водослив работает в затопленном режиме,

где  $h$  - глубина воды в нижнем бьефе над порогом водосброса;

Н - глубина воды в верхнем бьефе над порогом водосброса - напор.  
 Промежуточные стойки ставятся примерно через 1 метр. Если ширина пролета водосброса (Веж) больше 10 метров, то через каждые 3-5 метров ставятся бетонные бычки, толщина которых принимается 0,6 -0,8 метров. Ширина промежуточных стоек принимается 0,2 — 0,4 метра.  
 Число сжатий определяется при условии, что у каждого устоя имеется по одному сжатию, а у каждой стойки — по два сжатия, т.е. в каждом пролете всего два сжатия.

Для расчета затопленного водослива применяется формула:

$$Q = \phi B \sqrt{g h^3 (H_0 - h)}, \quad (2)$$

где Q - максимальный паводковый расход, м<sup>3</sup>/сек;

$\phi$  - коэффициент плавности входа на водосброс определяется по таблице 1 стр. 361 учебника «Рыбохозяйственная гидротехника» Р.П.Мамонтова

Веж - ширина потока в сжатом сечении, м;

g - ускорение силы тяжести( 9,81 м/сек);

H<sub>0</sub> - полный напор над порогом водосброса;

h - глубина воды в нижнем бьефе над порогом водосброса.

Из формулы (2) определяется Веж. Дальнейший расчет аналогичен расчету незатопленного водослива.

Вариант выбирается по порядковому номеру студента в учебном журнале.

Таблица для выбора Q - максимального паводкового расхода, м<sup>3</sup>/сек.

Последняя цифра Предпоследняя цифра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	35	36 *	37	38	39	40	41	42	43	44
2	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
3	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
4	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
5	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
6	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94
7	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104
8	105	106	107	108	109	ПО	75	74	73	72
9	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62
0	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52

Таблица для выбора w — площади живого сечения водоема вблизи плотины, м<sup>2</sup>;

Последняя цифра Предпоследняя цифра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	60	80	85	90	75	70	65	95	100	105
2	60	80	85	90	75	70	65	95	100	105
3	60	80	85	90	75	70	65	95	100	105
4	60	80	85	90	75	70	65	95	100	105
5	60	80	85	90	75	70	65	95	100	105
6	60	80	85	90	75	70	65	95	100	105
7	60	80	85	90	75	70	65	95	100	105
8	60	80	85	90	75	70	65	95	100	105
9	60	80	85	90	75	70	65	95	100	105-

0	60	80	85	90	75	70	65	95	100.	105
---	----	----	----	----	----	----	----	----	------	-----

Таблица для выбора ▼НПУ - отметки нормального подпорного уровня воды в водохранилище; ▼ГП - отметки порога водосброса; ▼НБ — отметки воды в нижнем бьефе;

Последняя цифра Предпоследняя цифра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
НПУ	62,8	85,0	96,0	49,0	99,3	70,5	74,0	74,5	110,0	98,0
НБ'	61,3	82,0	93,0	47,0	97,0	68,0	72,0	73,5	108,0	96,6
ГП	60,5	81,0	92,0	46,0	95,7	66,0	70,0	72,5	106,0	95,0

**Упражнение 2.** Определение пропускной способности открытого управляемого паводкового водосброса.

Порядок выполнения:

Определяется напор над порогом в верхнем бьефе  $H$ , м

Из формулы строительной ширины определяется ширина потока в сжатом сечении,  $В_{сж}$ , м.

$$в_{стр} = в_{сж} + 0,07nH + mб Сб + mс Сс,$$

$$в_{сж} = в_{стр} - 0,07 nH - mб Сб - mс Сс$$

Определяется глубина потока над порогом в нижнем бьефе.  $h$ , м.

Проверяется режим работы водослива по отношению  $h/H$ .

Приняв предварительно  $H = H_0$ , определяется расход воды для водосброса с закругленным входным ребром ( $M = 1.55$ )

$$Q = MВ_{сж}H^{3/2},$$

Определяется скорость подхода воды к плотине  $v = Q/w/$

Зная скорость, можно определить скоростной напор  $v^2/2g$

Определяется полный действующий напор  $H_0 = H + v^2/2g$ .

Определяется пропускная способность водосброса с учетом скорости подхода воды к водосбросу.

$$Q = MВ_{сж}H_0^{3/2}$$

Варианты для решения задачи.

№ варианта	Отметка НПУ	Отметка порога водосброса	Отметка воды в нижнем бьефе	Полная строительная ширина, м	Кол-во стоек, шт.	Площадь живого сечения водоема, м <sup>2</sup>
1	44	40	42	6,1	4	24,0
2	105	101	102,3	5,7	3	30,0
3	13	9	10,6	3,8	1	15,0
4	50	46	48	7	5	29,0
5	84	80	81,9	1,5	-	14,0
6	92	87	88,9	8,3	6	32,0
7	160	155	157	9,0	7	46,0
8	62	58,3	59,9	11,0	9	50,0
9	17	13	14	6,8	4	19,0
10	89	85	87,3	5,0	3	30,0
11	78	73,8	74,5	8,7	6	22,0
12	40	36	37,2	8,3	5	50,0
13	100	95	97,1	6,6	4	42,0

14	92	88	89,5	1,5	-	30,0
15	88	83	85	4,4	2	30,0

## Практическая работа № 4

### Гидравлический расчет сифонного водосброса.

Цель работы: определить расчетом возможности сифона по осушению прудов.

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить схему сифона рис.54 стр. 103 учебника «Рыбохозяйственная гидротехника» Р.П.Мамонтова с указанием на схеме исходных данных по варианту студента.

2. Пропускная способность сифона определяется по формуле:

где  $Q$  - расход воды, м<sup>3</sup>/сек.;

- коэффициент расхода сифона, принимаемый равным 0,65-0,85;

$F$  - площадь поперечного сечения трубы, м<sup>2</sup>;

$g$  - ускорение силы тяжести (9,81 м /сек) ;  $H_0$  - полный действующий напор определяется по формуле:  $H_0 = H + v^2/2g$ ,

где  $H$  - геометрический напор воды (м), равный для сифонов с затопленным выходом разности уровней верхнего и нижнего бьефов, а для сифонов с незатопленным выходом - превышению горизонта верхнего бьефа над центром выходного отверстия.

Для определения режима работы сифона необходимо сравнить отметки центра выходного отверстия и нижнего бьефа.  $v$ - скорость воды при подходе к сифону, м/сек;

### Варианты и исходные данные для расчета сифона

№ варианта	Отметка воды в верхнем бьефе, м	Отметка воды в нижнем бьефе, м	Отметка центра выходного отверстия, м	Скорость подхода воды к сифону, м <sup>2</sup> /с	Диаметр трубы, мм
1	40	32,5	34	1,2	150
2	100	92	94	2,0	250
3	63	51	52	1,6	291
4	55	50	51	1,7	243
5	164	158	161	2,1	338
6	30	20	24	1,5	385
7	117	104	111	2,5	482
8	60	50	56	1,9	672
9	115	105	109	2,2	672
10	57	51,1	50	1,2	250
И	67	60	55	2,3	29 К.
12	28	21	20	1,4	243
13	48	42	41	2,0	482
14	65	60	59	1,8	672
15	91	82	80	1,9	250

## Практическая работа №5

### Гидравлический расчет магистрального канала

Цель работы: приобретение навыков в производстве расчетов на пропуск воды в соответствии с графиком водопотребления прудов рыбноводного хозяйства.

По заданным значениям  $Q$ ,  $i$ ,  $n$ ,  $m$ . определить основные размеры сечения канала  $b$ ,  $h$ .

Основным элементом водоподающей системы является магистральный канал. Он проводит воду к прудам и располагается выше отметок уровней воды в прудах.

При гидравлическом расчете магистрального канала применяют два основных уравнения равномерного движения потока в русле:

$$Q = \omega * V, \quad V = C\sqrt{RI},$$

где;  $Q$  - расчётный расход воды, м<sup>3</sup>/с;

$\omega$  - площадь живого сечения, м<sup>2</sup>;

$V$  - средняя скорость течения воды, м/с;

$I$  - продольный уклон дна канала (0,001- 0,003)

$R$  - гидравлический радиус, м.

Заменив в выражении  $Q = \omega * V$ ,  $V$  через  $C\sqrt{RI}$ , получим:  $Q = \omega C\sqrt{RI}$

Если обозначить  $\omega C\sqrt{RI}$  через  $K$ , будем иметь  $Q = K\sqrt{I}$ , где

$K$  - расходная характеристика, откуда

$$K = \frac{Q}{\sqrt{I}}, \text{ а } K_0 = \frac{Q_0}{\sqrt{I}}$$

$Q$  - максимальный расход, идущий по каналу, принимается из сводной таблицы водохозяйственного расчета.

Для ускорения расчета строят график  $K = f(h)$ , для чего последовательно при различных  $h$  и постоянном  $b$  подсчитывают

площадь живого сечения

$$\omega = (b + mh)h \text{ (м}^2\text{)},$$

$$\text{смоченный периметр } p = b + 2h\sqrt{1 + m^2} \text{ (м)},$$

$$\text{гидравлический радиус } R = \frac{\omega}{P} \text{ (м)}$$

скоростной коэффициент  $C = \frac{1}{n} R^y$ , который можно определить по таблице 5.2 в зависимости от значения гидравлического радиуса и коэффициента шероховатости,

$n$  - коэффициент шероховатости; принимается по таблице 17, в зависимости от характеристики и вида крепления канала;

$R$  - гидравлический радиус, м;

$y$  - переменный показатель степени, который можно рассчитать по формуле

$y = 1,5 \sqrt{n}$  при  $R < 1$  м;  $y = 1,3 \sqrt{n}$  при  $R > 1$  м.

Все расчеты сводятся в таблицу 5.1

Определение параметров канала.

Таблица 5.1

$h, \text{ м}$	$b, \text{ м}$	$\omega = (b+mh)h, \text{ м}^2$	$P = b + 2h^* \sqrt{1+m^2}, \text{ м}$	$\frac{\omega}{P} = R, \text{ м}$	$C = \frac{1}{n} R^y$	$\sqrt{R}$	$K = \frac{\omega C}{\sqrt{R}}$

По данным таблицы строится график,  $K=f(h)$

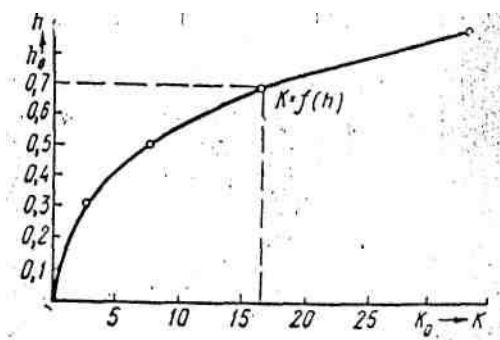


Рис. 5.1. График зависимости расходной характеристики от глубины наполнения канала,  $K = f(h)$

Значение коэффициента Шези  $C$  по формуле Павловского

Таблица 5.2

Гидравлический радиус, м	Коэффициент шероховатости, $n$							
	0,011	0,012	0,017	0,020	0,025	0,030	0,035	0,040
0,05	61,3	48,7	33,2	26,1	18,6	13,9	10,9	8,7
0,06	62,8	50,1	34,4	27,2	19,5	14,7	11,5	9,3
0,07	64,1	51,3	35,5	28,2	20,4	15,5	12,2	9,9
0,08	65,2	52,4	36,4	29,0	21,1	16,1	12,8	10,3

0,10	67,2	54,3	38,1	30,6	22,4	17,3	13,8	11,2
0,12	68,8	55,8	39,5	32,6	23,5	18,3	14,7	12,1
0,14	70,3	57,2	40,7	33,0	24,5	19,1	15,4	12,8
0,16	71,5	58,4	41,8	34,0	25,4	19,9	16,1	13,4
0,18	72,6	59,5	42,7	34,8	26,2	20,6	16,8	14,0
0,20	73,7	60,4	43,6	35,7	26,9	21,3	17,4	14,5
0,22	74,6	61,3	44,4	36,4	27,6	21,9	17,9	15,0
0,24	75,5	62,1	45,2	37,1	28,3	22,5	18,5	15,5
0,26	76,3	62,9	45,9	37,8	28,8	23,0	18,9	16,0
0,28	77,0	63,6	46,5	38,4	29,4	23,5	19,4	16,4
0,30	77,7	64,3	47,2	39,0	29,9	24,0	19,9	16,8
0,35	79,3	65,8	48,6	40,3	31,1	25,1	20,9	17,8
0,40	80,8	67,1	49,8	41,5	32,2	25,0	21,8	18,6
0,45	82,0	68,4	50,9	42,5	33,1	26,9	22,6	19,4
0,50	83,1	69,5	51,9	43,5	34,0	27,8	23,4	20,1
0,55	84,1	70,4	52,8	44,4	34,8	28,5	24,0	20,7
0,60	85,3	71,4	53,7	45,2	35,5	29,2	24,7	21,3
0,65	86,0	72,2	54,5	45,9	36,2	29,8	25,3	21,9
0,70	86,8	73,0	55,2	46,6	36,9	30,4	25,8	22,4
0,80	88,3	74,5	56,5	47,9	38,0	31,5	26,8	23,4
0,90	89,4	75,5	57,5	48,8	38,9	32,3	27,6	24,1
1,00	90,9	76,9	58,8	50,0	40,0	33,3	28,6	25,0
1,10	92,0	78,0	59,8	50,9	40,9	34,1	29,3	25,7
1,20	93,1	79,0	60,7	51,8	41,6	34,8	30,0	26,3
1,30	94,0	79,9	61,5	52,5	42,3	35,5	30,6	26,9
1,50	95,7	81,5	62,9	53,9	43,6	36,7	31,7	28,0
1,70	97,3	82,9	64,3	55,1	44,7	37,7	32,7	28,9
2,00	99,3	86,8	65,9	56,6	46,0	38,9	33,8	30,0
2,50	101,1	87,3	68,1	58,7	47,9	40,6	35,4	31,5
3,00	104,4	89,4	69,8	60,3	49,3	41,9	36,6	32,5
3,50	106,4	91,1	71,3	61,3	50,3	42,8	37,4	33,3
4,00	108,1	92,6	72,5	62,5	51,2	43,6	38,1	33,9
5,00	111,0	95,1	74,2	64,1	52,4	44,6	39,9	34,6

Для проверки полученной величины  $h_0$  подсчитать значение  $K$  по формуле

$$K = \omega C \sqrt{R} .$$

Если значения  $K_0$  и  $K$  близкие, задача решена верно.

Вариант	Расход $Q$ $м^3/сек$	Уклон $i$	Коэффициент шероховатости $\pi$	Коэффициент откосов $m$
1	0,60	0,003	0.02	1,5

2	0,70	0,002	0.025	2
3	0,65	0,001	0.03	1,25
4	0,76	0,003	0.035	2,5
5	0,82	0,002	0.02	1,5.
6	0,63	0,001	0.025	2
7	0,89	0,003	0.03	1,5
8	0,93	0,002	0.035	2
9	0,81	0,002	0.02	2,5
10	0,68	0,003	0.025	1,5
11	0,85	0,001	0.03	2
12	0,90	0,003	0.35	2
13	0,98	0,001	0.02	1,5
14	0,79	0,003	0.025	1,5
15	0,73	0,002	0.03	1,25

## Практическая работа №6

### Трассирование магистрального канала

Цель работы: Получить навыки нанесения оси магистрального канала с проектным уклоном на крупномасштабный топографический план.

Трассирование канала — это нанесение трассы канала на план определенного масштаба с заданным уклоном, который назначается с учетом рельефа местности и требований, предъявляемых при проектировании к водоподающим каналам. Нормативный уклон канала— 0,001 - 0,003.

Трассирование канала начинают после того, как закончена компоновка прудов на плане, определены отметки уровней воды в прудах.

Трассирование магистрального канала обычно производят от самого дальнего пруда в хозяйстве.

Отметку начальной точки канала ( $K_{пко}$ ) назначают с учетом отметки уровня воды в пруду ( $УВ$  пруда), перепада в конце водоподающей системы ( $h_n$ , принимаемый для летних прудов равным 0,2 метра, а для зимних прудов - 0,4 метра) и глубины воды в канале  $h_k$ , которая либо рассчитывается, либо принимается равной 0,5 м. .  $K_{пко} = УВ \text{ пруда} + h_n + h_k$  .

Трассирование проводится по пикетам, т.е. отдельными участками по 100 метров. От первой точки, в масштабе плана, откладывается отрезок длиной 100 м в направлении трассы канала. Конец этого отрезка должен иметь отметку с учетом заданного уклона, которая должна соответствовать отметке плана. Все отметки наносятся на план с учетом сечения горизонталей путем интерполирования. Таким образом, прокладывая ось канала на плане до створа плотины, получаем конечную отметку канала.  $K_{пкx} = K_{пко} + i \cdot l$ , где  $i$  - уклон дна канала;  $l$  - длина магистрального канала;  $K_{пкx}$  - отметка канала конечная (при пересечении со створом плотины)

Литература:

«Рыбохозяйственная гидротехника» Р.П.Мамонтова, стр. 153-160

## **Практическая работа №7**

### **Составление схем водовыпусков из каналов в пруды.**

Цель работы: изучить по схемам устройство водовыпусков различных типов.

Подача воды из магистральных каналов в пруды осуществляется с помощью водовыпусков. Конструкция водовыпусков позволяет регулировать подачу воды из канала в пруд, т.е. через такие сооружения можно пропускать расход воды, необходимый для заполнения пруда в заданное время до расчетной отметки.

Водовыпуски бывают различных типов. Их сооружают из различных строительных материалов.

**Упражнение 1.** Составить схему устройства открытого бетонного водовыпуска.

«Рыбохозяйственная гидротехника» Р.П.Мамонтова . стр.167 рис. 121.

**Упражнение 2.** Составить схему устройства трубчатого водовыпуска из сборного железобетона.

«Рыбохозяйственная гидротехника» Р.П.Мамонтова, стр. 170 рис. 125

**Упражнение 3.** Составить схему устройства лоткового водовыпуска из сборного железобетона.

«Рыбохозяйственная гидротехника» Р.П.Мамонтова, стр.168 рис. 123

## Практическая работа № 8

### Составляющие элементы расчета водного баланса хозяйства

#### Определение расхода воды на наполнение прудов.

Количество воды, которое необходимо для обеспечения работы хозяйства, складывается из следующих величин: расхода воды при наполнении прудов в определённые сроки, на насыщение ложа прудов, на фильтрацию через плотину и дамбы и на пополнение потерь на испарение с водной поверхности пруда, на водообмен в зимних прудах.

$$Q = Q_{\text{нап.}} + Q_{\text{насыщ.}} + Q_{\text{потерь}} + Q_{\text{водообм}}$$

$$Q_{\text{потерь}} = Q_{\text{фильтр.}} + Q_{\text{исп.}}$$

. где:  $Q_{\text{нап.}}$  - расход воды на наполнение прудов;

$Q_{\text{насыщ.}}$  - расход воды на насыщение ложа прудов;

$Q_{\text{потерь}}$  - расход воды на пополнение потерь на фильтрацию и испарение;

$Q_{\text{водообм}}$  - расход воды на водообмен в зимовальных прудах.

#### 1.Определение расхода воды на наполнение прудов.

$$Q_{\text{нна}} = \frac{W}{t_{\text{нап}}} = \frac{F * h_{\text{ср}} * 10000 * 1000}{t_{\text{нап}} * 86400} \text{ (л/с)}$$

где:  $F$  – площадь пруда га;

$W$  - объём данной категории, м<sup>3</sup> ;

$t_{\text{нап}}$  - время наполнения прудов данной категории, сут, принимается по нормативам, таблица 1.

Продолжительность наполнения и спуска прудов, сут.

Таблица 8.1.

Категории прудов	Наполнение одного пруда		
	Рекомендуемая	Допустимая	Всех прудов
Нерестовые	0,1	-	Обосн. проектом
Мальковые	0.2-0.5	-	-
Выростные	10-15	до 20	-
Нагульные обвалованные площадь до 50 га	до 15	-	-
Площадь пруда свыше 100 га	Не более 35	-	Обосн. проектом
Зимовальные	0,5-1	1,5	До 10

Летне-маточные	1	-	-
Карантинные	0,3-0,5	-	-
Летне-ремонтные	1	-	-

## **2.Определение расхода на насыщения ложа прудов.**

Определение объёма воды необходимого для насыщения ложа прудов выполняют по формуле:

$$V = \mu F h_{гр},$$

где:

$\mu$  - коэффициент недостатка (дефицит) насыщения грунта (разность между пористостью и естественной влажностью грунта в объёмном выражении);

$F$  - площадь зеркала воды пруда,  $m^2$ ;

$h_{гр}$  - средняя глубина залегания грунтовых вод от дна пруда, м;

Расход воды на насыщение ложа пруда определяют, исходя из объема воды и времени насыщения зоны аэрации грунтов. Время насыщения грунтов ложа прудов может быть приближенно или равным времени наполнения прудов.

$$Q_{нас.} = \frac{V}{t_{нас}} = \frac{\mu F h_{гр} 1000}{t_{нас} 86400} \quad (л/с)$$

Для расчета воспользоваться данными  $\mu$ ,  $h_{гр}$ , из таблицы 8.2.

## **3.Определение расхода на пополнение потерь на фильтрацию и испарение.**

При приближенных расчетах  $Q$  на пополнение потерь определяется по выражению:

$$Q_{п} = H \cdot F,$$

где:  $H$  – норма потерь, л/с\*га;

$F$  – площадь прудов, га.

Норма потерь принимается от 0,5 до 1.5 л/сек\*га в зависимости от зоны рыбоводства.

Таблица данных для расчета.

Таблица 8.3

Вариант №№	Рыбоводная зона	Категория пруда	Площадь пруда (га)	Коэффициент недостатка насыщения грунта, $\mu$	Глубина залегания грунтовых вод $h_{гр}$ , м
1	3	Нагульный	48.0	0.18	2.2
2	5	Нерестовый	0.1	0.10	3.0
3	1	Выростной	12,8	0.18	2.0
4	6	Летне-маточный	0,05	0.15	0.7
5	2	Карантинный	0.04	0.16	0.6
6	7	Летне-ремонтный	0.8	0.16	2.0
7	4	Нагульный	125.0	0.17	4.0

8	1	Выростной	10.5	0.18	2.0
9	3	Выростной	14.3	0.18	2.2
10	5	Нагульный	140.0	0.10	3.0

### Практическая работа №9 Гидравлический расчет донного водоспуска

Цель работы: научиться производить расчет диаметра трубы донного трубчатого водоспуска в зависимости от размера пруда и места его нахождения.

Донные водоспуски предназначены для полного сброса воды из прудов, перемещения рыбы в камеры рыбоуловителя, регулирования уровня воды в пруду, обеспечения водообмена.

Гидравлический расчёт донного водоспуска.

Необходимо подобрать диаметр трубы донного водоспуска. Для этого, необходимо рассчитать расход воды  $Q$ , пропускаемый водоспуском  $Q = F \cdot 10000 \text{ лср} / \text{тсп} \cdot 86400 \text{ (м}^3/\text{с)}$ ,

где:  $F$  - площадь пруда, га;

лср – средняя глубина пруда;

тсп – время спуска (принимается до 10 суток).

Затем необходимо определить напор, действующий на данный водоспуск.

$H = 2 - 2,5 \text{ м}$  (максимальная глубина нагульного пруда).

Имея все эти данные, по графику (рис 9.1) можно определить диаметр трубы (в мм).

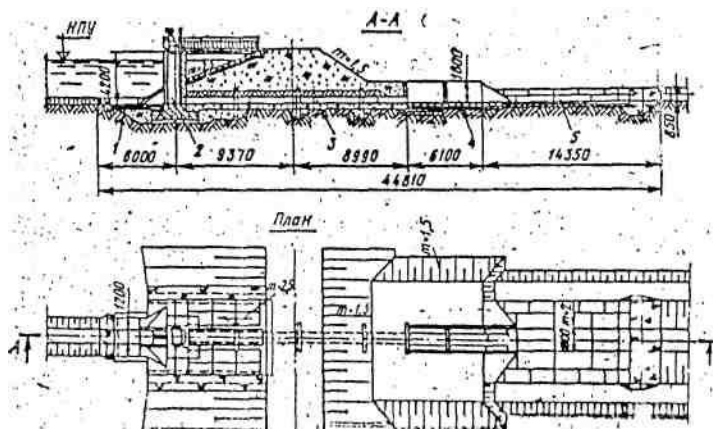


Рис. 9.1 Схема железобетонного донного водоспуска

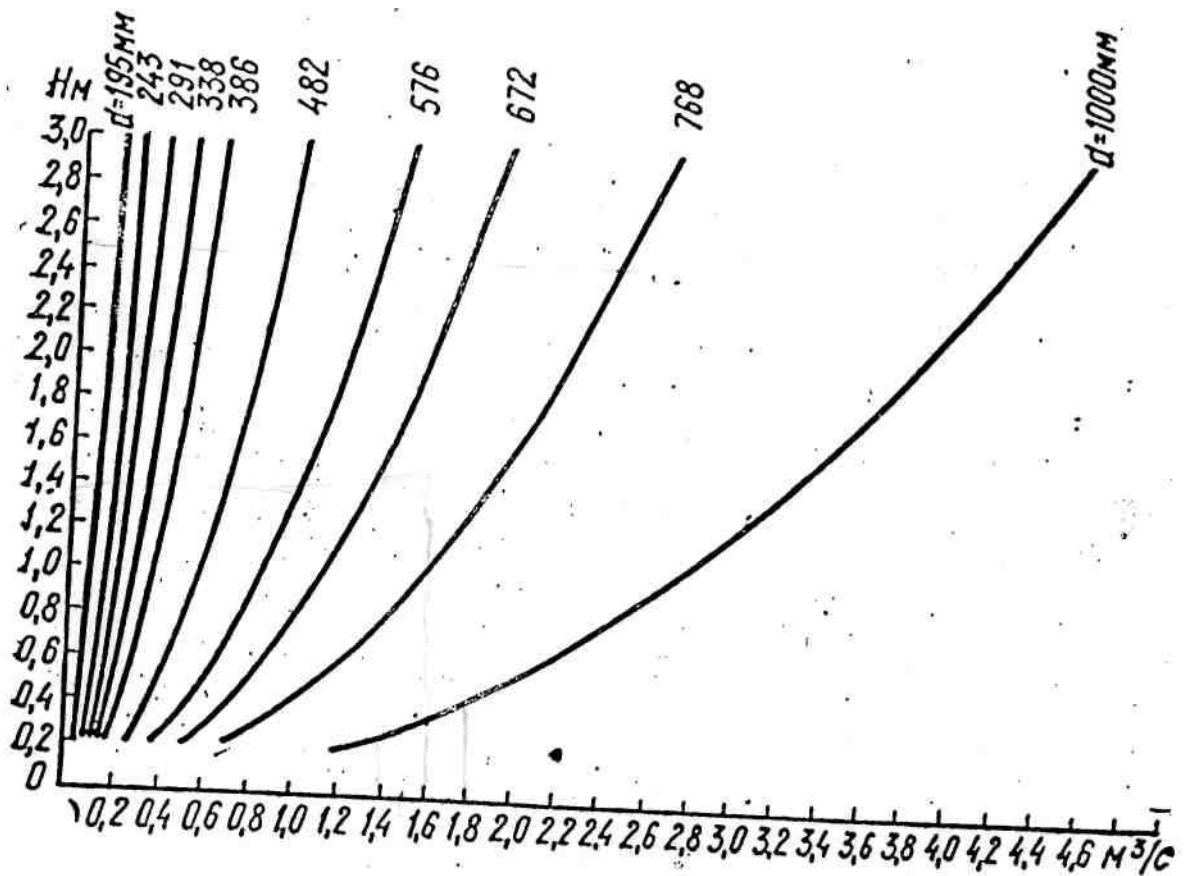


Рис.9.2 График пропускной способности донных водоспусков при различных напорах

Варианты данных для выполнения расчета.

Вариант №	Категория пруда	Площадь пруда ,га	Рыбоводная зона
1	Выростной	12	3
2	Нагульный „	38	2
3	Зимовальный	0,7	2
4	Летний маточный	0,3	1
5	Летний ремонтный	0,4	3
6	Карантинный	0,3	2
7	Выростной	14	1
8	Нагульный	42	2
9	Зимовальный	0,8	2
10	Летний маточный	0,2	3
11	Летний ремонтный	0,3	2
12	Карантинный	0,4	2
13	Нерестовый	0,1	3
14	Выростной	15	2
15	Нагульный	26	3
17	Зимовальный	0,6	2
18	Летний маточный	0,2	2
19	Летний ремонтный	0,1	2
20	Нагульный	48	1

Литература: Р.П.Мамонтова «Рыбохозяйственная гидротехника» стр.183-188.

## Практическая работа № 10

### Составление схемы устройства и размещения рыбоуловителей нагульных и выростных прудов.

Рыбоуловитель представляет собой ряд гидротехнических сооружений, предназначенных для концентрации, кратковременного содержания и вылова выращенной в нагульных и выростных прудах рыбы.

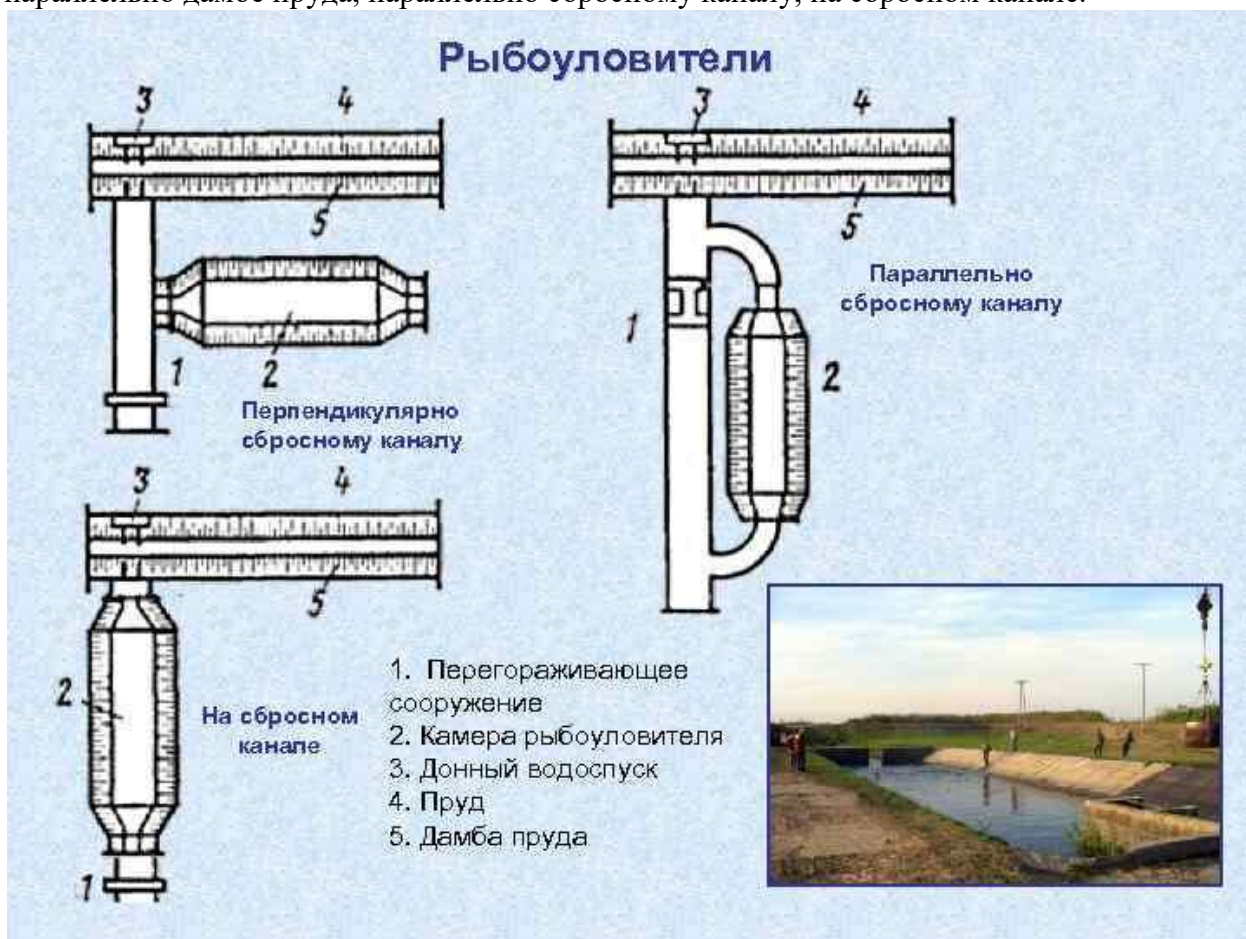
К гидротехническим сооружениям рыбоуловителя относятся перегораживающее сооружение на сбросном канале с рыбозаградительными решетками, водовыпуск в рыбоуловитель, бассейн рыбоуловителя, водовыпуск из рыбоуловителя.

Рыбоуловитель строят ниже донного водоспуска, вблизи рыбоуловителя располагают площадку для размещения механизмов и оборудования для облова, сортировки, взвешивания и погрузки рыбы.

В зависимости от срока содержания рыбы в рыбоуловителе и ее количества предусматривают устройства для водообмена и аэрации.

**Упражнение 1.** Составить схему двухлоткового рыбоуловителя.

**Упражнение 2.** Рассмотреть и вычертить схемы размещения рыбоуловителей параллельно дамбе пруда, параллельно сбросному каналу, на сбросном канале.



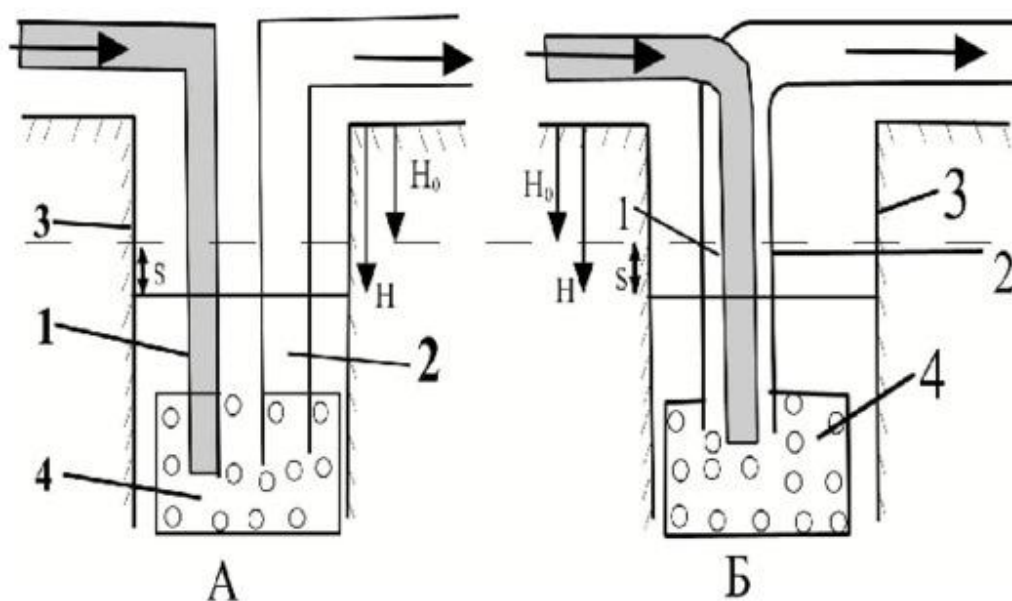
## Практическая работа № 11

### Изучение принципа работы и вычерчивание схемы эрлифта.

Для механизации облова рыбы в качестве выгрузного механизма применяют эрлифты (воздушные подъемники).

Эрлифт представляет собой трубу, в нижней части которой находится форсунка (смесительная камера), в которую подается воздух по воздухопроводу, подключенному к компрессору. Внутренняя стенка камеры рыбоуловителя перфорирована, поэтому воздух проникает в трубопровод сквозь отверстия и, поднимаясь, увлекает за собой рыбу. Высота подъема воздушной смеси в трубе эрлифта зависит от глубины погружения форсунки.

. СХЕМЫ ЭРЛИФТА А - СИСТЕМА РЯДОМ, Б - СИСТЕМА ВНУТРИ  
1. ВОЗДУХОПРОВОДНАЯ ТРУБА; 2. ВОДОПОДЪЕМНАЯ ТРУБА; 3. ОБСАДНАЯ КОЛОННА; 4. СМЕСИТЕЛЬ



Простота устройства, надежность работы, отсутствие движущихся частей позволяет использовать эрлифты для подъема рыбы при ее выгрузке.

Литература. Практикум по рыбохозяйственной гидротехнике. З.С.Голубева

## Практическая работа № 12

### Эксплуатация и ремонт основных гидротехнических сооружений.

Для организации правильной технической эксплуатации рыбоводных предприятий внутрихозяйственной службе эксплуатации необходимо иметь следующую документацию:

- акт приемки рыбоводного предприятия в постоянную эксплуатацию;
- утвержденный проект, по которому построено рыбоводное предприятие;
- схему рыбоводного предприятия в границах землепользования;
- акты на скрытые работы, продольные и поперечные профили дамб, каналов;
- ведомости креплений откосов земляных сооружений;
- заводские инструкции по обслуживанию оборудования;
- должностные инструкции для работников предприятия;
- журналы регистрации ознакомления персонала с правилами техники безопасности и производственной санитарии;
- правила технической эксплуатации рыбоводного предприятия;
- акты и ведомости осмотров и ремонтов ГТС.

#### Дефектная ведомость

№ п\п	Наименование пунктов	Содержание пунктов
1	Номер пруда	
2	Наименование сооружения	
3	Описание повреждения	
4	Причина повреждения	
5	Наименование работ по ремонту сооружений	
6	Единица измерения	
7	Объем работ по ремонту	
8	Стоимость единицы , руб.	
9	Общая стоимость ,руб	
10	Наименование механизмов необходимых для ремонта	
11	Методы производства работ по ремонту	

Исправное состояние сооружений и увеличение срока их службы обеспечивается регулярным ремонтом. Контроль качества ремонтно-эксплуатационных работ возлагается на инженерно-технический персонал предприятия. Отремонтированные сооружения сдают и принимают в эксплуатацию в соответствии с положениями и требованиями СНиП, комиссией составляется акт приемки в эксплуатацию отремонтированных сооружений.

**ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ  
ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ МОДУЛЮ  
«ПМ. 02 «ВОСПРОИЗВОДСТВО И ВЫРАЩИВАНИЕ РЫБЫ И ДРУГИХ  
ГИДРОБИОНТОВ»**

**Информационное обеспечение обучения**

**Основная учебная литература:**

1. Аринжанов, А.Е. Рыбохозяйственная гидротехника: учебное пособие [Электронный ресурс]. / А.Е. Аринжанов, Е. Мирошникова, Ю. Килякова - Оренбург: ОГУ, 2014. - 236 с. — Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259190>.
2. Головина, Н.А. Практикум по ихтиологии: учебное пособие. / Н.А. Головина, Е.В. Авдеева, Е.Б. Евдокимова, О.В. Казимиченко, М.Ю. Котлярчук. — М.: «Моркнига» — 2016. —417 с. (40 экз).
3. Линник, В.Я. Справочник по болезням пресноводных, морских и аквариумных рыб: научное издание: в 2 ч. [Электронный ресурс]. / В.Я. Линник, П.А. Красочко, С.М. Дегтярик - Минск: Беларуская наука, 2017. - Ч. 2. - 263 с. - ISBN 978-985-08-2104-1; — Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=484009>.
4. Серпунин, Г.Г. Биологические основы рыбоводства: практикум/ Г.Г. Серпунин. — М.: Моркнига, 2015.-155с. (40 экз).
5. Тылик, К.В. Введение в профессию: учебное пособие. / К.В. Тылик. — М.:Моркнига, 2014. — 143с. (66 экз.).

**Дополнительная учебная литература:**

1. Ким, Г.Н. Марикультура: учебное пособие. / Г.Н. Ким, С.Е. Лескова, И.В. Матросова.- М.: Моркнига, 2014.— 273 с. (76 экз.)
2. Пономарев, С.В. Фермерское рыбоводство для предприятий среднего и малого бизнеса: учебник/ С.В. Пономарев, Л.Ю. Лагуткина.— М.: Моркнига,2015.- 550с. (24 экз.)

**Официальные, справочно-библиографические и периодические издания:**

**а) официальные издания:**

- 1.Федеральный закон от 20.12.2004 № 166-ФЗ (ред. от 28.06.2014) «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» (с изменениями на 1 мая 2019 года) — Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901918398>

**б) справочно-библиографические издания:**

1. Беляев, В.И. Справочник рыбовода. / В.И. Беляев, — Минск «Урожай»,1975.— 192с. (2 экз.)

**в) периодические издания:**

1. Журнал «Вопросы ихтиологии». — 2018. — Т. 58. — № 1-6 (1 экз.)
2. Журнал «Рыбное хозяйство». — 2018. — № 1-6 (1 экз.)
3. Журнал «Рыбоводство и рыбное хозяйство». — 2014. — № 1-12 (1 экз.)
4. Журнал «Рыболов». — 2014. — № 1-12 // Видеоприложение к журналу «Рыбное хозяйство» на DVD диске (1 экз.)
5. Журнал «Рыболов-Elite». — 2014. — № 1-6 // Видеоприложение к журналу «Рыбное хозяйство» на DVD диске (1 экз.)

**Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

1. Хохлова М.А. Методические указания к лабораторным занятиям профессионального модуля ПМ. 02 «Воспроизводство и выращивание рыбы и других гидробионтов» для обучающихся по специальности 35.02.09 Ихтиология и рыбоводство (базовая подготовка) [Электронный ресурс]./ М.А. Хохлова. – Рыбное, 2019. – 96с. Режим доступа: <http://portal-drti.ru>
2. Хохлова М.А. Методические указания к практическим занятиям профессионального модуля ПМ. 02 «Воспроизводство и выращивание рыбы и других гидробионтов» для обучающихся по специальности 35.02.09 Ихтиология и рыбоводство (базовая подготовка) [Электронный ресурс]./ М.А. Хохлова. – Рыбное, 2019. – 90 с. Режим доступа: <http://portal-drti.ru>

### Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- Официальный сайт Федерального агентства по рыболовству. Раздел Нормативно-правовая база. – <http://fish.gov.ru/>
- Департамент по рыболовству Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН. – <http://www.fao.org>
- Официальный сайт ФГБУН «Институт проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова Российской академии наук». Раздел Рыбы России. – <http://www.sevin.ru/vertebrates>
- Рыбоводство. Информационный портал. – <http://pisciculture.ru/>
- Литература по рыбоводству. Форум. – <https://biofermer.org/forum104/>

### Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем

#### *Перечень информационных технологий, используемых в учебном процессе*

Наименование программного обеспечения	Назначение
Образовательный портал Moodle	Образовательный портал ДРТИ построен на обучающей виртуальной среде Moodle и доступен по адресу <a href="http://www.portal-drti.ru">www.portal-drti.ru</a> из любой точки, имеющей подключение к сети Интернет, в том числе из локальной сети ДРТИ. Образовательный портал ДРТИ подходит как для организации online-классов, так и для традиционного обучения. Портал разделен на «открытую» (общедоступную) и «закрытую» части. Доступ к закрытой части осуществляется после предъявления персональной пары «логин-пароль». преподавателем или студентом.
Электронно-библиотечная система ДРТИ ФГБОУ ВО «АГТУ»	Обеспечивает доступ к электронно-библиотечным системам издательств, доступ к электронному каталогу книг, трудам преподавателей, учебно-методическим разработкам ДРТИ, периодическим изданиям.

#### *Возможность доступа к электронно-библиотечным системам*

Наименование электронного ресурса, адрес сайта	Назначение
ЭБС «Университетская библиотека on-line» <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>	Фонд библиотеки насчитывает издания более 160 крупнейших современных издательств, выпускающих учебную, научную и иную литературу. Каталог «Университетской библиотеки онлайн» содержит: новейшие грифованные учебники и учебные пособия научную, научно-популярную, художественную литературу; обучающие мультимедиа, схемы, тесты, тренажеры, презентации, карты и репродукции;

Наименование электронного ресурса, адрес сайта	Назначение
	<p>эсклюзивные издательские коллекции, включающие востребованную литературу гуманитарной, социальной, юридической, технической и экономической тематик. Имеется программа «Детектор плагиата», позволяющая выявлять нарушения авторских прав в Интернете. Работа может осуществляться из любого места, в котором имеется доступ к сети Интернет.</p>
<p>ЭБС Юрайт  <a href="https://www.biblio-online.ru">https://www.biblio-online.ru</a></p>	<p>Фонд ЭБС «Юрайт» – это более 5000 наименований учебников и учебных пособий для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОС. В ЭБС присутствует возможность: индивидуального неограниченного доступа пользователей к содержимому из любой точки, в которой имеется подключение к сети Интернет; одновременного индивидуального доступа пользователей к содержимому в соответствии с требованиями ФГОС; полнотекстового поиска по содержимому, формирования статистических отчетов по пользователям. Издания в ЭБС представлены с сохранением вида страниц (оригинальной верстки).</p>
<p>ЭБС издательства «Лань»  <a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a></p>	<p>ЭБС включает в себя как электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам.</p> <p>Предоставляет возможность круглосуточного дистанционного индивидуального пользования для каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет, адрес в сети Интернет, с возможностью просмотра и скачивания на сайте в он-лайн режиме.</p> <p>Предоставляет право доступа к отдельным коллекциям, в частности таким, как «Инженерно-технические науки – Издательство Лань», «Информатика – Издательство Лань», «Физкультура и Спорт – Издательство Физическая культура» ЭБС Лань.</p>

*Перечень лицензионного учебного программного обеспечения*

Наименование программного обеспечения	Назначение
КОМПАС-3D V15	Учебный комплект программного обеспечения КОМПАС-3D V15. Проектирование и конструирование в машиностроении.
ABBYY FineReader 8.0 Corporate Edition	Система оптического распознавания текста
STDU Viewer	Программа для просмотра электронных документов
Google Chrome, Opera	Браузер
Windows NT	Графические, интерактивные, многозадачные оперативные системы корпорации Microsoft
Dr.Web	Антивирусные программные продукты
Microsoft Office	Приложения – офисные редакторы для работы с текстовыми документами, электронными таблицами, электронными сообщениями, базами данных, изображениями и т.д.
Moodle	Образовательный портал ДРТИ ФГБОУ ВО «АГТУ»
7-zip	Архиватор

*Перечень информационных справочных систем*

<b>Наименование ИСС</b>	<b>Назначение</b>
ИСС «Консультант +»	Содержит российское и региональное законодательство, судебную практику, финансовые и кадровые консультации, консультации для бюджетных организаций, комментарии законодательства, формы документов, проекты нормативных правовых актов, международные правовые акты, правовые акты по здравоохранению, технические нормы и правила

Сведения об обновлении информационного обеспечения обучения представлены в локальной сети ДРТИ по адресу: \Base\192.168.10.10\для обмена по дфагту\ИТ в обучении

## **ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

Лабораторная тетрадь для Темы 1.1 Ихтиофауна морских и пресноводных водоёмов

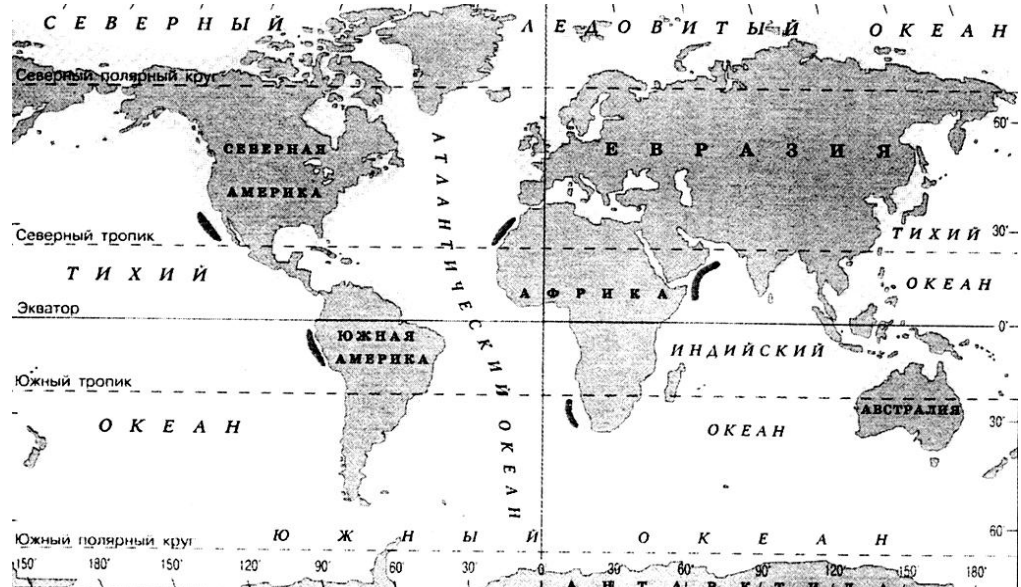
Отряд: .....

Семейство: .....

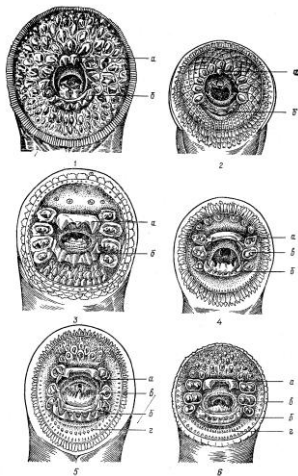
Род: .....

Вид: .....

Ареал:



Внешний вид:



Отличительные признаки:

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....

Выполнил					
Проверил					

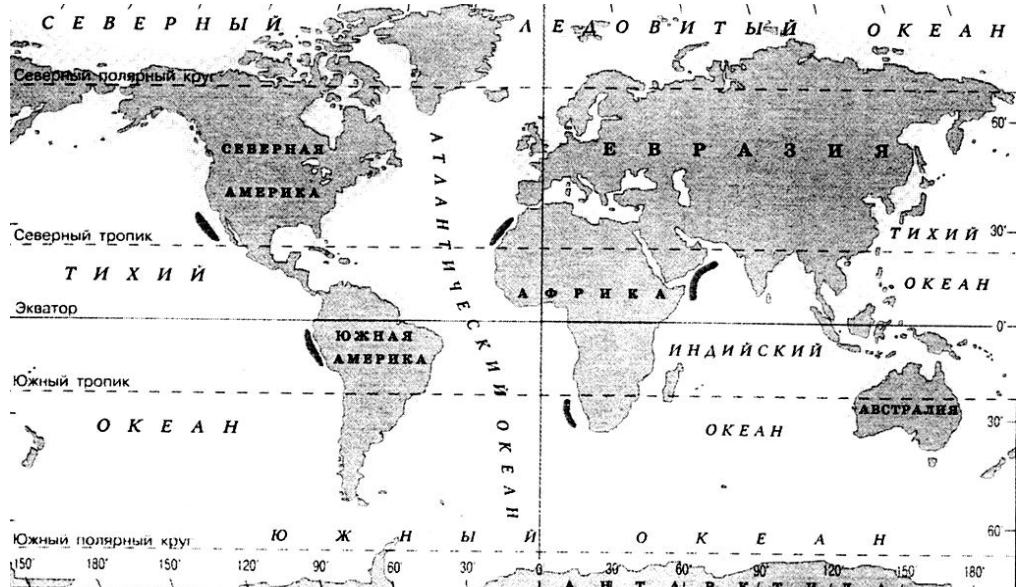
Отряд: .....

Семейство: .....

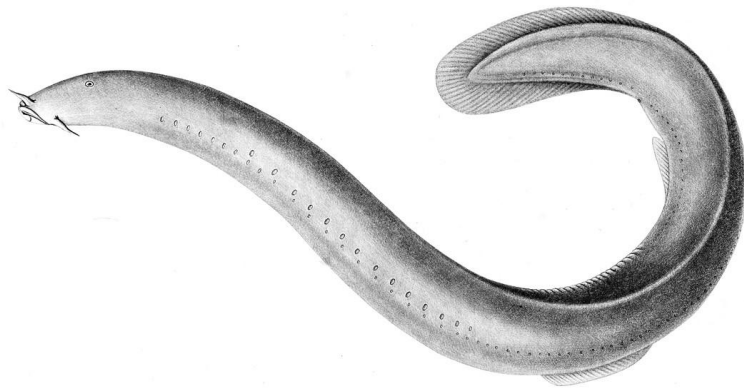
Род: .....

Вид: .....

Ареал:



Внешний вид:



Отличительные признаки:

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....

Выполнил					
Проверил					
		подпись	дата		

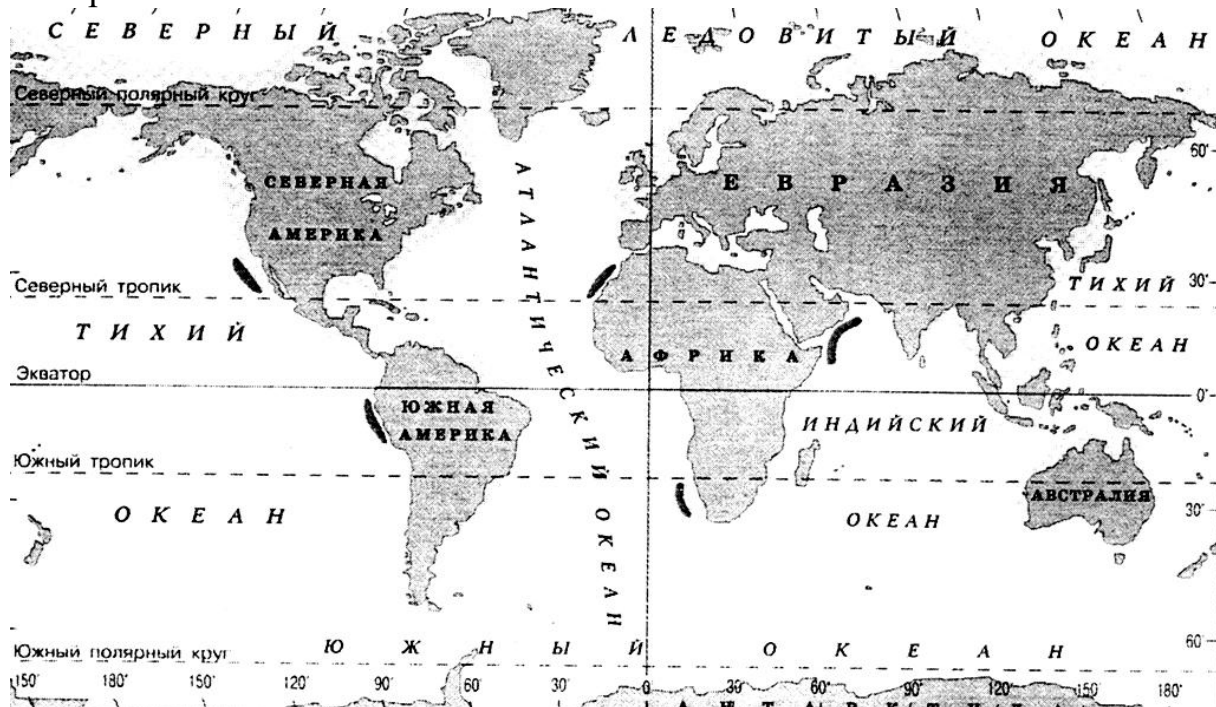
Отряд: .....

Семейство: .....

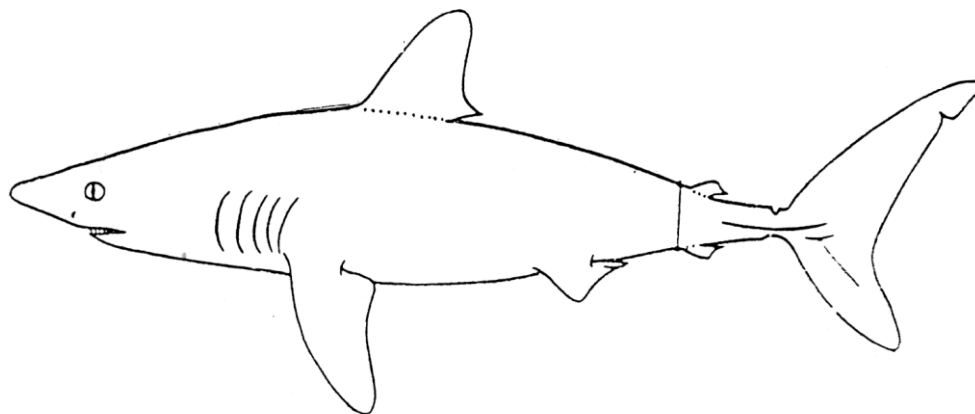
Род: .....

Вид: .....

Ареал:



Внешний вид:



Отличительные признаки:

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....

Выполнил					
Проверил					
		подпись	дата		

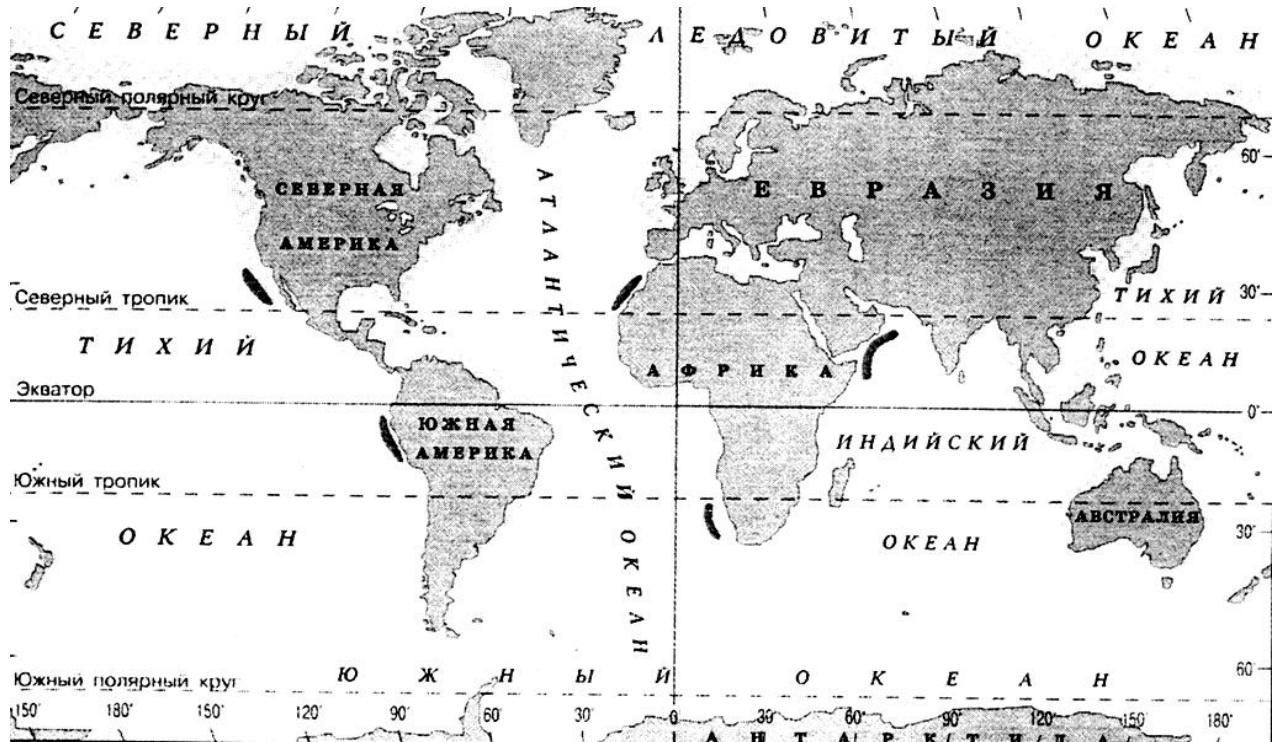
Отряд: .....

Семейство: .....

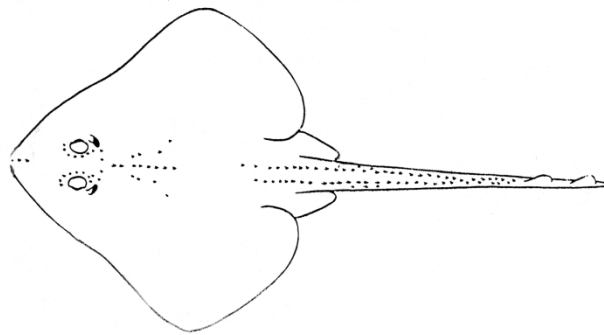
Род: .....

Вид: .....

Ареал:

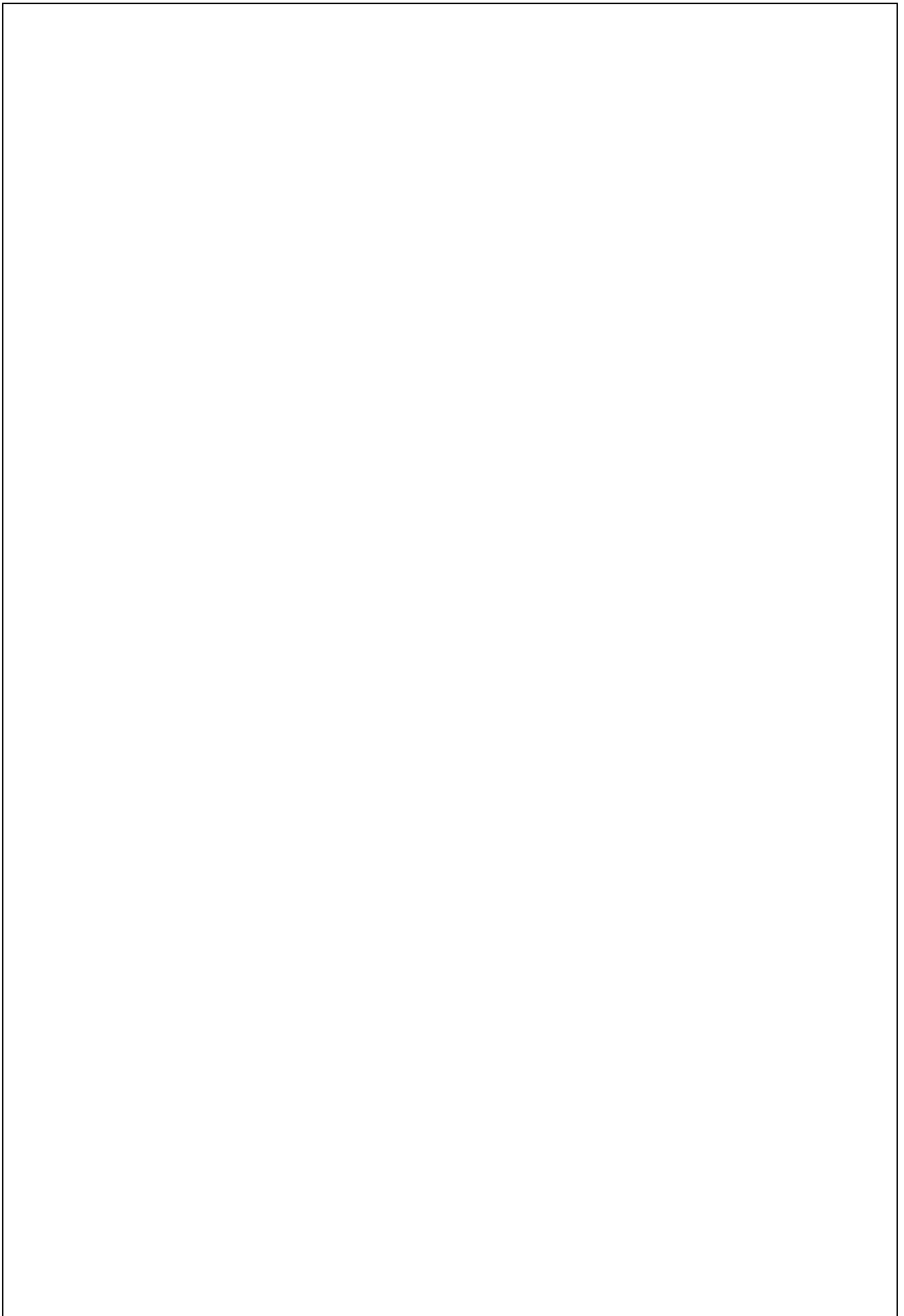


Внешний вид:



Отличительные признаки:

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....



Выполнил					
Проверил					
		подпись	дата		

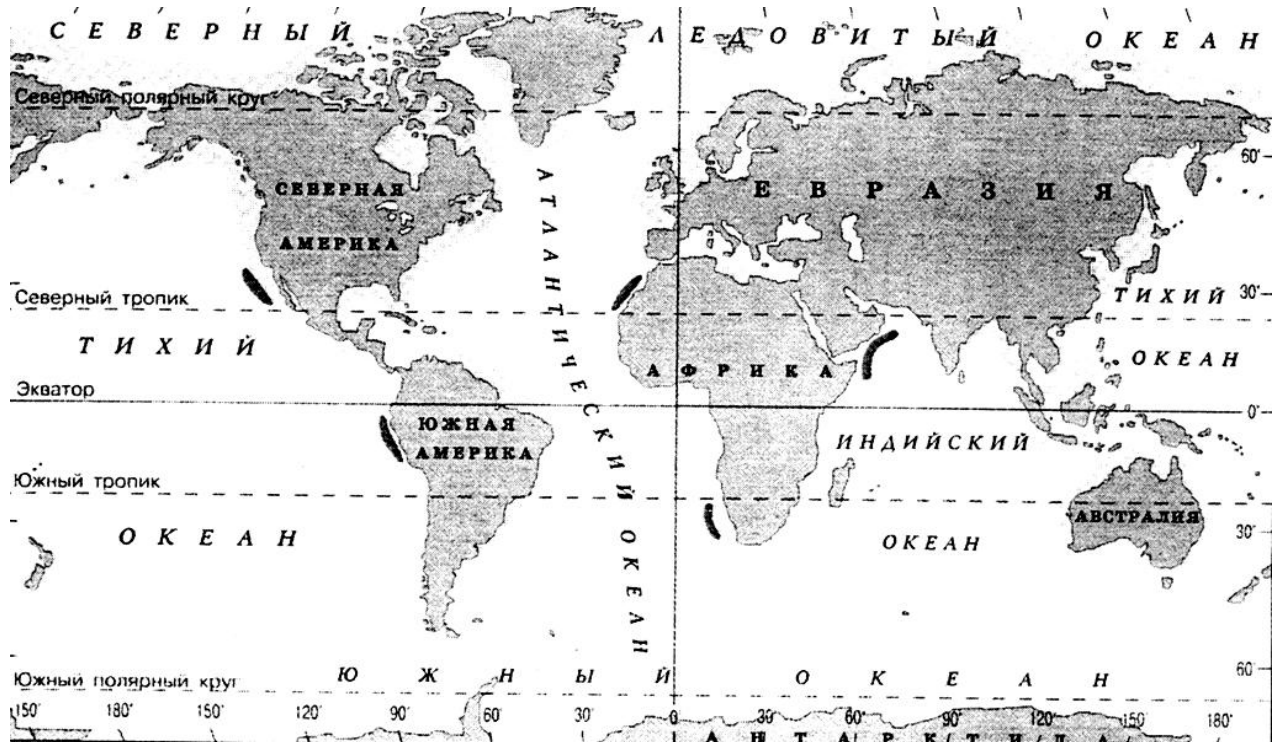
Отряд: .....

Семейство: .....

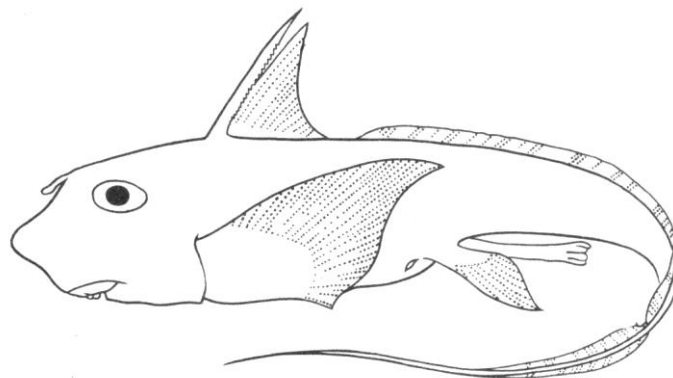
Род: .....

Вид: .....

Ареал:

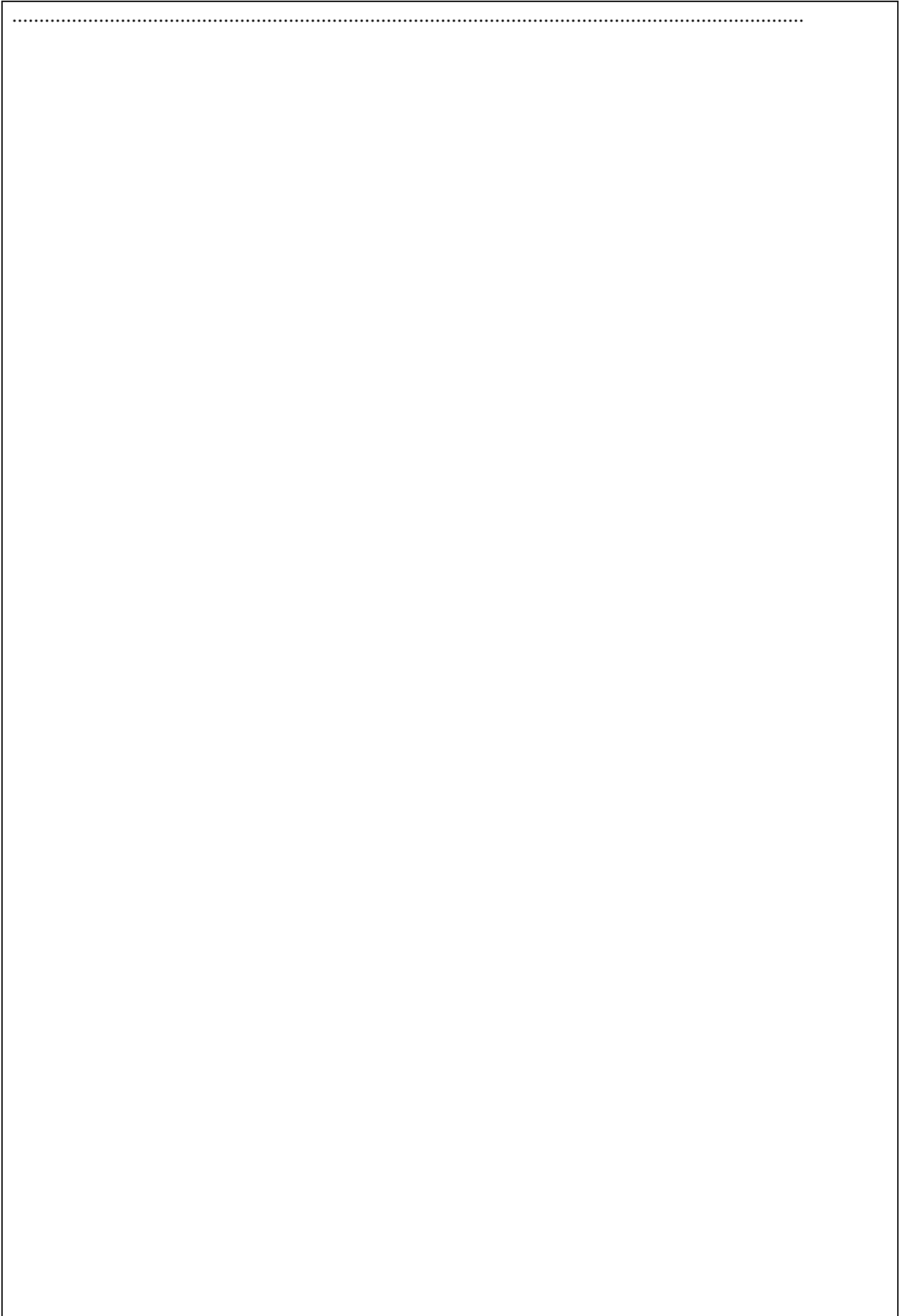


Внешний вид:



Отличительные признаки:

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....



Выполнил					
Проверил					
		подпись	дата		

Отряд: .....

Семейство: .....

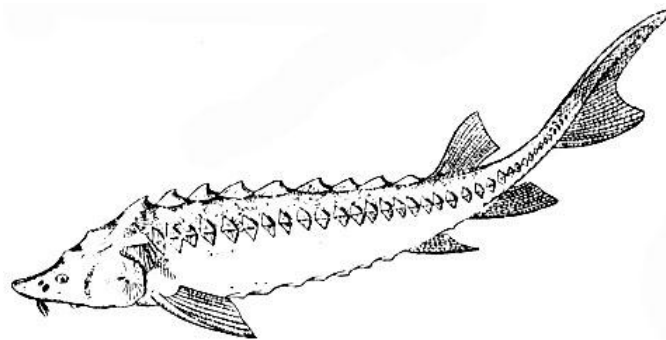
Род: .....

Вид: .....

Ареал:



Внешний вид:



Отличительные признаки:

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....



Выполнил					
Проверил					
		подпись	дата		

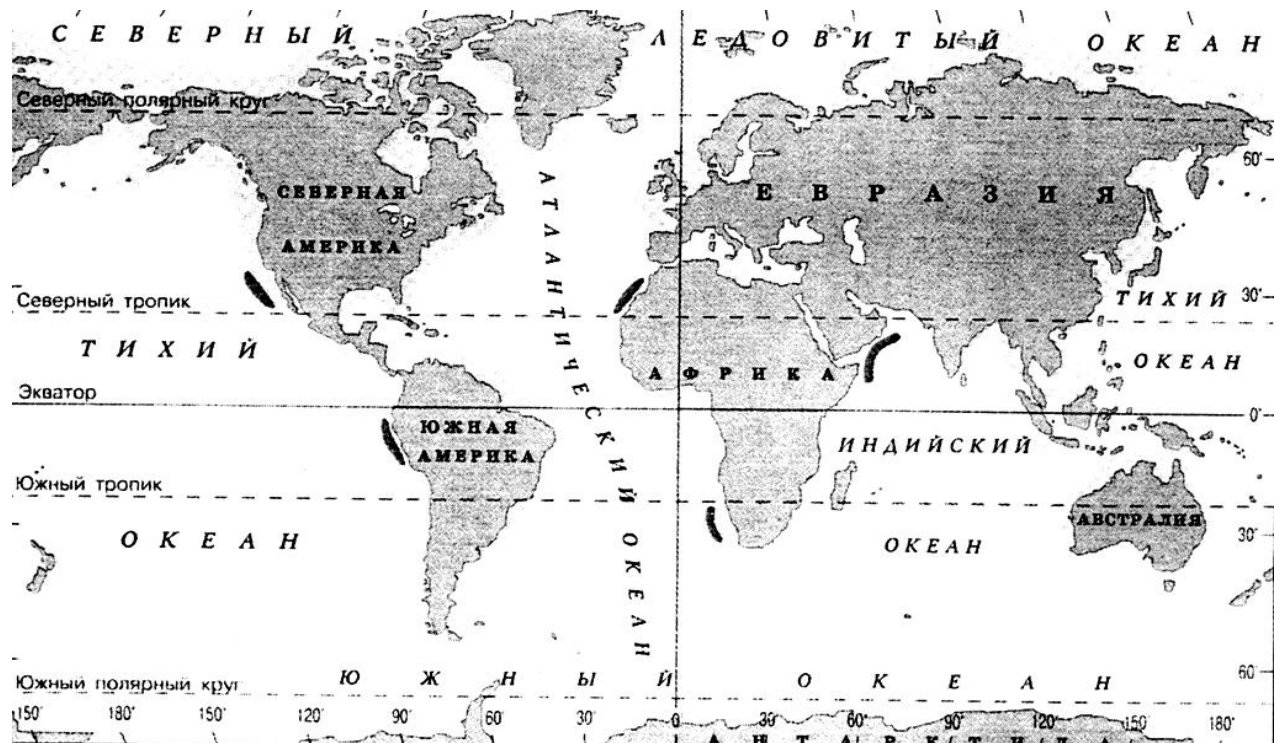
Отряд: .....

Семейство: .....

Род: .....

Вид: .....

Ареал:



Внешний вид:



Отличительные признаки:

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....

Выполнил					
Проверил					
		подпись	дата		

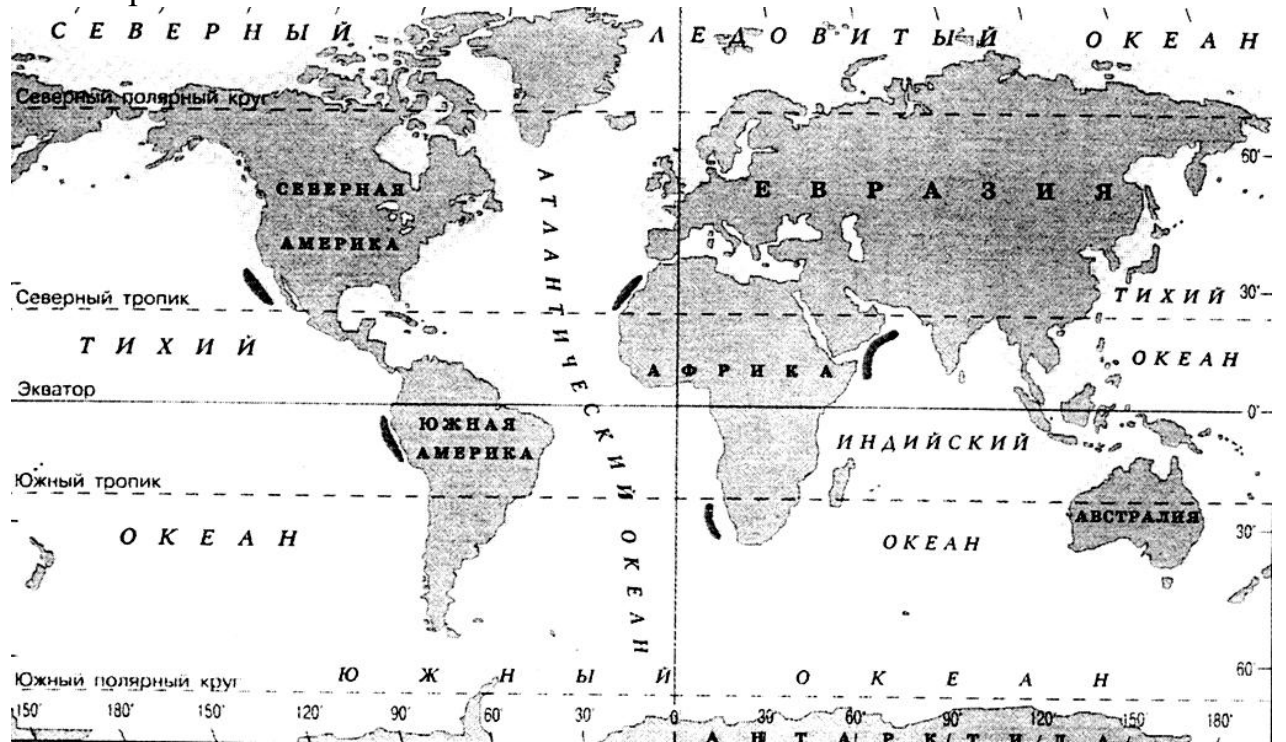
Отряд: .....

Семейство: .....

Род: .....

Вид: .....

Ареал:



Внешний вид:



Отличительные признаки:

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....

Выполнил					
Проверил					
		подпись	дата		