

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Департамент научно-технологической политики и
рыбхозяйственного комплекса
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Волгоградский государственный аграрный университет»

**Ранделин Д.А.
Дикусаров В.Г.
Новокщенова А.И.
Агапова В.Н.**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к лабораторным работам
по дисциплине «Зоология»**

для обучающихся по направлению подготовки
25.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура»
(программа подготовки –прикладной бакалавриат)

Часть 1



Волгоград
Волгоградский ГАУ
2021

**УДК
ББК**

Рецензент –

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Кормление и разведение с.-х. животных» *Е.А. Липова*

Ранделин, Дмитрий Александрович

И- 34 Зоология, часть 1: методические указания по изучению дисциплины по направлению подготовки 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура» (программа подготовки – прикладной бакалавриат) / Д.А. Ранделин, А.И. Новокщенова, Дикусаров В.Г., В.Н. Агапова. – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2021. — 37 с.

Методические указания являются руководством по изучению дисциплины «Зоология».

Рекомендованы обучающимся по направлению подготовки 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура» (программа подготовки – прикладной бакалавриат).

Рекомендовано методической комиссией факультета биотехнологии и ветеринарной медицины ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (протокол № от _____ 2021г.)

УДК 575
ББК 28.4

© ФГБОУ ВО Волгоградский государственный аграрный университет, 2021

© Д.А. Ранделин, Дикусаров В.Г.,
А.И. Новокщенова, В.Н. Агапова.

Введение

Зоология, практическое значение которой определяется огромным

вкладом в развитие лесного и сельского хозяйства, промышленного использования биоресурсов и медицины, идет вперед семимильными шагами. Постоянная селекционная практика на основе зоологии и генетики способствует получению новых, высокопродуктивных пород животных.

Сегодня большого распространения получили аква -и зоокультуры, генетически модифицированные организмы. Эффект их использования постоянно изучается и контролируется зоологическими исследованиями.

На зоологию возлагаются надежды по созданию биологических методов борьбы с животными-вредителями, по минимизации биоповреждений, совершенствованию профилактических мер против паразитарных и природноочаговых заболеваний.

Сотрудничая с биохимией, молекулярной биологией, микробиологией, зоология ищет пути борьбы с такими заболеваниями как птичий грипп, коровье бешенство. Также зоологи занимаются исследованием характера и уровня антропогенных загрязнений, выявляя нефтепродукты, радиоактивные материалы, тяжелые металлы. Они оценивают и проводят мероприятия по реинтродукции, интродукции и акклиматизации животных.

Зоология сделала значительный вклад в разработку практических и научных аспектов охраны природы, позволяет понять законы развития общества.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.

.....	3
Тема 1. СТРОЕНИЕ КЛЕТКИ. ПОСТОЯННЫЕ, НЕПОСТОЯННЫЕ КОМПОНЕНТЫ И ОРГАНОИДЫ КЛЕТКИ (СВЕТОВОЙ МИКРОСКОП)	4
.....	
Тема 2. ПОДЦАРСТВО ОДНОКЛЕТОЧНЫЕ, ИЛИ ПРОСТЕЙШИЕ (PROTOZOA)	6
.....	
Тема 3. ПОДЦАРСТВО МНОГОКЛЕТОЧНЫЕ (METAZOA) ТИП КИШЕЧНОПОЛОСТНЫЕ (COELENTERATA)	9
.....	
Тема 4. ТИП ПЛОСКИЕ ЧЕРВИ (<i>PLATHELMINTHES</i>) КЛАССЫ СОСАЛЬЩИКИ (<i>TREMATODA</i>) И МОНОГЕНЕИ (<i>MONOGENEA</i>).....	12
Тема 5. ТИП ПЛОСКИЕ ЧЕРВИ (<i>PLATHELMINTHES</i>) КЛАСС ЛЕНТОЧНЫЕ ЧЕРВИ (<i>CESTODA</i>)	15
.....	
Тема 6. ТИП КРУГЛЫЕ ЧЕРВИ (<i>NEMATHELMINTHES</i>) КЛАСС НЕМАТОДЫ (<i>NEMATODA</i>) КЛАСС СКРЕБНИ (<i>ACANTHOCEPHALA</i>)	18
.....	
Тема 7. ТИП КОЛЬЧАТЫЕ ЧЕРВИ (<i>ANNELIDAE</i>)	21

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 1

**ТЕМА: СТРОЕНИЕ КЛЕТКИ. ПОСТОЯННЫЕ, НЕПОСТОЯННЫЕ
КОМПОНЕНТЫ И ОРГАНОИДЫ КЛЕТКИ (СВЕТОВОЙ**

МИКРОСКОП

Цель занятия: изучить и зарисовать основные компоненты и органоиды клетки, различные виды животных клеток.

Материальное обеспечение микроскоп, фиксированные микропрепараты.

Задание 1. Познакомится со структурной системой цитоплазмы (табл. 1). Рассмотреть клетки с эндоплазматической сетью. Найти каналы эндоплазматического ретикулума и расположенные на нем гранулы-рибосомы. Изучить строение митохондрий, зарисовать, обозначив двойную мембрану и кристы. Познакомиться со схемой строения аппарата Гольджи. Зарисовать лизосомы, клеточный центр (рис. 1).

Задание 2. Строение ядра (табл. 2). Зарисовать ядро, отметив двойную мембрану, ядрышко, кариоплазму и поры.

Задание 3. Рассмотрите формы клеток различных тканей животного, зарисуйте их (рис. 2).

Задание 4. Сравните строение растительной и животной клетки, перечислите общие признаки, самостоятельно заполните таблицу 3.

Задание 5. Перечислите органоиды общего и специального назначения (отметьте их знаком «+» в соответствующей графе таблицы 4), заполните таблицы 5, 6.

Таблица 1 - Строение клетки. Структурная система цитоплазмы

Органеллы	Строение	Функции
1	2	3
Наружная клеточная мембрана	Ультрамикроскопическая плёнка, состоящая из двух молекулярных слоёв белка и расположенного между ними бимолекулярного слоя липидов. Цельность липидного слоя может прерываться белковыми молекулами - «порами»	Изолирует клетку от окружающей среды, обладает избирательной проницаемостью, регулирует процесс поступления веществ в клетку; обеспечивает обмен веществ и энергии с внешней средой, способствует соединению клеток в ткани, участвует в пиноцитозе и фагоцитозе
Эндоплазматическая сеть (ЭС)	Ультрамикроскопическая система мембран, образующих трубочки, каналы, цистерны, пузырьки. Строение мембран универсальное (как и наружной), вся сеть объединена в единое целое с наружной мембраной ядерной оболочки и наружной клеточной мембраной. Гранулярная ЭС несёт	Обеспечивает транспорт веществ как внутри клетки, так и между соседними клетками. Делит клетку на отдельные секции, в которых одновременно происходят различные физиологические процессы и химические реакции. Гранулярная ЭС участвует в синтезе белка. В каналах ЭС образуются сложные молекулы белка, синтезируются жиры, транспортируется АТФ

	рибосомы, гладкая - лишена их	
Рибосомы	Ультрамикроскопические органеллы округлой или грибовидной формы, состоящие из двух частей - субъединиц. Не имеют мембранного строения, состоят из белка и р-РНК. Образуются в ядрышке. Объединяются вдоль молекулы и-РНК в цепочки - полирибосомы - в цитоплазме	Универсальные органеллы всех клеток животных и растений. Находятся в цитоплазме в свободном состоянии или на мембранах ЭС; кроме того, содержатся в митохондриях и хлоропластах. В рибосомах синтезируются белки по принципу матричного синтеза; образуется полипептидная цепочка - первичная структура молекулы белка

Митохондрии	Микроскопические органеллы, имеющие двухмембранное строение, внешняя мембрана гладкая, внутренняя - образует различной формы выросты - кристы. В матриксе митохондрии находятся ферменты, рибосомы, ДНК, РНК	Универсальная органелла, дыхательный и энергетический центр. В процессе кислородного (окислительного) этапа диссимиляции в матриксе с помощью ферментов происходит расщепление органических веществ с освобождением энергии, которая идет на синтез АТФ (на кристах)
Лейкопласты	Микроскопические органеллы, имеющие двухмембранное строение. Внутренняя мембрана образует 2-3 выроста. Форма округлая. Бесцветны	Характерны для растительных клеток. Служат местом отложения запасных питательных веществ, главным образом крахмальных зерен. На свету их строение усложняется и они преобразуются в хлоропласты. Образуются из пропластид
Хлоропласты	Микроскопические органеллы, имеющие двухмембранное строение. Наружная мембрана гладкая. Внутренняя образует систему двухслойных пластин - тилакоидов стромы и тилакоидов гран. В мембранах тилакоидов гран между слоями молекул белков и липидов сосредоточены пигменты - хлорофилл и каротиноиды. В белково-липидном матриксе находятся собственные рибосомы, ДНК, РНК. Форма хлоропластов чечевицеобразная. Окраска	Характерны для растительных клеток. Органеллы фотосинтеза, способные создавать из неорганических веществ (CO_2 и H_2O) при наличии световой энергии и пигмента хлорофилла органические вещества - углеводы и свободный кислород. Синтез собственных белков. Могут образоваться из пропластид или лейко-пластов, а осенью перейти в хромопласты (красные и оранжевые плоды, красные и желтые листья)

	зеленая	
Хромопласты	Микроскопические органеллы, имеющие двухмембранное строение. Собственно хромопласты имеют шаровидную форму, а образовавшиеся из хлоропластов принимают форму кристаллов каротиноидов. Окраска красная, оранжевая, желтая	Характерны для растительных клеток. Придают лепесткам цветков окраску, привлекательную для насекомых-опылителей. В осенних листьях и зрелых плодах, отделяющихся от растения, содержатся кристаллические каротиноиды — конечные продукты обмена
Аппарат Гольджи	Микроскопические одномембранные органеллы, состоящие из стопочки плоских цистерн, по краям которых ответвляются трубочки, отделяющие мелкие пузырьки	Наиболее подвижная и изменяющаяся органелла. В цистернах накапливаются продукты синтеза, распада и вещества, поступившие в клетку, а также вещества, выводимые из клетки. Упакованные в пузырьки, они поступают в цитоплазму: одни используются, другие выводятся наружу. В растительной клетке участвует в построении клеточной стенки
Лизосомы	Микроскопические одномембранные органеллы округлой формы. Их число зависит от жизнедеятельности клетки и ее физиологического состояния. В лизосомах находятся лизирующие (растворяющие) ферменты, синтезированные на рибосомах (до 30 ферментов)	Переваривание пищи, попавшей в животную клетку при фагоцитозе и пиноцитозе. Защитная функция. В любых клетках осуществляют автолиз (саморастворение органелл), особенно в условиях пищевого или кислородного голодания. У растений растворяются органеллы при образовании пробковой ткани, сосудов древесины

Клеточный центр	Ультрамикроскопическая органелла немембранного строения. Состоит из двух центриолей. Каждая имеет цилиндрическую форму, стенки образованы девятью триплетами трубочек, а в середине находится однородное вещество. Центриоли расположены перпендикулярно друг к другу	Принимает участие в делении клеток животных и низших растений. В начале деления центриоли расходятся к полюсам клетки. От центриолей к центромерам хромосом отходят нити веретена деления. В анафазе эти нити притягивают хроматиды к полюсам. После деления центриоли остаются в дочерних клетках, удваиваются, образуют клеточный центр
Органоиды движения	Реснички - многочисленные цитоплазматические выросты на поверхности мембраны	Удаление частичек пыли (реснитчатый эпителий верхних дыхательных путей), передвижение (одноклеточные организмы)

	Жгутики - единичные цитоплазматические выросты на поверхности клетки	Передвижение (спермазоиды, зооспоры, одноклеточные организмы)
	Ложные ножки (псевдоподии) - амебовидные выступы цитоплазмы	Образуются у животных в разных местах цитоплазмы для захвата пищи, для передвижения
	Миофибриллы - тонкие нити до 1 см длиной и больше	Служат для сокращения мышечных волокон, вдоль которых они расположены
	Цитоплазма, осуществляющая струйчатое и круговое движение	Перемещение органелл клетки по отношению к источнику света (при фотосинтезе), тепла, химического раздражителя

Таблица 2 – Структурная система ядра

Структуры	Строение	Функции
Ядерная оболочка (кариолемма)	Двухслойная пористая. Наружная мембрана переходит в мембраны ЭС. Свойственна всем клеткам животных и растений, кроме бактерий и синезеленых, которые не имеют ядра	Отделяет ядро от цитоплазмы. Регулирует транспорт веществ из ядра в цитоплазму (РНК, субъединицы рибосом) и из цитоплазмы в ядро (белки, жиры, углеводы, АТФ, вода, ионы)
Ядрышко	Шаровидное тело, напоминающее клубок нитей. Состоит из белка и РНК. Образуется на вторичной перетяжке ядрышковой хромосомы. При делении клеток распадается	Формирование половинок рибосом из рРНК и белка. Половинки (субъединицы) рибосом через поры в ядерной оболочке выходят в цитоплазму и объединяются в рибосомы
Ядерный сок (кариоплазма)	Полужидкое вещество, представляющее коллоидный раствор белков, нуклеиновых кислот, углеводов, минеральных солей.	Участвует в транспорте веществ и ядерных структур, заполняет пространство между ядерными структурами; во время деления смешивается с цитоплазмой

Хромосомы (хроматин)	В интерфазной клетке хроматин имеет вид мелкозернистых нитевидных структур, состоящих из молекул ДНК и белковой обкладки. В делящихся клетках хроматиновые структуры спирализуются и образуют хромосомы. Хромосома состоит из двух хроматид и после деления ядра становится однохроматидной. К началу следующего деления у каждой хромосомы достраивается вторая хроматида. Хромосомы имеют первичную перетяжку с центромерой; перетяжка делит хромосому на два плеча одинаковой или разной длины. У ядрышковых хромосом есть вторичная перетяжка	Хроматиновые структуры - носители ДНК. ДНК состоит из участков - генов, несущих наследственную информацию и передающихся от предков к потомкам через половые клетки. Совокупность хромосом, а, следовательно, и генов половых клеток родителей передается детям, что обеспечивает устойчивость признаков, характерных для данной популяции, вида. В хромосомах синтезируются ДНК, РНК, что служит необходимым фактором передачи наследственной информации при делении клеток и построении молекул белка

Таблица 3 – Сравнение растительной и животной клетки

Признаки	Растительная клетка	Животная клетка
Пластиды		
Способ питания		
Синтез АТФ		
Клеточный центр		
Целлюлозная клеточная стенка		
Включения		
Вакуоли		

Таблица 4 – Назначение органоидов

Органоиды	Назначение	
	общее	специальное
Митохондрии		
Рибосомы		
Пульсирующие вакуоли		
Эндоплазматическая сеть		
Реснички		
Пластиды		
Миофибриллы		
Псевдоподии		
Пищеварительные вакуоли		
Клеточный центр		

Таблица 5 – Отличительные признаки про- и эукариотических клеток
(отметьте их знаком «+» в соответствующей графе таблицы)

Признак	Прокариоты	Эукариоты

Цитоплазматическая мембрана		
Клеточная стенка		
Митохондрии		
Комплекс Гольджи		
Лизосомы		
Рибосомы		
Ядерная оболочка		
Хромосомы		

Таблица 6 – Различие ДНК и РНК по химическим компонентам (отметьте их знаком «+» в соответствующей графе таблицы)

Химический компонент	ДНК	РНК
Дезоксирибоза		
Рибоза		
Остаток фосфорной кислоты		
Аденин		
Гуанин		
Цитозин		
Тимин		
Урацил		

Рисунок 2 – Различные формы клеток животного

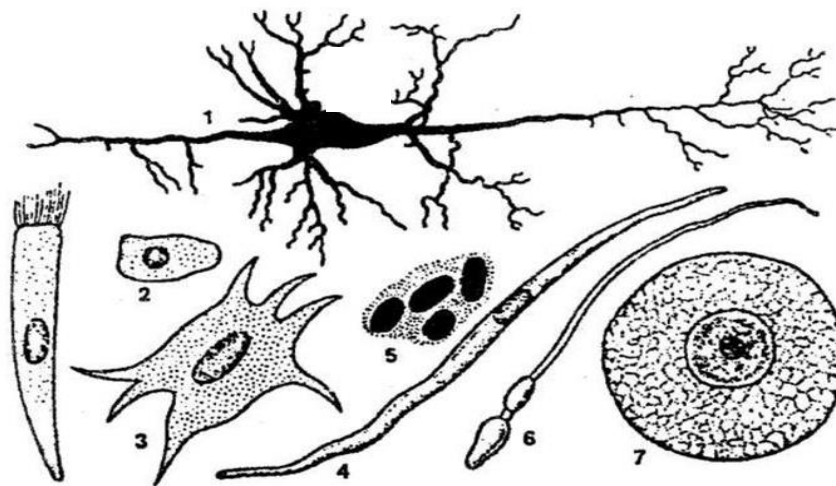


Рисунок 2 – Различные формы клеток животного

1 – нервная клетка; 2 - клетка эпителия; 3 – клетка соединительной ткани; 4 - гладкая мышечная клетка; 5 – эритроцит; 6 – сперматозоид; 7 – яйцеклетка.

Рисунок 1. Схема строения животной клетки

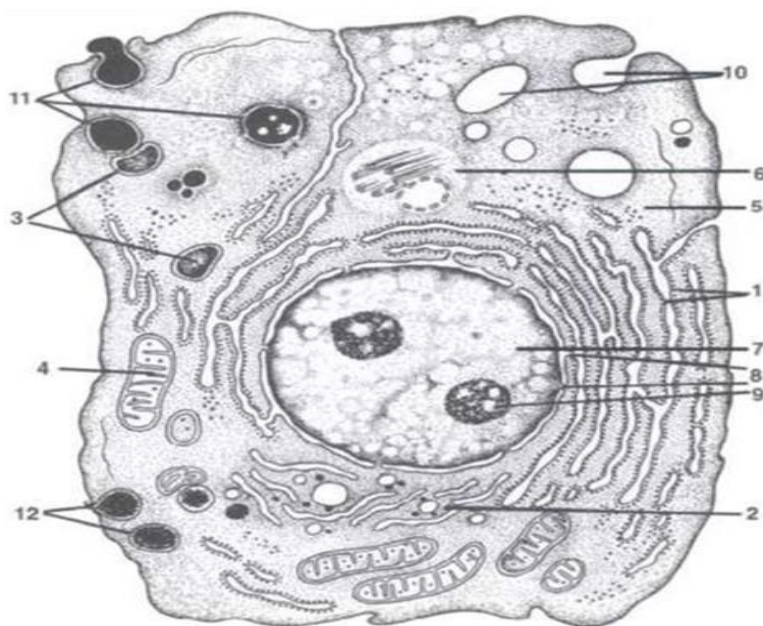


Рисунок 1 –
Схема строения
животной клетки

- 1 –
эндоплазматическая
сеть (ЭПС); 2 – аппарат
Гольджи; 3 – лизосома;
4 – митохондрии
ядерная оболочка; 5 –
рибосомы; 6 –
центриоли; 7 – ядро и в
нем; 8 – ядерная
оболочка; 9 – ядрышко;
10 – пиноцитарные
пузырьки; 11 –
фагосомные вакуоли; 12 – секреторные пузырьки

Вопросы для самоконтроля

1. Какие химические элементы входят в состав клетки? Какие неорганические вещества входят в состав клетки? Каково значение воды для жизнедеятельности клетки? Какие соли входят в состав клетки?
2. Какие органические вещества входят в состав клетки? Что такое мономеры и полимеры? Чем характеризуется первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры белка? Какие функции белков вам известны? Сколько видов аминокислот входит в состав белков? Каковы функции жиров в клетке и в организме? Где в клетке расщепляются жиры?
3. У каких организмов и в каких органеллах синтезируются углеводы?
4. Какие запасные углеводы имеются в растительных и животных клетках? Какие функции выполняют углеводы в клетке и в организме?
5. Какова функция нуклеиновых кислот в клетке (хранение и передача наследственных свойств, контроль за синтезом белка, регуляция биохимических процессов, деление клеток)? Состав нуклеотида.
6. Из чего состоит мембрана живой клетки и какими свойствами она обладает?
7. Какие клеточные органеллы имеют мембранное строение? У каких органелл двойные мембраны? Какие органеллы не имеют мембранного строения?
8. Какие органеллы входят в состав системы цитоплазмы?
9. Каковы строение и функции эндоплазматической сети?
10. Каковы строение и функции митохондрий?
11. Назовите особенности строения аппарата Гольджи и его функции.
12. Какую функцию выполняют рибосомы?

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 2 ПОДЦАРСТВО ОДНОКЛЕТОЧНЫЕ, ИЛИ ПРОСТЕЙШИЕ (PROTOZOA)

Цель занятия: Изучить особенности строения и развития представителей типов Саркомастигофоры (*Sarcomastigophora*), Апикомплексы (*Apicomplexa*), Миксоспоридии (*Mixozoa*), Инфузории (*Ciliophora*).

Материальное обеспечение микроскоп, живая культура амёбы, сенной настой с культурой инфузории-туфельки, покровные и предметные стёкла, препаровальные иглы, постоянные микропрепараты.

Задание 1. Изучить строение саркодовых на примере амёбы голой, а жгутиконосцев - эвглены зеленой и вольвокса.

Микропрепарат амёбы рассмотреть при малом увеличении, обратить внимание на дифференцировку протоплазмы на 2 слоя: наружный, более светлый - эктоплазму и внутренний, более темный - эндоплазму.

Зарисовать цикл развития дизентерийной амёбы (рис. 3).

Задание 2. Изучить особенности строения паразитических жгутиконосцев на примере трипаномы и лейшмании. Найти при малом увеличении микроскопа, затем при большом в мазках крови между эритроцитами и лейкоцитами веретенообразных трипаном, окрашенных в фиолетовый цвет. Зарисовать цикл развития лейшманий и трипаномы (рис. 4, 5, 6).

Задание 3. Изучить жизненный цикл развития кокцидий (рис. 7). При малом увеличении микропрепарата найти ворсинку кишечника. При большом увеличении обнаружить клетки эпителия, покрывающие кишечную ворсинку. Выявить различные стадии развития кокцидий.

Задание 4. Изучить строение споры паразита рыб *Mухоболus*, возбудителя шишечной болезни у рыбы-усача (*Varbus*). Она образуется из шести клеток. Из двух клеток образуются две створки споры, из двух других - капсулы с ввернутой полярной нитью, и еще два ядра содержатся в амёбоидном зародыше, зарисовать (рис. 8).

Зарисовать схему жизненного цикла миксоспоридиев (рис. 9).

Задание 5. Изучить строение инфузории (туфельки) на живом объекте. Рассмотреть сначала при малом увеличении, обратив внимание на форму туфельки и на характер передвижения. Замедлить движение туфельки отсасыванием излишка воды полосками фильтровальной бумаги. При большом увеличении микроскопа рассмотреть сократительные вакуоли, найти предротовую воронку. Зарисовать паразитических инфузорий (балантидий). Рис. 10.

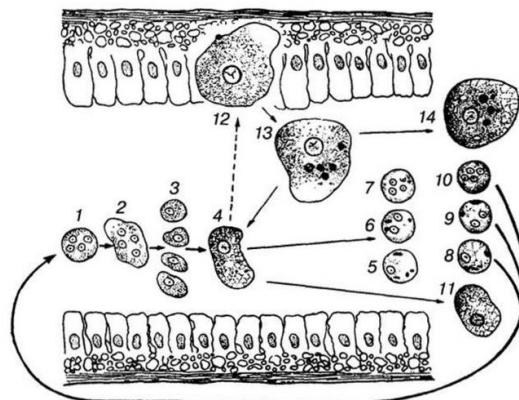


Рисунок 3 – Схема жизненного цикла дизентерийной амёбы

1, 2- циста, попавшая в пищеварительный тракт; 3- метацистическая амёбы, образуются при экстрагировании; 4- мелкая вегетативная форма, являющаяся основным звеном в жизненном цикле амёбы;

5-10- цисты, которые с фекалиями выделяются во внешнюю среду и вновь могут попасть в организм хозяина; 11- вегетативная форма, встречающаяся в кровянисто-слизистых выделениях больного (во внешней среде гибнет); 12- крупная вегетативная форма, проникающая в ткани слизистой оболочки кишечника; 13- крупная вегетативная форма, выпадающая в просвет кишечника (при выведении во внешнюю среду гибнет)

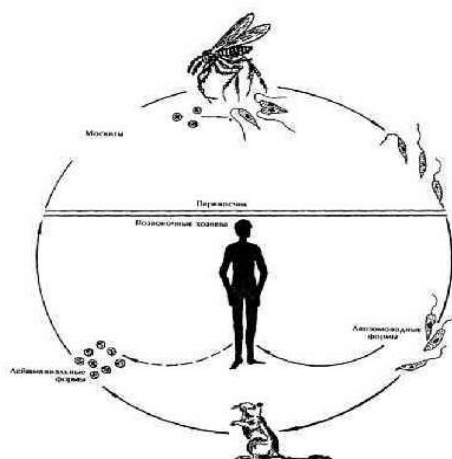


Рисунок 4 – Жизненный цикл *Leishmania tropica* и *L. major*
Заболевание - кожный лейшманиоз

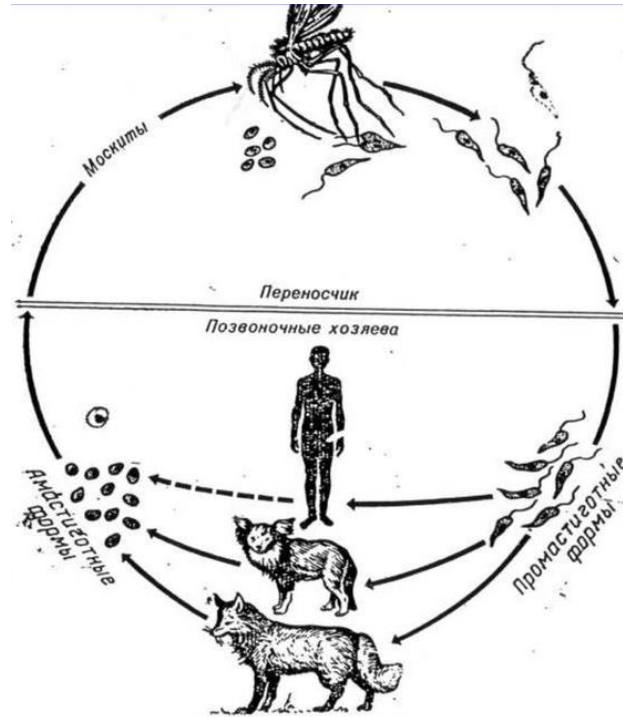


Рисунок 5 – Жизненный цикл *Leishmania donovani* и *L. Infantum*
 Заболевание - висцеральный лейшманиоз

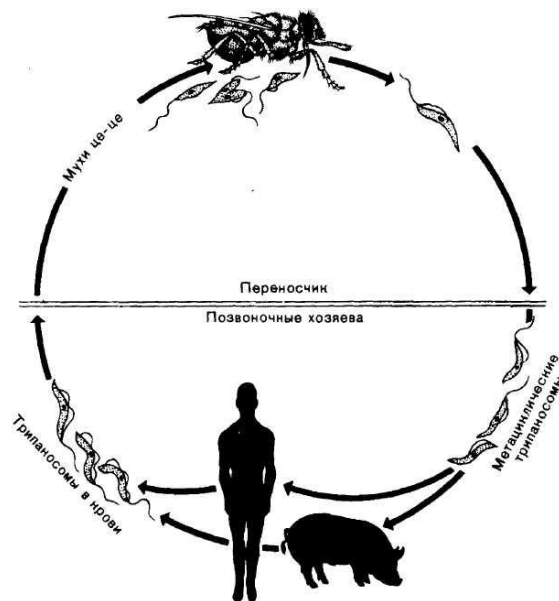


Рисунок 6 - Жизненный цикл *Trypanosoma gambiense* (по А.Я. Лысенко)
 Заболевание – трипаносомоз

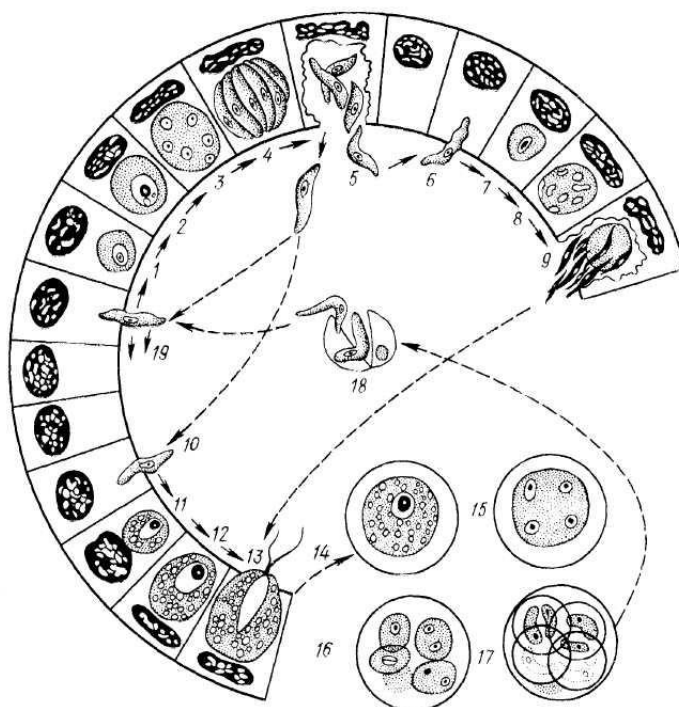


Рисунок 7 – Жизненный цикл кокцидии (*Coccidia*):

1, 2 - рост трофозоита; 3, 4, 5 деление шизонта на мерозоиты; 6, 7 – образование микрогаметоцитов; 8, 9 - образование микрогамет из мерозоитов; 10, 11 – образование макрогаметоцитов; 13 - слияние макро- и микрогамет; 14 – ооциста; 15, 16 – образование споробластов; 17 - образование спорозоитов, окружённых спороцистами; 18 – выход спорозоитов в кишечнике нового хозяина; 19 - внедрение их в клетки эпителия нового хозяина

Заболевание кокцидиоз

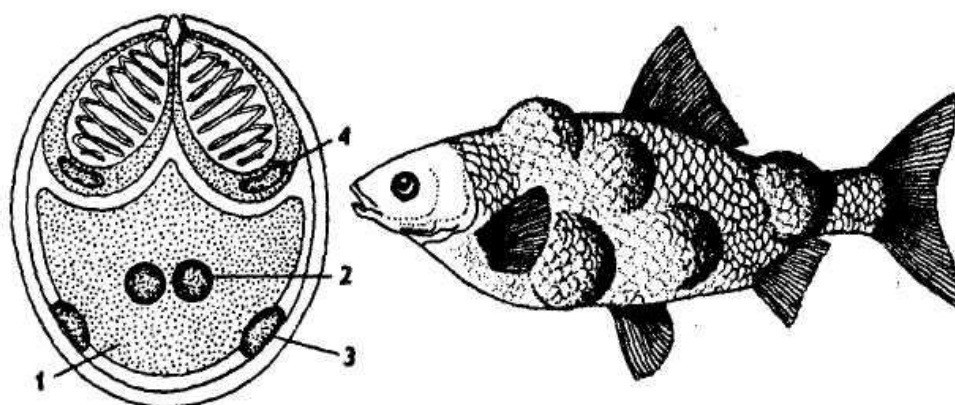


Рисунок 8 – Строение споры миксоспоридия *Muxobolus*, вызывающего шишечную болезнь у рыб (по Хаусману):

А - спора, В - рыба, пораженная миксоспоридиями; 1 - амeboидный зародыш, 2 - ядра зародыша, 3 - ядра створок споры, 4 - ядра стрекательных капсул

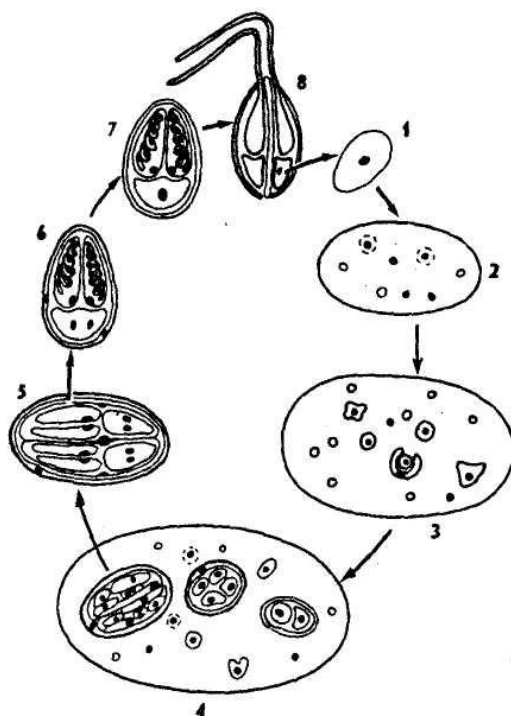


Рисунок 9 – Жизненный цикл миксоспоридиев Мухозоа (по Хаусману):

1 - амeboидный зародыш с диплоидным ядром, 2, 3 - образование многоядерного плазмодия с вегетативными и генеративными ядрами, 4 - формирование спор и генеративных клеток, 5 - мейоз при образовании спор, 6 - сформированная спора с двужаберным амeboидным зародышем, 7 - образование диплоидного ядра в зародыше, 8 - выстреливание стрекательных нитей из споры при выходе зародыша в теле рыбы

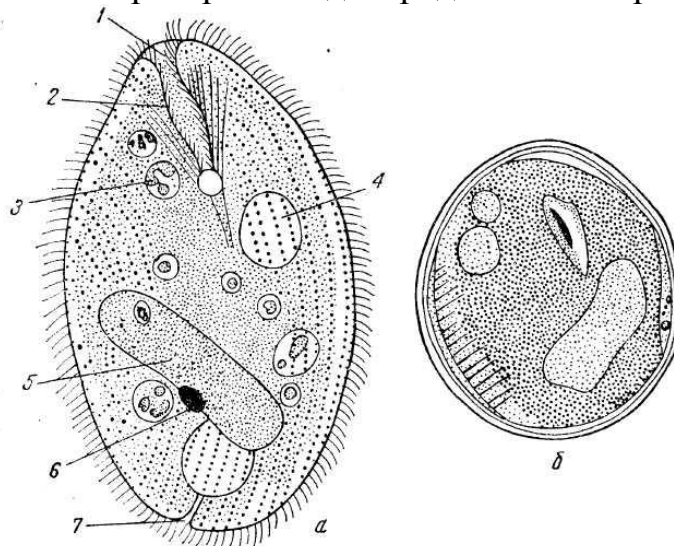


Рисунок 10 – Балантидий (*Balantidium coli*):

а - вегетативная форма; б - циста; 1 - цитостом; 2 - цитофаринкс; 3 - пищеварительная вакуоль; 4 - выделительная (сократительная) вакуоль; 5 - макронуклеус; 6 - микронуклеус; 7 – анальная пора.

Вопросы для самоконтроля

1. Назвать особенности строения паразитических жгутиконосцев. Пути заражения, цикл развития паразитических жгутиконосцев. Меры

профилактики.

2. Цикл развития дизентерийной амёбы. Меры профилактики.
3. Особенности строения и развития балантидий.
5. Характеристика споровиков.
6. Пути заражения, цикл развития кокцидий. Меры профилактики.
7. Цикл развития малярийного плазмодия. Меры профилактики.
8. Цикл развития токсоплазмы. Меры профилактики.

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 3 ПОДЦАРСТВО МНОГОКЛЕТОЧНЫЕ (METAZOA) ТИП КИШЕЧНОПОЛОСТНЫЕ (COELENTERATA)

Цель занятия: Изучить особенности строения и развития представителей типа Кишечнополостные. Зарисовать внешнее и внутреннее строение пресноводной гидры.

Материальное обеспечение Живой материал: аквариум с гидрами; микропрепараты поперечного среза гидры. Влажные препараты морских кишечнополостных (актиния). Микроскопы, бинокляры или штативные лупы. Пипетки, раствор уксусной кислоты с бриллиантовым зеленым.

Задание 1. Найдите в аквариуме гидру. При внимательном наблюдении можно заметить их перемещение. Гидра может медленно ползти на подошве, «кувыркаться», прикрепляясь к субстрату то подошвой, то щупальцами, или «ходить», изгибая тело (рис. 11). Обратите внимание на способность тела и щупалец гидры сокращаться. При механическом раздражении тело гидры укорачивается и становится толще. Щупальца также сильно укорачиваются и утолщаются. В состоянии покоя гидра быстро вновь вытягивается и принимает обычную форму. Зарисуйте передвижение гидры.

Задание 2. Поместите гидру на часовое стекло с водой и рассмотрите ее под лупой. Зарисуйте внешнее строение гидры (рис 12).

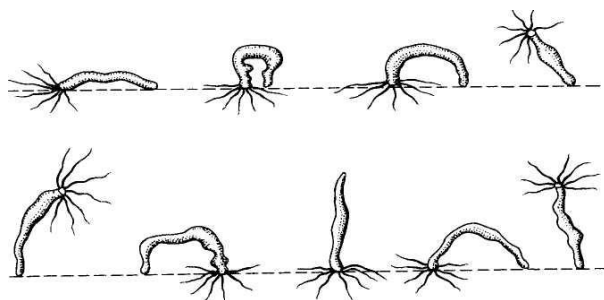


Рисунок 11 – Последовательные стадии передвижения гидры

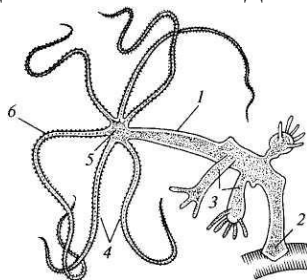


Рисунок 12 – Гидра:

1 – пищеварительная (гастральная) полость; 2 – подошва; 3 – молодые гидры (почки); 4 – щупальца; 5 – ротовой конус; 6 – батареи стрекательных клеток

Вопросы для самоконтроля

1. Особенности организации кишечнополостных.
2. Из каких слоёв клеток состоит тело гидры?
3. Как называется полость тела гидры?
4. Какая симметрия характерна для кишечнополостных?
5. Как питается гидра? Способы размножения гидры.

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 4
ТИП ПЛОСКИЕ ЧЕРВИ (*PLATHELMINTHES*)
КЛАССЫ СОСАЛЬЩИКИ (*TREMATODA*)
И МОНОГЕНЕИ (*MONOGENEA*)

Цель занятия: Изучить особенности строения и развития дигенетических сосальщиков - паразитов сельскохозяйственных животных и человека и моногенетических сосальщиков эктопаразитов рыб.

Материальное обеспечение микроскоп, постоянные микропрепараты, влажные макропрепараты.

Задание 1. Изучить особенности внешнего строения фасциолы печеночной, дикроцелий, описторхов (фиксированные препараты).

Задание 2. Изучить внутреннее строение фасциолы печеночной, дикроцелий, описторхов. Окрашенный препарат фасциолы рассмотреть под малым увеличением. Найти ротовую присоску, к которой примыкает глотка, от неё отходят пищевод и две ветви кишки, заканчивающиеся слепо. Рассмотреть круглую брюшную присоску.

Задание 3. Изучить и зарисовать цикл развития фасциолы печеночной, ланцетовидного, кошачьего, лёгочного сосальщиков (рис. 15).

Задание 4. Зарисовать строение пищеварительной, половой и выделительной систем печёночного сосальщика (рис. 13, 14).

Задание 5. Изучить особенности внутреннего и внешнего строения моногеней:

1. Органами прикрепления у моногеней служат присоски и крючья, или только крючья, расположенные на обособленном заднем отделе тела - церкере, а также особые лопасти и мелкие присоски около рта, выделяющих липкий секрет (рис. 16, 17). Ротовой и брюшной присосок у нет;

2. Нередко имеются 1-2 пары глазков на переднем конце тела и многочисленные сенсиллы на коже;

3. Имеются два основных канала протонефридиев, открывающихся на переднем конце тела парными отверстиями;

4. В гермафродитной половой системе отсутствует лауреров канал, характерный для трематод, но зато имеется особый проток - влагалище, по которому сперма вводится в оотип, а матка открывается самостоятельным

отверстием в половую клоаку;

5. Размножение половое, редко партеногенетическое. Смены хозяев в жизненном цикле нет. Развитие моногеней происходит у одного хозяина;

6. Личинка свободноплавающая с поясами ресничек, с двумя парами глаз и с церкомером на заднем конце тела.

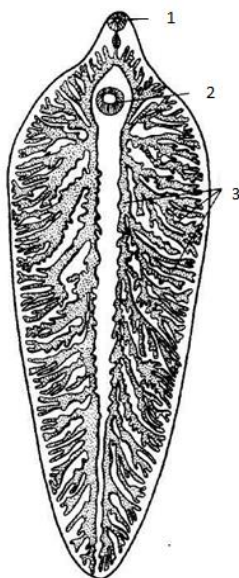
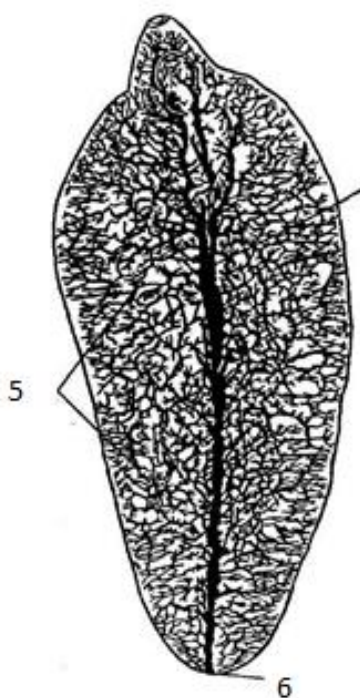
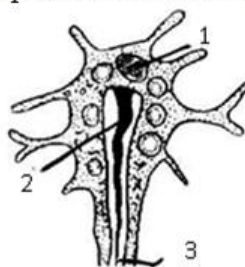


Рисунок 13 – Строение половой системы сосальщиков
(по А.А. Слюсареву):

1 – семенник; 2 – семяпровод; 3 – циррусовая сумка с циррусом;
4 – яичник; 5 – семяприемник; 6 – желточники; 7 – тельце Мелиса;
8 – Лауреров канал; 9 – оотип; 10 – матка



Терминальная клетка

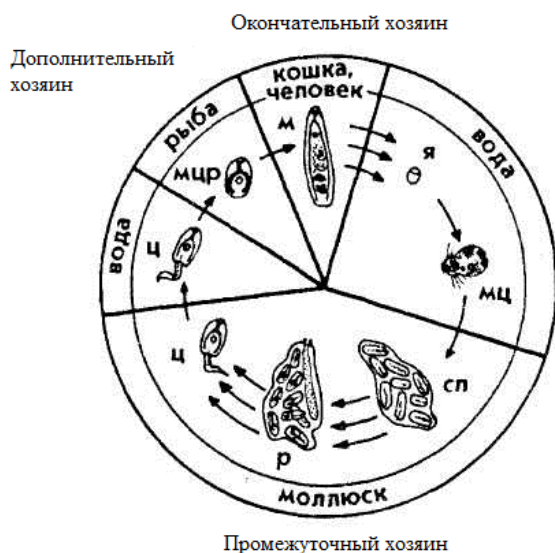


1 – ядро;
2 – мерцательное пламя;
3 – канал клетки

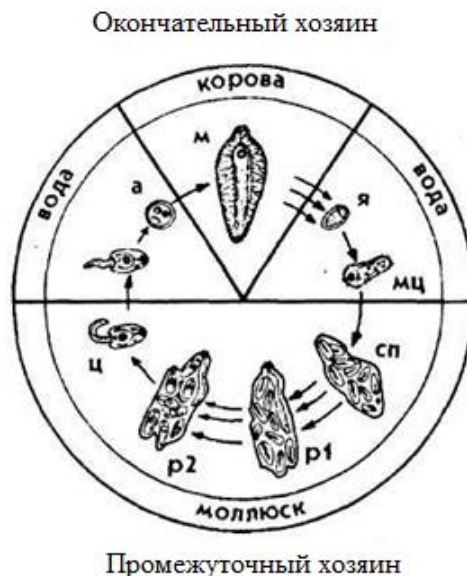
Рисунок 14 – Строение пищеварительной и выделительной систем

печёночного сосальщика (по Натали):

1 – ротовая присоска; 2 – брюшная присоска; 3 – разветвлённый кишечник;
4 – продольный канал; 5 – протонефридиальная сеть каналов; 6 – выделительная пора



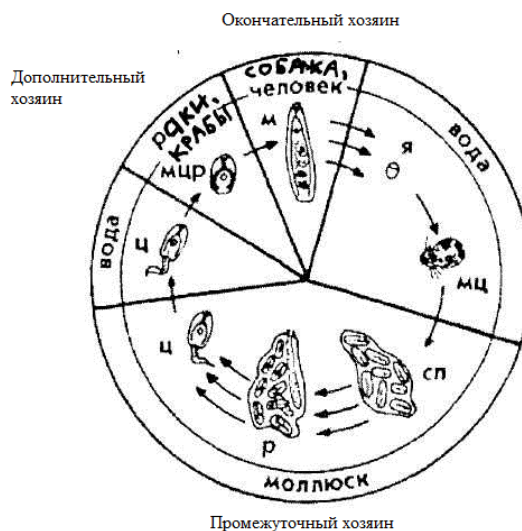
Печеночный сосальщик
Fasciola hepatica
Заболѳвание фасциолѳз



Кошачья двуустка
Opisthorchis felinus
Заболѳвание описторхоз



Ланцетовидный сосальщик
Dicrocoelium lanceatum
Заболѳвание дикроцѳелиоз



Лѳгочный сосальщик
Paragonimus nestermani
Заболѳвание паразитоз

Рисунок 15 – Схемы жизненных циклов трематод (по И.Х. Шаровой):
м - марита, я - яйцо, мц - мирацидий, сп - спороциста, р - редия, ц - церкарий, мцр - метациркарий, а - адолескарий

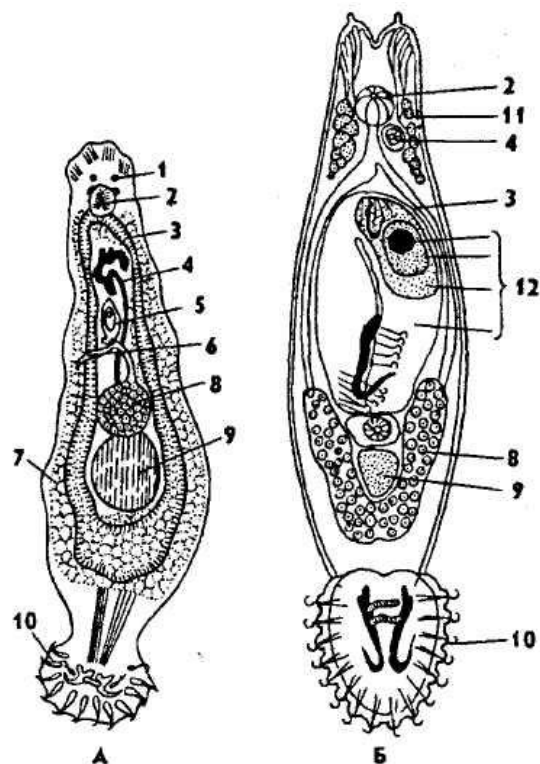


Рисунок 16 – Моногенеи - паразиты карповых рыб:

А - *Dactylogyais vastator* (по Быховскому и Гусеву), Б - *Gyrodactylus elegans* (по Фурману); 1 - глаза, 2 - глотка, 3 - кишечник, 4 - копулятивный орган, 5 - матка, 6 - влагалище, 7 - желточник, 8 - яичник, 9 - семенник, 10 - прикрепительный диск с крючьями, 11 - железы, 12 - зародыши 4 поколений

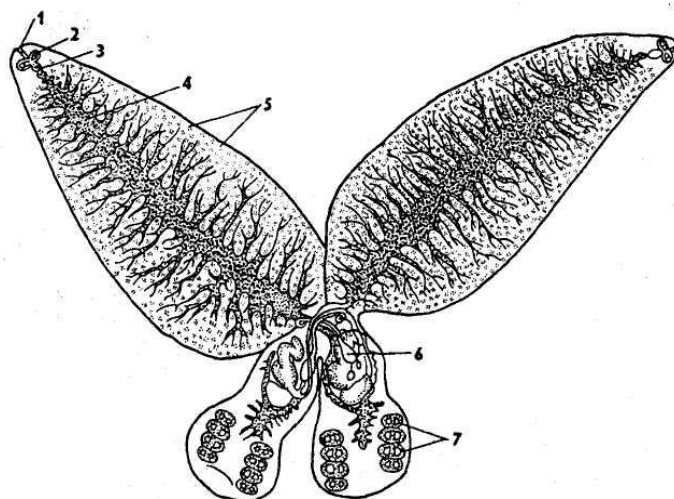


Рисунок 17 – Спайник парадоксальный *Diplozoon paradoxum* (по Стрелкову):

1 - рот, 2 - ротовые присоски, 3 - глотка, 4 - кишечник, 5 - желточники, 6 - половые железы, 7 - прикрепительные клапаны.

Вопросы для самоконтроля

1. Назвать диагностические различия в строении ланцетовидного и кошачьего сосальщиков.

2. Пути заражения, цикл развития, меры профилактики печеночного сосальщика.
3. Пути заражения, цикл развития, меры профилактики ланцетовидного сосальщика.
4. Пути заражения, цикл развития, меры профилактики кошачьего сосальщика.
5. Пути заражения, цикл развития, меры профилактики легочного сосальщика.
6. Общая характеристика моногеней.
7. Паразитические моногеней, особенности развития.

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 5

ТИП ПЛОСКИЕ ЧЕРВИ (PLATHELMINTHES)

КЛАСС ЛЕНТОЧНЫЕ ЧЕРВИ (CESTODA)

Цель занятия: изучить особенности строения и развития ленточных червей-паразитов сельскохозяйственных животных и человека.

Материальное обеспечение микроскоп, бинокляр МБС-10, постоянные микропрепараты, влажные макропрепараты.

Задание 1. Изучить особенности строения ленточных червей на примере цепней: свиного, бычьего и эхинококка, мониезии, мозговика овечьего, лентеца широкого (влажные макропрепараты и микропрепараты - демонстрационно). Отметить различия. Зарисовать.

Задание 2. Изучить строение сколексов цепней, вооруженного и невооруженного, широкого лентеца, строение финн ленточных червей и циклы развития свиного, бычьего цепней, широкого лентеца, эхинококка, мониезии, мозговика овечьего. Зарисовать. Рис. 18-24.

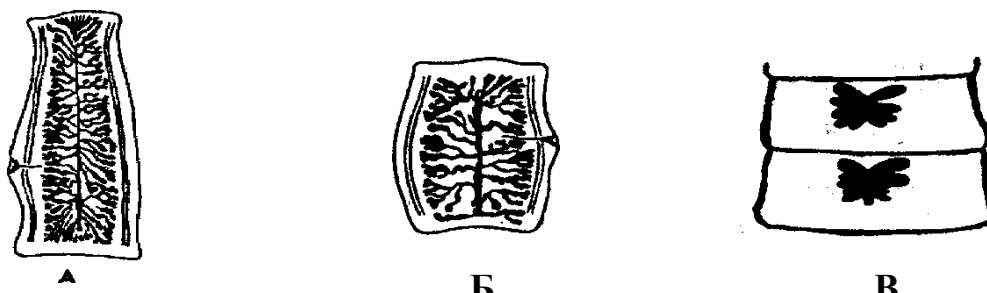


Рисунок 18 – Зрелые членики цестод (по Натали):

А - бычий цепень *Taeniarhynchus saginatus*; Б - свиной цепень *Taenia solium*, В - широкий лентец *Diphyllobotrium latum*

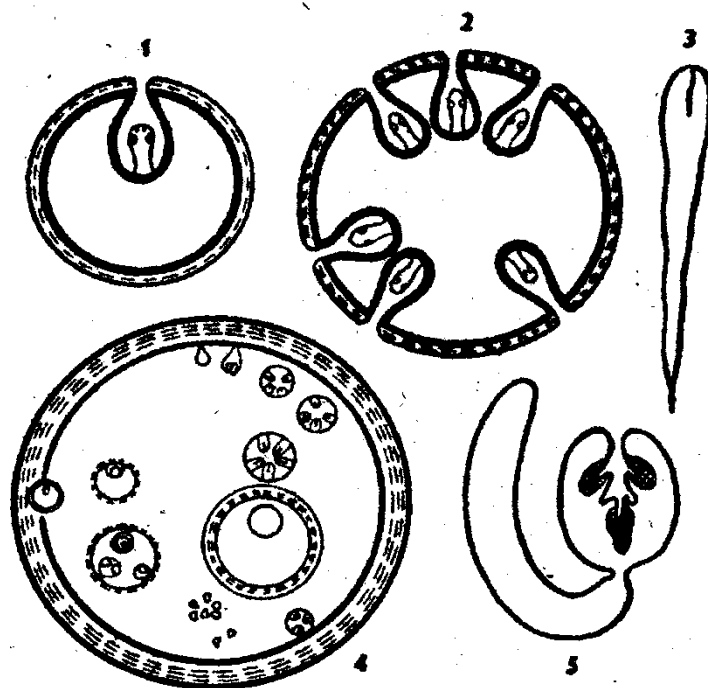


Рисунок 19 – Типы финн у цестод (по Натали):
1 – цистицерк; 2 – ценур; 3 – плероцеркоид; 4 – эхинококк;
5 – цистицеркоид

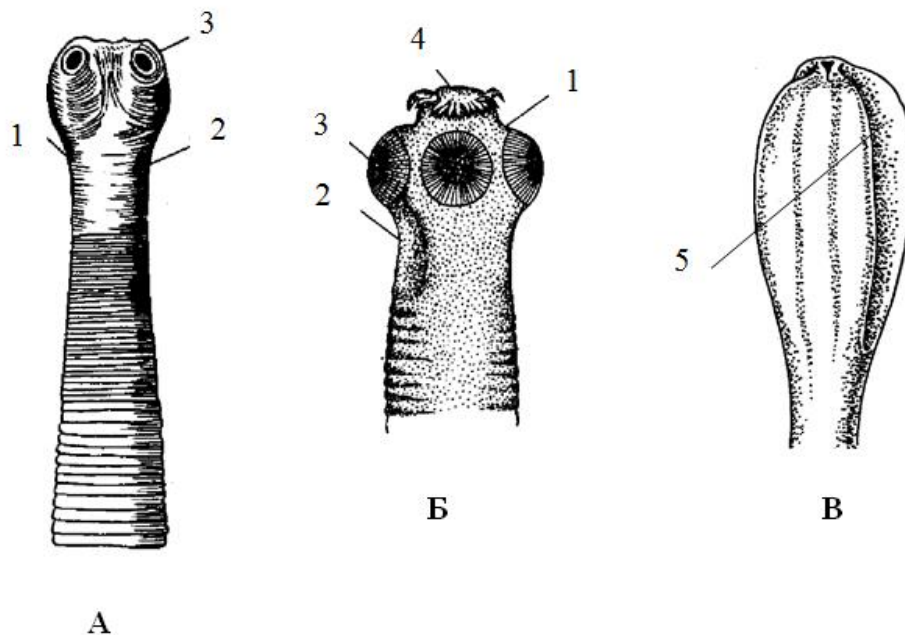


Рисунок 20 – Типы сколексов цестод:
А – бычий цепень *Taeniarhynchus saginatus*; Б – свиной цепень *Taenia solium*, В - широкий лентец *Diphyllobotrium latum*; 1 – головка;
2 – шейка; 3 – присоски; 4 – хоботок с крючьями; 5 – ботрии

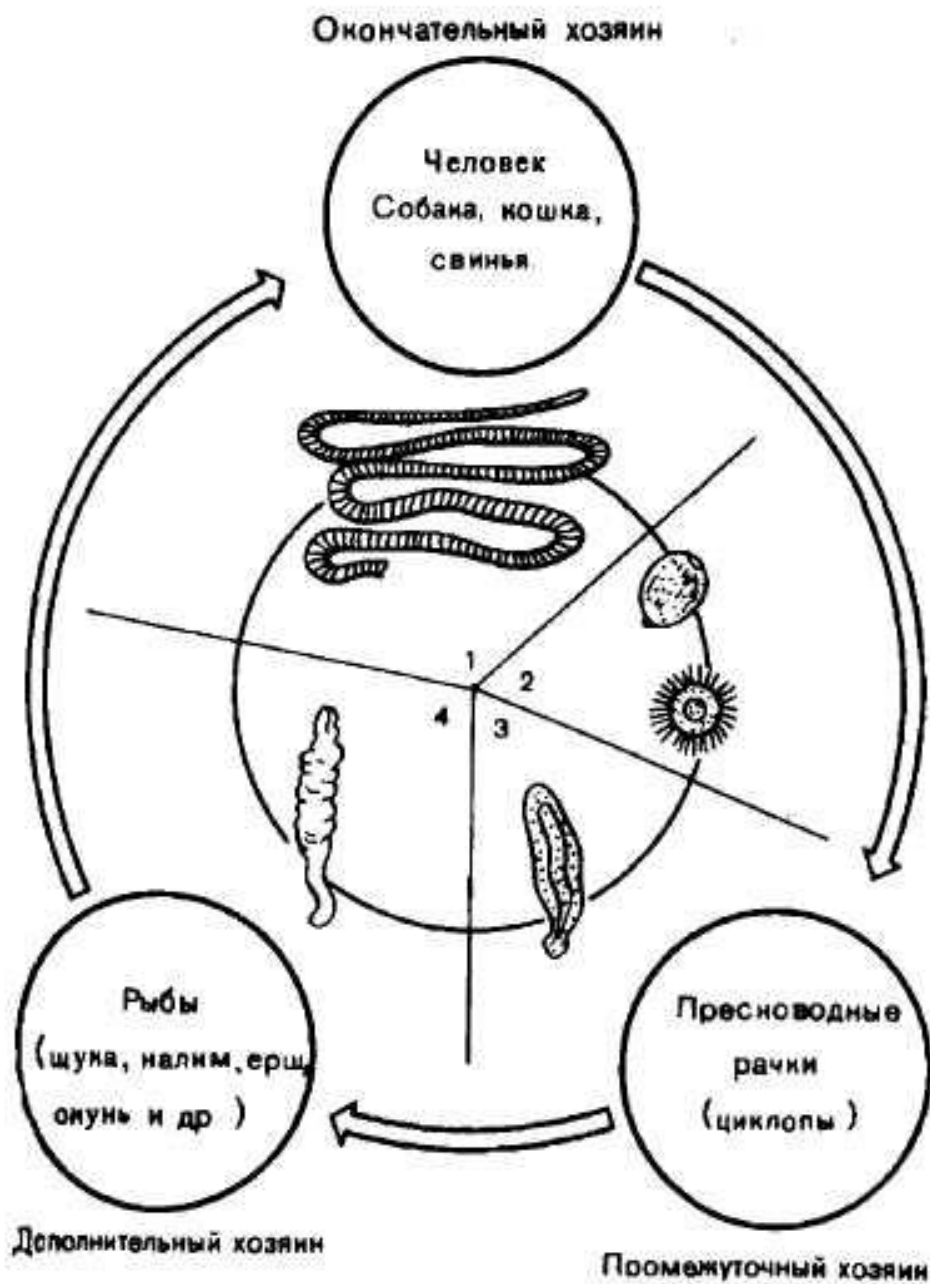


Рисунок 21 – Жизненный цикл широкого лентеца:
 1 – половозрелая особь в организме окончательного хозяина; 2 – яйцо и вылупившаяся из него личинка (корацидий) в водоеме; 3 – личинка в теле циклопа (процеркоид); 4 – инвазионная личинка (плероцеркоид) в теле рыбы

Заболевание – *дифиллоботриоз*

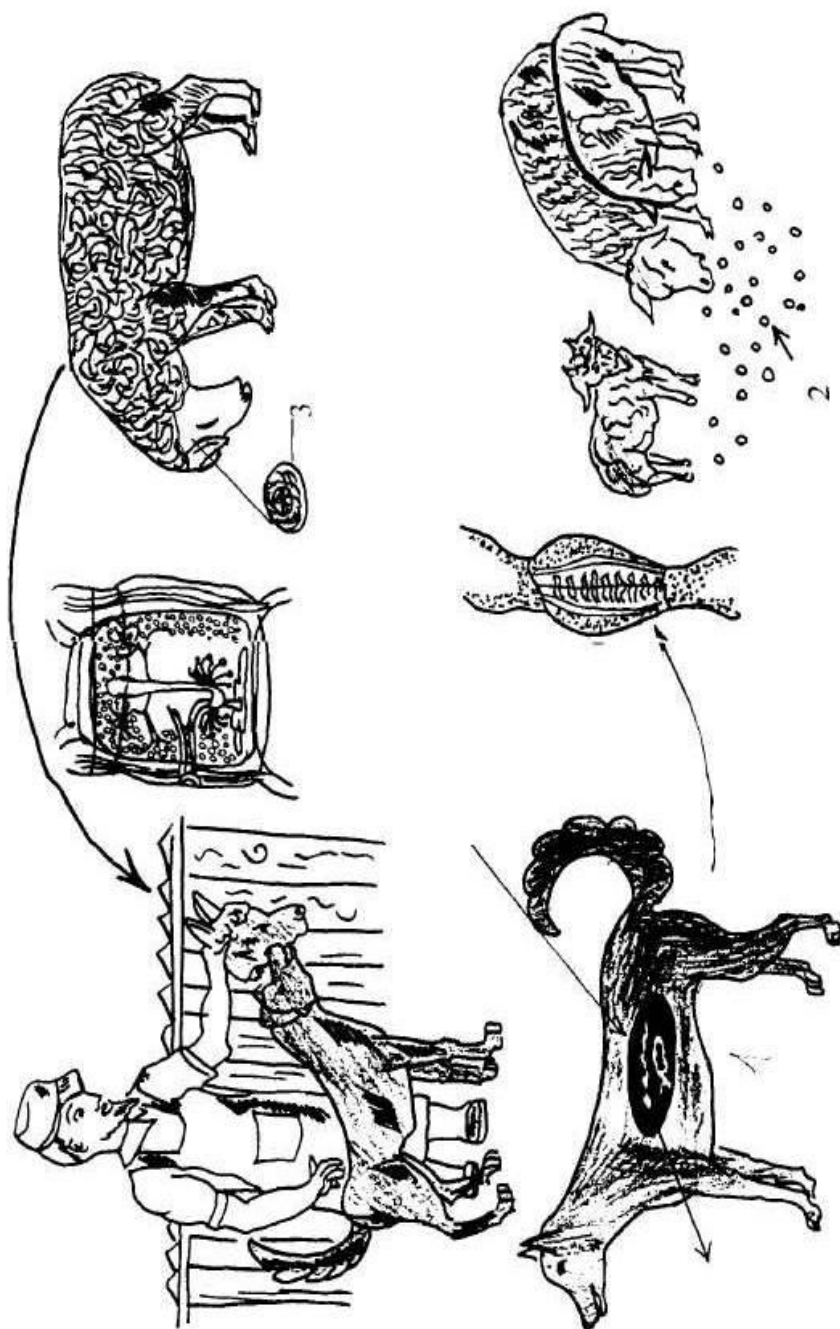


Рисунок 23 – Жизненный цикл мозговика овечьего (*Multiceps multiceps*):

1 - половозрелая форма в организме окончательного хозяина; 2 - онкосфера в окружающей среде;

3 - финна-ценур в организме промежуточного хозяина

Заболевание - *ценуроз*

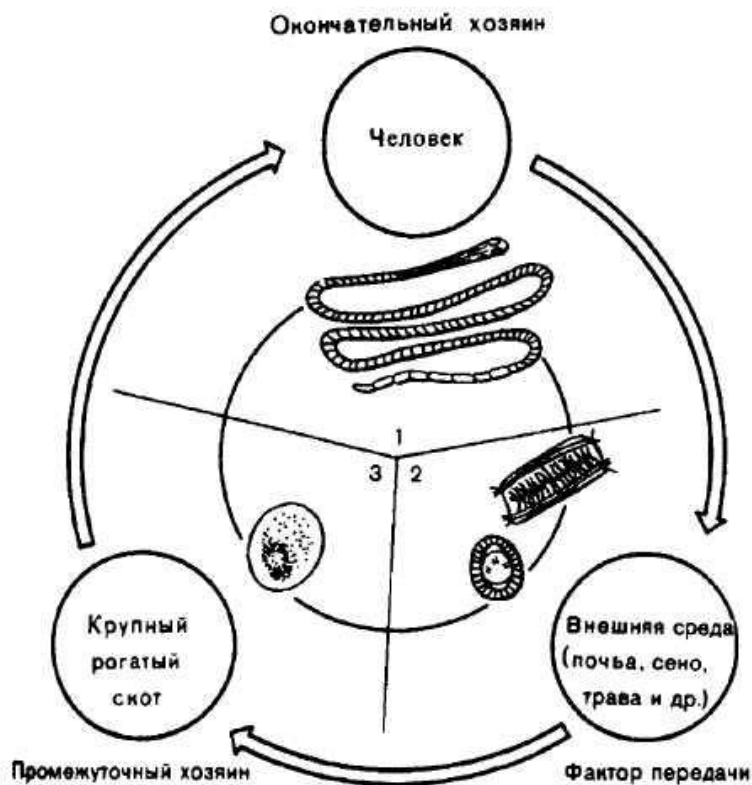


Рисунок 24 – Жизненный цикл бычьего цепня
(*Taeniarhynchus saginatus*):

1 – половозрелая особь в организме окончательного хозяина; 2 – членики и онкосферы в окружающей среде; 3 – цистицерк (финна) в мышцах крупного рогатого скота

Заболевание – тениаринхоз

Вопросы для самоконтроля

1. Особенности строения и различие цепней и широкого лентеца.
2. Характеристика финн.
3. Пути заражения, циклы развития ленточных червей, профилактика.

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 6 **ТИП КРУГЛЫЕ ЧЕРВИ (NEMATHELMINTHES)** **КЛАСС НЕМАТОДЫ (NEMATODA)** **КЛАСС СКРЕБНИ (ACANTHOCERPHALA)**

Цель занятия - изучить особенности строения и развития круглых червей и скребней паразитов животных на примере аскариды свиной, трихинеллы спиральной, лошадиной острицы, монилиформиса, кориносомы.

Материальное обеспечение микроскоп, бинокуляр МБС-10, постоянные микропрепараты, влажные макропрепараты.

Задание 1. Изучить внешнее строение аскариды. Рассмотреть на

влажных препаратах внешнее строение самок и самцов и отметить их различия. Обратит внимание на форму тела, найти задний и передний концы тела, губы ротового отверстия, брюшную и спинную стороны, боковые поля, анальное и половое отверстия.

Задание 2. Изучить внутреннее строение аскариды (фиксированные объекты, микропрепараты). Рассмотреть строение пищеварительной, половой систем и отпрепарировать их. Изучить строение стенки тела, найти валики гиподермы, каналы выделительной системы, на брюшной и спинной - нервные стволы. Зарисовать.

Задание 3. Изучить под малым увеличением поперечный срез личинки трихинеллы (микропрепарата). По схеме изучить и зарисовать цикл развития трихинеллы, лошадиной остицы, свиной аскариды. Зарисовать также поперечный срез аскариды. Рисунки 25-27.

Задание 4. Изучить и зарисовать жизненный цикл монилиформиса - эндопаразита грызунов и кориносомы - паразита тюленей (рисунки 28, 29).

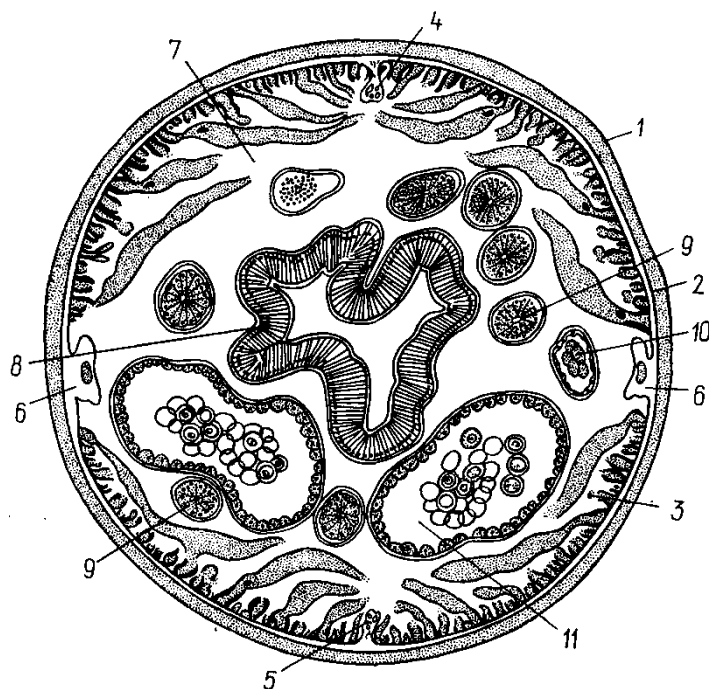


Рисунок 25 – Поперечный разрез тела самки аскариды:

1 – кутикула; 2 – гиподерма; 3 – мышечные клетки; 4 – спинной нервный тяж; 5 – брюшной нервный тяж; 6 – боковые валики гиподермы с каналом выделительной системы; 7 – первичная полость тела; 8 – кишечник; 9 – яичник; 10 – яйцевод; 11 – матка

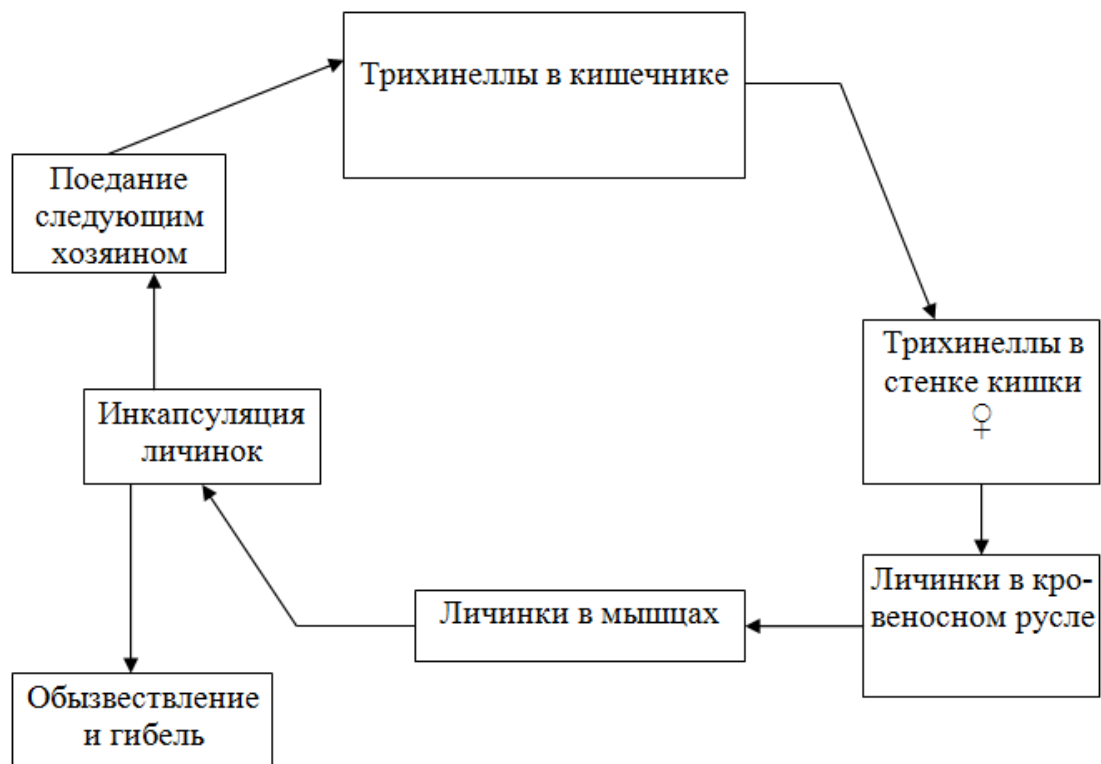


Рисунок 26 – Жизненный цикл трихинеллы (*Trichinella spiralis*)

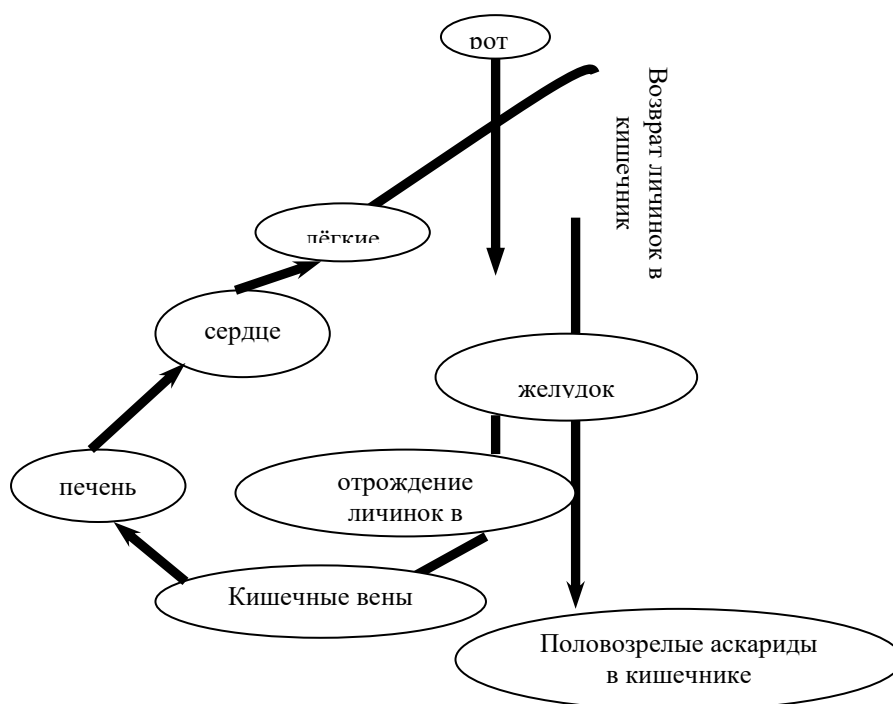


Рисунок 27 – Схема гематопульмональной миграции личинок свиной аскариды (*Ascaris suum*)
Заболевание - аскаридоз

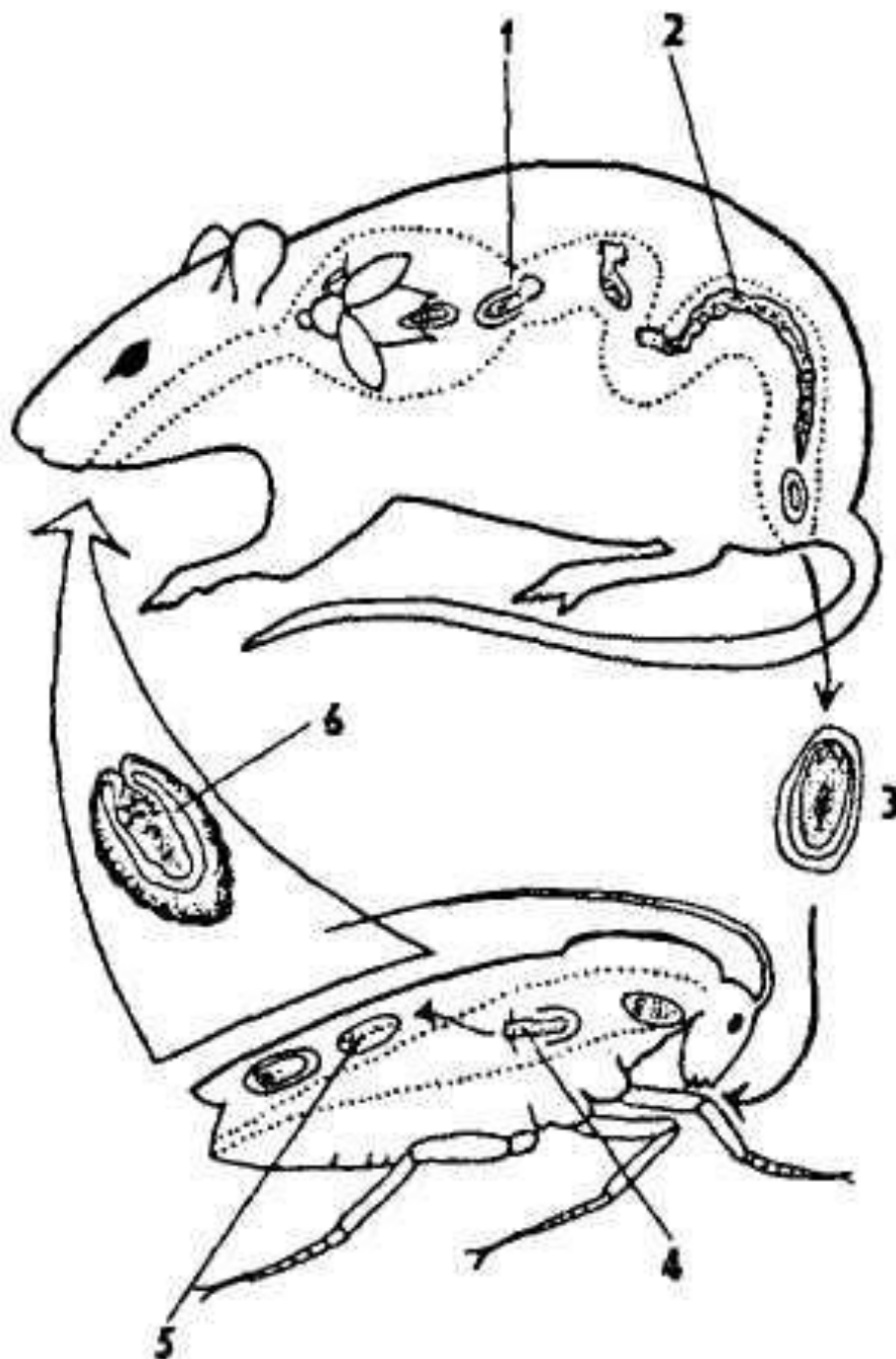


Рисунок 28 – Жизненный цикл скребня *Moniliformis* (по Ноблю):
 1 – выход личинки из цисты, 2 – взрослый червь в кишечнике грызуна, 3 – яйцо, 4 – личинка, вбуравливающаяся в стенку кишки таракана, 5 – образование цисты, 6 – циста

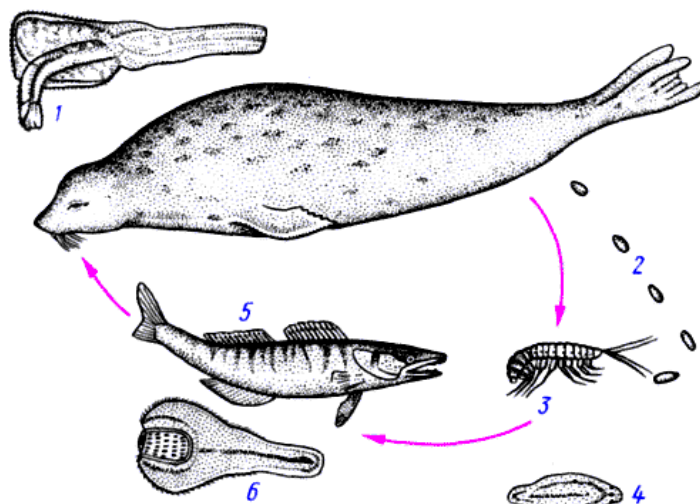


Рисунок 29 – Жизненный цикл скребня
Corynosoma strumosum (по Догелю):

1 – взрослый скребень из кишечника тюленя, 2 – яйца скребня, вышедшие из кишечника зараженного тюленя в воду, 3 – рачок Pontoporeia, заглатывающий яйца скребня, 4 – личинка скребня в полости тела рачка, 5 – рыба, поедающая рачка, 6 – личинка скребня, инкапсулированная в полости тела рыбы. Тюлень заражается скребнями, поедая рыбу с личинками паразита

Вопросы для самоконтроля

1. Характеристика круглых червей. Назвать представителей.
2. Цикл развития аскариды, профилактика.
3. Особенности строения и развития трихинеллы, профилактика.
4. Пути заражения, цикл развития лошадиной острицы, меры профилактики
5. Охарактеризовать жизненный цикл скребня монилиформиса.
6. Охарактеризовать жизненный цикл скребня монилиформиса.

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 7

ТЕМА: ТИП КОЛЬЧАТЫЕ ЧЕРВИ (ANNELIDAE)

Цель занятия - изучить особенности внешнего и внутреннего строения кольчатых червей на примере дождевого червя и медицинской пиявки.

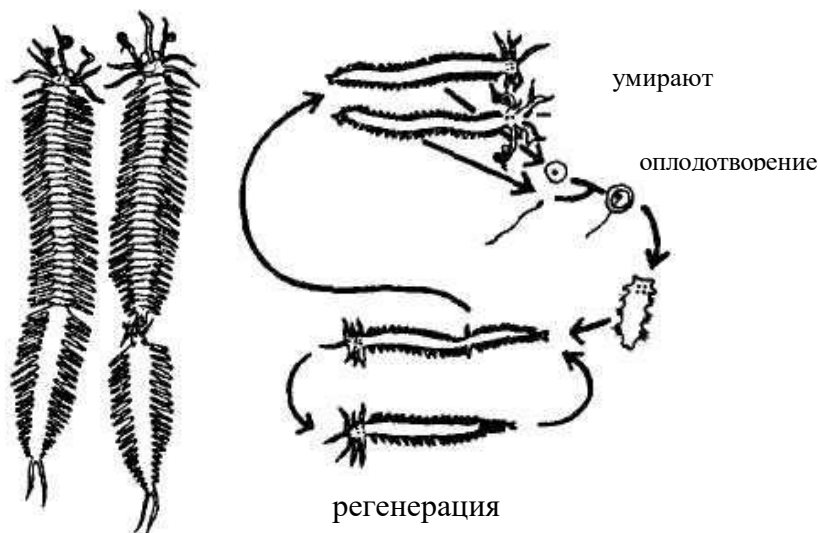
Материальное обеспечение живой материал – дождевые черви, пиявки, бинокуляр МБС-10, лупы, постоянные микропрепараты, влажные макропрепараты.

Задание 1. Изучить внешнее строение дождевого червя. Пронаблюдать как червь двигается. Прикасаясь к нему препаровальной иглой отметить выделение полостной жидкости. Поместить живого червя на лист бумаги, в тишине послушать как он издаёт шорох щетинками. Зарисовать внешнее строение.

Задание 2. Изучить поперечный срез и внутреннее строение дождевого червя (микропрепараты, влажные препараты). Срез поперек тела дождевого червя показывает, что тело имеет округлую форму. Снаружи виден тонкий слой клеток - эпидермис, затем слои кольцевых и продольных мышц. В центре - кишечник со складкой - тифлязоле, на спинной и брюшной частях видны кровеносные сосуды вокруг кишечной трубки. Вниз от брюшного кровеносного сосуда - брюшная нервная цепочка. Сбоку от кишечника видны крупные клетки, открывающие свои протоки наружу - метанефридии. Зарисовать, обозначить (рисунок 31).

Задание 3. Рассмотрите вытянутое тело пиявки, сплюснутое в спинно-брюшном направлении. Наблюдайте движение пиявки, она «шагает», прикрепляясь поочерёдно то одной, то другой присоской. Поместив пиявку в воду, пронаблюдайте, как она плавает, изгибая в стороны своё тело. С помощью лупы рассмотрите внешнее строение пиявки. Зарисуйте внешнее и внутреннее строение пиявки (рисунок 32, 33).

Задание 4. Изучить и зарисовать развитие Полихет с метакенезом (рисунок 30)



Почкование Чередование полового и бесполого размножения
Рисунок 30 – Развитие Полихет с метакенезом (по Барнсу)

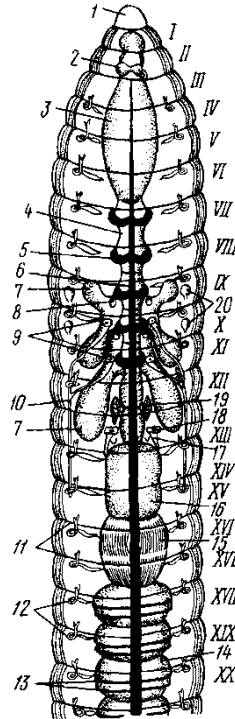


Рисунок 31 – Анатомия дождевого червя (*Lumbricus terrestris*):

1 – рот; 2 – надглоточный нервный узел; 3 – глотка; 4 – пищевод;
 5, 13 – кольцевые сосуды; 6 – спинной сосуд; 7 – семенные мешки;
 8 – семенники; 9 – семенные воронки; 10 – семяпровод; 11 – перегородки
 между сегментами; 12 – метанефридии; 14 – кишка; 15 – желудок; 16 – зуб;
 17 – яйцевод; 18 – яйцевые воронки; 19 – яичник;
 20 – семяприемники

Римскими цифрами обозначены сегменты тела



Рисунок 32 – Внешнее строение Медицинской пиявки

Hirudo medicinalis (из Матвеева):

1 – передняя присоска, 2 – задняя присоска

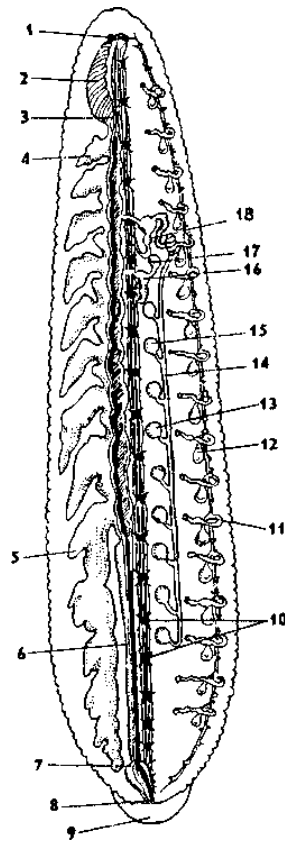


Рисунок 33 – Анатомия медицинской пиявки (по Вурмбаху):
 1 – церебральные ганглии, 2 – глотка, 3 – пищевод, 4 – передний карман желудка. 5 - задний карман желудка, 6 - средняя кишка, 7 - задняя кишка, 8 - анус, 9 - задняя присоска, 10 - ганглии, 11 - метанефридий, 12 - мочевой пузырь, 13, 15 - семенные мешки, 14 - семяпровод, 16 - влагалище, 17 - яйцевой мешок, 18 – пенис

Вопросы для самоконтроля

1. Характеристика кольчатых червей.
2. Особенности строения пиявок.
3. Значение кольчатых червей.

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

**Ранделин Д.А.
Дикусаров В.Г.
Новокщенова А.И.
Агапова В.Н.**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к лабораторным работам
по дисциплине «Зоология»**

ЧАСТЬ 1.

для подготовки бакалавров очного отделения
факультета Биотехнологий и ветеринарной медицины
направления «Водные биоресурсы и аквакультура»,
профиля «Управление водными биоресурсами и рыбоохрана»

В авторской редакции

Компьютерная верстка: *Кунгуровой Ю.И.*

Подписано к печати Формат 60х84^{1/16}.
Усл. печ. л. 3,26. Тираж. экз. Заказ.
ИПК ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ «Нива».
400002, Волгоград, пр. Универс

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Департамент научно-технологической политики и
рыбхозяйственного комплекса
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Волгоградский государственный аграрный университет»

**Ранделин Д.А.
Дикусаров В.Г.
Новокщенова А.И.
Агапова В.Н.**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к лабораторным работам
по дисциплине «Зоология»**

для обучающихся по направлению подготовки
25.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура»
(программа подготовки –прикладной бакалавриат)

Часть 2



Волгоград
Волгоградский ГАУ
2021

УДК
ББК

Рецензент –

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Кормление и разведение с.-х. животных» *Е.А. Липова*

Ранделин, Дмитрий Александрович

И- 34 Зоология, часть 2: методические указания по изучению дисциплины по направлению подготовки 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура» (программа подготовки – прикладной бакалавриат) / Д.А. Ранделин, А.И. Новокщенова, Дикусаров В.Г., В.Н. Агапова. – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2021. — 37 с.

Методические указания являются руководством по изучению дисциплины «Зоология».

Рекомендованы обучающимся по направлению подготовки 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура» (программа подготовки – прикладной бакалавриат).

Рекомендовано методической комиссией факультета биотехнологии и ветеринарной медицины ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (протокол № от _____ 2021г.)

УДК 575
ББК 28.4

© ФГБОУ ВО Волгоградский государственный аграрный университет, 2021

© Д.А. Ранделин, Дикусаров В.Г.,
А.И. Новокщенова, В.Н. Агапова.

СОДЕРЖАНИЕ

Тема 8. ТИП МОЛЛЮСКИ (MOLLUSCA).....	5
Тема 9. ТИП ЧЛЕНИСТОНОГИЕ (ARTHROPODA)	12

КЛАСС РАКООБРАЗНЫЕ (CRUSTACEA).....	
Тема 10. ТИП ЧЛЕНИСТОНОГИЕ (ARTHROPODA).	14
ПОДТИП ХЕЛИЦЕРОВЫЕ (CHELICERATA).	
КЛАСС ПАУКООБРАЗНЫЕ (ARACHNIDA)	
Тема 11. членистоногие (Arthropoda).	16
Подтип: Трахейнодышащие (Tracheata).	
Класс: насекомые открыточелюстные (insecta ЕСТОГНАТНА)	
Тема 12. ТИП ИГЛОКОЖИЕ (ECHINODERMATA).....	19
Тема 13. Тип: хордовые (Chordata)	39
Подтип: бесчерепные (Acrania)	
Класс: головохордовые (Cephalochordata)	
.....	
Тема 14. КЛАСС КРУГЛОРОТЫЕ (CYCLOSTOMATA).....	20
Тема 15. Тип хордовые (Chordata). Подтип позвоночные (vertebrata). Класс костные рыбы (osteichthyes).....	46
Тема 16. ЭКОЛОГИЯ РЫБ	49
Тема 17. Тип хордовые(Chordata).	54
Подтип позвоночные (vertebrata)	
Класс земноводные (Amphibia)	
Тема 18. Тип хордовые(Chordata)	57
Подтип позвоночные (vertebrata)	
Класс пресмыкающиеся (reptilia)	
Тема 19. Тип хордовые(Chordata).	63
Подтип позвоночные (vertebrata)	
Класс птицы (aves)	
Тема 20. Тип хордовые(Chordata)	65
Подтип позвоночные (vertebrata)	
Класс млекопитающие (Mammalia)	
Библиографический список.	66
Содержание.	67

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 8

ТЕМА: ТИП МОЛЛЮСКИ (MOLLUSCA)

Цель занятия - изучить особенности строения двустворчатых и брюхоногих моллюсков.

Материальное обеспечение живой материал – брюхоногие

моллюски; бинокляры МБС-10, лупы, влажные макропрепараты двустворчатых моллюсков, раковины брюхоногих и двустворчатых моллюсков, препаровальные ванночки, скальпели, препаровальные иглы, пинцеты.

Задание 1. Рассмотрите живых брюхоногих моллюсков (обыкновенного прудовика или виноградную улитку). Изучите внешнее строение моллюска. Их тело разделено на три отдела: голову, висцеральный мешок - туловище и ногу. Крупная нога сплющена в виде подошвы. Впереди нее расположена закругленная голова с двумя парами щупалец. Обратите внимание на переднюю пару щупалец (она меньше задней), на ней находятся глаза. На нижней стороне головы найдите ротовое отверстие. Рассмотрите спирально закрученную раковину, скрывающую внутренностный мешок. Над выступающим из раковины телом поднимается в виде валика край мантии. Под краем мантии расположено дыхательное отверстие.

Поместите моллюска на стеклянную пластинку, наблюдайте за его движением, прикоснитесь осторожно к щупальцам. Проследите за реакцией, моллюск сжимается и втягивает щупальца.

Зарисуйте внешнее строение виноградной улитки или прудовика (рис. 34).

Задание 2. На влажных макропрепаратах изучите и зарисуйте внутреннее строение брюхоногих моллюсков (рис. 35). Рассмотрите набор раковин брюхоногих моллюсков, зарисуйте основные типы (рис. 36).

Задание 3. Изучить внешнее строение раковины беззубки и тела моллюска. Зарисовать (рис. 37).

Задание 4. Изучить внутреннее строение беззубки, зарисовать. Вскрыть беззубку со спинной стороны. В полости перикардия найти сердце и рассмотреть его строение, найти заднюю кишку, пронизывающую желудочек сердца. На передней стенке перикардия найти скопление железистой ткани - орган Кебера, выполняющий выделительную функцию. Отодвинуть сердце в сторону и рассмотреть почки. Открепить беззубку от дна раковины и сделать продольный разрез ее тела. Рассмотреть полость тела, заполненную паренхимой, строение пищеварительной системы и половых органов. Зарисовать (рис. 38, 39).

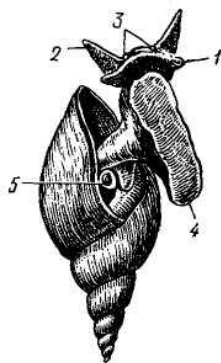


Рисунок 34 – Прудовик *Lymnaea stagnalis* (из Ламперта):

1 - ротовые лопасти, 2 - щупальца, 3 - глаза, 4 - нога,
5 - дыхательное отверстие

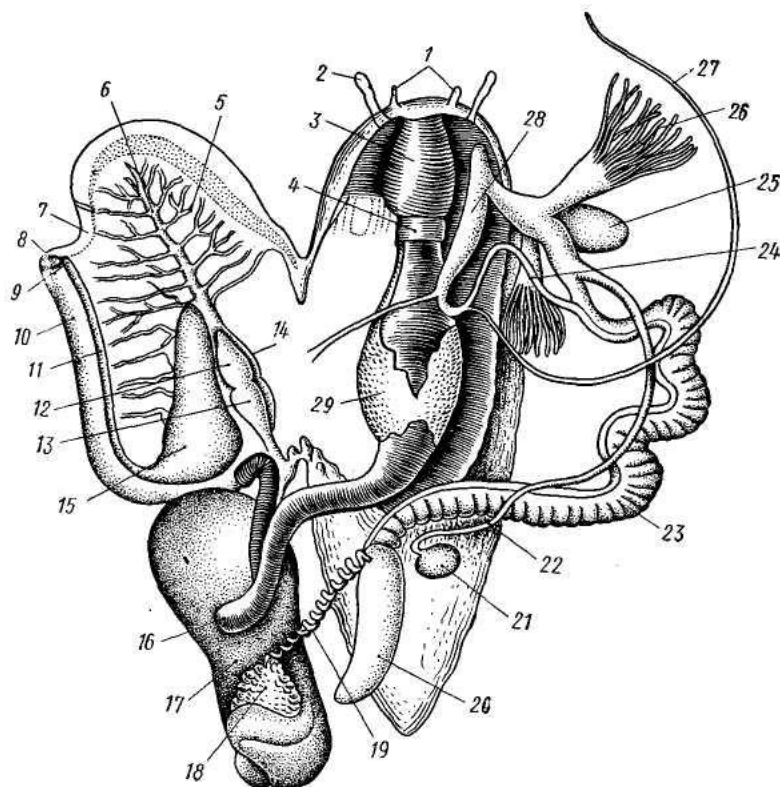


Рисунок 35 – Анатомия виноградной улитки (из Бриана):

1 - губное щупальце, 2 - глазное щупальце, 3 - глотка, 4 - окологлоточное нервное кольцо, 5 - легкое, 6 - легочная вена, 7 - легочное отверстие, 8 - анус, 9 - выделительное отверстие, 10 - прямая кишка, 11 - мочеточник, 12 - предсердие, 13 - желудочек сердца, 14 - перикардий, 15 - почка, 16 - желудок, 17 - печень, 18 - гермафродитная железа, 19 - гермафродитный проток, 20 - белковая железа, 21 - семяприемник, 22 - канал семя приемника, 23 - яйцевод, 24 - семяпровод, 25 - мешок любовных стрел, 26 - пальцевидные железы, 27 - бич, 28 - пенис, 29 - слюнные железы

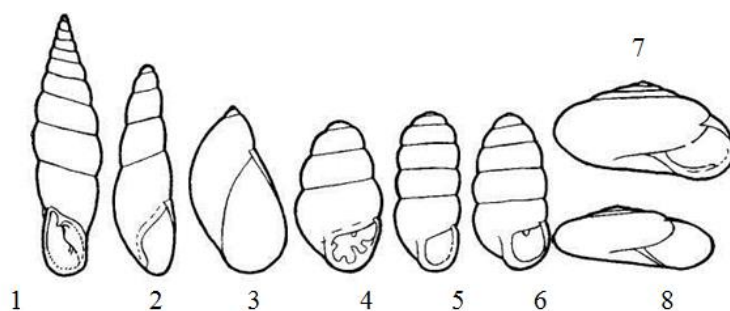


Рисунок 36 – Типы раковин моллюсков (по Шилейко):

1 – веретеновидная, 2 – башневидная, 3 – заостренно-овальная, 4 – овальная, 5 – цилиндрическая, 6 – овально-цилиндрическая, 7 – кубаревидная, 8 – уплощенная

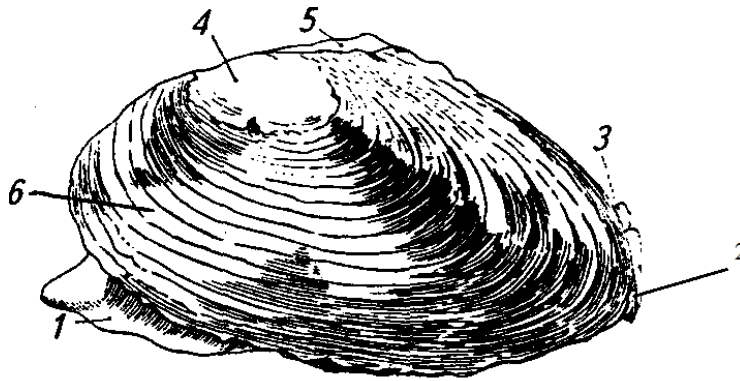


Рисунок 37 – Двустворчатый моллюск беззубка (*Anodonta cygnea*):
1 - нога; 2 - жаберный сифон; 3 - клоакальный сифон; 4 - вершина раковины; 5 - связка створок; 6 - годовые кольца

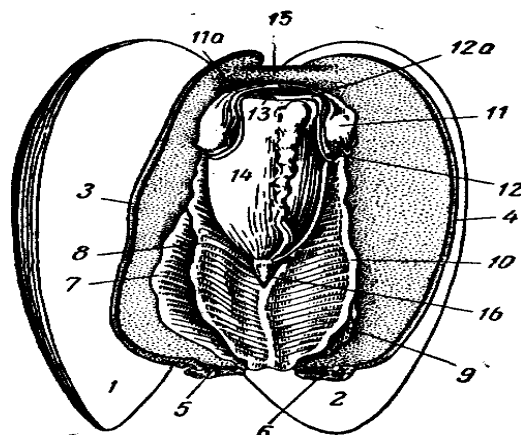


Рисунок 38 – Беззубка (раковина вскрыта). Правая сторона мантии отделена от створки раковины:

1 - правая и 2 - левая створки раковины; 3, 4 - края правой и левой лопастей мантии; 5, 6 - края жаберного; 7 – 10 - внешний и внутренний жаберные листки правой и левой жабр; 11 - внешний и 12 - внутренний листки «парусов», или «губных щупалец»; 11а, 12а - края ротового отверстия; 13 - ротовое отверстие; 14 - нога; 15 - передний мускул-замыкатель раковины; 16 - край жаберной щели

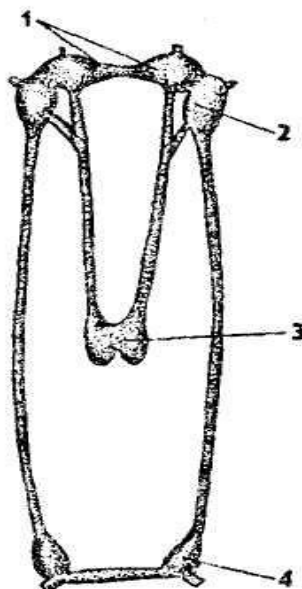


Рисунок 39 – Схема нервной системы двусторчатых моллюсков (по Гессе):

1 - церебральные ганглии, 2 - плевральные ганглии, 3 - педальные ганглии, 4 - висцеропариетальные ганглии

Вопросы для самоконтроля

1. Особенности строения двусторчатых моллюсков.
2. Особенности строения брюхоногих моллюсков.
3. Хозяйственное значение моллюсков.

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 9 ТЕМА: ТИП ЧЛЕНИСТОНОГИЕ (ARTHROPODA) КЛАСС РАКООБРАЗНЫЕ (CRUSTACEA)

Цель занятия - изучить особенности строения и физиологии низших и высших ракообразных.

Материальное обеспечение живой материал – дафнии. Раздаточный материал: фиксированные (или умерщвленные) речные раки и влажные препараты вскрытых речных раков, бинокляры МБС-10, лупы, препаровальные иглы, пинцеты.

Задание 1. При изучении ракообразных рассмотрите живущих в пресной воде дафний (представителей низших ракообразных). Они видны невооруженным взглядом. Медленно движутся в воде, действуя как веслами своими гребными конечностями. Зарисуйте дафнию (рис. 40).

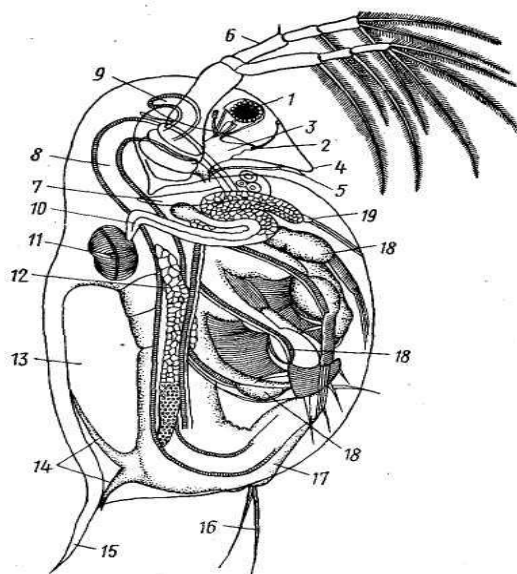


Рисунок 40 – Ветвистоусый рачок дафния (*Daphnia pulex*)
(из Лилиенборга):

1 - сложный глаз, 2 - науплиальный глаз, 3 - мозг, 4 - брюшной край головы, 5 - антеннула, 6 - антенна, 7 - верхняя челюсть (мандибула), 8 - кишка, 9 - печеночный вырост, 10 - максиллярная выделительная железа, 11 - сердце. 12 - яичник, 13 - выводковая камера 14 - спинного выросты брюшка, закрывающие выход в выводковую камеру, 15 - задний вырост, 16 - щетинки, 17 - брюшко, 18 - грудные ножки, 19 - 2-я пара грудных ножек

Задание 2. Понаблюдать движение живых циклопов. Изготовить препарат, рассмотреть, зарисовать строение самки циклопа (рис.41)

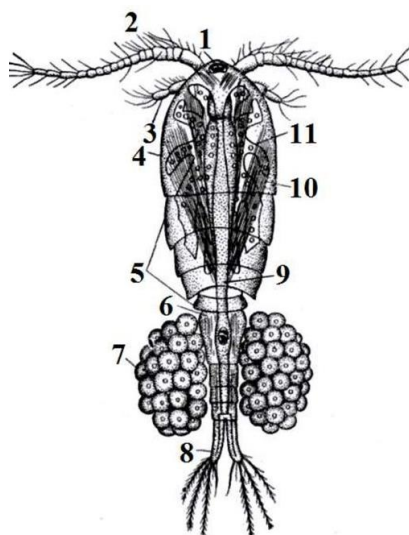


Рисунок 41 –(Самка циклопа (*Cyclops strenuus*) со спинной стороны
(Веселова Е.А.):

1 - глаз» 2 - антейнулы; 3 - антенны; 4 - головогрудь; 5 - свободные грудные сегменты; 6 - сегменты брюшка; 7 - яйцевой мешок; 8 - вилочка; 9 - кишечник; 10 - продольные мышцы груди; 11 - яичник; 12 – семяприемник

Задание 3. Изучить и зарисовать Развитие паразитического веслоногого рачка *Lernaeosera* (рис. 42).

Задание 4. Зарисовать строение самца карпоеда *Argulus foliaceus* (рисунок 43).

Задание 5. Изучить внешнее строение речного рака. Рассмотреть внешнее строение речного рака со спинной и брюшной сторон, обратив внимание на гетерономную сегментацию, деление тела на отделы, на хитинизированную кутикулу, покрывающую тело. Рассмотреть Конечности речного рака пользуясь его расчлененным скелетом. Обратит внимание па членистость конечностей и их дифференцировку по форме и функции.

Задание 6. На макропрепаратах изучить внутреннее строение речного рака, зарисовать и обозначить (рис. 44, 45, 46).

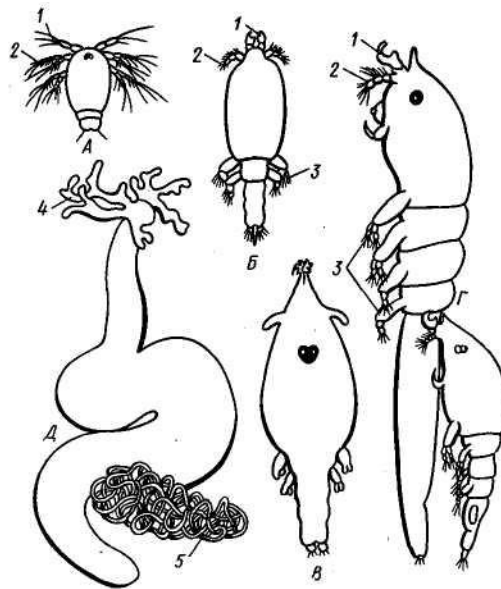


Рисунок 42 – Развитие паразитического веслоногого рачка *Lernaeosera* (из Аверинцева□:

А - метанауплиус; Б - поздняя свободноплавающая личинка; В - сидячая личиночная стадия на жабрах кабаловых; Г - спаривание в свободноплавающем состоянии; Д - взрослая самка (из Аверинцева):

1 антеннула, 2 - антенна, 3 - грудные ножки, 4 - орган прикрепления, 5 - яйцевой шнур в форме клубка.

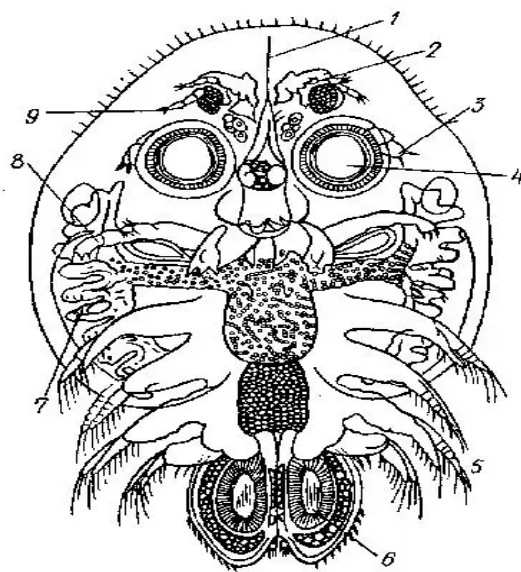


Рисунок 43 Самец карпоеда *Argulus foliaceus*): 1 - стилет, 2`-антеннула, 3 - максилла I, 4- присоска, 5 - груаная ножка, 6 - семенники 7 - печень, 8 - максилла II, 9 - антенна, возле нее – игла.

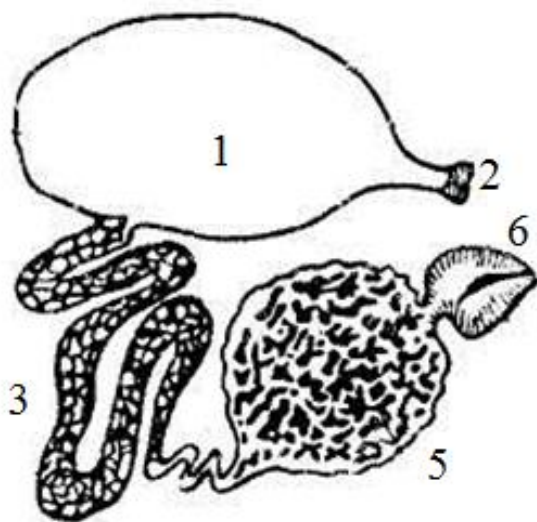


Рисунок 44 – Антенальная почка речного рака:
1 – мочевой пузырь, 2 - выделительная пора, 3- бХлый канал
4 - прозрачный канал, 5 - зеленый канал, 6 - целомический мешок

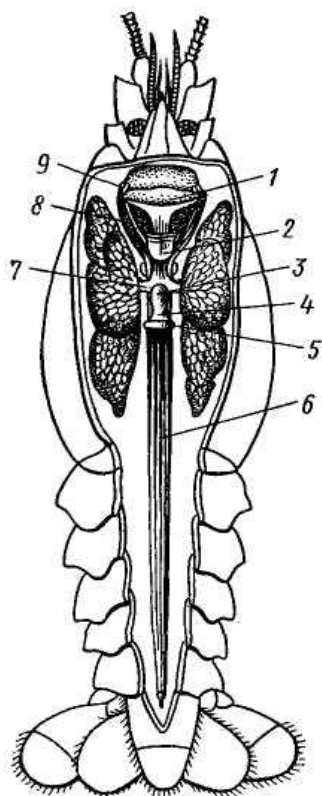


Рисунок 45 – Пищеварительный канал речного рака (по Гексли):

1 - желудок, 2 - пилорическая часть желудка, 3 - слепой дорзальный вырост средней кишки, 4 - средняя кишка, 5 - валик, отделяющий среднюю кишку от задней, 6 - задняя кишка, 7 - проток печени, 8 и 9 - гребни на стенке желудка

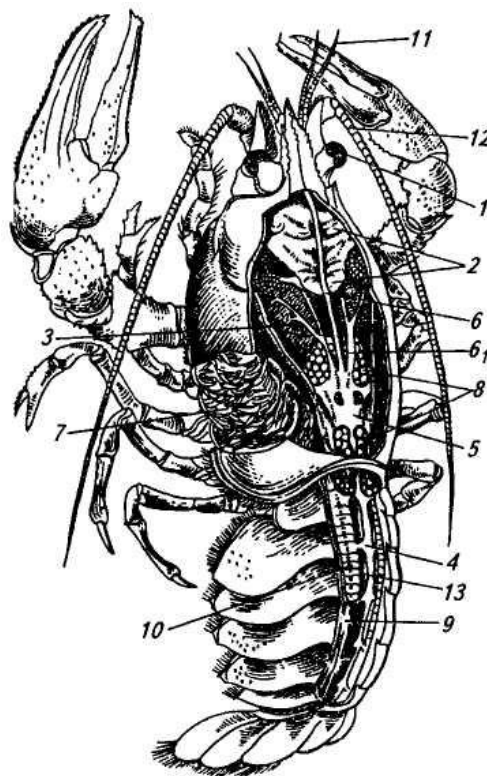


Рисунок 46 – Вскрытая самка речного рака:

1 - сложный глаз; 2 - желудок; 3 - печень; 4, 6, 6₁ - кровеносные сосуды; 5 - сердце; 7 - жабры; 8 - яичник; 9 - брюшная нервная цепочка; 10 - мышцы брюшка; 11 - первая пара усиков; 12 - вторая пара усиков; 13 - задняя кишка

Вопросы для самоконтроля

1. Охарактеризуйте общие признаки ракообразных.
2. Общая характеристика низших ракообразных.
3. Значение ракообразных в природе и хозяйственной деятельности человека.

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 10

ТЕМА: ТИП ЧЛЕНИСТОНОГИЕ (ARTHROPODA).

ПОДТИП ХЕЛИЦЕРОВЫЕ (CHELICERATA).

КЛАСС ПАУКООБРАЗНЫЕ (ARACHNIDA)

Цель занятия - изучить морфологические и анатомические особенности представителей различных отрядов паукообразных. Циклы развития пастбищных клещей.

Материальное обеспечение живой материал – паук-крестовик (тарантул, скорпионы); бинокляр МБС-10, лупы, влажные макропрепараты, плакаты по анатомии паукообразных.

Задание 1. Изучить внешнее строение скорпионов, сольпуг, пауков и клещей. Сравнить, отметить различия во внешнем строении.

Задание 2. Рассмотреть при малом увеличении постоянные препараты взрослых чесоточных клещей. Зарисовать.

Задание 3. Изучить внутреннее строение паукообразных на примере паука-крестовика по плакату. Зарисовать представителей различных отрядов паукообразных (рис. 47).

Задание 4. Изучить циклы развития пастбищных клещей. Зарисовать схему развития одно-, двух- и трёххозяинных клещей (рис. 48).

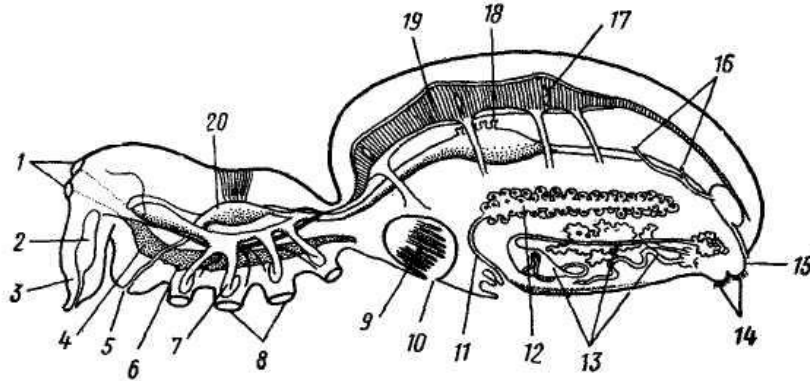


Рисунок 47 – Схема организации паука (из Аверинцева):

1 - глаза, 2 - ядовитая железа, 8 - хелицера, 4 - мозг, 5 - рот, 6 - подглоточный нервный узел, 7 - железистый вырост кишечника, 8 - основания ходильных ног, 9 - легкое, 10 - легочное отверстие - дыхальце, 11 - яйцевод, 12 - яичник, 13 - паутинные железы, 14 - паутинные бородавки, 15 - анус, 16 - мальпигиевы сосуды, 17 - остии, 18 - протоки печени, 19 - сердце, 20 - глотка, связанная со стенкой тела мускулатурой

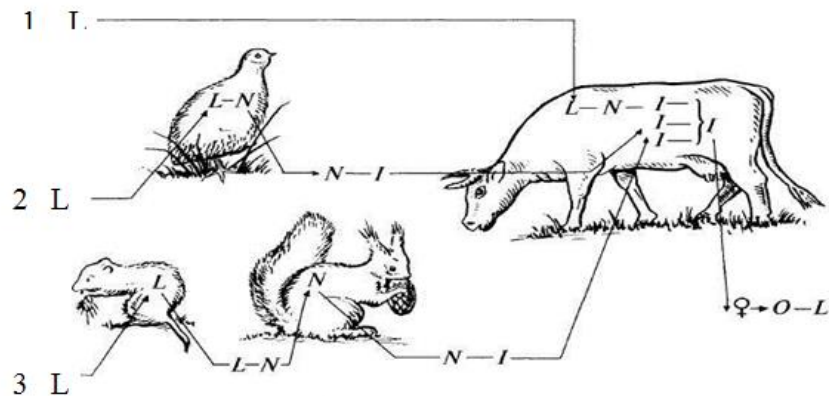


Рисунок 48 – Схема жизненных циклов иксодовых клещей (из Абдурахманова):

1 - однохозяинный цикл; 2 - двуххозяинный цикл; 3 - треххозяинный цикл; О - яйцо; L - личинка; N - нимфа; I - имаго

Вопросы для самоконтроля

1. Особенности морфологического и анатомического строения паукообразных, развитие органов и систем в различных отрядах.

2. Клещи - распространители различных болезней животных и человека. Циклы развития иксодовых клещей.

3. Ядовитые паукообразные. Значение их яда.

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 11
ТИП: ЧЛЕНИСТОНОГИЕ (ARTHROPODA).
ПОДТИП: ТРАХЕЙНОДЫШАЩИЕ (TRACHEATA).
КЛАСС: НАСЕКОМЫЕ ОТКРЫТОЧЕЛЮСТНЫЕ
(INSECTA ECTOGNATHA)

Цель занятия - изучить особенности строения и развития насекомых.

Материальное обеспечение живой материал – мадагаскарские тараканы; бинокляр МБС-10, лупы, влажные макропрепараты, фиксированные препараты, плакаты по анатомии и морфологии насекомых.

Задание 1. Изучить морфологию насекомых на примере тараканов. Рассмотреть с помощью ручной лупы внешнее строение самца и самки таракана. Обратит внимание на расчлененность тела на голову, грудь и брюшко, на сокращение сегментов тела и числа ходильных ног (3 пары). Зарисовать общий план строения насекомого (рис. 49).

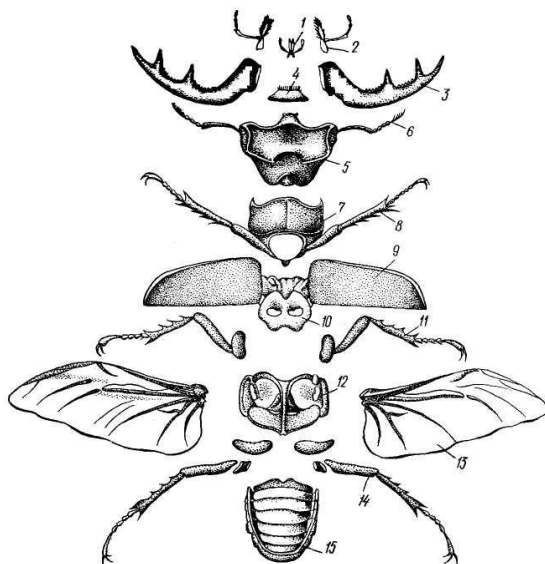


Рисунок 49 – Расчленение жука-оленья *Lucanus cervus* (по Гилярову):
1 - нижняя губа, 2 - нижняя челюсть, 3 - мандибула, 4 - верхняя губа,
5 - голова, 6 - антенны, 7 - переднегрудь, 8 - первая пара грудных конечностей, 9 - передняя пара крыльев - надкрылья, 10 - среднегрудь,
11 - вторая пара грудных конечностей, 12 - заднегрудь, 13 - задние крылья,
14 - третья пара грудных конечностей, 15 – брюшко

Задание 2. Познакомиться с особенностями строения конечностей и основными типами ротовых аппаратов насекомых (микропрепараты). Зарисовать (рис. 50, 51).

Задание 3. Познакомиться с полным и неполным метаморфозом насекомых на примере саранчи и овода.

Задание 4. Изучить отличительные признаки комаров анофелес и кулекс (фиксированные объекты), комнатной мухи и мухи-жигалки,

слепней и оводов. Ознакомиться с характером заболеваний сельскохозяйственных животных, вызываемых оводами (макропрепараты личинок полостного, желудочного и подкожного оводов).

Вопросы для самоконтроля

1. Характеристика насекомых как высших беспозвоночных животных.
2. Размножение и развитие насекомых.
3. Разнообразие ротового аппарата и конечностей.
4. Насекомые - переносчики возбудителей болезней животных и человека.

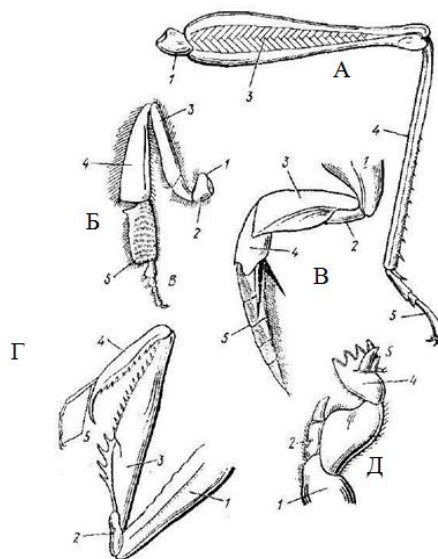


Рисунок 50 – Типы ног насекомых (по Воронцову и Мозолевской):
А - прыгательная, Б – собирающая, В - плавательная, Г – хватательная, Д - копательная (1 - тазик, 2 - вертлуг, 3 - бедро, 4 - голень, 5 - лапка)

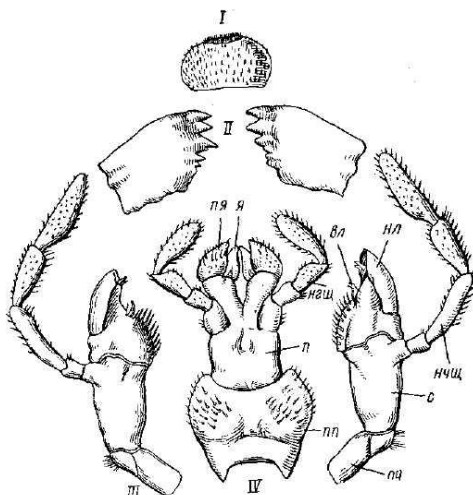


Рисунок 51 – Ротовой аппарат черного таракана
(по Воронцову и Мозолевской):

I - верхняя губа, II - жвалы (верхние челюсти), III – нижние челюсти (оч - основной членик, с - стволик, нчщ – челюстной щупик, нл - наружная, вл - внутренние жевательные лопасти), IV - нижняя губа (пп - подподбородок, п – подбородок, нгщ - нижнегубной щупик, пя - придаточные язычки, я –

язычки)

Вопросы для самоконтроля

1. Характеристика насекомых как высших беспозвоночных животных.
2. Размножение и развитие насекомых.

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 12

ТЕМА: ТИП ИГЛОКОЖИЕ (ECHINODERMATA)

Цель занятия - изучить морфологические и анатомические особенности представителей различных классов Иглокожих.

Материальное обеспечение влажные макропрепараты, скелеты морских ежей, плакаты по анатомии иглокожих.

Задание 1. Изучить внешнее строение морской звезды по коллекционному материалу.

Задание 2. Изучить и зарисовать особенности внутреннего строения луча морской звезды (рис. 52).

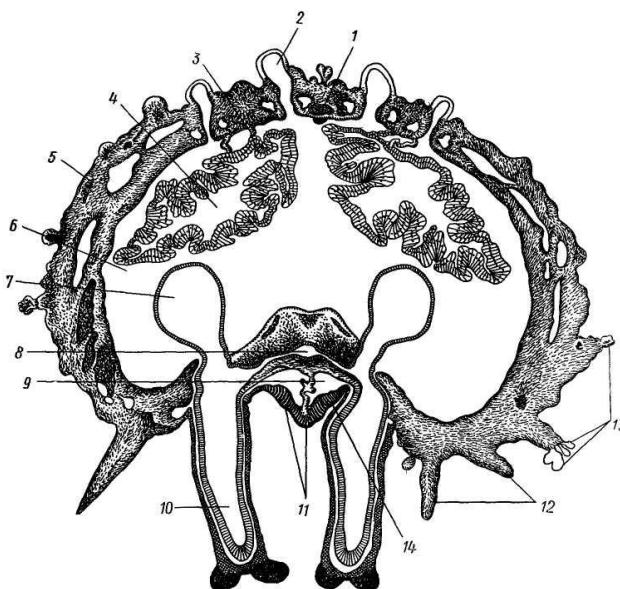


Рисунок 52 – Поперечный разрез луча морской звезды *Asterias rubens* (из Кюкенталя):

1 - радиальный ствол аборальной нервной системы, 2 - кожная жабра, 3 - мезентерий, подвешивающий печеночный мешок, 4 - печеночный мешок, 5 - стенка тела, 6 - целом, 7 - ампула, 8 - радиальный амбулакральный канал, 9 - перигемальный радиальный канал, 10 - амбулакральная ножка, 11 - радиальный ствол эктонеуральной системы, 12 - скелетные иглы, 13 - педицеллярии, 14 - радиальный ствол гипонеуральной системы

Задание 3. Зарисовать принципиальное строение нервной системы морской звезды (рис. 53).

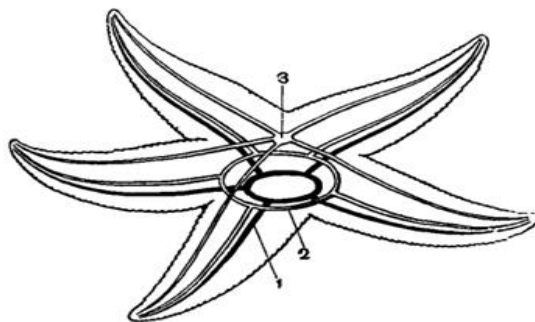


Рисунок 53 – Тройная нервная система морской звезды (из Догеля):

1 – эктоневральная; 2 – гипоневральная; 3 – аборальная

Задание 4. Рассмотреть внешнее строение морского ежа. Изучить и зарисовать анатомические особенности (рис. 54).

Задание 5. Изучить внешнее строение голотурий с помощью фиксированных образцов. Зарисовать (рис. 55).

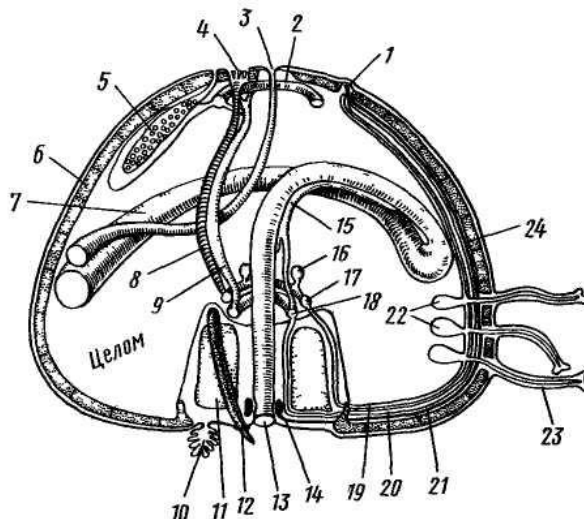


Рисунок 54 – Общая анатомия морского ежа (из Никольса):

1 - глазок, 2 - аборальное кровеносное кольцо, 3 - анальное отверстие, 4 - madreporовая пластинка, 5 - половая железа, 6 - пластинки скелетного панциря, 7 - кишечник, 8 - каменистый канал, 9 - осевой орган, 10 - жабра, 11 - скелет аристотелева фонаря, 12 - его зуб, 13 - рот, 14 - оральная эктоневральная система, 15 - кишечный кровеносный синус, 16 - полиевы пузыри, 17 - кольцевой канал амбулакральной системы, 18 - оральное кровеносное кольцо, 19 - радиальный амбулакральный сосуд, 20 - радиальный кровеносный сосуд, 21 - радиальный канал перигемальной системы, 22 - ампулы амбулакральных ножек, 23 - амбулакральные ножки, 24 - радиальный нервный ствол

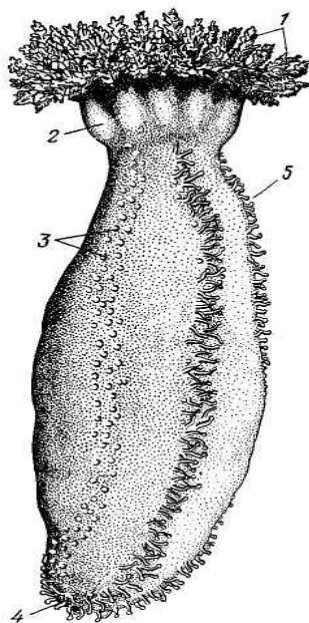


Рисунок 55 – Голотурия (по Стрелкову):

1 - щупальца, 2 - ампула щупалец, 3 - амбулакральные ножки бивииума, 5 - амбулакральные ножки тривиума

Вопросы для самоконтроля

1. Черты вторичноротых животных в типе Иглокожие.
2. Примитивные особенности организации Иглокожих.
3. Приспособление Иглокожих к малоподвижному образу жизни.
4. Основные черты внешнего и внутреннего строения представителей различных классов Иглокожих.

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 13

ТЕМА: ТИП: ХОРДОВЫЕ (CHORDATA)

ПОДТИП: БЕСЧЕРЕПНЫЕ (ACRANIA)

КЛАСС: ГОЛОВОХОРДОВЫЕ (CERHALOCHORDATA)

Цель занятия - изучить основные особенности строения головохордовых как примитивной группы типа хордовых.

Материальное обеспечение бинокляр МБС-10, влажные макропрепараты, плакаты по анатомии и морфологии европейского ланцетника.

Задание 1. Изучить внешнее и внутреннее строение ланцетника.

1. Рассмотреть с помощью ручной лупы фиксированный объект и тотальный препарат ланцетника. Сравнить с рисунком, найти основные признаки хордовых и отметить, что на брюшной стороне переднего края имеются щупальца, задний конец тела заострен и окаймлен хвостовым плавником. Зарисовать.

2. Рассмотреть при малом увеличении микроскопа поперечные срезы ланцетника в области пищеварительной части кишечника и в области глотки (микропрепарат). Зарисовать и проставить

соответствующие обозначения (рис. 56)

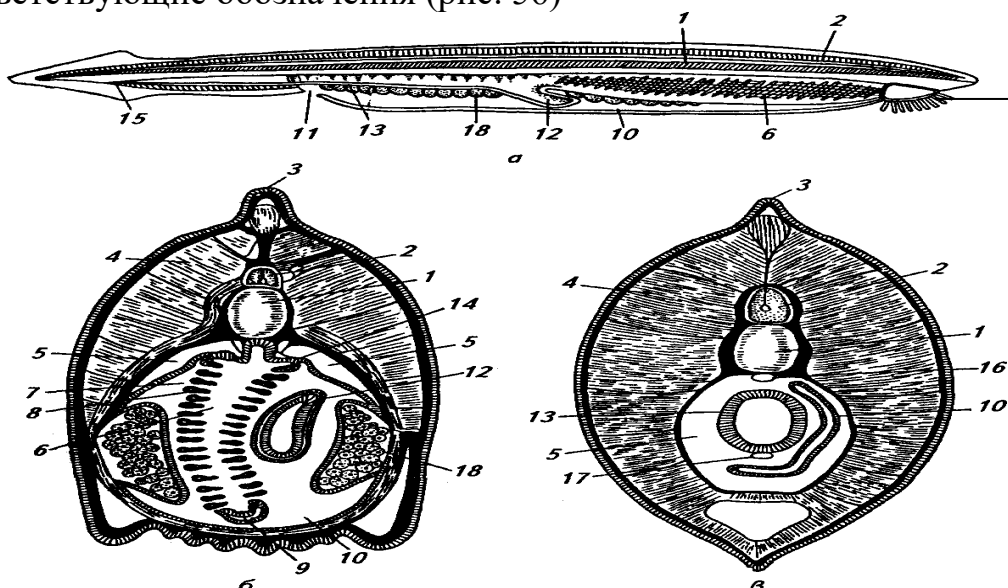


Рисунок 56 – Ланцетник европейский (*Amphioxus lanceolatus*)

Внутреннее строение ланцетника:

а - продольный разрез тела: поперечные разрезы тела в области глотки (б) и в области кишечника (в); 1 - хорда; 2 - нервная трубка; 3 - спинной плавник; 4 - миомер; 5 - целом; 6 - глотка; 7 - жаберная щель; 8 - межжаберная перегородка; 9 - эндостиль; 10 - околожаберная (атриальная) полость; 11 - атриопор; 12 - печень; 13 - кишка; 14 - нефридий; 15 - анальное отверстие; 16 - спинная аорта; 17 - подкишечная вена; 18 - половые железы; 19 - щупальца

Вопросы для самоконтроля

1. Характеристика хордовых.
2. Ланцетник - переходная форма от беспозвоночных к позвоночным животным. Особенности внутреннего строения ланцетника.

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 14 **ТЕМА: КЛАСС КРУГЛОРОТЫЕ (CYCLOSTOMATA)**

Цель занятия - изучить морфологические и анатомические особенности миног и миксин.

Материальное обеспечение влажные макропрепараты, плакаты по анатомии Бесчелюстных.

Задание 1. Изучить внешнее строение речной миноги по постоянным влажным макропрепаратам.

Задание 2. Зарисовать принципиальное строение глотки пескоройки и взрослой миноги (рис. 57).

Задание 3. Изучить и зарисовать особенности внутреннего строения миноги (влажный постоянный препарат, сагиттальный разрез). Зарисовать.

Задание 4. Зарисовать внутренний скелет миноги и внутреннее строение миксины.

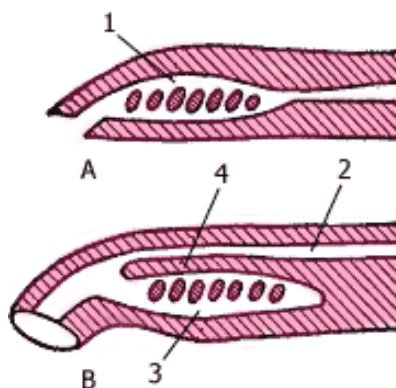


Рисунок 57 – Глотка пескоройки (А), миноги (Б):

1 - глотка, 2 - пищевод, 3 - дыхательная трубка, 4 - складка, разделяющая глотку на пищевод и дыхательную трубку

Вопросы для самоконтроля

1. Особенности внешнего и внутреннего строения различных представителей круглоротых.
2. Размножение и развитие круглоротых. Значение круглоротых.

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 18

ТЕМА: КЛАСС ХРЯЩЕВЫЕ РЫБЫ (CHONDRICHTHYES)

Цель занятия - изучить морфологические и анатомические особенности хрящевых рыб.

Материальное обеспечение влажные макропрепараты, плакаты по анатомии Хрящевых рыб.

Задание 1. С помощью влажных препаратов акулы изучить внешнее строение хрящевых рыб.

Задание 2. Изучить внутреннее строение хрящевых рыб на примере акулы (рис. 58). Зарисовать.

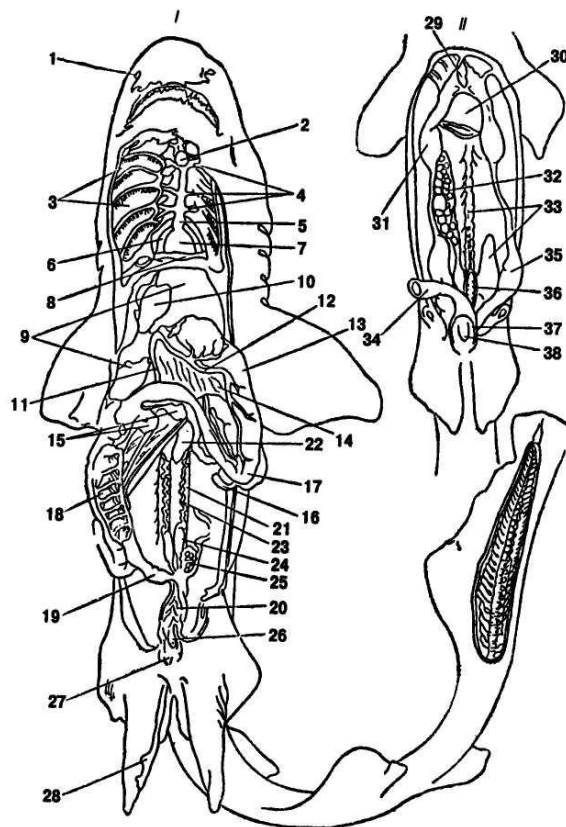


Рисунок 58 – Вскрытая акула (по Константинову, Шаталовой):
 (I - самец; II - самка): 1 - ноздря; 2 - щитовидная железа; 3 - жабры;
 4 – приносящие жаберные артерии; 5 - артериальный конус; 6 - предсердие; 7 - желудочек; 8 - венозная пазуха; 9 - печень; 10 - желчный пузырь; 11 - воротная вена печени; 12 - желудочная ветвь воротной вены; 13 - желудок; 14 - брыжейка; 15 - поджелудочная железа; 16 - селезенка; 17 - пилорическая часть желудка; 18 - вскрытая толстая кишка со спиральным клапаном; 19, 34 - прямая кишка; 20, 37 - вскрытая клоака; 21, 33 - почка; 22 - семенник; 23 - семяпровод; 24 - семенной пузырек; 25 - железа прямой кишки; 27 - половой сосочек; 28 - птеригоподия; 29 - воронка яйцевода; 30 - отрезок пищевода; 31 - яйцевод; 32 - яичник; 34 - отрезок кишки; 35 - матка; 36 - отверстия мочеточников; 26, 38 - мочевого сосочек

Задание 3. Зарисовать строение плакоидной чешуи хрящевой рыбы (рис. 59).

ПЛАКОИДНЫЕ ЧЕШУИ ХРЯЩЕВАЯ РЫБА

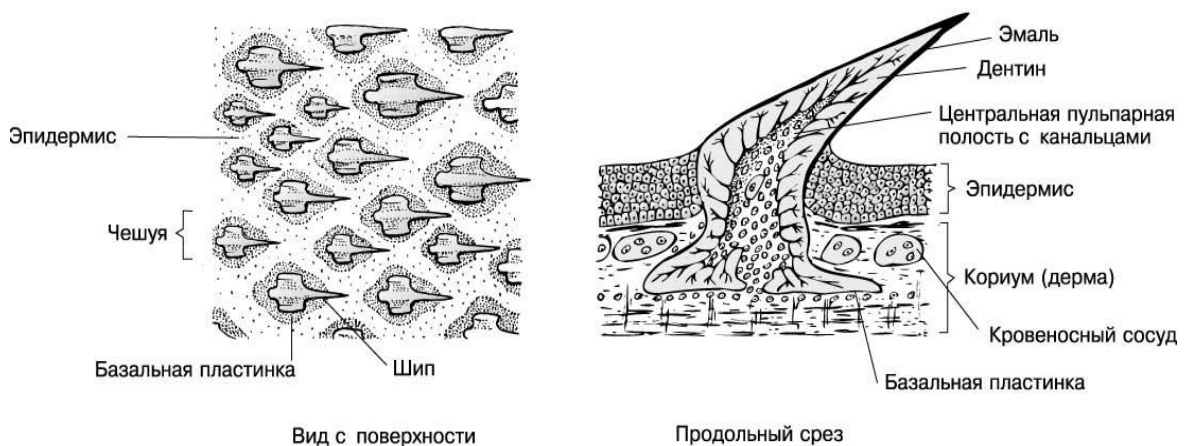


Рисунок 59 – Строение плакоидной чешуи хрящевой рыбы
(по материалам интернет-ресурса <http://www.netdozer.ru>)

Вопросы для самоконтроля

1. Особенности морфофизиологической организации хрящевых рыб.
2. Систематика хрящевых рыб, представители различных отрядов.
3. Значение хрящевых рыб в природе и хозяйственной деятельности человека.

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 15
ТЕМА: ТИП ХОРДОВЫЕ (CHORDATA).
ПОДТИП ПОЗВОНОЧНЫЕ (VERTEBRATA)
КЛАСС КОСТНЫЕ РЫБЫ (OSTEICHTHYES)

Цель занятия- изучить особенности строения костной рыбы и многообразие форм тела рыб в зависимости от условия жизни.

Задание 1. Рассмотреть наружное строение пресноводных и морских рыб.

Задание 2. Изучить внутреннее и внешнее строение рыб. Вскрыть рыбу и рассмотреть расположение и строение внутренних органов и особенности скелета. Зарисовать и проставить соответствующие обозначения (рис. 60-67).

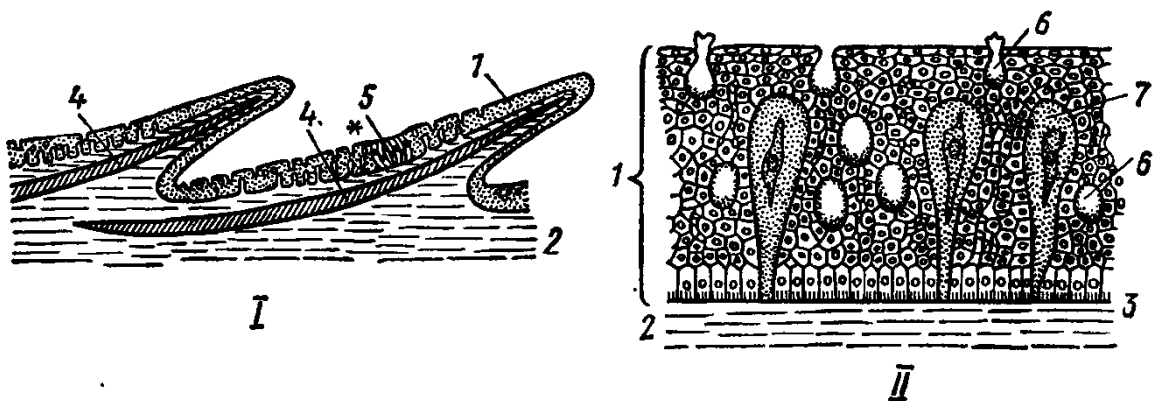


Рисунок 60 – Кожа костистой рыбы (по Гудричу). I – продольный разрез через участок с двумя чешуями; II – место, отмеченное на левом рисунке звездочкой (сильно увеличено):

1 - эпидермис, 2 - кориум, 3 - базальный слой эпидермиса, 4 - костная чешуя, 5 - чувствующая концевая почка, 6 - слизеотделительная одноклеточная железа, 7 - колбовидная одноклеточная железа

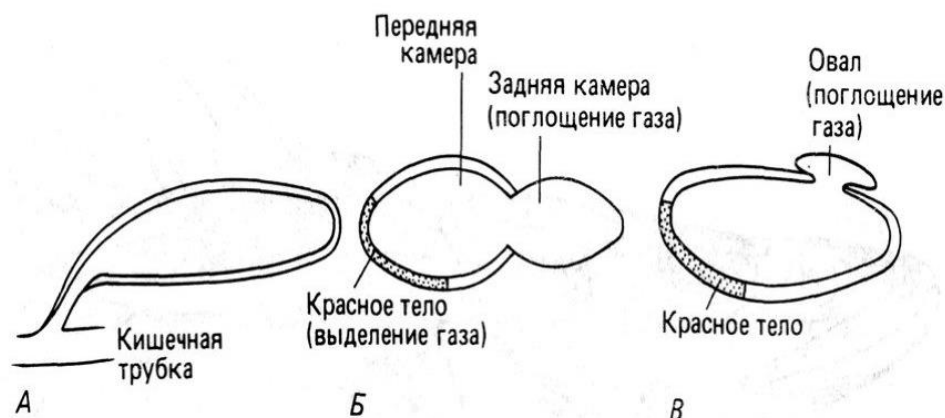


Рисунок 61 –Строение плавательного пузыря различных рыб. Пузырь примитивного типа, открывающийся в кишку. Б и В. Пузыри закрытого типа, имеющие выделяющее газ красное тело и зону, поглощающую газ.

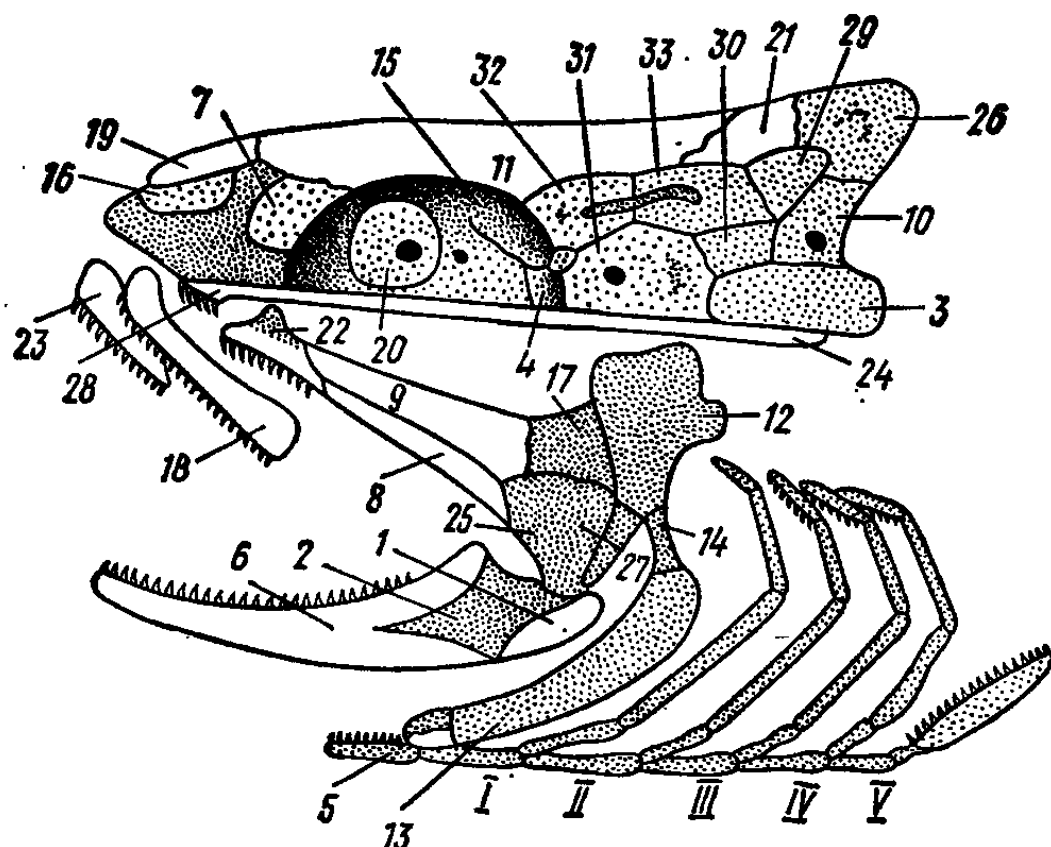


Рисунок 62 – Схема расположения костей в черепе костистой рыбы. Висцеральный скелет отделен от мозгового черепа. Жаберная крышка не нарисована. Основные кости и хрящ покрыты точками, покровные – белые:

1 – угловая, 2 – сочленовная, 3 – основная затылочная, 4 – основная клиновидная, 5 – копула, 6 – зубная, 7 – боковая обонятельная, 8 – наружная крыловидная, 9 – внутренняя крыловидная, 10 – боковая

затылочная, 11 – лобная, 12 – подвесок, 13 – гиоид, 14 – окостеневшая связка, 15 – боковая клиновидная, 16 – средняя обонятельная, 17 – задняя крыловидная, 18 – верхнечелюстная, 19 – носовая, 20 – глазоклиновидная, 21 – теменная, 22 – небная, 23 – предчелюстная, 24 – парасфеноид, 25 – квадратная, 26 – верхняя затылочная, 27 – дополнительная, 28 – сошник, 29-33 ушные кости, I-V – жаберные дуги

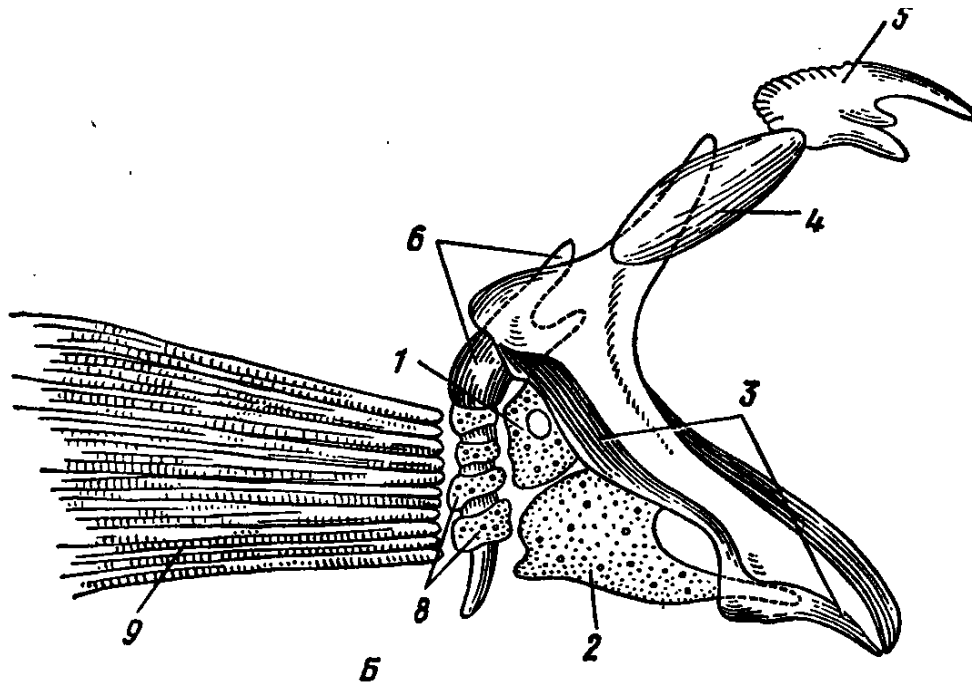


Рисунок 63 – Пояс грудных плавников и грудные плавники лучеперой рыбы – судака (окунеобразные):
первичный пояс: 1 – лопатка, 2 – коракоид; вторичный пояс: 3 – клейтрум, 4 – супраклейтрум, 5 – заднетеменная кость, 6 – подклеитрум; скелет плавника: 7 – базалии, 8 – радиалии, 9 – лепидотрихии (кожные костные лучи)

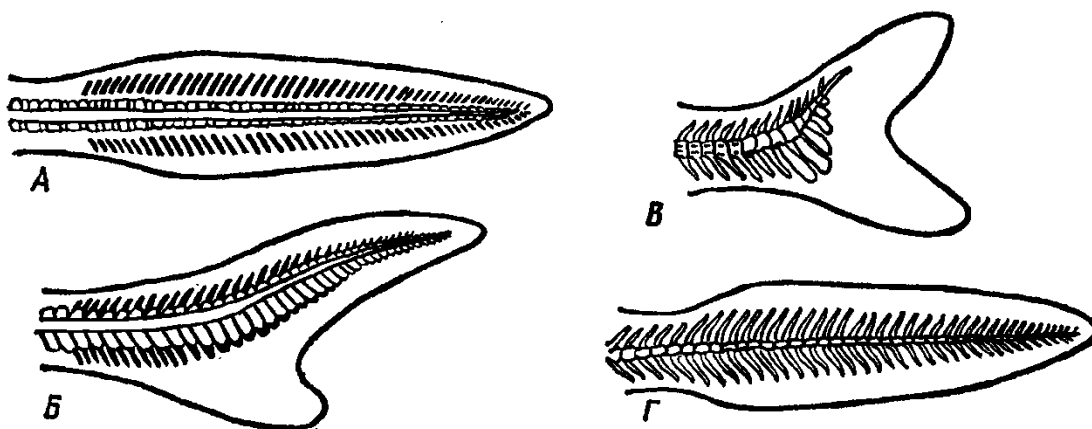


Рисунок 64 – Форма хвостового плавника:
А – протоцеркальная; Б – гетероцеркальная (осетрообразные); Б –

гомоцеркальная (большинство костистых рыб); Г – дифицеркальная

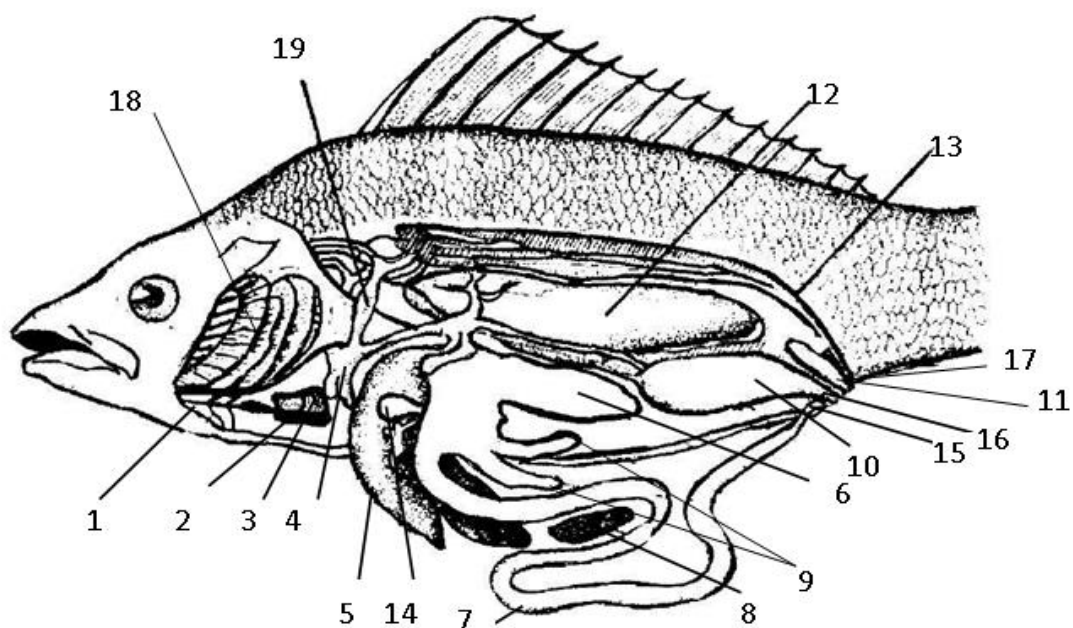


Рисунок 65 – Вскрытый окунь (самка) (из Веселова Е.А.):

1 - аорта; 2 - желудочек; 3 - предсердие; 4 - венозный синус; 5 - печень; 6 - желудок; 7 - тонкая кишка; 8 - селезенка; 9 -пилорические отростки; 10 - половая железа; 11 - мочевого пузырь; 12 - плавательный пузырь; 13 - почки (туловищные); 14 - желчный пузырь; 15 - анальное отверстие; 16 - половое отверстие; 17 - мочевое отверстие; 18 - жабры; 19 - кювьеров проток

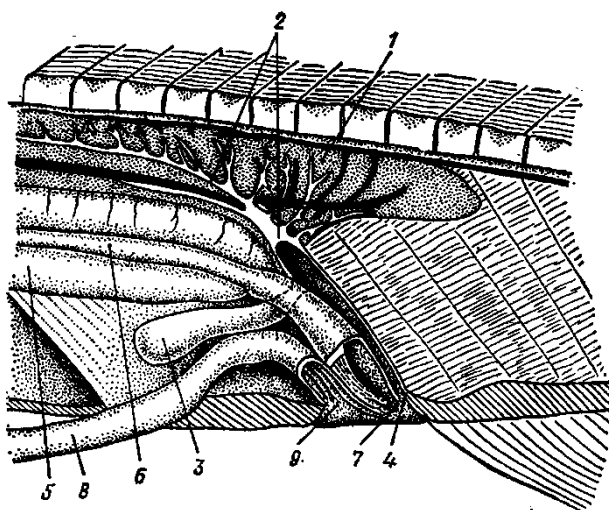


Рисунок 66 – Выводные каналы мочеполовой системы самца щуки – Ехос Lucius (по Гуртовому):

1 – почка, 2 – мочеточники, 3 – мочевого пузырь, 4 – наружное мочевое отверстие, 5 – семенник, 6 – семяпровод, 7 – наружное половое отверстие, 8 – кишечник, 9 – анальное отверстие

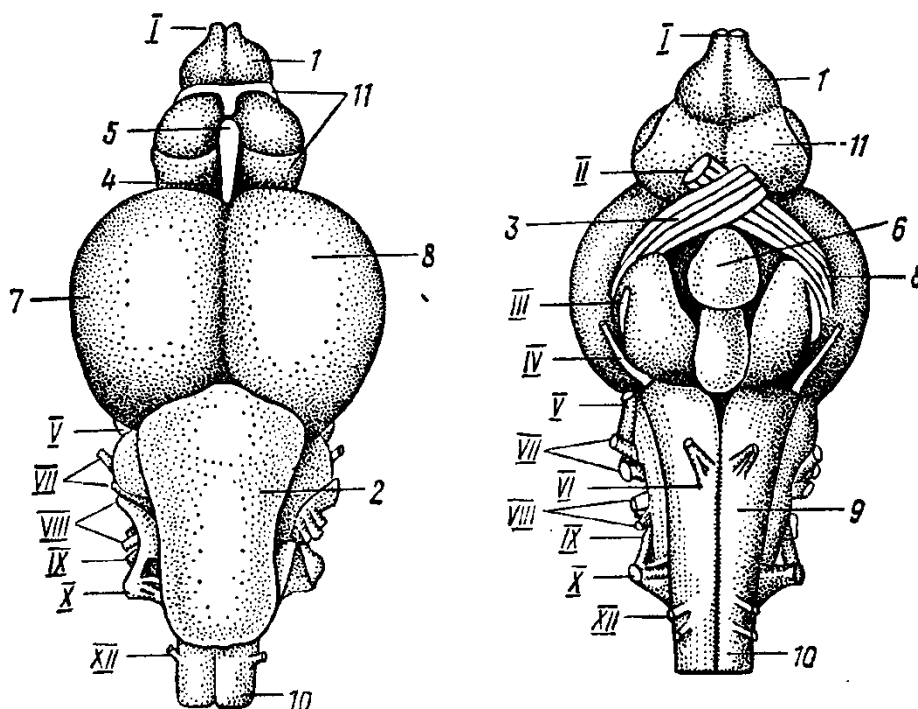


Рисунок 67 – Головной мозг форели сверху и снизу (по Видерсгейму): 1 – обонятельная луковица, 2 – мозжечок, перекрест зрительных нервов, 4 – промежуточный мозг, 5 – эпифиз, 6 – гипофиз, 7 – зрительные доли среднего мозга, 8 – средний мозг, 9 – продолговатый мозг, 10 – спинной мозг, 11 – передний мозг; I-X – головные нервы

Вопросы для самоконтроля.

1. Особенности морфофизиологического строения организации костных рыб.
2. Особенности размножения костных рыб.
3. Прудовое рыбоводство.

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 16

ТЕМА: ЭКОЛОГИЯ РЫБ

Цель занятия - изучить морфологические и анатомические особенности рыб в зависимости от экологических особенностей.

Материальное обеспечение влажные макропрепараты, плакаты по экологии рыб, лупы с 7-10-кратным увеличением.

Задание 1. С помощью лупы рассмотреть строение чешуи различных рыб, определить возраст по годовым кольцам. Зарисовать строение основных типов чешуи костных рыб (рис. 68).

Задание 2. Изучить положение рта рыб. Зарисовать основные типы положения рта костных рыб (рис. 70).

Задание 3. Изучить различные формы тела рыб в зависимости от условий местообитания. Зарисовать (рис. 69).

Задание 4. Рассмотрите схему – положение основных групп рыб в

системе животных (рис. 71).

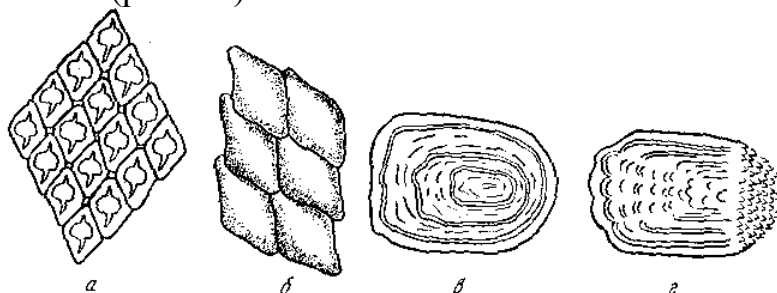


Рисунок 68 – Форма чешуи рыб
(по материалам <http://student.km.ru>):

а - плакоидная; б - ганоидная; в - циклоидная; г – ктеноидная

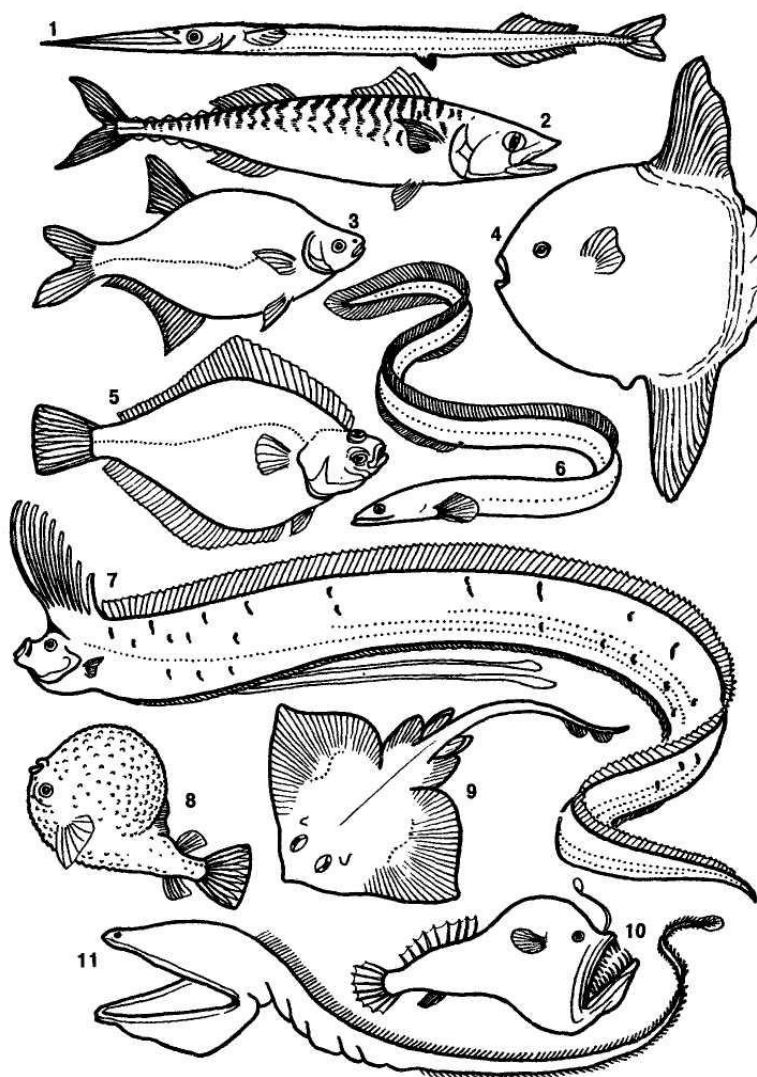


Рисунок 69 – Формы тела рыб, живущих в разных условиях
(по Константинову и Шаталовой):

1 - сарган; 2 - скумбрия; 3 - лещ; 4 - луна-рыба; 5 - камбала; 6 - угорь; 7 - сельдяной король; 8 - иглобрюх; 9 - скат; 10 - меланоцетус; 11 - большерот



Рисунок 70 – Положение рта костных рыб
(по материалам <http://www.ecosystema.ru>)

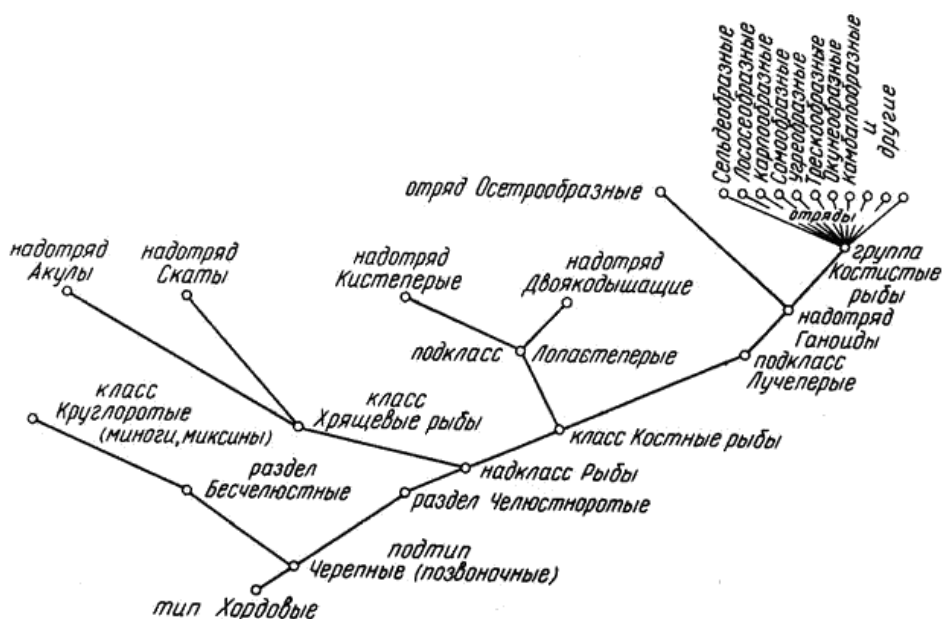


Рисунок 71 – Положение основных групп рыб в системе животных
(по Наумову, Карташеву, 1979, с сокращениями)

Вопросы для самоконтроля

1. Морфофизиологические приспособления рыб к обитанию в водной среде.
2. Как можно определить возраст костной рыбы?
3. Экологические группы рыб.

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 17 ТЕМА: ТИП ХОРДОВЫЕ (CHORDATA). ПОДТИП ПОЗВОНОЧНЫЕ (VERTEBRATA) КЛАСС ЗЕМНОВОДНЫЕ (AMPHIBIA)

Цель занятия - изучить прогрессивные особенности внешнего и внутреннего строения лягушки, связанные с наземным и водным образом жизни.

Материальное обеспечение живой материал – озёрная лягушка, фиксированные препараты – представители различных отрядов

земноводных, влажные макропрепараты - внутренне строение лягушки, кровеносная система лягушки, плакаты по анатомии и морфологии земноводных, муляж головного мозга.

Задание 1. Изучить особенности строения скелета лягушки, отметить прогрессивные особенности (сравнительно с рыбами).

Задание 2. Рассмотреть внешнее строение лягушки (наркотизированные объекты), найти признаки приспособления к наземному и водному образу жизни.

Задание 3. Изучить внутреннее строение лягушки по вскрытым объектам и по таблице. Зарисовать схему внутреннего строения лягушки, проставить соответствующие обозначения (рис. 72, 73).

Вопросы для самоконтроля

1. Особенности внешнего и внутреннего строения земноводных.
2. Разнообразие земноводных.
3. Значение земноводных.

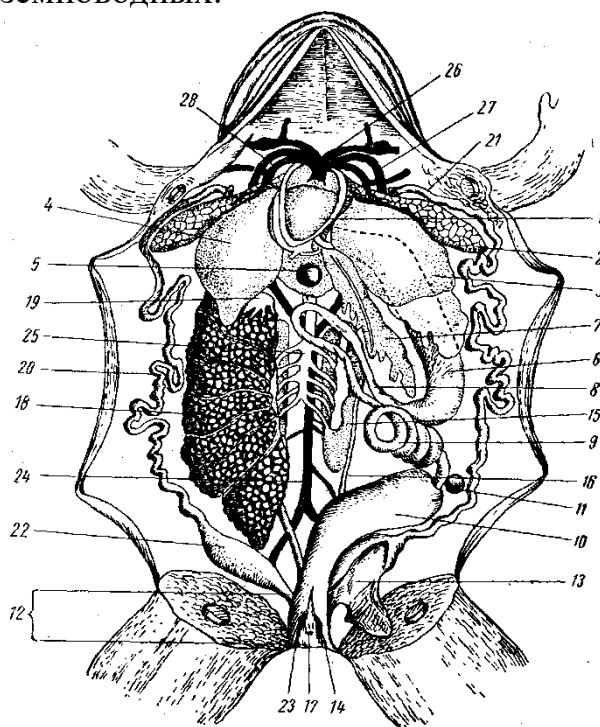


Рисунок 72 – Вскрытая лягушка, самка (по Матвееву):

- 1 - сердце, 2 - легкое, 3 - левая лопасть печени, 4 - правая лопасть печени, 5 - желчный пузырь на средней лопасти печени, 6 - желудок, 7 - поджелудочная железа, 8 - двенадцатиперстная кишка, 8 - тонкая кишка, 10 - толстая кишка, 11 - селезенка, 12 - клоака, 13 - маточный отдел яйцевода (вскрыт), 14 - отверстие мочевого пузыря в клоаку, 15 - почка, 16 - мочеточник, 17 - отверстие мочеточников в клоаку, 18 - правый яичник (левый удален), 19 - жировое тело, 20 - яйцевод правый, 21 - яйцевод левый, 22 - маточный отдел яйцевода, 23 - отверстие яйцевода в клоаку, 24 - спинная аорта, 25 - задняя полая вена, 16 - общая сонная артерия, 27 - левая дуга аорты, 28 - легочная артерия

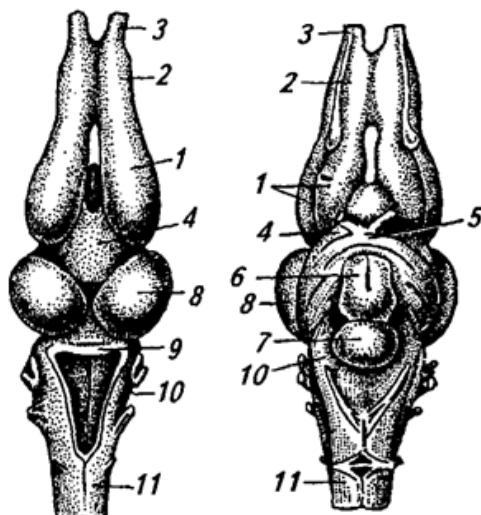


Рисунок 73 – Мозг лягушки:

А - сверху; Б - снизу; 1 - полушария переднего мозга; 2 - обонятельные доли; 3 - обонятельный нерв; 4 - промежуточный мозг; 5 - зрительные нервы; 6 - воронка промежуточного мозга; 7 - гипофиз; 8 - средний мозг; 9 - мозжечок; 10 - продолговатый мозг; 11 - спинной мозг

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 18
ТЕМА: ТИП ХОРДОВЫЕ (CHORDATA)
ПОДТИП ПОЗВОНОЧНЫЕ (VERTEBRATA)
КЛАСС ПРЕСМЫКАЮЩИЕСЯ (REPTILIA)

Цель занятия - изучить особенности внешнего и внутреннего строения рептилий, проследить эволюцию черепа и познакомиться с отдельными представителями подклассов и отрядов.

Материальное обеспечение влажные фиксированные препараты – черепаха, змея, ящерица, влажные макропрепараты - внутренне строение ящерицы, скелеты ящерицы, каймана и змеи, муляж головного мозга ящерицы, яйца болотной черепахи, фиксированные набор препаратов – развитие змеи.

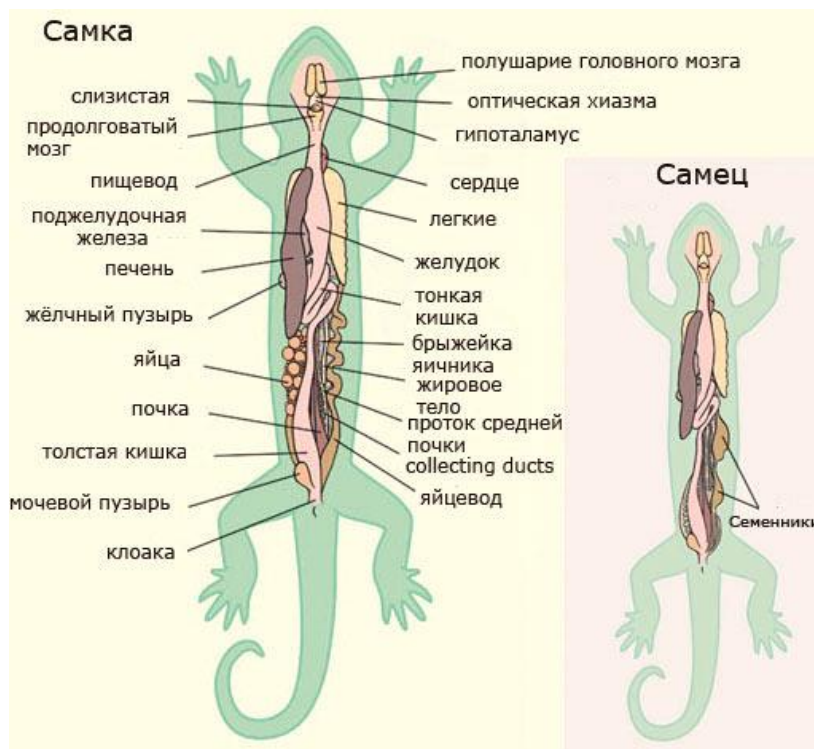


Рисунок 74 – Вскрытая ящерица. I - самец; II - самка:

Задание 1. Изучить внешнее строение ящерицы (фиксированные объекты), найти прогрессивные черты, появившиеся в связи с полным переходом к наземному образу жизни.

Задание 2. Изучить внутреннее строение ящерицы, зарисовать и проставить соответствующие обозначения (рисунок 74).

Вопросы для самоконтроля

1. Характеристика пресмыкающихся.
2. Разнообразие пресмыкающихся.
3. Экология, значение пресмыкающихся.

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 19 ТЕМА: ТИП ХОРДОВЫЕ(CHORDATA). ПОДТИП ПОЗВОНОЧНЫЕ (VERTEBRATA) КЛАСС ПТИЦЫ (AVES)

Цель занятия - изучить внешнее и внутреннее строение различных систем органов птиц и отметить признаки, связанные с приспособлением к полету.

Материальное обеспечение влажные фиксированные макропрепараты - внутренне строение голубя, кровеносная система птицы, эмбриональное развитие курицы, скелеты голубя, страуса, чучела птиц различных отрядов, муляж головного мозга птицы.

Задание 1. Изучить внешнее строение птиц, форму тела, расположение перьев и характер оперения птицы в связи с приспособлением к полету.

Задание 2. Изучить внутреннее строение птицы. Рассмотреть расположение внутренних органов (макропрепарат), найти: трахею, нижнюю (певчую) гортань - утолщение трахеи перед началом разветвления ее на бронхи, легкие, сердце, пищевод, зоб, железистый желудок, мышечный желудок, печень, поджелудочную железу, тонкую кишку, слепые кишки (на границе между тонкой и толстой кишкой), клоаку. Рассмотреть 4 камеры сердца: правые желудочек и предсердие и левые желудочек и предсердие. Ознакомиться со скелетом птицы, найти в скелете изменения, связанные с летательным образом жизни. Зарисовать (рис. 75).

Вопросы для самоконтроля

1. Характеристика класса птиц. Приспособления птиц к полету.
3. Классификация птиц. Экологические группы птиц.
5. Значение птиц в природе и хозяйственной деятельности человека.

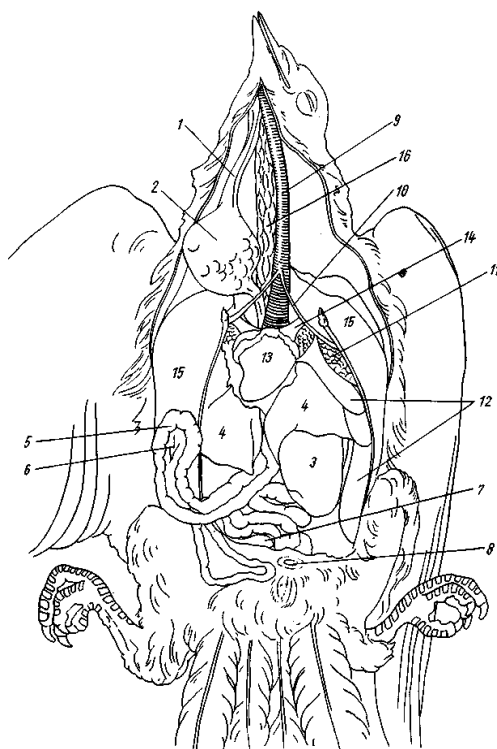


Рисунок 75 – Вскрытый голубь (по Б.С. Матвееву):

1 - пищевод, 2 - зоб, 3 - мышечный желудок, 4 - пищевод, 5 - двенадцатиперстная кишка, 6 - поджелудочная железа, 7 - брюшная стенка тела (в разрезе), 8 - отверстие клоаки, 9 - трахея, 10 - мышцы нижней гортани, 11 - легкие, 12 - воздушные мешки, 13 - сердце, 14 - подключичная артерия, 15 - грудные мышцы (в разрезе), 16 - шейные мышцы

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 20 **ТЕМА: ТИП ХОРДОВЫЕ(CHORDATA)** **ПОДТИП ПОЗВОНОЧНЫЕ (VERTEBRATA)** **КЛАСС МЛЕКОПИТАЮЩИЕ (MAMMALIA)**

Цель занятия - изучить особенности внешнего и внутреннего строения млекопитающих и признаки сходства с рептилиями.

Материальное обеспечение влажные фиксированные макропрепараты - пищеварительная, мочеполовая и кровеносная система крысы, чучела млекопитающих различных отрядов, живой материал – лабораторная крыса.

Задание 1. Изучить внешнее строение крысы, обратить внимание на черты биологической приспособленности к образу жизни. Туловище удлинненное с укороченными конечностями, приспособленное к жизни в норах и передвижению в узких щелях и ходах. На верхней губе жесткие усы-вибрисы - органы осязания. Тело покрыто волосами, их нет лишь на лапах; на хвосте они редкие, имеются ороговевшие чешуйки. Конечности неодинаковые: задние длиннее передних.

Задание 2. Изучить внутреннее строение крысы (кролика) по влажным препаратам. Отметить прогрессивные черты по сравнению с рептилиями.

Найти на объекте в верхней части тела трахею, в стенках которой имеются хрящевые беловатые кольца. Трахея разделяется на два бронха, входящие в легкие, где они сильно разветвляются. По бокам трахеи найдите щитовидную железу.

В грудной полости лежит сердце, оно довольно больших размеров. Верхняя часть его более тонкостенная и состоит из двух предсердий, нижняя - более толстостенная и упругая, состоит из двух желудочков. Найдите выходящие из сердца сосуды: дугу аорты и легочную артерию.

Найдите прогрессивные признаки в строении кровеносной системы у млекопитающих по сравнению с рептилиями.

Заметьте, что у млекопитающих грудная и брюшная полости разделены мышечной перегородкой - диафрагмой. В брюшной полости, ниже диафрагмы лежит массивная печень, желчного пузыря у крыс нет. Рассмотрите отделы пищеварительной системы.

Найдите пищевод, который впадает в мешковидный желудок. Рассмотрите на влажном препарате желудок жвачных животных, который включает четыре отдела: рубец, сетка, книжка и сычуг. От желудка отходит очень длинная тонкая кишка, начальная часть ее - двенадцатиперстная кишка. В нее впадают протоки печени и поджелудочной железы, которая лежит в петле, образованной желудком и двенадцатиперстной кишкой. Тонкая кишка переходит в толстую, от верхнего конца которой отходит слепая кишка. Задний отдел толстой кишки - прямая кишка заканчивается анальным отверстием. Общая длина кишечника в 5-6 раз превосходит длину тела.

Найдите в поясничном отделе парные почки бобовидной формы. Ниже их расположены мочеточники, открывающиеся в мочевой пузырь, от которого отходит мочеиспускательный канал (у рептилий мочевой пузырь открывается в клоаку).

Зарисовать строение кровеносной системы млекопитающих и проставить соответствующие обозначения. Зарисовать строение нефрона и

участка лёгкого (рис. 76-78).

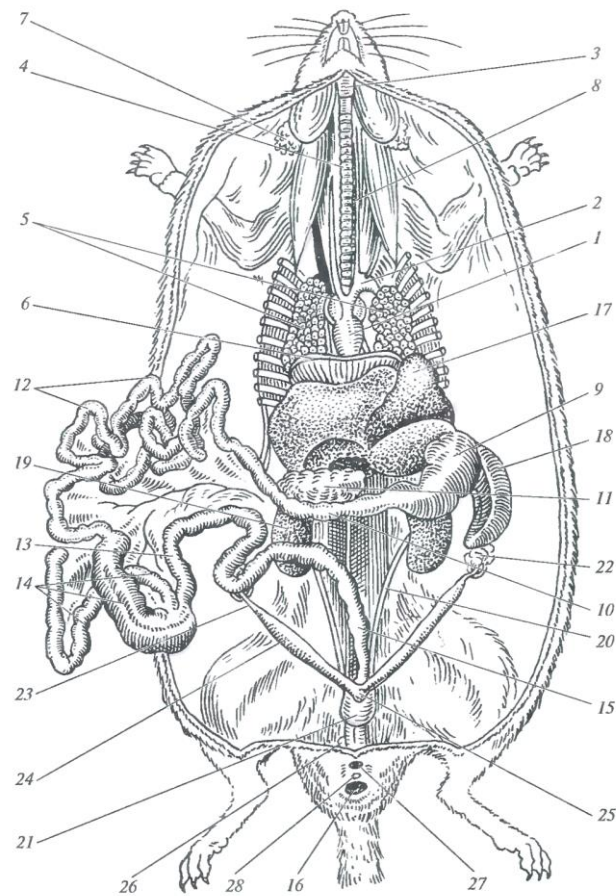


Рисунок 76 – Общее расположение внутренних органов самки крысы:
 1 – сердце, 2 – левая дуга аорты, 3 – гортань, 4 – трахея, 5 – легкие, 6 – диафрагма, 7 – околоушная слюнная железа, 8 – пищевод, 9 – желудок, 10 – двенадцатиперстная кишка, 11 – поджелудочная железа, 12 – тонкая кишка, 13 – толстая кишка, 14 – слепая кишка, 15 – прямая кишка, 16 – анальное отверстие, 17 – печень, 18 – селезенка, 19 – правая почка, 20 – мочеточник, 21 – мочевой пузырь, 22 – левый яичник, 23 – яйцевод, 24 – рог матки, 25 – матка, 26 – влагалище, 27 – выделительное отверстие, 28 – половое отверстие

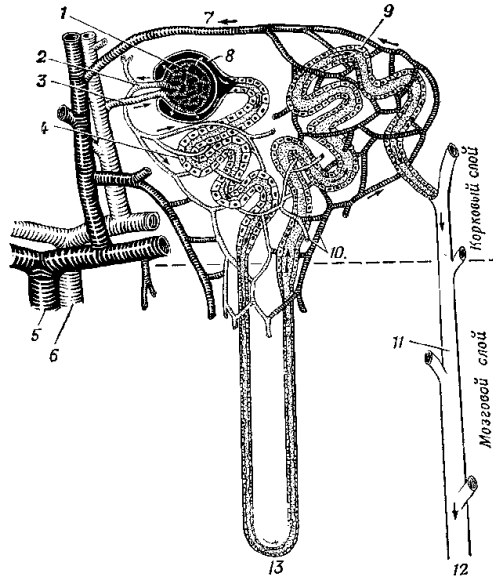


Рисунок 77 – Схема отдельного почечного канальца и его кровеносных сосудов (по Вилли):

1 - почечный клубочек; 2 - выносящая артериола; 3 - приносящая артериола; 4 - проксимальный извитой каналец; 5 - к почечной вене; 6 - от почечной артерии; 7 - венула; 8 - боуменова капсула; 9 - дистальный извитой каналец; 10 - сеть капилляров; 11 - собирательная трубка; 12 - к почечной лоханке; 13 - петля Генле

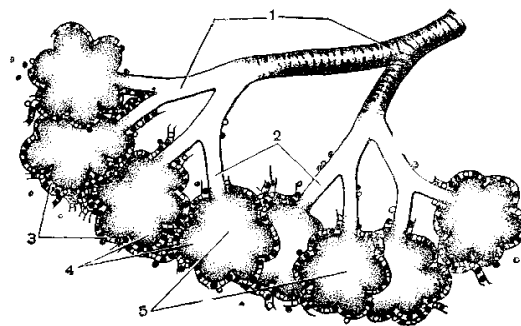


Рисунок 78 – Схема небольшого участка лёгкого (по Вилли):

1 – терминальная бронхиола; 2 – альвеолярные ходы; 3 - капилляры; 4 – альвеолы; 5 - альвеолярные мешочки

Вопросы для самоконтроля

1. Особенности строения млекопитающих как наивысших позвоночных.
2. Классификация млекопитающих.
3. Экология, значение млекопитающих.
4. Значение различных отрядов млекопитающих в природе и хозяйственной деятельности человека.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дауда, Т.А. Практикум по зоологии. [Электронный ресурс]: Учебные пособия / Т.А. Дауда, А.Г. Кощев. — Электрон. дан. — СПб. Лань, 2014. — 320 с.
2. Ермаков, Л.Н. Зоология с основами экологии: Учебное пособие / Л.Н. Ермаков. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 223 с.
3. Максимюк, Н. Н. Физиология животных: кормление : учеб. пособие для СПО / Н. Н. Максимюк, В. Г. Скопичев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 195 с.
4. Иванов, А.А. Физиология рыб: Учебное пособие для вузов / А.А. Иванов. -2-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2011. -288 с.
5. Кузов, С. Ю. Зоология беспозвоночных : учеб. пособие для вузов / С. Ю. Кузов, В. В. Гладун. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — 271 с.
6. Обухов, Д. К. Биология: клетки и ткани : учеб. пособие для СПО / Д. К. Обухов, В. Н. Кириленкова. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 358 с.
7. Щербаков, М.В. Малый практикум по зоологии беспозвоночных: учебно-методическое пособие. [Электронный ресурс] : Учебно-методические пособия / М.В. Щербаков, Ю.В. Максимова, Е.Ю. Субботина. — Электрон. дан. — Томск: ТГУ, 2015. — 172 с.

**Ранделин Д.А.
Дикусаров В.Г.
Новокщенова А.И.
Агапова В.Н.**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к лабораторным работам
по дисциплине «Зоология»**

ЧАСТЬ 2.

для подготовки бакалавров очного отделения
факультета Биотехнологий и ветеринарной медицины
направления «Водные биоресурсы и аквакультура»,
профиля «Управление водными биоресурсами и рыбоохрана»

В авторской редакции

Компьютерная верстка: *Кунгуровой Ю.И.*

Подписано к печати Формат 60х84^{1/16}.
Усл. печ. л. 3,26. Тираж. экз. Заказ.
ИПК ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ «Нива».
400002, Волгоград, пр. Университетский, 26.

ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И
РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФАКУЛЬТЕТ БИОТЕХНОЛОГИИ И ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ

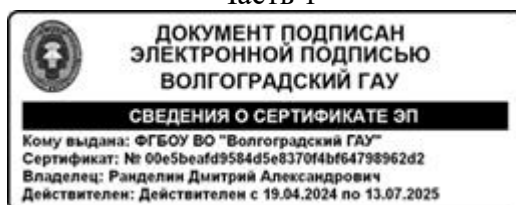
КАФЕДРА «ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ И АКВАКУЛЬТУРА»

А.И. НОВОКЩЕНОВА
Д.А. РАНДЕЛИН
В.Н. АГАПОВА
К.И. ШКРЫГУНОВ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для проведения практических работ по дисциплине «Гидробиотаника»
для обучающихся по направлению 35.03.08 - Водные биоресурсы и
аквакультура

Часть 1



Волгоград
2021 г.

УДК 639.2.04

ББК 47.2

Рецензент –

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Кормление и разведение с.-х. животных» *Е.А. Липова*

Новокщенова, Анна Ивановна

Гидробиотаника, часть 1: учебно-методическое пособие к практическим и лабораторным занятиям / А.И. Новокщенова, Д.А. Ранделин, В.Н. Агапова. – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2021.

Методические указания являются руководством по изучению дисциплины «Гидробиотаника».

Рекомендованы обучающимся по направлению подготовки 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура» (программа подготовки – прикладной бакалавриат).

Рекомендовано методической комиссией факультета биотехнологии и ветеринарной медицины ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (протокол № от _____ 2021г.)

УДК 575

ББК 28.4

© ФГБОУ ВО Волгоградский
государственный аграрный университет,
2021

©А.И. Новокщенова,
Д.А. Ранделин, В.Н. Агапова.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

4

РАЗДЕЛ 1. ОСНОВЫ СИСТЕМАТИКИ НИЗШИХ ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ.....	<u>5</u>
Тема 1. Низшие растения – обитатели водных экосистем.....	<u>5</u>
Тема 2. Экология водорослей.....	<u>10</u>
Тема 3. Характеристика отделов водорослей.....	<u>13</u>

Введение

Гидрботаника – это наука, «объектом которой являются водные растения и образованные ими группировки, их связи с внешней средой (аут- и синэкология), их строение и внутренние взаимосвязи, их развитие в пространстве и во времени, а также их использование и преобразование».

Гидрботаника – «наука о процессах зарастания водоемов и водотоков, разнообразии их флоры и растительности, о морфологии, биологии и экологии водных макрофитов, роли их в природе и жизни человека». Гидрботаника имеет свою историю, специальный понятийный аппарат, особые методы исследования, обусловленные средой обитания и функциональными свойствами водных растений. Таким образом, являясь частью фундаментальных наук (биологии, экологии) и решая прикладные задачи, она имеет определенную специфику и самостоятельность.

В настоящее время накопилось достаточно материала, дающего основание для наиболее полного описания истории этой науки. В становлении и развитии гидрботаники можно выделить пять периодов: 1. Географический (конец XVIII–XIX в.); 2. Систематико-геоботанический (начало–середина XX в.); 3. Становления гидрботаники как науки (середина 50-х–1963 гг.); 4. Совершенствования методов и развития прикладного направления гидрботаники (1964–1995 гг.); 5. Развития методологии гидрботаники и интеграции со смежными науками (с 1996 г. – по настоящее время). Приведенная периодизация связана с преобладанием того или иного направления исследований, выходом фундаментальных классических работ или с событиями, имеющими важную роль в истории науки.

Раздел 1. Основы систематики низших водных растений **НИЗШИЕ РАСТЕНИЯ, ОБИТАТЕЛИ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ**

ЗАНЯТИЕ № 1

Тема: Низшие растения – обитатели водных экосистем

Цель занятия: обобщить знания о строении и функционировании клетки водорослей, взаимодействии частей и органелл клетки как основы ее целостности. Клетка – основная структурная единица тела водорослей, представленных либо одноклеточными, либо многоклеточными формами. Одноклеточные водоросли иногда образуют временные или постоянные скопления в виде ценобиов и колоний. Внутри талломов многоклеточных водорослей складываются качественно иные

отношения, чем между клетками многоклеточных водорослей. В зависимости от расположения клеток в талломе многоклеточные водоросли могут быть представлены нитчатыми или пластинчатыми формами.

Формы клеток водорослей (шаровидные, грушевидные, яйцевидные, веретеновидные, спиралевидные, дисковидные, бочонковидные, цилиндрические), так и размеров (от долей микрометра, как у сине-зеленых, до нескольких десятков сантиметров как у харовых) их клеток.

У водорослей, в отличие от высших растений, встречаются клетки, протопласт которых окружен лишь тонкой, пограничной мембраной (плазмалеммой). Такие клетки называют голыми, они не способны сохранять свою форму и постоянно находятся в амебоидном состоянии (рис. 1, 2). Подобного рода клетки встречаются чаще всего на стадии гамет и зооспор.

Клетки некоторых водорослей (эвгленовых, желто-зеленых) помимо плазмалеммы окружены кожистым эластичным слоем – пелликулой (перипластом). Он состоит из фибриллярного вещества, в основном полисахаридной природы и имеет сложную многослойную организацию. Иногда в пелликуле обнаруживаются особые структуры в виде блях или шестиугольников – трихоцист. Они выполняют в клетке защитную роль и участвуют в ее передвижении.

Тека – сложный мембранный комплекс, по химическому составу – углеводное соединение, состоящее из галактозы, галактуроновой кислоты и арабинозы. Пластинки располагаются в строгом порядке, срастаются своими краями и минерализуются, образуя панцирь. В месте срастания пластинок возникают швы – единственные участки поверхности, сохранившие способность к росту. В теле имеются поры, которые служат для циркуляции веществ между клеткой и внешней средой, для выхода наружу жгутиков и трихоцист. В делении клетки тека не участвует. Обычно возникающие внутри нее дочерние клетки выходят наружу и образуют новую теку. На поверхности клетки покров в виде оболочки – сначала пектиновой, а затем целлюлозной природы. Преимущество этого образования состоит в том, что оно удачно сочетает защитную и опорную функции с возможностью ростовых процессов и проницаемостью. Толщина оболочки варьирует в зависимости от возраста клетки, ее функционального состояния и условий окружающей среды.

Как правило, покоящиеся клетки имеют более толстые оболочки по сравнению с репродуктивными или молодыми вегетативными клетками. По времени заложения и особенностям роста различают первичные и вторичные оболочки. В активно делящихся клетках обычно образуется только первичная оболочка. Ее рост идет в двух направлениях: увеличивается преимущественно поверхность и толщина. Переход клеток к покоящемуся состоянию сопровождается заложением снаружи от плазмалеммы вторичной оболочки, которая растет в толщину, отодвигает первичную оболочку от протопласта и становится преобладающей [2].

Она придает клетке прочность и форму. Белково-углеводный комплекс является основой оболочки, она образована галактозами, арабинозами, ксилозами, глюкозами, галактозами и т.д. Слои оболочки водорослевой клетки – внутренние – целлюлозные, а наружные – пектиновые. Оболочка у большинства видов – двухкомпонентная система, состоящая из аморфного основного вещества (стромы) и погруженных в него фибрилл целлюлозной природы, которые выполняют роль опорного элемента и повышают прочность всей конструкции. Иногда там, где фибриллярный компонент отсутствует, оболочки интенсивно пропитываются находящимся в среде раствором солей железа (вольвоксовые), кальция (харовые) или кремния (диатомовые), которые укрепляют матрикс, создавая структуру, похожую на панцирь. На поверхности клетки может быть скопление веществ, например, кутина и разнообразных слизей. Мощная слизевая капсула появляется у многих одноклеточных зеленых водорослей, очевидно, она

способствует созданию вокруг клетки микроклимата. Слизь – продукт жизнедеятельности оболочки и может быть либо пектиновой, либо целлюлозной. Выделения протопласта поступают на поверхность клетки через поры.

На 1 мкм² поверхности приходится до 20-30 пор. Плазмодесмы, проходящие через них связывают протопласты всех клеток таллома в единое целое и обеспечивают реакцию многоклеточного организма на изменения в окружающей среде. Оболочки многих водорослей снабжаются выростами в виде щетинок, чешуек.

В протопласте находятся два тесно связанных друг с другом компонента: ядро (карион) и цитоплазму. Водоросли – единственная группа растений, где представлены все типы клеточной организации: прокариотическая – у сине-зеленых водорослей, мезокариотическая у панцирных жгутиконосцев, эукариотическая – у водорослей остальных отделов

Форма, размеры и местоположение ядра в клетке различаются у разных водорослей. В ядре у водорослей выявлены те же самые структуры, что и в ядрах других эукариотов: оболочка, ядерный сок (нуклеоплазма), ядрышко, включения хроматина. Оболочка ядра состоит из двух мембран – внутренней и наружной и имеет поры. Наличие пор обуславливает высокую проницаемость оболочки ядра и способствует свободному прохождению через нее крупных макромолекул, обладая высокой избирательной проницаемостью.

Хромосомы водорослей очень мелкие, без перетяжек, и имеют вид точек или палочек. Каждое ядро обычно содержит одно или большее количество ядрышек. Цитоплазма состоит из гомогенного вещества и погруженных в него органелл: митохондрий, диктиосом, эндоплазматической сети.

Митохондрии имеют овальную форму, они покрыты двумембранной оболочкой, причем внутренняя мембрана образует выросты – кристы. Они выполняют роль дыхательных центров.

Диктиосомы состоят из собранных в стопки уплощенных цистерн, число которых достигает нескольких десятков. От мешочков отпочковываются разного размера пузырьки. Диктиосомы осуществляют синтез полисахаридов, которые затем переходят в пузырьки и транспортируются в разные концы клетки.

Эндоплазматическая сеть – сеть каналов и цистерн осуществляет синтез белков и транспортирует их в те места, где разворачиваются интенсивные формообразовательные процессы. Отличительной особенностью клеток водорослей является слабое развитие эндоплазматической сети. У желто-зеленых, золотистых, бурых, диатомовых и красных водорослей она представлена единственным каналом, огибающим хлоропласт и затем переходящим в наружную мембрану ядерной оболочки.

Микротрубочки – цилиндры, сосредоточенные вдоль цитоплазматической мембраны. Их скопления обнаруживаются вокруг ядра, вдоль хлоропласта, около стигмы. Это цитоскелетные образования, поддерживающие форму, как отдельных органелл, так и клетки в целом.

Лизосомы содержат большой набор ферментов из числа гидролаз, способных расщеплять важнейшие классы химических соединений.

Пероксисомы имеют в составе каталазу и другие ферменты пероксидазного комплекса. Таким образом, видно, что цитоплазма клеток водорослей достигает очень высокой степени структурной организации.

В интенсивно растущих клетках наблюдается хорошо развитая система пузырьков или вакуолей. Они обладают способностью сливаться друг с другом, что приводит к возникновению одной большой вакуоли, располагающейся в центре клетки. Ее появление компенсирует тот недостаток цитоплазмы, который возникает при резком увеличении объема клетки в период ее интенсивного роста.

Газовые вакуоли присутствуют в клетках сине-зеленых водорослей. Они имеют

вид полостей, ограниченных тонкой мембраной и заполненных газом. Наличие газовых вакуолей уменьшает удельный вес организма, и он поднимается в верхние слои воды. У глубоководных водорослей в условиях глубинной жизни при дефиците кислорода начинается внутриклеточное брожение, приводящее к образованию газовых вакуолей. Они также усиленно формироваться при повышении интенсивности света. В этом случае они выполняют защитную функцию, отражая часть света и этим предохраняя клетку от его избытка.

Водоросли из числа эвгленовых, одноклеточных зеленых, желто-зеленых и пиррофитовых утрачивают автотрофную способность и переходят к гетеротрофному способу питания [2].

У водорослей фотосинтетический аппарат представлен разными уровнями организации: от морфологически неоформленного (у сине-зелёных) до типичных хлоропластов (у зеленых водорослей). Хлоропласты представляют собой специфические органеллы растительной клетки, несущие зеленый пигмент хлорофилл, существующий в нескольких формах (a, b, c, d, e). Помимо него, в хлоропластах у красных, желто-зеленых, бурых и других водорослей присутствуют также пигменты – фикоцианин, фикоэритрин, фикоксантин, р-каротин, ксантофилл. Которые часто маскируют основную зеленую окраску красной, желто-зеленой, золотистой, бурой. Хлоропласты водорослей отличаются большим разнообразием по форме, числу, местоположению в клетке, внутренней организации. Они могут быть чашевидными, лентовидными, спиралевидными, пластинчатыми, звездчатыми и т.д. У водорослей хлоропластов бывает один, два или больше у эвгленовых и динофлагеллят в молодых клетках – от 50 до 80, а в старых 200-300. Они занимают в клетке либо центральное, либо периферическое положение. Хлоропласты водорослей окружены оболочкой и состоят из основного вещества (стромы) и погруженных в него пластинчатых (ламеллярных) структур. Оболочка хлоропласта образована двумя одиночными мембранами.

Ламеллярные диски водорослей могут быть одиночными, как у красных водорослей и опоясывать весь хлоропласт, параллельно его оболочке. У остальных диски собираются в пачки по 2-4. Диски являются теми структурами, к которым прикрепляются пигменты и в которых осуществляется фотосинтез. В строме хлоропласта, помимо пластинчатых структур, выявлены скопления ДНК, многочисленные мелкие рибосомы, а также зерна крахмала, которые образуются в ходе фотосинтеза. Хлоропласты относятся к числу самовоспроизводящихся органелл, они размножаются путем перетяжки надвое. У водорослей часть крахмала концентрируется вокруг пиреноидов – плотного белкового образования, окруженного снаружи обкладкой крахмальной природы. У бурых водорослей она образована водорастворимым полисахаридом – багрянковым крахмалом, у эвгленовых – парамилоном, у хризомонад – липидами.

У подвижных или утративших подвижность клеток на переднем конце тела можно наблюдать красное или ярко-оранжевое пятно – стигму или глазок. Такая окраска объясняется здесь большим количеством каротина. Основу стигмы составляют плотные пигментонесущие глобулы, которые располагаются плотными рядами. Основная функция стигмы – улавливание и преобразование света, необходимые для определенной ориентации тела водоросли в пространстве.

Почти все водоросли могут образовывать подвижные клетки. Они отличаются появлением двигательного аппарата (временными ризоподиями, ресничками, псевдоцилиями, жгутиками). Ресничками называют многочисленные к (5-10 мкм) короткие образования, совершающие колебательные движения. Псевдоцилии имеют вид длинных, неподвижных волосков. Под жгутиками понимают длинные малочисленные образования с меньшей, чем у ресничек частотой биений и волнообразным характером движений.

Среди водорослей чаще всего встречаются формы дву- или одножгутиковые, реже четырех-, восьмижгутиковые. По соотношению длины жгутиков у клетки различаются равножгутиковые и разножгутиковые. У разножгутиковых наблюдается разница в частоте биений и в положении по отношению к клетке: обычно длинный (двигательный) жгутик направлен вперед и работает энергичнее, чем короткий (рулевой), который обращен в сторону или назад по ходу движения организма.

Центриоли – среди растений встречаются только у водорослей, они с одной стороны, связаны с ядром, а с другой с двигательным аппаратом клетки.

Задание 1. Распределите характеристики соответственно органоидам клетки.

Органоиды	Ответ	Характеристики
1) Пластиды 2) Комплекс Гольджи 3) ЭПС 4) Клеточный центр 5) Лизосомы		А) Транспорт веществ по клетке, пространственное разделение реакций в клетке. Б) Фотосинтез В) Немембранные Г) Содержит ДНК Д) Одномембранные Е) Обеспечение клетки энергией Ж) Самопереваривание клетки и внутриклеточное пищеварение. З) Двухмембранные И) Есть только у растений К) Синтез жиров и углеводов.

Задание 2. Выберите один верный ответ:

- Функция гранулярной Эндоплазматической сети:
 - транспорт веществ и синтез белков;
 - переваривание органических веществ;
 - образование рибосом;
 - синтез энергии;
- Какое строение имеют рибосомы?
 - Одномембранное;
 - Двухмембранное;
 - Трехмембранное;
 - Немембранное;
- Основная функция лизосом:
 - синтез белков;
 - пиноцитоз;
 - избирательный транспорт;
 - расщепление веществ;
- Клеточная теория неприемлема для:
 - животных и растений;
 - бактерий и лишайников;
 - вирусов;
 - грибов и бактерий.

Задание 3. Внимательно рассмотрите рисунки 1 и 2. Зарисуйте, обратив внимание на форму клетки. Обозначьте: ядро, цитоплазму, органеллы.

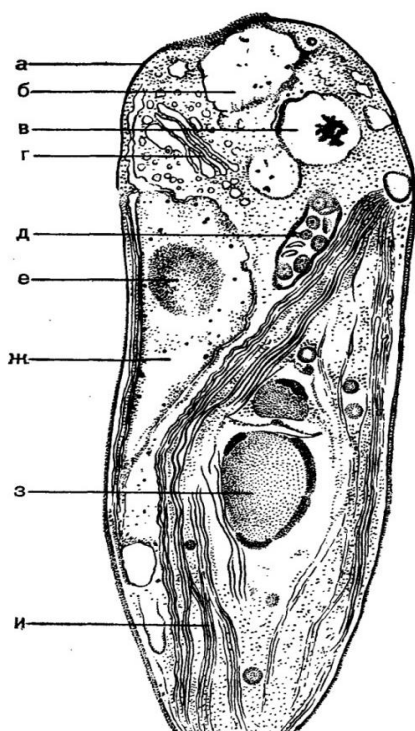


Рис. 1. Ультратонкое строение клетки. Продольный срез через клетку одноклеточной зеленой водоросли *Pedinomonas minor*. а – плазмалемма, б – пульсирующая вакуоль, в – статическая вакуоль, г – диктиосома, д – митохондрия, е – ядрышко, ж – окруженное двухмембранной оболочкой ядро с ядрышком, з – пиреноид с крахмальной обкладкой, и – хлоропласт с пучком ламелл.

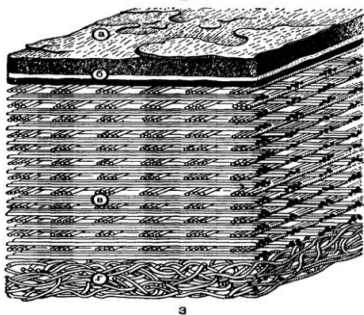
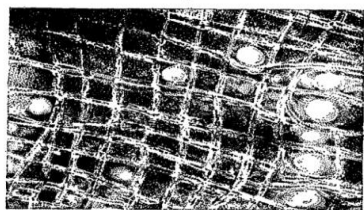


Рис. 2. Организация клеточной оболочки. 1 – многослойная оболочка *Glaucocystis nostochinearum*; 2 – расположение целлюлозных фибрилл в оболочке; 3 – модель строения оболочки: а – внешняя часть наружного слоя, б, в, г – внутренний слой оболочки с разным характером упорядоченности целлюлозных фибрилл.

Контрольные вопросы:

1. Коротко опишите строение клетки низших растений.
2. Перечислите типы талломов водорослей.

ЗАНЯТИЕ № 2

Тема: ЭКОЛОГИЯ ВОДОРосЛЕЙ

Цель занятия: познакомиться с условиями обитания, особенностями распространения и экологическими группами водорослей.

В зависимости от занимаемых биотопов водорослевые сообщества подразделяются:

- водоросли водных местообитаний;
- водоросли вневодных местообитаний.

Водоросли водных местообитаний. В большой группе водорослей выделяют следующие экологические виды:

- 1) планктонные;
- 2) нейстонные;
- 3) бентосные (фитоперифитон);

4) экологические группы водорослей, живущих в условиях экстремальных температур.

Планктон – совокупность особей, взвешенных в водной толще. Выделяют зоо-, бактерио- и фитопланктон. Совокупность свободноплавающих мелких водорослей называют фитопланктоном, а каждый отдельный организм в его составе – фитопланктером. Макро- и микроскопические водоросли, растущие хотя бы в начале жизни на дне водоема или погруженных в воду предметах (камнях, других растениях или животных), называются фитобентосом (фитоперифитоном).

Фитопланктон – наиболее распространенная и изученная экологическая группа водорослей. Он встречается практически во всех водоемах, где плавает свободно и в значительной степени пассивно. Фитопланктонные водоросли преимущественно одноклеточные, хотя среди них много колониальных и нитчатых форм, особенно в пресных водах. Размеры составляют от менее 5 мкм у мелких жгутиковых и коккоидных видов до 500 мкм у колониальных, например *Volvox*.

Нейстонные водоросли. Это организмы, которые существуют на границе раздела фаз вода-воздух: над пленкой воды – эпинеuston; под пленкой воды – гипонейстон. Обитают в лужах, прудах, заливах, морях и т. д. Иногда они развиваются в таком количестве, что покрывают воду сплошной пленкой. В этой группе встречаются и золотистые, зеленые, эвгленовые, желтозеленые, диатомовые водоросли. Чтобы удержаться в данной зоне, многие виды имеют специальные парашютики из слизи.

Бентосные водоросли (перифитон). К бентосным (донным) организмам относится совокупность водорослей, приспособленных к существованию в прикрепленном или неприкрепленном состоянии на дне водоемов и на разнообразных предметах, живых и мертвых организмах, находящихся в воде. Для роста таких водорослей очень важны свет, температура, биогены и т. д., но главное значение имеет поступление в слоевище водоросли. Выделяют бентосные реофильные водоросли, предпочитающие места с постоянным течением. В озерах и морях, где нет сильных течений, важную роль играет волновое движение.

Эпилиты – водоросли, растущие на поверхности твердого грунта (скалы, камни), образуя корковидные покрытия или плоские подушечки, часто обладают особыми органами прикрепления – ризоидами.

Эпипелиты – водоросли, населяющие поверхность рыхлых грунтов (песок, ил). Они часто не прикреплены и связывают и укрепляют субстрат. Это могут быть свободно ползающие диатомовые, золотистые, криптофитовые и т.д. Лишь харовые имеют хорошо развитые ризоиды и живут на илистом дне.

Эндолиты – сверлящие водоросли, внедряющиеся в известковый субстрат (скалы, раковины моллюсков и т.д.)

Эндوفиты – водоросли, живущие в слоевище других растений, но отличающиеся от паразитов нормальными хлоропластами, например в ряске и в листьях сфагнума.

Эпифиты – водоросли, живущие на поверхности других растений.

Паразиты – водоросли, живущие в слоевищах других растений и не имеющие хлоропластов.

Перифитон – водоросли, живущие на предметах большей частью движущихся или обтекаемых водой. Могут селиться на любых субстратах, на мертвых и живых, например, на планктонных организмах.

И третья группа – водоросли, живущие в условиях экстремальных температур. Это водоросли горячих источников. Они вегетируют при $t = 35-53\text{ }^{\circ}\text{C}$ (иногда при $84\text{ }^{\circ}\text{C}$ и выше). Нередко при этом наблюдается повышенное содержание минеральных солей или органических веществ. Очень часто в таких условиях развиваются сине-зеленые, редко

диатомовые и зеленые водоросли.

Водоросли снега и льда. Снежные водоросли встречаются повсюду, где имеется постоянный или почти постоянный снежный покров. Среди криофильных водорослей преобладают зеленые, сине-зеленые и диатомовые. Но чаще всего это хламидомонады. Считают, что истинно снежные водоросли оптимально растут при температуре ниже 10°C, в более теплых условиях существуют в пальмеллоидном состоянии.

Водоросли льда. Водоросли растут часто на нижней стороне льда в рыхлом слое и в канальцах с морской или талой водой (между кристаллами льда и на его поверхности). Наиболее часто встречаются диатомовые, криптофиты и зеленые жгутиковые. Водоросли адаптированы к низким температурам (около 0 °C) и низкой освещенности (50-100 лк). Считают, что у водорослей льда возможна факультативная гетеротрофность.

Водоросли соленых водоемов называются **галобионтами**. Они растут при повышенной концентрации соли, достигающей 285 г/л в озерах с преобладанием поваренной соли и 347 г/л – в глауберовых озерах. Очень высокую соленость могут переносить лишь немногие виды. В очень соленых озерах преобладают гинергалобы (в основном вольвоксовые).

Таким образом, условия среды накладывают своеобразный отпечаток на группы водорослей, адаптированных к ним.

Кроме водной среды водоросли освоили вневодные местообитания. Даже при периодическом увлажнении водоросли можно встретить везде. Сообщества, образуемые водорослями вне водных местообитаний, подразделяют на аэро-, эдафо- и литофильные.

Аэрофильные водоросли. Основной жизненной средой этих водорослей является окружающий воздух. Типичные местообитания – поверхности различных вне почвенных твердых субстратов (скалы, камни, кора деревьев и т. д.). В зависимости от степени увлажнения их подразделяют на 2 группы:

- воздушные водоросли, обитающие в условиях только атмосферного увлажнения и испытывающие постоянную смену высыхания и влажности;
- водно-воздушные водоросли, подвергающиеся постоянному орошению (брызги водопада, прибой и т. д.).

Условия существования аэрофильных водорослей своеобразны и характеризуются частой и резкой сменой двух факторов: влажности и температуры. Эти водоросли вынуждены часто переходить из состояния избыточного увлажнения (после ливня) в состояние минимальной влажности (в засушливые периоды). Они представлены отделами *Cyanophyta*, *Chlorophyta*.

Эдафофильные водоросли (почвенные). Основной жизненной средой является почва. Типичные местообитания – поверхность и толща почв. Находят водорослей даже там, где свет не проникает ниже двух метров глубины, в целинных и пахотных почвах (до 2,7 м глубины). Предполагают, что на таких глубинах водоросли переходят к гетеротрофному типу питания. В связи с таким местонахождением почвенные водоросли должны иметь способность к перенесению неустойчивой влажности, резких колебаний температур и сильной инсоляции (интенсивности света). У них выработалась морфологическая и физиологическая адаптация:

- мелкие размеры по сравнению с водными;
- обильное образование слизи, т. е. слизистых колоний, чехлов и «оберток»;
- «эфемерность» вегетации, т. е. способность быстро переходить от состояния покоя к вегетации, и наоборот;
- способность переносить колебания температуры почвы (от -200 °C до +84 °C и выше).

Среди эдафофильных водорослей, в зависимости от местонахождения, выделяют 3 группы сообществ:

- наземные, развивающиеся на поверхности почвы;
- водно-наземные, развивающиеся на поверхности почвы, постоянно пропитанной водой (например, пещерные);
- почвенные, населяющие толщу почвы.

Литофильные водоросли. Основной жизненной средой литофильных водорослей служит окружающий их непрозрачный плотный известковый субстрат. В зависимости от физиологических особенностей этой группы различают два сообщества:

- сверлящие водоросли, активно внедряющиеся в каменистый субстрат и заселяющие мелкие ходы и поры, сделанные ими в каменистой породе;
- туфообразующие водоросли, обитающие в периферических слоях отлагаемой ими среды, в пределах, доступных для диффузии света и воды. По мере нарастания отложения эти ценозы отмирают.

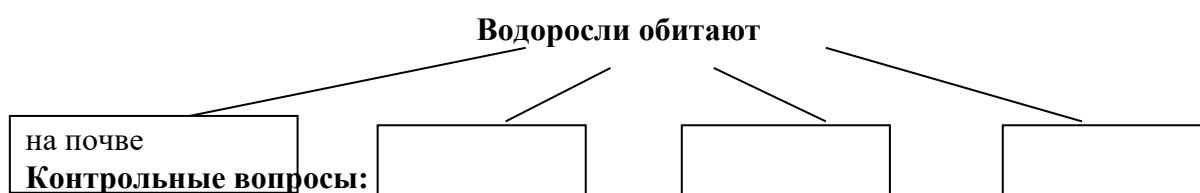
Симбиотические водоросли. Очень часто водоросли вступают в симбиоз с другими организмами. Они создают новые организмы. Выделяют такие ассоциации водорослей:

- с беспозвоночными, например с моллюсками, с плоскими червями (зеленые водоросли);
- с простейшими и кишечнополостными;
- с грибами, в результате чего образуются лишайники
- с мхами и сосудистыми высшими растениями [2].

Задание 1. Выберите верное утверждение:

1. Каждая клетка растительного организма имеет плотную сплошную оболочку.
2. В состав оболочки любой клетки входит целлюлоза.
3. Внутри любой клетки находится бесцветное вещество – цитоплазма.
4. В большинстве растительных клеток присутствуют полости – вакуоли, заполненные клеточным соком.
5. В состав клеточного сока входят органические вещества, в том числе сахара, вода и некоторые неорганические вещества.
6. В клеточном соке могут содержаться пигменты, красящие вещества.
7. Пластиды – это мелкие клеточные тельца. Они могут быть зелеными, оранжевыми, желтыми и бесцветными.
8. Зеленые пластиды – хлоропласты. В хлоропластах находится зеленое красящее вещество – хлорофилл.
9. Между клетками находится межклеточное вещество, при его разрушении клетки разъединяются.
10. Клетки некоторых частей растений могут делиться. В результате деления и роста клеток растения растут.
11. Хромосомы передают наследственные признаки клетки.

Задание 2. Заполни пустые клетки схемы.



1. Какие факторы лимитируют рост и развитие водорослей?
2. Назовите условия, необходимые для развития бентосных водорослей.

3. Назовите экологические группы водорослей.
4. Что такое фитопланктон?

ЗАНЯТИЕ № 3

Тема: Характеристика отделов водорослей

3.1. ОТДЕЛ СИНЕ-ЗЕЛЕННЫЕ ВОДОРΟΣЛИ (CYANOBACTERIA)

Цель занятия: ознакомиться с особенностями строения и жизнедеятельности Сине-зеленых водорослей как представителей прокариот.

Прокариоты, или Доядерные (*Procaryota*)
Царство Бактерии (*Bacteria*)
Подцарство Цианеи (*Cyanobionta*)
Отдел Сине-зелёные водоросли (*Cyanobacteria*)
Эукариоты, или Ядерные (*Eucaryota*)
Царство Растения (*Plantae*)
Подцарство Водоросли (*Phycobionta*)
Отдел Зелёные водоросли (*Chlorophyta*)
Отдел Харовые водоросли (*Charophyta*)
Отдел Эвгленовые водоросли (*Euglenophyta*)
Отдел Золотистые водоросли (*Chrysophyta*)
Отдел Жёлто-зелёные водоросли (*Xanthophyta*)
Отдел Диатомовые водоросли (*Bacillariophyta*)
Отдел Динофитовые водоросли (*Dinophyta*)
Отдел КRYPTOфитовые водоросли (*Cryptophyta*)
Отдел Бурые водоросли (*Phaeophyta*)
Подцарство Багрянки (*Rhodobionta*)
Отдел Красные водоросли (*Rhodophyta*)

Сине-зеленые водоросли – старейшая группа среди автотрофных организмов и среди организмов вообще. Остатки подобных им организмов найдены среди строматолитов (известковые образования из докембрийских отложений), возраст которых составлял около трех миллиардов лет. Химический анализ обнаружил в этих остатках продукты разложения хлорофилла. Второе серьезное доказательство древности сине-зеленых водорослей – строение их клеток. Вместе с бактериями они объединены в одну группу под названием **доядерных организмов** (*Procaryota*).

Сине-зеленые водоросли встречаются во всевозможных для существования местообитаниях, по всем континентам и водоемам Земли.

Строение клеток. По форме вегетативных клеток сине-зеленые водоросли можно разделить на две основные группы:

1) виды с шаровидными клетками (шаровидные, широкоэллипсоидные, груше- и яйцевидные);

2) виды с клетками, сильно вытянутыми в одном направлении (удлиненно-эллипсоидные, веретеновидные, цилиндрические – от короткоцилиндрических и бочонковидных до удлиненно-цилиндрических). Клетки живут отдельно, а иногда соединяются в колонии или образуют нити (последние также могут жить отдельно или образовывать дерновники или студенистые колонии). Клетки имеют толстые стенки. Протопласт окружен четырьмя оболочковыми слоями: двухслойная клеточная оболочка покрыта сверху внешней волнистой мембраной, а между протопластом и оболочкой находится еще и внутренняя клеточная мембрана. В образовании поперечной перегородки между клетками в нитях участвуют только внутренний слой оболочки и внутренняя мембрана (рис. 3).

В клеточной оболочке основную роль играют пектиновые вещества и слизевые полисахариды. У одних видов клеточные оболочки хорошо ослизняются и содержат

даже пигменты; у других вокруг клеток образуется специальный слизистый чехол, иногда самостоятельный вокруг каждой клетки, но чаще сливающийся в общий чехол, окружающий весь ряд клеток, называемый у нитчатых форм – **трихом**. У многих сине-зеленых водорослей трихомы окружены чехлами – влагалищами. Как клеточные, так и настоящие чехлы состоят из тонких переплетающихся волокон. Они могут быть гомогенными или слоистыми: слоистость у нитей с обособленными основаниями и верхушкой бывает параллельной или косой, иногда даже воронкообразной. Настоящие чехлы растут путем наложения новых слоев слизи друг на друга или внедрения новых слоев между старыми [2].

Протопласт сине-зеленых водорослей лишен оформленного ядра и разделен на части – периферическую (хроматоплазму) и центральную (центроплазму).

Пигменты, сосредоточенные в периферической части протопласта, локализованы в пластинчатых образованиях – ламеллах, которые располагаются в хроматоплазме по-разному: хаотично, бывают упакованы в гранулы или ориентированы радиально. В хроматоплазме также встречаются эктопласты (цианофициновые зерна, состоящие из липопротеидов) и различного рода кристаллы. В зависимости от физиологического состояния и возраста клеток все эти структурные элементы могут сильно изменяться вплоть до полного исчезновения.

Центроплазма клеток сине-зеленых водорослей состоит из гиалоплазмы и разнообразных палочек, фибрилл и гранул. Последние представляют собой хроматиновые элементы, которые окрашиваются ядерными красителями. Гиалоплазму и хроматиновые элементы можно считать аналогом ядра, поскольку в этих элементах содержится ДНК; они при делении клеток делятся продольно, и половинки поровну распределяются по дочерним клеткам. Но, в отличие от типичного ядра, в клетках сине-зеленых водорослей вокруг хроматиновых элементов не обнаруживают ядерной оболочки и ядрышек. Это – ядроподобное образование в клетке – нуклеоид. В нем встречаются и рибосомы, содержащие РНК, вакуоли и полифосфатные гранулы.

Установлено, что у нитчатых форм между клетками имеются плазмодесмы. Иногда соединены между собой также системы ламелл соседних клеток. Протоплазма сине-зеленых водорослей более густая, чем у других групп растений; она неподвижна и очень редко содержит вакуоли, наполненные клеточным соком. Вакуоли появляются только в старых клетках, и возникновение их всегда приводит к гибели клетки. В клетках сине-зеленых водорослей часто встречаются газовые вакуоли (псевдовакуоли). Это полости в протоплазме, наполненные азотом и придающие клетке черно-бурый или почти черный цвет. Газовые вакуоли образуются на границе хромато- и центроплазмы и по очертаниям совсем неправильны. У некоторых видов, живущих в верхних слоях придонного ила (в сапропеле), в частности у видов **осциллятории**, крупные газовые вакуоли располагаются в клетках по сторонам поперечных перегородок. Можно предполагать, что такие вакуоли возникают в качестве хранилищ или мест отложения газов, которые выделяются при ферментативных процессах, происходящих в клетке [2].

Состав пигментного аппарата у сине-зеленых водорослей – около 30 различных внутриклеточных пигментов, относящихся к четырем группам – к хлорофиллам, каротинам, ксантофиллам и билипротеинам. Из хлорофиллов – хлорофилла, а из каротиноидов – α , β и ϵ -каротинов; из ксантофиллов – эхинеона, зеаксантина, криптоксантина, миксоксантофилла и др., а из билипротеинов – с-фикоцианина, с-фикоэритрина и аллофикоцианина.

Разнообразием и своеобразным составом фотоассимилирующих пигментных систем объясняется устойчивость сине-зеленых водорослей к воздействию продолжительного затемнения и анаэробноз. Этим же частично объясняется и существование их в крайних условиях обитания – в пещерах, богатых сероводородом

слоях придонного ила, в минеральных источниках.

Продуктом фотосинтеза в клетках сине-зеленых водорослей является гликопротеид, который возникает в хроматоплазме и там же отлагается. Между фотосинтетическими ламеллами обнаружены полисахаридные зернышки. Цианофициновые зерна во внешнем слое хроматоплазмы состоят из липопротеидов. Волутиновые зерна в центроплазме представляют собой запасные вещества белкового происхождения. В плазме обитателей серных водоемов появляются зернышки серы.

Окраска сине-зеленых водорослей варьирует от чисто-сине-зеленой до фиолетовой или красноватой, иногда до пурпурной или коричневато-красной, от желтой до бледно-голубой или почти черной. Цвет протопласта зависит от систематического положения вида, а также от возраста клеток и условий существования. Очень часто он маскируется цветом слизистых влагалищ или колониальной слизи. Пигменты встречаются и в слизи и придают нитям или колониям желтый, коричневый, красноватый, фиолетовый или синий оттенок. Цвет слизи, в свою очередь, зависит от экологических условий – от света, химизма и pH среды, от количества влаги в воздухе.

Строение нитей. Некоторые сине-зеленые водоросли растут в виде отдельных клеток, большинству свойственно образование колоний или многоклеточных нитей (рис. 4). Нити могут или образовывать ложнопаренхимные колонии, в которых они тесно сомкнуты, а клетки сохраняют физиологическую самостоятельность, или иметь гормогонияльное строение, при котором клетки соединены в ряд, слагая трихом. В трихоме протопласты соседних клеток соединены плазмодесмами. Трихом, окруженный слизистым влагалищем, получил название нити.

Нитчатые формы могут быть простые и разветвленные. Ветвление у сине-зеленых водорослей бывает двояким – настоящим и ложным. Настоящее ветвление – боковая ветвь возникает в результате деления одной клетки перпендикулярно к основной нити (порядок *Stigonematales*). Ложным ветвлением называют образование боковой ветви путем разрыва трихома и прорыва его через влагалище в сторону одним или обоими концами.

У очень многих нитчатых сине-зеленых водорослей имеются своеобразные клетки, получившие название гетероцист. У них хорошо выражена двухслойная оболочка, а содержимое всегда лишено ассимиляционных пигментов, газовых вакуолей и зерен запасных веществ. Они образуются из вегетативных клеток в разных местах трихома, в зависимости от систематического положения водоросли: на одном (*Rivularia*, *Calothrix*, *Gloeotrichia*) и обоих (*Anabaenopsis*, *Cylindrocapsa*) концах трихома – базально и терминально; в трихоме между вегетативными клетками, т. е. интеркалярно (*Nostoc*, *Anabaena*, *Nodularia*) или сбоку трихома – латерально (у *Stigonematales*). Гетероцисты встречаются поодиночке или по несколько (2-10) в ряд. При ложном ветвлении и во время разделения нитей трихомы чаще всего разрываются возле гетероцист, как будто ими ограничивается рост трихомов. Благодаря этому их раньше называли пограничными клетками. Гетероцисты являются хранилищами запасных веществ или ферментов.

Размножение. Обычный тип размножения – деление клеток надвое. Для одноклеточных форм этот способ единственный; в колониях и нитях он приводит к росту нити или колонии [2].

Трихом образуется тогда, когда делящиеся в одном направлении клетки не отходят друг от друга. При нарушении линейного расположения возникает колония с беспорядочно расположенными клетками. При делении в двух перпендикулярных направлениях в одной плоскости образуется пластинчатая колония с правильным расположением клеток в виде тетрад. Объемные скопления в виде пакетов возникают в том случае, когда клетки делятся в трех плоскостях. Представителям некоторых родов (*Gloeocapsa*, *Microcystis*) свойственно также быстрое деление с образованием в материнской клетке множества мелких клеток нанноцитов.

Сине-зеленые водоросли размножаются также образованием спор (покоящихся клеток), экзо- и эндоспор, гормогониев, гормоспор, гонидиев, кокков и планококков. Одним из самых распространенных видов размножения нитчатых форм является образование гормогониев. Этот способ столь характерен для части сине-зелёных водорослей, что послужил названием целому классу **гормогониевых**. Гормогониями принято называть фрагменты трихома, на которые последний распадается. Образование гормогониев – не просто механическое отделение группы из двух, трех или большего числа клеток. Гормогонии обособляются благодаря отмиранию некоторых некроидальных клеток, затем с помощью выделения слизи они выскальзывают из влагища и, совершая колебательные движения, перемещаются в воде или по субстрату. Каждый гормогоний может дать начало новой особи. Если группа клеток, похожая на гормогоний, одета толстой оболочкой, ее называют гормоспорой, которая одновременно выполняет функции и размножения, и перенесения неблагоприятных условий.

Споры – органы размножения, особенно у водорослей из порядка Nostocales. Они одноклеточные, обычно крупнее вегетативных клеток и возникают из них, чаще из одной. Споры покрыты толстой, двухслойной оболочкой, внутренний слой которой называют эндоспорием, а наружный – экзоспорием. Оболочки обычно гладкие, бесцветные, желтые или коричневатые. Благодаря толстым оболочкам и физиологическим изменениям в протопласте (накопление запасных веществ, исчезновение ассимиляционных пигментов, иногда увеличение количества цианофитиновых зерен) споры могут длительное время сохранять жизнеспособность в неблагоприятных условиях и при разнообразных сильных воздействиях (при низких и высоких температурах, при высыхании и сильном облучении). В благоприятных условиях спора прорастает, ее содержимое делится на клетки – образуются спорогормогонии, оболочка ослизняется, разрывается или открывается крышкой и гормогоний выходит [2].

Половое размножение у сине-зеленых водорослей полностью отсутствует.

Способы питания и экология. Известно, что большинство сине-зеленых водорослей способно синтезировать все вещества своей клетки за счет энергии света. Фотосинтетические процессы, происходящие в клетках сине-зеленых водорослей, близки процессам, которые совершаются в других хлорофиллсодержащих организмах. Кроме настоящего фотосинтеза, сине-зеленые водоросли способны к фоторедукции, фотогетеротрофии, автогетеротрофии, гетероавтотрофии и даже полной гетеротрофии. При наличии в среде органических веществ они используют и их в качестве дополнительных источников энергии. Благодаря способности к смешанному (миксотрофному) питанию они могут быть активными и в крайних для фотоавтотрофной жизни условиях.

В условиях плохой освещенности (в пещерах, в глубинных горизонтах водоемов) в клетках сине-зеленых водорослей изменяется пигментный состав. Изменения окраски клеток (хлорозы) происходят и в случае недостатка в среде некоторых компонентов, в присутствии токсических веществ, а также при переходе к гетеротрофному типу питания.

Большинство сине-зеленых водорослей-азотфиксаторов приурочено к наземным местообитаниям. Не исключено, что именно их относительная пищевая независимость как фиксаторов атмосферного азота позволяет им заселять необитаемые, без малейших следов почвы, скалы.

Максимальной температурой для существования живой и ассимилирующей клетки считают +65°C. Такую высокую температуру термофильные сине-зеленые водоросли переносят благодаря своеобразному коллоидному состоянию протоплазмы, которая при высокой температуре очень медленно коагулирует. Самыми

распространенными термофилами являются космополиты *Mastigocladus laminosus*, *Phormidium laminosum*. Сине-зеленые водоросли способны выдерживать и низкую температуру (-83°C, -190°C). Слизь колоний и слизистые влагиалища нитчатых форм являются хорошей защитной оберткой, предохраняющей клетки от высыхания и одновременно действующей как фильтр, устраняющий вредное влияние радиации. Способность слизи быстро поглощать и длительно удерживать воду позволяет сине-зеленым водорослям нормально вегетировать и в пустынных районах. Для активной жизни им вполне достаточно парообразной воды. Сине-зеленые водоросли весьма обычны в почве и в напочвенных сообществах, встречаются они и в сырых местообитаниях, а также на коре деревьев, на камнях и т. п. Сине-зеленые водоросли встречаются также в криофильных сообществах – на льдах и на снегу.

Сине-зеленые водоросли преобладают в планктоне эвтрофных (богатых питательными веществами) водоемов, где их массовое развитие часто вызывает «цветение» воды. Прижизненные выделения и продукты посмертного разложения у некоторых из этих сине-зеленых водорослей ядовиты. Массовое развитие большинства планктонных сине-зеленых водорослей начинается при высокой температуре, т. е. во второй половине весны, летом и в начале осени. «Цветение», вызванное сине-зелеными водорослями увеличивает вторичное загрязнение и заиление водоема, так как биомасса водорослей в «цветущем» водоеме достигает значительных величин, а среди сине-зеленых очень мало таких видов, которые употреблялись бы другими организмами в пищу.

Виды из родов *Gloeocapsa*, *Nostoc*, *Scytonema*, *Stigonema*, *Rivularia* и *Calothrix* являются фикобионтами в лишайниках. Некоторые сине-зелёные водоросли живут в других организмах в качестве ассимиляторов. В воздушных камерах мхов *Anthoceros*, *Blasia* живут виды *Anabaena* и *Nostoc*. В листьях водяного папоротника *Azolla americana* обитает *Anabaena azollae*.

Отдел сине-зеленых водорослей свыше трех миллиардов лет назад отошел от основного ствола растительной эволюции и образовал тупиковую ветвь.

Общее количество видов в отделе определяется в 1500-2000. Отдел сине-зеленых водорослей делится на 3 класса, несколько порядков и много семейств.

Класс хроококковые (*Chroocophyceae*)
 Порядок хроококковые (*Chroocales*)
 Порядок энтофизалиевые (*Entophysalidales*)
 Класс хамесифоновые (*Chamesiphonophyceae*)
 Класс гормогониевые (*Hormogoniophyceae*)
 Порядок стигонемовые (*Stigonematales*)
 Порядок мастигокладовые (*Mastigokladales*)
 Порядок ностоковые (*Nostocales*)
 Порядок осцилаториевые (*Oscillatoriales*)[2]

Задание 1. Заполните таблицу «Сравнительные характеристики основных отделов водорослей»

Отдел водорослей	Пигмент в клетках водорослей	Запасные углеводы	Жгутики	Среда обитания	Значение в природе и жизни человека
Отдел Сине-зелёные					

Контрольные вопросы:

1. Охарактеризуйте строение вегетативной клетки сине-зеленых водорослей.

2. Поясните особенности типов питания и экологию сине-зеленых водорослей.

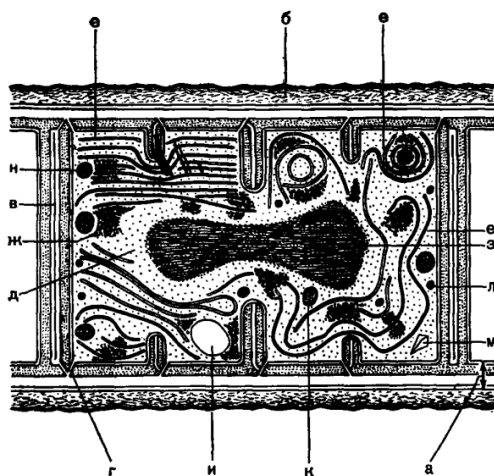


Рис. 3. Схематическое изображение строения клетки сине-зеленых водорослей: а – двухслойная клеточная оболочка с наружной мембраной и внутренней клеточной мембраной (плазмалеммой); б – слизистый чехол; в – промежуточная пластина клеточной стенки; г – одна из пор клеточной стенки; д – основная малоструктурная клеточная плазма; е – фотосинтетические ламеллы, расположенные пакетом, концентрические и одиночно; ж – рибосомы и полисомы; з – хроматин; и – вакуоль; к – зерна запасных питательных веществ; л – полифосфатные тельца; м – кристалл; н – цианофициновые зерна.



Рис. 4. Строение нитей Сине-зеленых водорослей. 1. *Synechococcus aeruginosus*; 2. *Dactylococcopsis raphidioides*; 3. *Merismopedia glauca*; 4. *Microcystis aeruginosa*; 5. *Gloeocapsa turgida*; 6. *Gomphosphaeria aponina*; 7. *Chamaesiphon curvatus*; 8. *Stigonema ocellatum*; 9. *Nostoc pruniforme*; 10. *Anabaena hassalii*; 11. *Afanizomenon flosaquae*; 12. *Tolipothrix tenuis*; 13. *Calothrix gypsophila*; 14. *Oscillatoria chalybea*; 15. *Lyngbya confervoides* [2].

3.2.

ОТДЕЛ ЗЕЛЕННЫЕ ВОДОРОСЛИ (CHLOROPHYTA)

Цель занятия: изучить особенности строения и развития представителей отдела Зеленые водоросли на примере хламидомонады, вольвокса золотистого, спирогиры.

В отделе зеленые водоросли тринадцать тысяч видов, они разнообразны по внешнему виду: одноклеточные, сифональные, многоклеточные, нитчатые и пластинчатые. Представители большей частью обитают в пресных водах, но имеются морские и наземные виды. Их отличительный признак – чисто зеленый цвет слоевищ, сходный с окраской высших растений, вызванный преобладанием хлорофилла над другими пигментами. Из ассимиляционных пигментов у них обнаружены хлорофиллы а, б, α и β – каротины. Хлоропласты окружены оболочкой из двух мембран. Пиреноид отсутствует. Ундулиподии у подвижных в числе двух, четырех, они одинаковой длины и одинакового строения. Клетки одноядерные и многоядерные, в большинстве покрыты целлюлозной и пектиновой оболочкой. Наблюдаются изо и гетероморфная смены поколений. Запасной продукт – крахмал, откладывающийся внутри хлоропластов, редко масло.

Род зеленых водорослей *хламидомонада (Chlamydomonas)* включает около 320 видов одноклеточных организмов, обитающих в лужах, канавах и других пресных

водоемах. При массовом развитии вода нередко принимает зеленую окраску. Хламидомонады имеют эллипсовидную форму клетки с небольшим бесцветным «носиком» на переднем конце, от которого отходят два ундулиподия. Оболочка плотно прилегает к протопласту. Протопласт содержит одно ядро, обычно чашевидный хлоропласт, в который погружены пиреноид, пигментный «глазок» и пульсирующие вакуоли, находящиеся в передней части клетки. При подсыхании водоема хламидомонады теряют ундулиподии, стенки их ослизняются, и в таком неподвижном состоянии они размножаются. Стенки дочерних клеток также ослизняются и таким образом получается система вложенных друг в друга слизистых оберток, в которых группами расположены неподвижные клетки. При перенесении в воду клетки снова вырабатывают ундулиподии и возвращаются к монадному состоянию. При половом размножении у большинства видов хламидомонад в клетках образуются одинаковые гаметы (изогаметы), похожие на зооспоры, но меньших размеров и в большем числе (рис. 5).

Вольвокс (*Volvox*) – колониальная водоросль, имеющая шаровидную форму (2-3 мм в диаметре). Колонии вольвокса состоят из многих (500-60 000) клеток, расположенных по периферии шара в один слой. Внутренняя полость шара занята слизью. Каждая клетка снабжена двумя ундулиподиями, направленными кнаружи шара, и по своему строению напоминает клетку хламидомонады. Это вегетативные клетки, выполняющие функции питания и движения, но не способные к размножению. Движение колоний вольвокса вполне координированное, так как клетки не изолированы друг от друга, а соединены с помощью цитоплазматических тяжей, проходящих через клеточные стенки. Кроме вегетативных клеток есть еще специализированные, отличающиеся более крупными размерами и отсутствием ундулиподий, выполняющие функции полового размножения. Вегетативное размножение у вольвоксов осуществляется с помощью дочерних колоний, образующихся в материнских клетках путем последовательных продольных делений их протопластов. Затем дочерние колонии выпадают внутрь материнского шара и освобождаются лишь после его разрушения. При половом размножении часть специализированных клеток преобразуется в женские оогонии, в которых развиваются яйцеклетки. В других, также специализированных клетках, развивается большое число мужских гамет – сперматозоидов. Группа сперматозоидов отделяется от материнского организма, подплывает к другой особи и распадается на отдельные сперматозоиды, которые, проникая в оогонии, оплодотворяют яйцеклетки. В результате слияния гамет образуется диплоидная зигота, называемая ооспорой. Ооспора прорастает: содержимое ее претерпевает мейоз, а затем – многоклеточное деление. В результате возникает пластинка ганоидных клеток, после чего постепенно формируется новое шаровидное тело вольвокса. Таким образом, у вольвокса основной цикл проходит в гаплоидной фазе, диплоидна лишь зигота.

Представители рода *хлорелла* (*Chlorella*) также широко распространены в пресных водах, морях, на сырой земле, коре деревьев. Их шаровидные клетки одеты гладкой оболочкой, содержат обычно чашевидный хлоропласт и одно ядро. При бесполом размножении содержимое клетки распадается на четыре или больше частей – автоспор, которые еще внутри оболочки материнской клетки одеваются собственными оболочками. Освобождаются автоспоры после разрыва стенки материнской клетки. Половой процесс отсутствует. Хлорелла характеризуется очень быстрыми темпами размножения. Она способна использовать от 10 до 12% световой энергии (против 1-2% у наземных растений). Относится к числу полезнейших водорослей, так как в сухом веществе содержит до 50 полноценных белков, жирные масла, витамины В, С, К (рис. 5) [4].

Многочисленные виды спирогиры (*Spirogyra*) обитают в пресных водах и

примечательны половым процессом типа конъюгации. Их нитчатый таллом, плавающий на поверхности воды, состоит из крупных клеток. Растет спирогира за счет деления клеток, которое происходит обычно ночью. Сначала делится ядро, затем как бы перешнуровывается сама клетка. Вегетативное размножение осуществляется путем разрыва нитей на отдельные клетки. При половом размножении обычно две нити располагаются параллельно друг другу. Супротивные клетки образуют выросты, направленные друг к другу и срастающиеся концами. Оболочки их в месте соприкосновения растворяются, и получается сквозной канал, через который сжавшееся содержимое одной клетки в течение нескольких минут перемещается в другую и сливается с ее протопластом, тоже сжавшимся к этому времени. Образовавшаяся в результате слияния протопластов конъюгирующих клеток зигота округляется, формируется толстая трехслойная оболочка, и вся клетка переходит в состояние покоя. При прорастании зиготы происходит редукционное деление. Таким образом, спирогира проходит жизненный цикл в гаплоидной фазе, диплоидна у нее только зигота (рис. 6).

Отдел Зеленые водоросли включает классы:

Bryopsidophyceae – Бриопсидофициевые

Chlorophyceae – Хлорофициевые

Oedogoniophyceae – Эдогониофициевые

Prasinophyceae – Празиофициевые

Trebouxiophyceae – Требуксиофициевые

Ulvophyceae – Ульвофициевые

Bryopsidophyceae – Бриопсидофициевые

Chlorophyceae – Хлорофициевые

Oedogoniophyceae – Эдогониофициевые

Prasinophyceae – Празиофициевые

Trebouxiophyceae – Требуксиофициевые

Ulvophyceae – Ульвофициевые

Задание 2. Рассмотрите рисунки 5, 6.

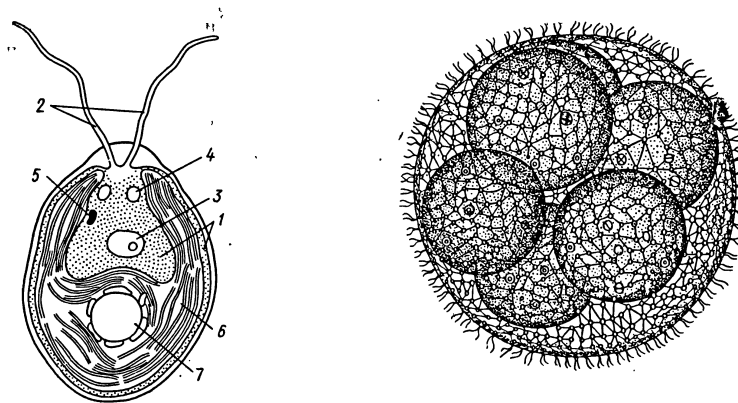


Рис. 5. А – зеленая водоросль Хламидомонада (*Chlamydomonas*): 1 – цитоплазма; 2 – ундулиподии; 3 – ядро; 4 – пульсирующая вакуоль; 5 – пигментный глазок (стигма); хлоропласт; 7 – пиреноид. **Б** – Вольвокс золотистый (*Volvox aureus*). Пример колониальной формы. Внутри материнской колонии видны дочерие[4].

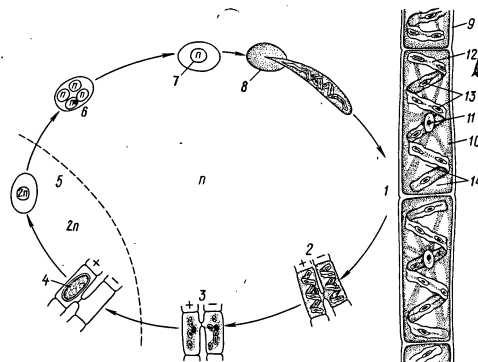


Рис. 6 Чередование поколений и смена ядерных фаз у зеленой водоросли спирогиры (Spirogyra): 1 – часть таллома; 2-4 – последовательные стадии конъюгации; 4-5 – зигота; 6 – зигота с четырьмя гаплоидными ядрами, возникшими в результате мейоза; 7 – зигота с одним функционирующим гаплоидным ядром (прочие отмерли); 8 – прорастание зиготы; 9 – клеточная стенка; 10 – цитоплазма; 11 – ядро; 12 – хлоропласт; 13 – пиреноиды; 14 – вакуоли[4].

Задание 3. Заполните таблицу «Отдел Зеленые водоросли»

Зеленые водоросли	Особенности строения	Место обитания

Задание 4. Выберите правильные ответы

В каких частях клетки водоросли находится хлорофилл?

1. В цитоплазме.
2. В хроматофоре.
3. В оболочке.
4. В ядре.

Как находят хламидомонада освещаемые участки водоема?

1. С помощью жгутика.
2. С помощью светочувствительного глазка.
3. С помощью хроматофора.

Водоросли относятся к низшим споровым растениям, потому что:

1. Они не имеют корней, листьев, стеблей.
2. Они имеют стебли, кони, листья.
3. Размножаются спорами.

3.3. ОТДЕЛ ХАРОВЫЕ (CHAROPHYTA), ОТДЕЛ ЭВГЛЕНОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ(EUGLENOPHYTA)

Цель занятия:изучить особенности строения и развития представителей отделов Эвгленовые и Харовые водоросли.

Отдел Харовые. Представлен одним порядком Charales с тремя семействами. Наиболее обычны роды хара (Chara) и нителла (Nitella). Они отличаются сложно устроенными многоклеточными половыми органами и расчленением нитчатого таллома. Нитчатые талломы харовых, всегда вертикально стоящие, достигают высоты около 20-30 см. Мутовчатое ветвление придает им сходство с хвощами. Как неограниченно нарастающие оси, так и боковые ветви ограниченного роста дифференцированы на узлы и междоузлия. Узлы представляют собой клеточные пластинки. Они возникают из одной клетки в результате деления ее продольной

перегородкой и затем отчленения продольными перегородками ряда (6-8) периферических клеток от двух центральных (рис. 7). От периферических клеток узла «стебля» отделяются верхушечные клетки боковых ветвей ограниченнороста – «листьев», благодаря этому расположенных всегда мутовками. Узлы чередуются с междоузлиями, представленными у нителлы одной вытянутой (до 25 см) клеткой; у хары клетка междоузлия снаружи одета специальной корой [1].

Рост строго верхушечный: куполообразная апикальная клетка отчленяет перегородкой, параллельной ее плоскому основанию, сегменты. Каждый сегмент делится на двояковогнутую верхнюю клетку и двояковыпуклую нижнюю клетку. Двояковогнутая клетка дает начало узлу: она делится пополам продольной перегородкой, после чего ряд изогнутых перегородок отделяет серию периферических клеток от двух центральных, позднее претерпевающих еще несколько делений. Двояковыпуклые клетки не способны к делению, они только растут в длину, образуя междоузлия. Боковые ветви, или «листья», обнаруживают тот же способ роста, что и главная ось, но клетки междоузлий обычно остаются довольно короткими, а апикальная клетка сравнительно рано прекращает делиться, принимая вытянутую заостренную форму. От периферических клеток узлов, расположенных у основания «листьев», возникают ветви неограниченного роста – «стебель» ветвится. Основные, узлы «листьев» служат также местом возникновения характерной коры, свойственной большинству видов хары. Из некоторых клеток каждого базального узла возникают две нити: одна из них растет вверх, другая вниз. Эти коровые нити плотно прилегают к клетке междоузлия и растут с той же скоростью, так что эта клетка с самого начала покрыта корой. Растущая вверх нить одного узла встречается с нитью, растущей вниз от выше расположенного узла.

Нити коры, одевающие стеблевые междоузлия, имеют то же строение и тот же способ роста, что и другие ветви растения. Прикрепляются талломы посредством многоклеточных разветвленных ризоидов, возникающих из периферических клеток нижнего узла главной оси [1].

Клетки одеты целлюлозной оболочкой, в наружных слоях которой отлагается карбонат кальция. В постенной цитоплазме находятся многочисленные мелкие дисковидные хроматофоры, лишенные пиреноидов. Более глубокий слой цитоплазмы, граничащий с громадной вакуолью, обнаруживает интенсивное движение. В каждой клетке имеется восходящий ток цитоплазмы с одной стороны клетки и нисходящий – с другой. Все клетки, способные к делению (т. е. апикальные, клетки-сегменты и клетки узлов), одноядерные, ядра делятся митотически. Не способные делиться клетки междоузлий, во взрослом состоянии многоядерные, содержат крупные ядра лопастной формы, размножающиеся амитотически.

Бесполого размножения у харовых нет. Вегетативное размножение с помощью клубеньков, возникающих из нижних стеблевых узлов. Половой процесс оогамный. Половые органы имеют сложное строение. Как правило, оогонии и антеридии развиваются в непосредственной близости друг от друга, однако есть и двудомные виды. Оба вида половых органов формируются на вторичных боковых ветвях ограниченнороста, вырастающих из верхних узлов «листьев».

При развитии антеридия боковая ветвь образует базальный узел, после чего апикальная клетка делится, формируя антеридий. Клетка базального узла антеридия на стороне, обращенной к оси, у однодомных форм хары дает начало оогонию. Апикальная клетка боковой ветви, из которой развивается антеридий, отчленяет одну или две дисковидные клетки у своего основания, принимает сферическую форму и делится двумя продольными и одной поперечной перегородками, образуя восемь клеток – октантов. Затем в каждом октанте последовательно возникают по две параллельные перегородки, так что получаются восемь диагональных рядов, каждый из трех клеток.

Восемь периферических клеток претерпевают плоскостной рост и развиваются в плоские изогнутые клетки – щитки, выпуклой стороной обращенные кнаружи. Их стенки имеют радиально расходящиеся складки, а содержимое в зрелом состоянии оранжево-красного цвета. Щитки составляют стенку шаровидного антеридия, которая у основания замыкается одной из дисковидных клеток, отчленившейся вначале и обычно вдающейся в полость антеридия. Средние клетки значительно удлиняются в радиальном направлении, каждая образует клетку– рукоятку, которая таким образом отходит от центра щитка и несет на внутреннем конце шаровидную клетку – головку, развившуюся из самой внутренней клетки первоначального диагонального ряда. Каждая клетка-головка дает начало шести вторичным головкам, на которых развиваются длинные нити, обычно дважды раздвоенные у основания. Эти сперматогенные нити заполняют полость антеридия плотным клубком. Каждая такая нить состоит из 100-200 дисковидных клеток, в которых образуется по одному спирально изогнутому двужгутиковому сперматозоиду, сперматозоиды освобождаются при расхождении щитков антеридиальной стенки и ослизнении стенок клеток сперматогенных нитей[1].

Клетка базального узла антеридия, которая развивается в оогоний, претерпевает два поперечных деления с образованием ряда из трех клеток. Самая верхняя из них дает оогоний, при этом она сильно увеличивается, самая нижняя – одноклеточную ножку, а средняя образует узел, который делится на центральную и пять периферических клеток. Последние вырастают в пять коровых нитей, которые уже на ранних стадиях окружают оогоний и вскоре отчленивают на своих концах одну (у хары) или две (у нителлы) клетки коронки. При дальнейшем развитии нити, не делясь, удлиняются и располагаются спирально. В оогоний формируется одна яйцеклетка. Под коронкой, клетки которой плотно соединены, нити слегка разъединяются, так что образуется щель, через которую проникает сперматозоид. Верхушка оогонияльной стенки ослизняется, и сперматозоид оплодотворяет яйцеклетку. Вокруг оплодотворенной яйцеклетки выделяется целлюлозная оболочка, кнаружи находится стенка оогония и, кроме того, коровые нити [1].

Внутренние стенки нитей утолщаются, опробковывают, в них может откладываться кремнезем, а в полостях коровых нитей – обычно еще и известь. Таким образом, вокруг ооспоры образуется очень твердая обертка и ооспоры переходят в состояние покоя. При прорастании ооспоры копуляционное ядро редуционно делится, формируются четыре гаплоидных ядра, и появляется перегородка, делящая ооспору на две неравные части: верхняя клетка получает одно из четырех гаплоидных ядер, а три остальных ядра оказываются в нижней клетке, богатой запасными веществами. Эти три ядра затем дегенерируют. Стенка ооспоры разрывается на верхушке и верхняя клетка продольно делится. Получившиеся две клетки растут в противоположных направлениях, образуя первый ризоид и вертикальную нить – предросток, или протонему, на которой развивается затем нормальный побег.

Харовые распространены преимущественно в пресных водах, хотя некоторые виды встречаются в солоноватых. Обычно они предпочитают водоемы, где нет сильных движений воды и где имеется песчаный или илистый грунт, в котором укореняются ризоиды [1].

Отдел Эвгленовые. Известно 1000 видов. Большинство имеет монадную организацию, немногие – амебовидную и коккоидную. Они принадлежат к тем окрашенным подвижным организмам, которые не обнаруживают никаких связей с известными группами водорослей.

Эвгленовые чаще встречаются в пресных водах, предпочитая мелкие водоемы, богатые органическими веществами. Иногда они образуют на поверхности водоема пленку, в которой они представлены неподвижными клетками. Тело у большинства вытянутое в продольном направлении, покрыто пелликулой. Пелликула представляет

собой плотный эластичный белковый слой протопласта, располагается под плазмалеммой. Она состоит из многочисленных тесно расположенных и подвижно соединенных друг с другом полос или штрихов, начинающихся от глотки, по спирали обвивающих всю клетку и анастомозирующих на концах клетки. Между штрихами располагаются продольные бороздки, а в середине каждой полосы имеется утолщение, или гребень, за счет которого поверхность клетки становится ребристой. Под полосами лежат небольшие слизистые тельца, выделяющие слизь в бороздки и через поры пелликулы (рис. 8).

Такое строение даёт возможность совершать своеобразные ползающие движения, свойственные представителям этого отдела. Реже покровы тела относительно толстые, твёрдые и снабжены мощными «рёбрами», между которыми четко видными рядами расположены выпуклости, или бородавочки. У некоторых представителей протопласт снаружи клетки образует домик коричневого цвета с отверстием, из которого выступает жгутик. Цвет домика обусловлен отложениями на нём железа и марганца [1].

На переднем конце тела находится бутылковидное углубление – резервуар, или ампула, расширяющаяся книзу, а кверху переходящее в более или менее прямую трубку, которая открывается наружу (глочный канал, или воронка). В резервуар изливается содержимое пульсирующих вакуолей и через глотку выводится наружу. От основания резервуара отходят два жгутика, реже несколько. Иногда второй жгутик так мал, что не выходит за пределы резервуара или даже совсем редуцирован, но в основании резервуара имеется и в этом случае два базальных тела. В основании одного из жгутиков (длинного) лежит парабазальное тело. На спинной стороне резервуаров расположен глазок, или стигма, сложного строения. Стигма в отличие от подобных структур большинства других водорослей помещается вне хроматофора, вблизи от жгутика с парабазальным телом. В состав стигмы входит до нескольких десятков различных по величине глобул, расположенных рядами по три-пять в каждом и отделенных друг от друга тонкой мембраной.

Ядро в клетке одно, округлое или удлинённое, с одним или несколькими ядрышками. Его деление (митоз) носит довольно примитивный характер и отличается от типичного ядерного деления тем, что не растворяется, а делится перетяжкой, веретено и центриоли отсутствуют, хромосомы все время находятся в конденсированном состоянии (не собираются в экваториальную пластинку и расходятся в анафазе параллельно оси деления). Однако в отличие от представителей *Dinophyta* в хромосомах эвгленовых имеются гистоны [1].

Хроматофоры зелёного цвета, содержат хлорофиллы «а» и «b», альфа- и бета-каротины и ксантофиллы и имеют разную величину и форму (звездчатую, пластинчатую, зернистую, лентообразную). У некоторых есть пиреноид.

Фотосинтетические ламеллы состоят обычно из трёх, редко большего количества тилакоидов, тесно прижатых друг к другу в виде гран, на периферии хроматофора располагается один опоясывающий тилакоид.

Эвгленовые размножаются продольным делением клетки или в подвижном состоянии, или в неподвижном. В последнем случае перед делением клетка увеличивается в размерах, сбрасывает жгутики, округляется и одевается слизью. После окончания деления, вновь образовавшиеся клетки вырабатывают жгутики и выходят из слизи. Процесс деления всегда начинается с перешнурования полюса, несущего жгутики. Этому предшествует деление ядра, удвоение жгутикового аппарата и стигмы. Постепенно клетка раскалывается надвое, следуя направлению штрихов на поверхности. Отделение дочерних клеток друг от друга сопровождается их вращением вокруг оси тела. Весь процесс занимает обычно 2-4 ч.

Задание 5. Рассмотрите рисунки 7, 8. Схематично зарисуйте строение талломов

некоторых представителей отделов харовые и эвгленовые водоросли.

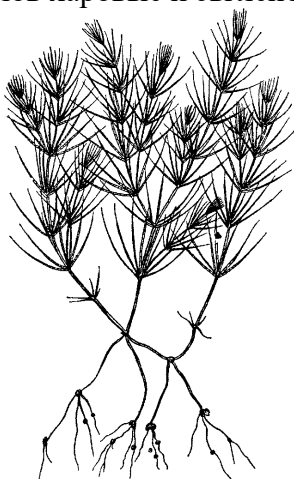


Рис. 7. *Chara*. Общий вид таллома.

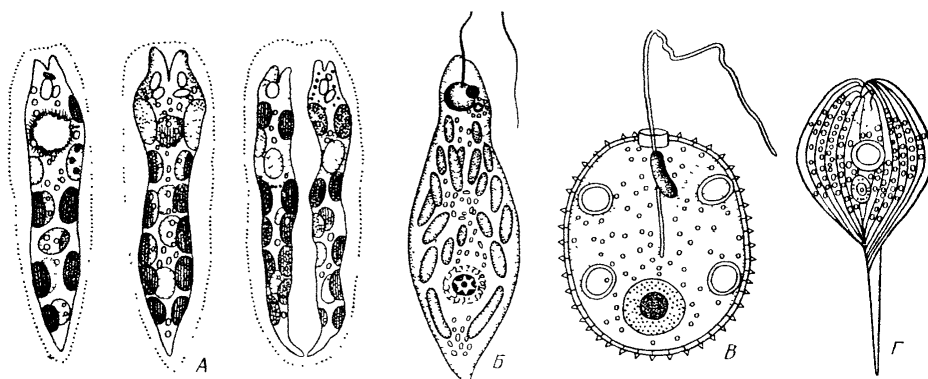


Рис. 8. А – деление эвглены; Б – *Euglenaviridis*, внешний вид клетки; В – *Trachelomonas*, внешний вид клетки; Г – *Phacus*, внешний вид клетки[1].

Задание 6. Выберите верное утверждение:

1. Все растущие в воде растения – водоросли.
2. Поверхность прудов летом бывает сплошь затянута водорослью – ряской.
3. Водоросли живут не только в воде, но и на суше (на коре деревьев и в почве).
4. Хламидомонада имеет две пульсирующие вакуоли.
5. При наступлении неблагоприятных условий хламидомонады образуют гаметы.
6. Хлорелла может поглощать из воды растворенные в ней органические вещества.
7. Нитчатая водоросль улотрикс образует тину.
8. Спирогира – зеленая нитчатая водоросль.
9. Хроматофор у спирогиры чашеобразный.
10. Зеленые нитчатые водоросли обогащают воду кислородом.
11. У многих бурых водорослей имеются широкие листья.
12. Красные водоросли для образования органических веществ могут использовать такие солнечные лучи, которые проникают на большую глубину и недоступны для других водорослей.
13. Морские водоросли накапливают в своем теле йод.

3.4. ОТДЕЛ ЗОЛОТИСТЫЕ (*CHRYSTOPHYTA*), ОТДЕЛ ЖЕЛТО-ЗЕЛЕННЫЕ ВОДОРОСЛИ(*XANTHOPHYTA*)

Цель занятия:изучить особенности строения и развитияосновных представителей отделов Золотистые и Желто-зеленыеводоросли.

Отдел Золотистые.Группа микроскопических водорослей золотисто-жёлтого

цвета, обитающих в пресных водах и морях всех климатических зон земного шара. Некоторые из них особенно характерны для пресных чистых водоёмов, где встречаются в массовых количествах в планктоне обычно в холодное время года (ранней весной или поздней осенью и зимой), так как в иное время не выдерживают конкуренции с другими организмами [1].

Золотистые водоросли бывают одноклеточными, колониальными и многоклеточными. У наиболее примитивных клетка одета перипластом. У других снаружи от плазмолеммы находится твёрдая целлюлозная стенка, иногда сильно ослизняющаяся. У некоторых на поверхности клетки откладываются известковые образования. У более высокоорганизованных представителей клетки одеты панцирем, состоящим из кремниевых чешуек, несущих иногда кремневые шипы, или же заключены в домики, через отверстия которых выходят жгутики или псевдоподии. Жгутиков у подвижных форм и стадий два. Они бывают разной или одинаковой длины. Жгутики покрыты неминерализованными чешуйками, расположенными в один ряд. Один из жгутиков на своем проксимальном конце образует вздутие (парабазальное тело), заполненное аморфным веществом. На двигательном жгутике имеются мастигонемы. У некоторых золотистых водорослей (видов *Crysochromulina*, *Prumnesium* и др.) на переднем конце клетки имеется ещё неподвижный, обычно короткий вырост – гаптонема.

Содержимое клетки составляют: цитоплазма, одно ядро, хроматофоры, содержащие хлорофиллы «а» и «с» и имеющие золотисто-жёлтый цвет от присутствия дополнительных пигментов, в частности фукоксантина. Продукты ассимиляции (хризоламинарин, масла, жиры), пульсирующие вакуоли (одна или две) и глазок, или стигма, который имеется не у всех. Ламеллы хроматофоров составляют пачки из трех или четырех тилакоидов. У большинства имеется ещё одиночный периферический диск, огибающий изнутри пластиду. У некоторых представителей есть стрекательные структуры – дискоболоциты. На их дистальном конце располагается кольцо, выносимое на значительное расстояние при внезапном распрямлении.

Размножение или вегетативное (продольное деление клетки, распад колонии или многоклеточного таллома на части), или бесполое – одножгутиковыми или двужгутиковыми зооспорами, амебоидными клетками, апланоспорами. У некоторых описан половой процесс типа изогамной хологамии, или конъюгации. В результате полового процесса и в неблагоприятных условиях образуются цисты с толстой окремневшей оболочкой, в которой имеется отверстие, или пора, замкнутое особой пробочкой.

Как фототрофные организмы золотистые водоросли участвуют в создании первичной продукции в водоёмах и так же, как другие планктонные организмы, служат пищей для планктонных животных, являясь началом пищевой цепи. При массовом развитии эти водоросли могут портить воду, в то же время многие из них – индикаторы на чистую воду.

Отмирая и падая на дно водоёмов, золотистые водоросли принимают участие в образовании сапропеля (органического ила). Ископаемые остатки сыграли большую роль в отложении извести (кембрийский период).

Золотистые водоросли отличаются большим морфологическим разнообразием. Особенно хорошо выражены монадная, амебоидная и пальмеллоидная типы организации, реже встречаются коккоидный, нитчатый и пластинчатый. В соответствии с указанными типами организации установлены следующие классы: хризомонадовые (*Chrysomonadophyceae*), хризоподовые (*Chrysodophyceae*), хризокапсовые (*Chrysocapsophyceae*), хризосферовые (*Chrysosphaerophyceae*), хризотриховые (*Chrysotrichophyceae*)(рис. 9).

Отдел Желто-зеленые. Представители отдела широко распространены в

чистых пресных водоемах. Отличаются от зеленых водорослей тем, что подвижные формы и стадии имеют два жгутика неравной длины и разного строения (более длинный – с мастигонемами; короткий – гладкий). У более примитивных форм клетка одета перипластом, у большинства других имеется пектиновая стенка. Иногда клеточная стенка состоит из двух частей и пропитана кремнеземом. В прозрачной цитоплазме клетки содержатся мелкие ядра (одно или много), дисковидные, корытообразные, пластинчатые, реже лентовидные, звездчатые или чашевидные хроматофоры, иногда с пиреноидом, содержащие хлорофиллы «а» и «с», а- и р-каротин и три ксантофилла: лютеин, виолаксантин и неоксантин. Комбинации этих пигментов придают клетке чаще светло- или темно-желтую окраску, реже зеленую и у некоторых – голубую. Микроскопическое строение хроматофоров следующее: ламеллярная система представлена тилакоидами, собранными в пачки по три, и одним одиночным огибающим тилакоидом. Крахмала нет, в клетках накапливается масло и у некоторых еще хризоламинарин и волютин. У подвижных форм имеется красный глазок, расположенный у переднего конца хроматофора. У некоторых монадных форм также в переднем конце клетки есть одна или две пульсирующие вакуоли. Вегетативное размножение – продольным делением клетки, бесполое – зооспорами или апланоспорами. Половой процесс известен у немногих (изо- или оогамия). При неблагоприятных условиях образуются цисты со слабо окремневшей оболочкой, состоящей из двух неравных частей.

Отдел имеет различные типы организации: монадную, амебоидную, пальмеллоидную, коккоидную, нитчатую, пластинчатую и сифональную, послужившие основой для выделения соответствующих классов и порядков. Только у представителей этого отдела и у зеленых водорослей имеется сифональный тип организации таллома (рис. 10).

В состав отдела входят следующие классы: класс ксантомонадовые (Xanthomonadophyceae), класс ксантоподовые (Xanthopodophyceae), класс ксантокапсовые (Xanthocapsophyceae), класс ксантококковые (Xanthococcophyceae), класс ксантотриховые (Xanthotrichophyceae), класс ксантосифоновые (Xanthosiphonophyceae).

Задание 1.Общая характеристика водорослей.

- 1.1. Водоросли – древнейшие представители царства _____.
- 1.2. Наиболее важный признак водорослей _____ настоящих тканей и органов: корней, стеблей, листьев. Поэтому их относят к низшим растениям.
- 1.3. Тело водорослей называется _____ или _____.
- 1.5. Водоросли могут быть одноклеточными, _____ и _____.
- 1.6. В клетках водорослей имеется зелёный пигмент _____, поэтому по способу питания водоросли _____.
- 1.7. Размножаются водоросли _____ и _____ путём.
- 1.8. Широко распространены в природе. Обитают в _____ и _____ водоёмах. А также на влажных субстратах: на _____, коре деревьев, на _____.
- 1.9. Благодаря образованию в их клетках неодинаковых пигментов водоросли делят на отделы: _____, _____, _____.
- 1.10. Имеют огромное значение в природе, так как обогащают атмосферу _____. Имеют промышленное значение в жизни человека, являясь _____ для медицинской, пищевой и химической промышленности.

Задание 2.Рассмотрите рисунки 9, 10. Схематично зарисуйте строение талломов некоторых представителей отделов харовые и эвгленовые водоросли.

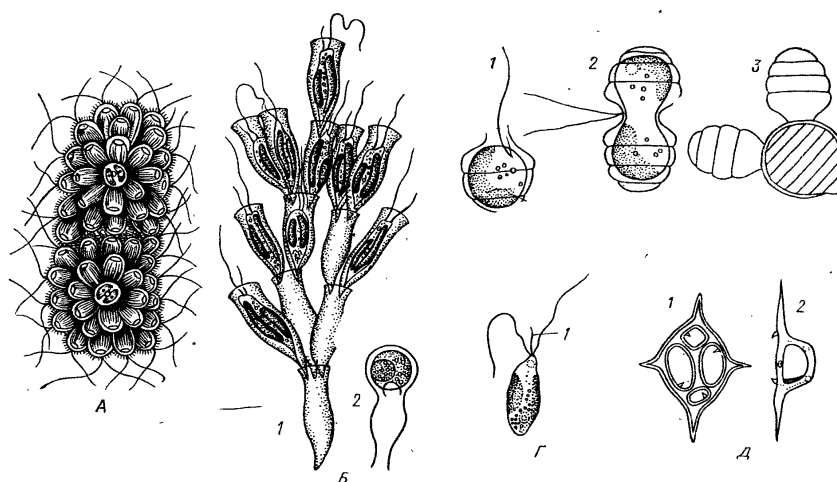


Рис. 9. Представители класса Хризомонадовые. А – Synura – делящаяся колония; Б – Dinobryon: 1 – общий вид колонии, 2 – циста; В – Kephyriopsis: 1 – внешний вид, 2 – половой процесс, 3 – образование цисты; Prymnesium. Внешний вид (1 – гаптонема); Д – Dictyocha fibula. Кремниевый скелет: 1 – сверху, 2 – сбоку[1].

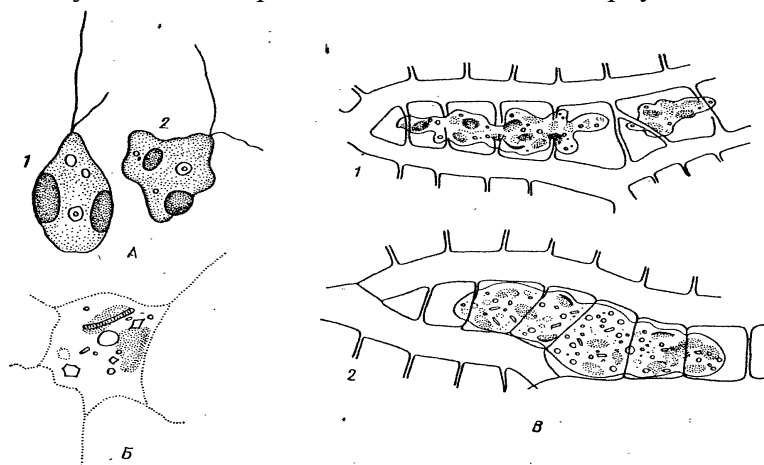


Рис. 10. А – Heterochloris: 1 – внешний вид, 2 – образование псевдоподий; Б – Rhizochloris; В – Muxohloris sphagnicola: 1 – два маленьких плазмодия в клетке листа сфагнома; 2 – большой плазмодий с многочисленными хроматофорами, ядрами и пульсирующими вакуолями.

3.5. ОТДЕЛ ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРОСЛИ (BACILLARIOPHYTA)

Цель занятия: изучить особенности строения и развития представителей отдела Диатомовые водоросли.

Диатомовые водоросли – более 10000 видов. Это одноклеточные и колониальные организмы микроскопически малых размеров, широко распространенные в бентосе, и особенно в планктоне, как морей и океанов, так и пресных вод с разным химическим составом и температурой. Некоторые виды обитают в верхних слоях почвы, на влажных скалах, в горячих источниках, на снегу и во льдах полярных областей. Имеют общие специфические особенности в строении клетки и особенно клеточной оболочки. К наружному уплотненному слою протопласта клетки (плазмалемме) плотно примыкает панцирь из кремнезема (кремниевого гидрогеля, подобного опалу). Панцирь состоит из двух половинок, надевающихся друг на друга, как крышка на коробку. Каждая половинка в свою очередь состоит из так называемой створки и спаянного с ней пояскового кольца. Большая створка – эпитека (крышечка) охватывает своим поисковым кольцом поясковое кольцо меньшей створки – гипотеки

(коробочки).

Очертания клетки зависят от ее положения, т. е. клетка может быть видна со створки, когда она лежит плашмя, или с пояса, когда видно, как пояски находят друг на друга.

В зависимости от конфигурации клетки и структуры створок одни диатомовые имеют со стороны створки радиальную симметрию, другие двустороннюю. Через первые можно провести не менее трех плоскостей симметрии, а через вторые не более двух. Первые выделяют в класс центрические (*Centrophyceae*), а вторые в класс перистые, или пеннатные (*Pennatophyceae*).

Оболочка клетки не гомогенна. Снаружи панциря, как и внутри него, располагается тонкий слой органического вещества, на створках имеются характерные структуры. Они видны как система точек, штрихов, ребер, ячеек и т. п. На самом же деле это или сквозные поры, или камеры, открывающиеся внутрь либо наружу, или чередующиеся более толстые и тонкие участки панциря. Их строение имеет разную степень сложности, а дно пронизано многочисленными отверстиями. Отверстия в стенке панциря, сообщающие протопласт клетки с окружающей средой, занимают от 10 до 75 % площади створки.

Для многих планктонных форм характерны выросты на панцире. Клетки некоторых колониальных диатомей соединяются друг с другом при помощи этих выростов. Некоторые бентосные диатомей из класса перистые способны к активному движению. Их содержимое сообщается с внешней средой продольной щелью или швом, проходящим или непосредственно по створковой стороне, или по особым выростам панциря – килям, расположенным вблизи длинной оси створки или по краю ее. С движением связаны и узелки или внутренние утолщения стенок створки, видимые как три небольшие круглые выпуклости: одна в центре и по одной на концах створковой стороны панциря (рис. 11).

Движение диатомей – сложный процесс, представляющий собой следствие перемещений цитоплазмы в шве и вертикальных каналах, проходящих в узелках. В движении принимают участие две системы органелл: до 30 мелких, преломляющих свет частиц, расположенных вблизи шва в каждом конце клетки, и длинные фиброзные ленты, проходящие под швом. Светопреломляющие частицы выделяют локомоторное вещество через конечные поры и по всей длине шва; благодаря сокращению фиброзных тяжей локомоторное вещество выделяется, оставляя на субстрате слизистый след [1].

Цитоплазма располагается в клетке тонким постенным слоем, а у некоторых и в середине клетки, где помещается ядро. Остальная, большая часть клетки заполнена вакуолью. Хроматофоры у большинства постенные, бывают в разном количестве (один, два, много). Это или крупные пластинки, иногда с пиреноидом, или зернистые образования часто неправильной формы. Они имеют желтую или желто-бурую окраску и содержат хлорофиллы «а» и «с», р- и 2-каротин, пять ксантофиллов (диадиноксантин, фукоксантин и др.). Мертвые клетки диатомей зеленеют, так как дополнительные к хлорофиллу пигменты разрушаются и выходят из клетки.

Продукты ассимиляции – масла, отлагающиеся в клетке в виде капель, волютин (или метахроматин) и хризоламинин. У большинства диатомей ядро помещается в цитоплазменном мостике в центре клетки, у немногих располагается вблизи одной из створок, имеет одно или несколько ядрышек и мелкие хроматиновые зерна. У некоторых диатомей по обе стороны от ядра находится пара диктиосом (аппарат Гольджи).

Размножаются диатомей, во-первых, вегетативным делением клеток, особенно интенсивным весной или в начале лета. Во-вторых, у них есть половой процесс. При вегетативных делениях масса протопласта увеличивается, вследствие чего обе

половинки панциря отодвигаются друг от друга. Ядро митотически делится, затем протопласт разделяется пополам в плоскости, параллельной створкам. Каждый новый протопласт наследует половину панциря, а вторая образуется заново, причем у обеих дочерних клеток она будет меньшей – гипотекой. После этого две дочерние клетки у одиночно живущих форм расходятся, а у колониальных остаются соединенными своими створками. Так как окремневшие панцири клеток не способны растягиваться, то при каждом делении одна из дочерних клеток равна материнской (у которой эпитека переходит от материнской клетки), а другая становится меньше (у которой эпитекой служит гипотека материнской клетки). В результате последующих делений размеры клеток в популяции прогрессивно уменьшаются.

Половой процесс – две особи сближаются и выделяют слизь. В каждой клетке ядро редукционно делится на четыре, из которых у одних видов три, а у других два дегенерируют. В первом случае весь протопласт каждой клетки становится гаметой, во втором – образует две гаметы. Копуляция происходит таким образом, что гамета одной из клеток, двигаясь амебообразно, переходит к гамете другой клетки, остающейся на месте. В случае формирования каждой клеткой двух гамет одна из них переходит в копулирующую клетку, а другая остается на месте и сливается с гаметой, переползающей из другой клетки. Подвижные гаметы можно рассматривать как мужские, а остающиеся на месте – как женские. Таким образом, при половом процессе этого типа можно говорить о физиологической анизогамии. В результате полового процесса, происходящего очень быстро, развиваются одна или две зиготы, которые увеличиваются в размерах и превращаются в так называемые аукоспоры (от греч. «ауксо» – увеличиваю, расту). При этом тонкая оболочка зиготы расплывается или разрывается и ее остатки заметны на концах аукоспоры. Зрелые аукоспоры одеваются оболочкой, постепенно приобретающей характерную для данного вида структуру, и превращаются в вегетативные клетки.

У центрических диатомей обнаружен оогамный половой процесс. В одних клетках образуются четыре сперматозоида с одним или двумя жгутиками, в других также происходит редукционное деление ядра, в результате которого в клетке остается только одно жизнеспособное ядро. Эта клетка соответствует оогонию с одной яйцеклеткой. Свободноплавающие сперматозоиды проникают в оогоний и оплодотворяют ее. Зигота одевается пектиновой оболочкой и превращается в аукоспору. Интересно, что оогамия доказана и у одного вида рода рабдонема из класса пеннатных диатомей. Таким образом, эта бесшовная диатомея может рассматриваться как связующее звено между классами пеннатные и центрические.

Как видно из обзора полового процесса диатомей, вегетативные особи представляют собой диплоидные организмы, а гаметы – гаплоиды. Это свидетельствует о том, что они проделали своеобразный и сложный путь эволюционного развития, не превратившись в многоклеточные формы. Существование сперматозоидов у центрических диатомей и образование пульсирующих вакуолей при вегетативном делении у некоторых родов (*Attheya*, *Rhizosolenia*, *Nitzschia* и др.) указывают на возможное происхождение диатомей от жгутиковых.

У некоторых морских и реже пресноводных представителей центрических диатомей известны цисты. Они очень похожи на цисты золотистых водорослей.

Известно, что диатомей могут долго существовать без воды. По-видимому, протопласт их способен к перенесению неблагоприятных условий в состоянии анабиоза.

Задание 1. Строение водорослей.

Слоевище (таллом) – это _____

Задание 2. Докажите, что клетка водорослей не отличается по своему строению от растительной:

1. _____;
2. _____;
3. _____;

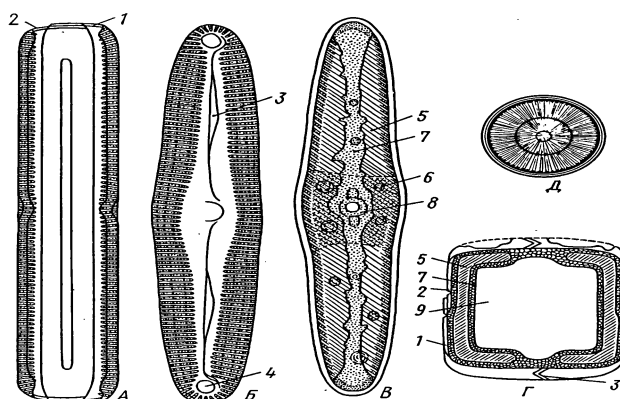


Рис. 11. Диатомовые водоросли. А – пиннулярия (Pinnularia), вид со стороны пояска; Б – она же, вид со стороны шва; В – она же, вскрытая клетка; Г – она же, поперечный срез через клетку; Д – циклотелла (Cyclotella): 1 – эпитека, 2 – гипотека, 3 – шов, 4 – узелок, 5 – хромопласт, 6 – пиреноиды, 7 – цитоплазма, 8 – ядро, 9 – вакуоль[4].

3.6. ОТДЕЛ ДИНОФИТОВЫЕ (DINOPHYTA), ОТДЕЛ КРИПТОФИТОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ (CRYPTOPHYTA)

Цель занятия: изучить особенности строения и развития растений – основных представителей отделов Динофитовые и КRYPTOфитовые водоросли.

Отдел динофитовые. Характеризуются мезокариотическим типом организации клеток с ядерным аппаратом, еще сохраняющим черты примитивности. Это выражается в химическом составе хромосом (отсутствие гистонов) и их поведении во время митоза, фазы которого проходят нетипично; в частности, хромосомы, слабо дифференцированные по длине из-за отсутствия центромеров, постоянно находятся в конденсированном состоянии и сохраняются в интерфазном ядре. Большинство из них монадные формы, другие достигли более высоких ступеней организации. Клетки дорзовентральны, имеют две бороздки: поперечную, охватывающую клетку по кольцу или по спирали, но не смыкающуюся полностью, и продольную, находящуюся на брюшной стороне клетки. Жгутиков два, разных по длине и строению, в них или появляется дополнительный круг периферических микротрубочек, или увеличивается число центральных микротрубочек, или вдоль аксономы жгутика образуется новая стержнеподобная структура (тяж) с поперечной исчерченностью. По-видимому, это усложнение строения жгутика связано с его более интенсивной работой. Один из жгутиков (гладкий) лежит в продольной бороздке, другой (лентовидный, с мастигонемами) в поперечной. Клетка одета особым клеточным покровом, называемым текой, в ее состав кроме белков входят галактоза, арабиноза и галактуроновая кислота. Основу теки составляют уплощенные пузырьки, окруженные одиночной мембраной, способствующие повышению прочности и вместе с тем гибкости покрова. В теке имеются поры, сообщающие протопласт клетки с внешней средой.

В цитоплазме клетки содержится очень крупное ядро, в котором различимы хромосомы, придающие ядру гранулированность. Ядро называется динокарионом. Хроматофоры, разной формы и окраски, одеты трехслойной оболочкой. Тилакоиды в хроматофоре упакованы по два и по три. Запасные продукты в клетке – крахмал, хризоламинарии, иногда гликоген. Только этой группе водорослей присущи так

называемые пузулы – области, похожие на вакуоли, соединяющиеся тонкими канальцами с окружающей водой и с системой вакуолей. Они расположены обычно вблизи места отхождения жгутов. У многих имеется стигма, или глазок, очень сложный по строению (рис. 12). Он располагается на переднем конце клетки, вне хроматофора, вблизи от жгутиков.

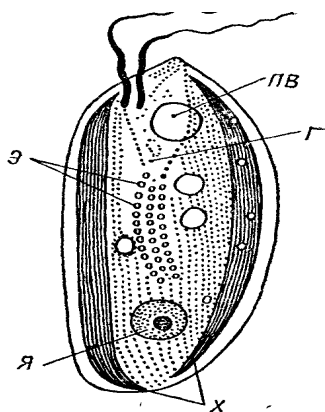
Размножаются делением в подвижном или неподвижном состоянии (вегетативно), зооспорами и автоспорами. Половое размножение в виде копуляции изогамет, но лишь у немногих форм. При неблагоприятных условиях образуются цисты с толстой целлюлозной стенкой.

По уровню организации таллома различают несколько порядков: перидиниевые (Peridinales), динамобидиевые (Dinamoebidiales), глеодиниевые (Gloeodiniales), динококковые (Dinococcales), динотриховые (Dinotrithales).

Отдел Криптофитовые. Относящиеся к этому отделу монадные водоросли, реже амебоидной, коккоидной, пальмеллоидной и нитчатой структуры, совмещают признаки растений и животных. В их клетках, у многих одетых твердой оболочкой, содержатся хроматофоры, окрашенные преимущественно в бурый, темно-коричневый, красноватый и оливковый цвета, и крахмал в качестве продукта ассимиляции; вместе с тем у некоторых из них имеются щупальца, псевдоподии, стрекательные капсулы и характерный для животных тип питания. Общие для всех признаки – дорзовентральное строение монадных клеток, наличие бороздок на их поверхности и глотки.

Это обычные обитатели отстойников, прудов, часто с загрязненной водой, реже водохранилищ и озер. Клетка имеет дорзовентральное строение, одета перипластом и несет одну бороздку, идущую или косо от небольшой выемки на переднем как бы срезанном конце клетки, или поперек клетки, иногда по спирали. У некоторых есть глотка. Два лентовидных жгутика, почти равные по длине и строению отходят от переднего конца клетки или сбоку (рис. 13).

Хроматофоры в числе одного-двух или больше. Окраска их разнообразна, так как наряду с хлорофиллами «а» и «с» в них содержатся каротины, ксантофиллы и у некоторых фикобилины (фикоцианин и фикоэритрин), располагающиеся внутри тилакоидов. Ламеллы хроматофоров в отличие от хроматофоров всех других групп водорослей представляют собой пачки из двух плотно прилегающих тилакоидов, а опоясывающий тилакоид отсутствует. Запасные питательные вещества – крахмал, масло, хризоламиарин. Ядро в клетке одно. Глазок располагается внутри пластид. Имеются стрекательные структуры – эджектосомы. Каждая эджектосома состоит из одной плотно свернутой ленты и заключена в камеру. При раздражении камера открывается, эджектосома раскручивается и через поры выстреливает наружу. Более мелкие эджектосомы расположены в перипласте по всей поверхности клетки, а крупные выстилают глотку. Размножаются криптомонады делением клеток. Наиболее широко распространен и богат видами род криптомона.



Задание 11. Рассмотрите рисунки 12, 13.

Рис. 12. Строение клетки Криптофитовой водоросли: я – ядро, х – хроматофоры, э – эджектосомы, пв – пульсирующие вакуоли, г – глотка [1].

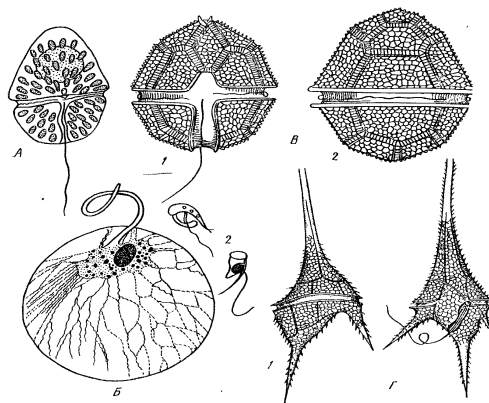


Рис. 13. А – Gymnodinium; Б – Noctikula: 1 – вегетативная клетка, 2 - зооспоры; В – Peridinium: 1 – вид с брюшной стороны, 2 – вид со спинной стороны; Г – Ceratium: 1 – вид со спинной стороны, 2 – вид с брюшной стороны [1].

Задание 1. Выберите из перечня терминов соответствие определениям:

1. Низшие растения	7. Одноклеточные водоросли
2. Автотрофы	8. Зооспоры
3. Таллом	9. Гаметы
4. Хроматофоры	10. Нитчатые водоросли
5. Гаметофит	11. Зигота
6. Ризоиды	12. Спорофит

1. Какие водоросли похожи на мелкие зеленые шарики диаметром не более 15 мкм?
2. В чем у водоросли содержится хлорофилл?
3. По способу питания водоросли относятся к какой группе?
4. Как размножаются бурые водоросли?
5. По внешнему виду морские водоросли похожи на растения суши, однако, они не имеют органы, а что они имеют?
6. При благоприятных условиях одноклеточные водоросли быстро размножаются. Что образуется в результате размножения?
7. К каким водорослям относятся: спирогира, улотрикс, кладофора.
8. С помощью каких клеток размножаются одноклеточные водоросли при неблагоприятных условиях?
9. Чем бурые водоросли прикрепляются ко дну?
10. Как называется клетка, покрытая толстой оболочкой и находящаяся долгое время в состоянии покоя?
11. Какие растения не имеют органы?

Контрольные вопросы:

2. Охарактеризуйте экологию, значение Золотистых и Желто-Зеленых водорослей.
3. Классификация Золотистых и Желто-Зеленых водорослей.
4. Экология, значение Зеленых водорослей.
5. Классификация Зеленых водорослей.
6. Охарактеризуйте особенности строения харовых водорослей, как представителей низших растений.
7. Охарактеризуйте особенности строения эвгленовых водорослей, как

представителей низших растений

8. Опишите тип полового процесса, характерного для представителей диатомовых водорослей.

9. Охарактеризуйте особенности строения клеток отделов Кристофитовые и Динофитовые водоросли.

10. Экология основных представителей отделов Кристофитовые и Динофитовые водоросли.

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Анна Ивановна Новокщенова
Ранделин Дмитрий Александрович
Агапова Василина Николаевна
Константин Игоревич Шкрыгунов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по изучению дисциплины

«Гидрботаника»

для обучающихся по направлению подготовки
35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура»
(программа подготовки – прикладной бакалавриат)

Часть 1

Компьютерная верстка Развозжаевой М. В.
Подписано в печать 15.02.2021. Формат 60х84/16.

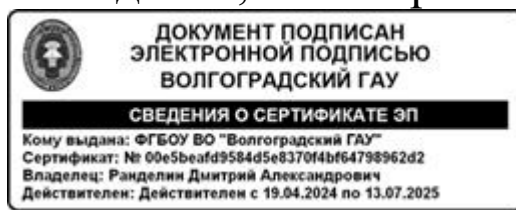
Усл. печ. л. 1,63. Тираж 100. Заказ 55.
ИПК ФГБОУ ВО «Волгоградский ГАУ» «Нива»
400002, Волгоград, пр-т Университетский, 26

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Департамент научно-технологической политики и образования
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Волгоградский государственный аграрный университет»**

Факультет биотехнологий и ветеринарной медицины

Кафедра «Водные биоресурсы и аквакультура»

**А.И. Новокщёнова, В.Н. Агапова,
Д.А. Ранделин, Ю.В. Кравченко**



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**для проведения практических работ по дисциплине
«Гидробиология» для обучающихся по направлению
35.03.08 – Водные биоресурсы и аквакультура**

Часть 2

**Волгоград
2022**

УДК 639.3

ББК 47.2

М-54

Рецензент-

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Кормление и разведение сельскохозяйственных животных» ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ Агапов С.Ю.

М-54 Методические указания по проведению практических работ по дисциплине «Гидробиология», часть 2, для обучающихся по направлению 35.03.08 – Водные биоресурсы и аквакультура/ А.И. Новокщёнова, В.Н. Агапова, Д.А. Ранделин, Ю.В. Кравченко, – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2022.– 26 с.

В методических указаниях рассматриваются основные закономерности эволюции представителей классов рыб и круглоротых. Методические указания содержат теоретический материал, контрольные вопросы и рисунки.

Предназначены для обучающихся по направлению 35.03.08 – Водные биоресурсы и аквакультура.

УДК 639.3

ББК 47.2

© ФГБОУ ВО Волгоградский
государственный аграрный
университет, 2022

Тема	Стр.
5,6. Адаптации гидробионтов к условиям обитания. Адаптация водных организмов к условиям обитания в пелагиали и бентали водоемов.	4
7 ВЛИЯНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА ГИДРОБИОНТОВ	6
8 ТРОФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОДНЫХ СООБЩЕСТВ	8
9 ПОПУЛЯЦИИ ГИДРОБИОНТОВ И ГИДРОБИОЦЕНОЗЫ. ОСНОВНЫЕ ГРУППЫ ЗООПЛАНКТОНА.	16

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Практическое занятие 5-6

Адаптации гидробионтов к среде обитания. Адаптация водных организмов к условиям обитания в пелагиали и бентали водоемов.

Цель занятия: изучение природы образования приспособлений организмов к среде обитания, значимость приспособлений у представителей гидробионтов.

Задание 1. Составьте конспект материала класс

Планктон (от греческого *planctos* – парящий) представляет собой совокупность растительных (фитопланктон) и животных (зоопланктон) организмов, обитающих в толще воды и находящихся в состоянии парения. Лишь немногие представители планктона временно используют субстрат в качестве опоры. Характерная черта планктонных организмов – полное отсутствие или незначительное развитие органов движения. Поэтому планктонные организмы не способны противостоять движению воды и пассивно увлекаются волнами и течениями. Планктонные организмы с целью удержаться в толще воды используют ряд приспособлений: 1. Обводнение тела. Количество воды в теле планктонных организмов в среднем равно 80-85%, но у некоторых из них оно достигает 95-97% (медузы, гребневики). Благодаря огромному количеству воды плотность планктеров близка к плотности воды. Обилие воды делает эти организмы необычайно прозрачными и нежными (см. рис. 1, а). 2. Редукция скелетных образований. Все планктонные организмы лишены тяжелого скелета и поэтому резко отличаются от близких форм, ведущих донный образ жизни. Например, крылоногие и килевоногие моллюски характеризуются или полным отсутствием раковины, или очень слабым ее развитием (см. рис. 1, б). 3. Жировые включения. Это прежде всего резервные вещества, однако одновременно они служат и для уменьшения плотности тел. У планктонных водорослей продуктом фотосинтеза является не относительно тяжелый крахмал, а легкие липиды. Жировые включения широко распространены у различных планктонных животных. Очень богаты жиром тела веслоногих и ветистоусых ракообразных. 4. Газовые включения. Широко распространенные у планктонных организмов, они имеют свой объем в зависимости от изменений температуры и давления в окружающей среде. Поэтому организмы с газовыми включениями могут при помощи этого гидростатического аппарата не только сохранять равновесие, но и подниматься вверх и опускаться вниз. Так, планктонные синезеленые водоросли содержат в своих клетках многочисленные газовые вакуоли, с помощью которых в известные периоды поднимаются из придонных слоев к поверхности воды. Нередко уменьшение плотности достигается с помощью нескольких приспособлений. Например, у личинок хаборуса (см. рис. 1, г) ткани богаты водой, что делает их тело совершенно прозрачным. Наряду с этим у личинок наблюдается редукция скелетных образований и имеется хорошо развитый гидростатический аппарат.

Способность планктонных организмов к парению зависит и от формы их тела. Чем больше площадь тела и чем меньше масса гидробионта, тем устойчивее он парит в толще воды. На основе характера приспособлений планктонных организмов к увеличению сопротивления их можно подразделить на три конвергентные группы: 1. Удлинение одной оси. Многие растительные и животные организмы имеют палочковидную форму тела. Она наблюдается у ряда диатомовых, пиррофитовых, синезеленых и других водорослей, а также у щетинкочелюстных и многих ракообразных. Такой палочковидный, конвергентный облик характерен как для одиночных, так и для колониальных организмов (некоторые синезеленые и диатомовые водоросли, сальпы Tunicata). 2. Удлинение двух осей. У многих представителей фито и зоопланктона тело имеет уплощенную, дисковидную форму. Таковы например, многие диатомеи, синезеленые, радиолярии, медузы и др. Эти организмы образуют конвергентную группу дисковидных, пластинчатых форм. 3. Образование выростов. На теле планктонных организмов часто наблюдаются выросты. Многочисленными шипами, иглами, ресничками, например, покрыто тело ряда радиолярий, инфузорий, личинок иглокожих, червей и других организмов. Все они образуют группу ежевидных форм (рис. 1, е). Способность планктонных организмов к постоянному пребыванию в толще воды в значительной степени зависит от их величины. Планктон представлен в основном микроскопическими формами. В зависимости от размеров планктон подразделяется на пять групп: 1) мегалопланктон (melagos – громадный) немногие организмы длиной более 1 м (некоторые медузы, гребневики, сифонофоры); 2) макропланктон (macros – крупный) размером 1-100 см (медузы, сальпы, некоторые высшие ракообразные); 3) мезопланктон (mesos – средний) размером 1-10 см (низшие ракообразные, личинки многих донных беспозвоночных); 4) микропланктон (micros – маленький) размером 0,05-1 мм; к этой группе относятся большинство представителей фитопланктона, простейшие и др.; 5) нанопланктон (nanos – карликовый) размером менее 0,05 мм; это бактерии, жгутиковые, многие водоросли. Ультрапланктон представлен организмами размером не более нескольких микроны (бактерии).

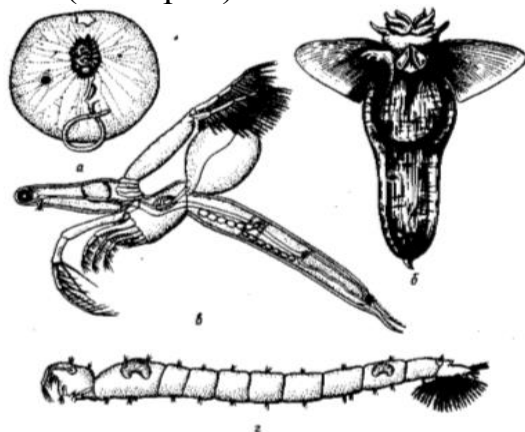


Рис. 1 Приспособления к уменьшению плотности и конвергентные

группы планктона: а- *Noctiluca miliaris*; б- *Clione limacina*; в- *Leptodota kindti*; г- *Chaorobus crystallinis*

Задание 2. Заполнить таблицу

Приспособления к парению	Представители

Задание 3. Заполнить таблицу.

Размерная группа	Величина, см.	Представители

Контрольные вопросы:

1. Дайте характеристику приспособлений планктонных организмов к парению. Приведите примеры.
2. Назовите конвергентные группы планктона. Приведите примеры.
3. Расскажите о размерных группах планктона.

Практическое занятие 7

ВЛИЯНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА ГИДРОБИОНТОВ

Цель занятия: изучение понятия и классификации абиотических факторов, оценка влияния абиотических факторов на гидробионтов.

Задание 1. Составьте конспект материала.

Донные организмы (бентос) в зависимости от их отношения к субстрату, т. е. от образа жизни, делятся на 5 групп. 1. Прикрепленные организмы. К этой группе относится большинство растений (как водорослей, так и высших). Прикрепленный образ жизни широко распространен у представителей зообентоса. Его ведут губки, гидроиды, кораллы, мшанки, многие черви, некоторые двусторчатые моллюски, усоногие раки, некоторые личинки насекомых, морские лилии асцидии и др. Одни животные прикреплены постоянно, другие временно, например, личинки двукрылых насекомых из сем. *Vlepharoceridae*. У прикрепленных животных выработался ряд приспособлений. Почти все они утратили конечности, если же конечности сохранились, они выполняют другую функцию. Например, у усоногих раков они служат для захвата пищи. У большинства прикрепленных форм редуцированы органы зрения и равновесия, но вместе с тем хорошо развиты органы осязания. Многие прикрепленные животные для более успешного лова пищи имеют вытянутую форму. Некоторые из них, например, помещаются на стебельке (инфузории, губки, некоторые иглокожие и др.), а на верхнем конце тела образуется ловчая воронка, окруженная венцом щупалец. Более

эффективной добыче пищи способствует древовидный облик многих сидячих животных, возникающий в результате колониального образа жизни и размножения почкованием. 2. Сверлящие организмы. Они условно делятся на камнеточцев и древоточцев, так как есть животные, которые могут внедряться и в тот, и в другой субстрат (рис. 2). Сверлящие организмы — в основном обитатели моря. В пресных водах они встречаются редко. Систематический состав камнеточцев разнообразен. Сверлению подвергаются плотные осадочные породы, скалы, сложенные из известняка, песчаника, сланцев, а также мрамор, бетон, кирпич, раковины моллюсков.

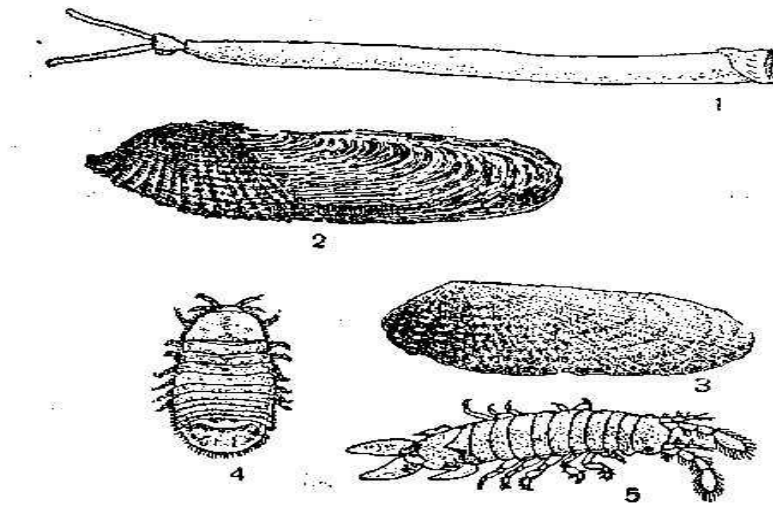


Рис. 2. Черноморские камнеточцы и древоточцы:
1-тередо; 2-фолас; 3-петрикола; 4-лимнория; 5-хелюра.

Закапывающиеся организмы. Большинство животных погружаются в грунт в защитных целях. Они живут в ходах или трубках, обычно укрепляемых различными выделениями. Закапывающиеся формы многочисленны среди червей, личинок насекомых, брюхоногих и двустворчатых моллюсков, ракообразных, морских ежей, голотурий и др. В строении закапывающихся животных имеется ряд изменений. Так, у морских ежей иглы превратились в органы копания. Раковина моллюсков, живущих в грунте, становится гонкой и гладкой, очень хорошо развита нога, а сифоны, служащие для сообщения с внешней средой, обычно очень длинные и нередко превышают длину самого животного. 4. Животные, обитающие на поверхности грунта. Они отличаются сильно уплощенным, широким телом. Некоторые из них имеют выросты, расположенные в одной плоскости. Одни представители этой группы плавают в придонных слоях воды и лишь временами используют субстрат для опоры (камбалы, скаты, бычки, ряд крабов, креветок, некоторые головоногие моллюски и др.); другие постоянно обитают на дне (многие двустворчатые и брюхоногие моллюски, некоторые морские ежи). Для защиты от врагов у организмов, обитающих на дне, выработались различные приспособления - сооружение убежищ в виде чехликов, трубок, раковин; образование на теле шипов, игл; маскировочная окраска под фон окружающей среды.

5. Организмы, свободно передвигающиеся по дну. Органы движения водных животных разнообразны. Ракообразные передвигаются с помощью грудных конечностей, иглокожие пользуются амбулоскральными ножками. У моллюсков органом движения является нога.

Задание 2. Определить систематическое положение, зарисовать организмы, относящиеся к разным биологическим группам бентоса.

Задание 3. Используя материал задания 1.

Наименование группы бентоса согласно классификации отношения их к субстрату	Наименование представителя группы бентоса	Отличительные особенности строения представителей групп бентоса

Вопросы

1. Дайте характеристику прикрепленных организмов.
2. Дайте характеристику сверлящих организмов.
3. Дайте характеристику животных, закапывающихся и обитающих на поверхности грунта.

Практическое занятие 8

ТРОФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОДНЫХ СООБЩЕСТВ

Цель занятия: изучить значение трофности, проследить трофические цепи гидробионтов.

Задание 1. Составьте конспект материала класс.

1. Компоненты водных экосистем функционально не отличаются от главных компонентов наземных экосистем. В биологическом сообществе естественно присутствуют три главные группы организмов: продуценты, консументы и редуценты. Продуценты (фитопланктон и фитобентос) ассимилируют энергию Солнца и создают органическое вещество, служащее источником жизни для них и остальных компонентов экосистемы. Консументы (зоопланктон, зообентос, нектон) это вещество преобразуют в биомассу своего тела. Редуценты (бактериопланктон и бактериальное население дна водоема) выполняют важнейшую часть работы – минерализацию экскретов и трупов консументов и продуцентов и переводение их в неорганическую форму с тем, чтобы сделать их доступными продуцентам для повторения цикла.

Основные процессы жизнедеятельности гидробионтов те же, что и у любых других организмов. Это – питание, которое может быть автотрофным или гетеротрофным, а при совмещении этих типов – миксотрофным.

В гидробиосе при трансформации энергии, круговороте веществ и передаче информации происходят все те же процессы, что и в наземных

экосистемах.

Ряды, в которых можно проследить пути расходования изначальной дозы энергии, называют цепями питания. Место каждого звена в цепи питания называют трофическим уровнем. Первый трофический уровень – это всегда продуценты, создатели органической массы (фототрофы и хемотрофы); растительноядные консументы относятся ко второму трофическому уровню; плотоядные, живущие за счет растительноядных форм, – к третьему; потребляющие других плотоядных – соответственно к четвертому и т.д. Таким образом, различают консументов первого, второго и третьего порядков, занимающих разные уровни в цепях питания. Основную роль при этом играет пищевая специализация консументов.

Трофические цепи, которые начинаются с фотосинтезирующих организмов, называют цепями выедания (или пастбищными, или цепями потребления), а цепи, которые начинаются с отмерших остатков растений, трупов и экскрементов животных, – детритными цепями разложения. Энергетические затраты на поддержание всех метаболических процессов условно называют тратой на дыхание, так как общие их масштабы можно оценить, учитывая выделение CO₂ организмом.

Интенсивность питания снижается с возрастом. Так, ежесуточный рацион карпов массой от 5 до 15 г составляет почти 1/4 от массы их тела, у более крупных особей – от 150 до 450 г – всего 1/10, а у рыб массой 500-800 г – 1/16.

Коэффициент использования потребленной пищи на рост (К) рассчитывают как отношение продукции к рациону:

где **П** – траты на рост, **Р** – количество пищи, съеденной за тот же период. Каждая конкретная порция энергии, накопленная зелеными растениями, за короткое время переходит через 4-6 трофических уровней. Часть энергии органических соединений затрачивается консументами на поддержание физиологических процессов, размножение и прирост биомассы тела. Большая ее часть в отработанном виде выделяется в виде тепла и удаляется из организма в виде мочи, экскрементов и т.д. На каждый следующий трофический уровень передается лишь накопленная биомасса, при поедании одних другими, т.е. не более 10% потребленной энергии – правило 10% или правило Линдемана.

Поэтому существование в системе очень длинных пищевых цепей энергетически не выгодно: конечные трофические звенья получают ничтожные доли энергии, произведенные растениями.

2 Специфика водных экосистем циклического, транзитного и каскадного типов

«Текущие воды» (ручьи и реки) называют лотическими, а «стоячие воды», т.е. водоемы замедленного водообмена – лентическими. Участки реки с быстрым течением называют лотическими, с медленным – лентическими.

В типичном большом озере основной поток энергии и круговорот

вещества совершается в планктонном сообществе экосистемы пелагиали. Это циклический тип водной экосистемы.

В водотоке, или системе транзитного типа (лотической системе: реке, ручье) планктон не может играть решающую роль просто в силу физических причин – его сносит течением.

В глубоких, медленно текущих реках в роли главного продуцента выступает фитобентос – высшая водная растительность. Основными потребителями их продукции выступают зообентос и nekton.

В мелких быстротекущих водотоках (ручьях и мелководных реках) основное питание их обитатели получают снаружи (аллохтонные экосистемы). Органическое вещество поступает с берегов, в виде опада листьев, трупов животных и т.п.

В водных экосистемах каскадного типа (системы водохранилищ, группы сообщающихся меж собой проточного типа озер, глубокие водотоки), совмещающих лотические и лентические участки, системы кругооборота вещества чередуются. На быстротекущих участках они осуществляются по лотическому типу (с преобладанием транзитного типа аллохтонного питания системы), в заводях и участках с медленным течением – по лентическому типу (автохтонные участки).

3. Продукция в водных экосистемах. Для оценки содержания питательных веществ в водоеме применяются термины – кормовые ресурсы, кормность, трофность.

Биологическая продуктивность водоема (кормность, трофность) – способность сообщества, населяющего водоем, поддерживать определенную скорость воспроизводства биомассы входящих в его состав живых организмов. БПВ характеризует совокупность процессов образования органического вещества и поглощения энергии, их трансформации при прохождении по трофическим цепям.

Основная роль в процессах новообразования органического вещества в водоемах принадлежит хлорофиллсодержащим организмам – фитопланктону и макрофитам.

Первичная продукция – результат жизнедеятельности растительных организмов и хемобактерий – новообразование органического вещества из неорганического за определенный период времени. Она создается в процессе фотосинтеза и, в значительно меньшей степени, хемосинтеза. В ходе фотосинтеза энергия Солнца, улавливается фотосинтетическими пигментами (хлорофиллом) и связывается в энергию химических связей органических веществ. Мерой первичной продукции является скорость новообразования органического вещества.

Планктонные водоросли используют на метаболизм около 40 % фиксируемой энергии. Различают валовую и чистую первичную продукцию.

Валовая первичная продукция (ВПП) – общая скорость фотосинтеза, все созданное органического вещества, в том числе и, которое используется

самими растениями на поддержание их существования (на обмен, дыхание).

$ВПП = ТД + ЧПП$ Оставшаяся часть созданной органической массы (за вычетом трат на дыхание) характеризует чистую первичную продукцию, которая представляет собой величину прироста растений: $ЧПП = ВПП - ТД$ Чистая первичная продукция (ЧПП) или эффективная первичная продукция представляет собой скорость создания органического вещества за вычетом доли, используемой самими же организмами на процессы жизнедеятельности (ассимиляция) и которая остается непосредственно доступной для использования другими организмами в воде в качестве пищи.

Чистая продукция сообщества или продуктивность сообщества – скорость накопления органического вещества сообществом после выедания этого вещества консументами.

Прирост массы консументов называют вторичной продукцией, но ее источник – первичная продукция.

Вторичная продукция – продукция гетеротрофных организмов (консументов), которые питаются готовыми органическими веществами, прирост биомассы консументов за единицу времени. К вторичной продукции относят продукцию организмов второго и последующих трофических уровней (все животные, гетеротрофные микроорганизмы и сапрофитные растения).

Чистая вторичная продукция – общая вторичная продукция за вычетом веществ, истраченных на дыхание и потребленных гетеротрофами.

$R = ЧПП$; $ЧПП = П + ТД + Н$;

R – рацион консумента; $П$ – прирост консумента; $Н$ – неусвоенная часть пищи; $ТД$ – траты на дыхание Вторичную продукцию вычисляют отдельно для каждого трофического уровня, так как прирост массы на каждом из них происходит за счет энергии, поступающей с предыдущего уровня.

Гетеротрофы, включаясь в трофические цепи, живут, в конечном счете, за счет чистой первичной продукции сообщества. В разных экосистемах они расходуют ее с разной полнотой.

Если скорость изъятия первичной продукции в цепях питания отстает от темпов прироста растений, то это ведет к постепенному увеличению общей биомассы продуцентов.

Под биомассой понимают суммарную массу организмов данной группы или всего сообщества в целом. Часто биомассу выражают в эквивалентных энергетических единицах. В разных экосистемах скорость утилизации биомассы различна. Недостаточная утилизация продуктов опада в цепях разложения имеет следствием накопление в системе мертвого органического вещества, что происходит, например, при заторфовывании болот, зарастании мелководных водоемов. Биомасса сообщества с уравновешенным круговоротом веществ остается относительно постоянной, так как практически вся первичная продукция тратится в

цепях питания и разложения.

Экосистемы очень разнообразны по относительной скорости создания и расходования как первичной продукции, так и вторичной продукции на каждом трофическом уровне. Однако всем без исключения экосистемам свойственны определенные количественные соотношения первичной и вторичной продукции, получившие название правила пирамиды продукции: на каждом предыдущем трофическом уровне количество биомассы, создаваемой за единицу времени, больше, чем на последующем.

Рис. 3. Пирамиды биомассы в некоторых биоценозах: П – продуценты; РК – растительноядные консументы; ПК – плотоядные консументы; Ф – фитопланктон; З – зоопланктон В пелагиали океанов, где основными продуцентами являются одноклеточные водоросли с высокой скоростью оборота генераций, их годовая продукция в десятки и даже сотни раз может превышать запас биомассы. Вся чистая первичная продукция так быстро вовлекается в цепи питания (выедается), что накопление биомассы водорослей очень мало, но вследствие высоких темпов размножения небольшой их запас оказывается достаточным для поддержания скорости воссоздания органического вещества.

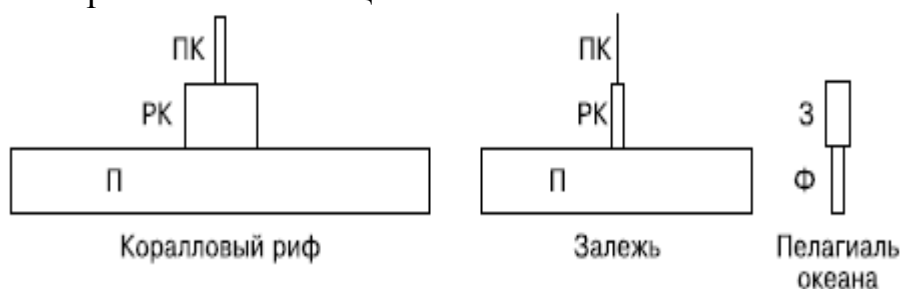


Рис. 3 Пирамиды биомассы в некоторых биоценозах (по Ф. Дре, 1976): П – продуценты; РК – растительноядные консументы; ПК – плотоядные консументы; Ф – фитопланктон; З – зоопланктон

Для океана правило пирамиды биомасс недействительно (пирамида имеет перевернутый вид) (рис. 3). На высших трофических уровнях преобладает тенденция к накоплению биомассы, так как длительность жизни крупных хищников велика, скорость оборота их генераций, наоборот, мала и в их телах задерживается значительная часть вещества, поступающего по цепям питания.

Рис. 4. Пирамида биомасс в морских экосистемах В тех трофических цепях, где передача энергии происходит в основном через связи хищник – жертва, часто выдерживается правило пирамиды чисел: общее число особей, участвующих в цепях питания, с каждым звеном уменьшается.

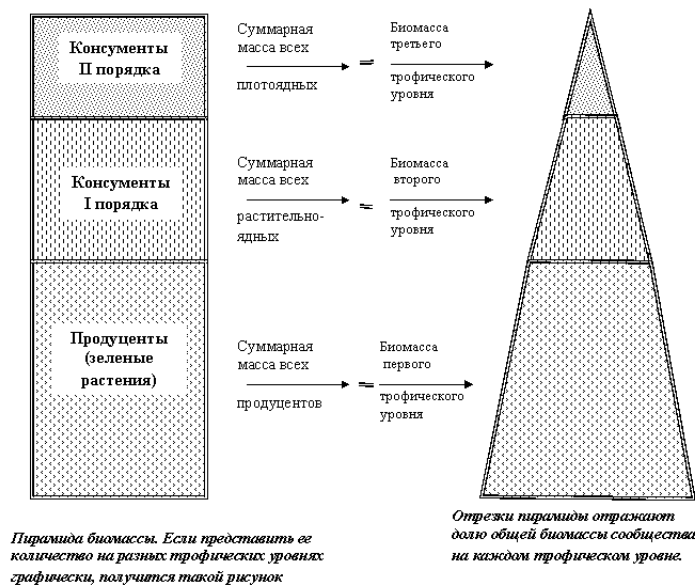


Рис. 4. Пирамида биомасс.

Это связано с тем, что хищники, как правило, крупнее объектов своего питания и для поддержания биомассы одного хищника нужно несколько или много жертв.

Пирамиды энергии на каждом уровне указывают количество переходящей энергии (кДж•м²•год). Здесь соблюдается правило 10 %.

4. Сравнительная продуктивность наземных и морских экосистем.

Свойство популяции или сообщества продуцировать органическое вещество называется биологической продуктивностью, количественным показателем которой служит продукция – суммарное количество биомассы, образованное совокупностью растущих и размножающихся особей за определенное время. Продукцию понимают как характеристику продукционного процесса за конкретный момент времени – сутки, месяц или год. Величину продукции относят обычно к единицам площади или объема. При сравнении продуктивности сообществ часто определяют удельную продукцию – отношение продукции сообщества к его биомассе за определенный отрезок времени.

Величины биологической продуктивности морских и наземных сообществ весьма различаются. Первичная продукция биотической компоненты океана в среднем в 5 раз меньше наземной в расчете на единицу поверхности, а по биомассе растений континенты превосходят Мировой океан примерно в 7-10 тыс. раз, поскольку площадь поверхности океана превышает площадь поверхности континентов примерно в 2,5 раза. Общая первичная продукция континентов примерно в 2 раза превышает продукцию океанической экосистемы. В настоящее время полагают, что вклад океана в общую биологическую продукцию значительно больше и равен 50%, а по некоторым оценкам до 70% продукции наземных экосистем.

В морской среде наиболее низкими по уровню первичной продукции являются океанические районы, которые сравнимы по уровню

продуктивности с пустынями на континентах.

Наиболее высокими по величине продукции являются сообщества морских трав, коралловых рифов и бурых водорослей. Прибрежные сообщества с водорослями и морскими травами по величине продукции не уступают сообществам агроценозов на суше, для которых отмечаются наивысшие показатели биологической продуктивности.

На суше уровни биологической продуктивности сообществ растений также весьма различаются. Среди наземных экосистем тропические леса являются наиболее продуктивными, в меньшей степени – леса умеренной зоны, а тундры и пустыни – наименее продуктивными. Болота, а также сообщества полупогруженных и погруженных растений морских прибрежных экосистем дают наивысшую продукцию на единицу поверхности. Из культивируемых систем наивысшие показатели продукции указываются для посевов кукурузы и сахарного тростника.

Пресные водоемы континентов, в среднем, значительно менее продуктивны, чем суша.

Известно, что тропические озера превышают по уровню первичной продукции все другие биотопы континентов. Озера умеренной зоны по уровню биопродуктивности соизмеримы с таковой культивируемых земель. В целом, уровень продукции пресных водоемов в большей степени зависит от их трофического статуса.

Таким образом, по уровню биологической продуктивности океан – это пустыня по сравнению с прибрежными экосистемами, однако средний низкий уровень компенсируется огромной площадью Мирового океана.

5. Классификация морских организмов по типу питания Автотрофы и гетеротрофы получают из окружающей среды минеральные и органические вещества и используют их в процессе своей жизнедеятельности. Автотрофы синтезируют из неорганических соединений органические вещества. Среди автотрофов различают фотосинтетиков, использующих в процессе синтеза органического вещества энергию солнца и хемосинтетиков, использующих энергию химических связей.

Гетеротрофы используют для питания органические вещества, произведенные другими видами. Среди гетеротрофов выделяют фаготрофов с голозойным типом питания, поедающих живые организмы или частицы органического вещества, и сапротрофов, питающихся мертвым органическим веществом. Многие из сапротрофов питаются осмотически, поглощая продукты разложения органических веществ поверхностью своего тела. Поглощение питательных веществ поверхностью тела в той или иной степени свойственно почти всем гидробионтам, как растениям, так и животным, бактериям, грибам.

Многие гидробионты (инфузории, губки, гидроиды, кораллы, черви, моллюски, асцидии) имеют симбиотрофное питание за счет эндосимбионтов – водорослей-автотрофов.

Спектры питания морских гидробионтов весьма разнообразны. В зависимости от потребляемой пищи среди животных различают фитофагов (растительноядные), зоофагов (плотоядные, хищники), детритофагов и грунтоедов. По способу питания водные животные разделяются на следующие группы: сестонофаги, питающиеся взвешенным в воде сестоном, включая организмы планктона, частицы детрита с микроорганизмами; многие из них являются фильтраторами; нектонофаги – обычно хищники, поедающие головоногих моллюсков и рыб; бентофаги потребляющие донных животных, среди них есть хищники и фитофаги; грунтофаги, поглощающие ил и песок вместе с живыми организмами и детритом.

Гидробионтам-сестонофагам свойственны весьма разнообразные способы добывания пищи. По способу получения пищи сестонофаги делятся на ощупывателей (кишечнополостные), седиментаторов (инфузории, коловратки), активных фильтраторов (ракообразные, двустворчатые моллюски, оболочники) и пассивных фильтраторов (личинки насекомых, строящих ловчие сети), планктонофагов, которые питаются исключительно планктонными организмами.

Такой способ питания, не требующий больших затрат энергии на поиски добычи, характерен для пластинчатожаберных моллюсков, сидячих иглокожих, полихет, мшанок, асцидий, планктонных рачков и др. Животные-фильтраторы выполняют важнейшую роль в биологической очистке водоемов. Мидии, обитающие на площади 1 м², могут прогонять через мантийную полость 150-280 м³ воды за сутки, осаждая взвешенные частицы. Пресноводные дафнии, циклопы или самый массовый в океане рачок *Calanus finmarchicus* отфильтровывают в день до 1,5 л воды на особь. Литоральная зона океана, особенно богатая скоплениями фильтрующих организмов, работает как эффективная очистительная система.

Высокая плотность воды делает возможным существование планктона, а наличие парящих в воде организмов – предпосылка для развития фильтрационного типа питания, при котором возможен и сидячий образ жизни животных. В результате формируется мощный механизм самоочищения водоемов биосферного значения. В нем участвует огромное количество гидробионтов, как бентосных, так и пелагиальных, от одноклеточных простейших до позвоночных животных. По расчетам, вся вода в озерах умеренного пояса пропускается через фильтрационные аппараты животных от нескольких до десятков раз в течение вегетационного сезона, а весь объем Мирового океана профильтровывается в течение нескольких суток. Нарушение деятельности фильтраторов различными антропогенными воздействиями создает серьезную угрозу в поддержании чистоты вод.

При фильтрации и седиментации происходит недифференцированное питание, а при пастыбе и охоте характерен дифференцированный захват пищи. Спектром питания обозначают компонентный состав пищи.

По разнообразию потребляемой пищи среди гидробионтов различают стенофагов (олигофаги и монофаги), питающихся очень избирательно, и эврифагов (полифаги), имеющих широкий ассортимент пищи. Характер питания меняется с возрастом. Так, личинки многих донных животных питаются фитопланктоном, а взрослые особи – детритом или бентосом. У гидробионтов существуют и сезонные изменения спектра питания.

Для поддержания жизнедеятельности многим гидробионтам необходимо движение воды либо относительно организма, либо движение организма относительно воды.

Одни гидробионты движутся в поисках пищи; другие ведут сидячий образ жизни, используя для получения пищи других животных – своих жертв. Некоторые сидячие животные используют движение пассивно текущей мимо них воды, захватывая жертву или органические остатки. Другие животные создают движение воды сами, прокачивая ее через полость своего тела. Обычно водные организмы используют одновременно несколько способов питания.

Другой важной причиной предпочтения растениями и животными хорошо промываемых участков водоемов является необходимость удаления собственных отходов и выделенных метаболитов, регулирующих как рост своей популяции, так и численность партнеров по сообществу.

Задание 2. Заполните таблицу «Классификация морских организмов по типу питания».

Особенность и питания.	Автотрофы		Гетеротрофы	
	Хемосинтетики	Фотосинтетики	Фаготрофы	Сапротрофы

Контрольные вопросы:

1. Что такое кормность (трофность)? Значение трофических цепей питания.
2. Классификация водных экосистем.
3. Правило Линдермана.

Практическое занятие 9

Популяции гидробионтов и гидробиоценозы. Структура популяций, величина, плотность, методы определения и регуляции.

Цель занятия: изучение популяции гидробионтов и методов определения продукции водных организмов.

Задание. 1 Составьте конспект материала.

В результате роста и размножения организмов происходит постоянное образование органического вещества, т. е. увеличение их биомассы. Все производимое гидробионтами органическое вещество называется продукцией (Р), выражаемой в единицах массы или эквивалентных им единицах энергии и рассчитываемой на единицу времени (сутки, месяц, год). Различают первичную и вторичную продукцию. Под первичной

продукцией понимают органическое вещество, создаваемое фотосинтезирующими растениями. Вторичную продукцию образуют животные, питающиеся растениями или другими животными. При определении величины продукции пользуются двумя группами методов: расчетными и прямыми. При расчетных методах применяют различные сочетания таких данных, как скорость роста и размножения организмов, возрастная структура популяций, динамика численности и биомассы и др. Основываясь на этих исходных данных, рассчитывают продукцию. Продукционные исследования, основанные на расчетных методах, требуют знания многих параметров, кропотливого сбора различных данных и сложных расчетов. Достоинством этих методов является возможность оценки роли в продукционном процессе отдельных видов, составляющих сообщество. Прямые методы относительно просты. Суть их — в непосредственном измерении скорости синтеза органических веществ. Эти методы используют в настоящее время только при изучении первичной продукции. Расчетные методы применяют для определения продукции животных, обычно по видовым популяциям.

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРВИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

1. Фитопланктон.

Мерой величины продукции фитопланктона служит скорость образования органического вещества в процессе фотосинтеза. Одновременно с фотосинтезом происходит дыхание растений, в процессе которого органическое вещество разрушается, потребляется кислород и выделяется углекислота (диоксид углерода). В темноте фотосинтез прекращается, т. е. не происходит поглощения диоксида углерода, выделения свободного кислорода и образования органического вещества. Дыхание продолжается и в темноте, с той же скоростью, что и на свету. Поэтому путем сравнения результатов двух процессов жизнедеятельности водных организмов — фотосинтеза и дыхания в дневное и ночное время - можно получить представление о величине первичной продукции. Различают валовую и чистую первичную продукцию. Под валовой первичной продукцией понимают все органическое вещество, образующееся в процессе фотосинтеза. Чистая продукция равна валовой за вычетом той ее части, которая расходуется на дыхание растений. Интенсивность фотосинтеза учитывается или по количеству выделенного кислорода, или по количеству синтезированного органического вещества (углерода). На основе этих показателей разработаны два основных метода, которыми пользуются при изучении первичной продукции, — кислородный и радиоуглеродный. Продолжительность пребывания склянок в водоеме обычно равна 24 ч. При этом учитывается то, что на протяжении суток начинаются и заканчиваются циклические изменения освещения и других условий. Однако при сильном "цветении", когда в результате интенсивного фотосинтеза резко подщелачивается среда, уменьшается содержание биогенных элементов и происходят другие изменения, вызывающие замедление фотосинтетической деятельности

фитопланктона, экспонирование склянок не должно превышать 2—6 ч. Если работа ведется на судне, длительная стоянка которого невозможна, склянки помещают в инкубатор, где для освещения используют солнечный или искусственный свет и применяют различные приспособления для регулирования температуры и освещенности. Разница в содержании кислорода в светлых и темных склянках после экспозиции показывает величину фотосинтеза фитопланктона. Порядок проведения работы по определению первичной продукции на водоеме следующий. 1. В месте отбора проб измеряют прозрачность воды белым диском и определяют границу фотического (светового) слоя. Принимают, что граница его соответствует утроенной глубине прозрачности по белому диску (пиранометр позволяет точно определить границу фотического слоя - это глубина, куда проникает 1 % поверхностной солнечной радиации). В пределах фотической зоны определяют глубины, на которых помещают склянки. Обычно берут 5-7 горизонтов. Например, в водоемах с относительной прозрачностью около 2 м такими глубинами являются 0; 0,25; 0,50; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 м. Более частое расположение первых горизонтов обусловлено необходимостью зафиксировать максимум фотосинтеза, который находится в верхней части фотической зоны, задерживающей около половины проникающего света. 2. Пробы берут батометрами объемом 1 л или более. Из них немедленно заполняют склянки со всеми предосторожностями, необходимыми при анализе кислорода (трубка сифона должна быть опущена до дна склянки; часть воды переливается через край; необходимо следить за тем, чтобы под пробкой не осталось пузырька воздуха). Для каждого горизонта заполняют 5 склянок. В одной склянке кислород фиксируют сразу. Остальные склянки — две светлые и две темные — экспонируют. После экспозиции в течение установленного времени (24 ч или другой период) все пробы фиксируют для определения содержания кислорода методом Винклера. При этом удобно титровать не все содержимое склянки, а некоторый объем, отбираемый пипеткой. При этом способе возможно повторное титрование и нет необходимости в точной калибровке склянок. 3. Разница между содержанием кислорода в исходной воде в момент заполнения склянок и его содержанием по истечении экспозиции в затемненной склянке соответствует потреблению кислорода на окисление органического вещества. Разность между содержанием кислорода в светлой и затемненной склянках после экспозиции показывает величину фотосинтеза фитопланктона. Количество кислорода (мг O₂/л), растворенного в воде, рассчитывают по формуле:

$$X = A \cdot n \cdot 8 \cdot 1000 / V_1 - V_2$$

где n — количество тиосульфата, пошедшего на титрование; N - нормальность тиосульфата; K - поправка на нормальность тиосульфата; 8 - эквивалентная масса O₂; V — объем титрованной пробы; 2 - количество утерянной пробы (при титровании всего объема склянки); 1000 - пересчет

на 1 л пробы. Поправочный коэффициент K нормальности тиосульфата ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) определяют следующим образом: В коническую колбу объемом 100—150 мл добавляют 10 мл 10%-го йодистого калия (KI), 35—50 мл дистиллированной воды, 15 мл 0,02н $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ и 10 мл HCl , тщательно перемешивают и дают постоять в течение 2—3 мин. Затем раствор титруют тиосульфатом до соломенно-желтой окраски, добавляют 1 мл раствора крахмала и титруют до полного обесцвечивания. Поправочный коэффициент на нормальность тиосульфата рассчитывают по формуле

$$K = \frac{V_{1\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}}{V_{2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}},$$

где V_1 и V_2 соответственно объемы тиосульфата и двухромовокислого калия.

Поправочный коэффициент следует рассчитывать перед каждой серией определений.

При расчете первичной продукции принимают следующие обозначения: где cV - начальное содержание O_2 в склянке перед экспонированием; V_c — количество O_2 в светлой склянке после экспонирования; V_T — количество O_2 в темной склянке после экспонирования; t - время экспозиции в часах.

Первичную продукцию мг O_2 / л•ч. рассчитывают по следующим формулам:

валовая продукция: $P_{\text{вал}} = (V_c - V_T) / t$.

чистая продукция: $P_{\text{чис}} = (V_c - V_1) / t$

деструкция: $D = (V_1 - V_T) / t$

Высшая водная растительность. Продукцию высших водных растений устанавливают путем определения весовым методом их надземной растительной массы. Учет производится в период массового цветения растений, когда фитомасса оказывается максимальной для всего вегетационного периода. Ряд исследователей условно приравнивают эту максимальную величину к годовой продукции растений. Однако было установлено, что эти величины не всегда совпадают. У некоторых видов годовая продукция превышает максимальную фитомассу, а у других растений может быть меньше ее. Поэтому при определении продукции высших водных растений по максимальной фитомассе необходимо учитывать поправки, т. е. надбавку к найденной фитомассе в 10-20%. Определение надземной фитомассы производится на учетных площадках площадью 0,25; 0,5; 1 м². Методика расчетов приведена в занятии 7. Годовую продукцию высшей водной растительности выражают в единицах массы воздушно-сухого, абсолютно сухого, органического вещества, углерода (C) с единицы площади и в энергетических единицах. Годовую продукцию вычисляют по следующим формулам: 1) для надводных и погруженных растений, $P = 1,2V_{\text{макс}}$, где P — годовая продукция; $V_{\text{мах}}$ — максимальная надземная фитомасса;

2) для растений с плавающими на поверхности листьями $P = 1,25B + Wn$, где P — годовая продукция; B — фитомасса; W — средняя масса листа; n — число мутовок, лишенных листьев.

За среднюю массу разрушающегося листа (поврежденного, гниющего) принимают среднюю массу неповрежденного листа. При расчете годовой продукции макрофитов на водоем в целом обычно исходят из того, что вся масса, производимая растительностью водоема, целиком в нем остается. Это положение условно можно принять для растений погруженных и плавающих. При расчетах же растительной массы, вносимой воздушно-водными макрофитами, нужно принимать во внимание, что известная ее часть изымается из водоема: выбрасывается на берег, остается на обмелевших участках в виде сухостоя, выкашивается. Однако учесть данное количество очень трудно, так как эти процессы в водоемах различных типов и различных климатических зонах развиваются неодинаково.

Расчет годовой продукции макрофитов

Средняя фитомасса по растительным группировкам: сырая, воздушно-сухая, абсолютно сухая	г/м ²	Масса абсолютно сухого вещества = = масса воздушно-сухого вещества × 0,93
Площадь зарослей	га	
Общая фитомасса (B): сырая, воздушно-сухая, абсолютно сухая	ц, т	
Общая фитопродукция (P): сырая, воздушно-сухая, абсолютно сухая	ц, т	$P=1,2B$ и $P=1,2B + W_n$
Общая продукция органического вещества	ц, т	Процент органического вещества (от массы абсолютно сухого вещества): надводная растительность - 92, с плавающими листьями - 90, погруженная - 85

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВТОРИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ Вторичную продукцию обычно рассчитывают на единицу площади или объема за те или иные сроки. Величина продукции выражается в единицах массы сырого, сухого вещества, в энергетических единицах или в количестве образующихся белков, жиров, углеводов. Для определения вторичной продукции существует много различных методов, основанных на использовании данных о росте особей различного возраста и пола, возрастной структуре популяции, ее средней биомассе и др. Эти материалы могут быть получены в результате проведения длительных наблюдений на водоеме и экспериментов в лаборатории. Все существующие методы расчета продукции можно сгруппировать в три основные схемы: 1) продукция оценивается как изменение наличной биомассы плюс биомасса, изъятая (элиминированная) за период наблюдений в результате различных процессов (естественная смертность, выедание другими животными, вылет имаго); 2) для расчета продукции используют данные по росту, размножению особей и возрастной структуре популяции; 3) для расчета используют данные по динамике численности популяции. Во избежание анализа роста особей и возрастной

структуры для всех особей принимается некоторая средняя масса. Продукцию определяют по скорости размножения. Этот способ расчета наиболее часто используется для определения продукции бактерий и простейших, размножающихся делением надвое. Ознакомимся с методом определения продукции личинок хирономид, разработанным Боруцким (1939) и дополненным в дальнейшем другими авторами (Яблонская, 1968; Соколова, 1968, 1973). Этот метод основан на первой из указанных выше схем. Хирономиды в личиночной стадии представляют важнейшую часть бентоса внутренних водоемов. В европейской части России хирономид в течение вегетационного периода наблюдается два срока размножения и рождения молоди и соответственно наличие двух генераций (поколений). Первый вылет имаго перезимовавшего поколения, и откладка яиц происходят в мае-июне. В водоемах появляется масса молоди, которая в последующие месяцы интенсивно растет. В конце июля — начале августа происходит окукливание и вылет имаго этого поколения. В конце августа или в начале сентября появляется молодь осеннего поколения. Таким образом, весь цикл развития хирономидлетом завершается в зависимости от метеорологических условий за 1—1,5 месяца. Цикл развития осеннего поколения растягивается на 8—9 месяцев. Хирономиды проходят 4 личиночные стадии, причем на первой ведут преимущественно планктонный образ жизни. Переход в следующую возрастную стадию совершается в результате линьки, но личинки растут и в межличинный период, благодаря чему их размеры в пределах каждой возрастной стадии сильно варьируют. Наиболее надежным критерием для различения возрастных стадий служит диаметр головной капсулы, который при линьке увеличивается скачкообразно в 1,6—1,8 раза. Ниже приведены изменения длины тела и диаметра головной капсулы у личинок *Chironomus plumosus* разных возрастных стадий (Яблонская, 1968).

Показатель

I стадия пелагическая, после выхода из яйца

II стадия после 1-й линьки

III стадия- после 2-й линьки

IV стадия- после 3-й линьки

Перед окукливанием

Продолжительность развития, сут

Для личинок, близких к окукливанию, характерна темно-красная окраска, грудной сегмент заметно утолщен. Для расчета продукции хирономид производится отдельный количественный учет всех фаз метаморфоза вида. 1. С помощью тщательных количественных сборов бентоса (дночерпателем) в водоеме устанавливают область распространения изучаемого вида. На разных глубинах и грунтах выбирают постоянные пункты (станции) для отбора проб. 2. Промежутки между повторными наблюдениями устанавливают в зависимости от сезонных особенностей биологии и местообитания вида. Чем короче жизненный цикл, тем чаще

следует брать пробы: летом - еженедельно, весной и осенью - 2 раза в месяц, зимой - 2-3 раза. Необходимо отметить, что наибольший прирост массы наблюдается незадолго до окукливания, т. е. на последней личиночной стадии. Для расчета продукции необходимо тщательно учитывать этот период. 3. При анализе дночерпательных проб необходимо отдельно учитывать мертвых личинок и куколок; их легко отличить от живых особей по слабой эластичности покровов. 4. Количество вылетающих насекомых определяют с помощью различных ловушек. На рис. 35 показана ловушка конструкции Боруцкого. Она имеет вид пирамиды, сделанной из нержавеющей металлической сетки с широким открытым основанием площадью 0,1 м². К верхнему концу пирамиды прикрепляют металлическую трубку, на которую надевают стеклянную банку объемом 200—500 мл. Ловушки ставят в воду по несколько штук так, как показано на рис. 35. Ловушки помещают над дном, под поверхностью, а иногда на половине глубины изучаемого водоема. В банки наливают некоторое количество воды так, чтобы при опускании прибора направленная вверх часть банки сохранила воздух. Куколки, поднявшись через пирамиду в банку, превращаются в имаго. Установку для сбора насекомых осматривают не реже одного раза в два дня. Собранных имаго подсчитывают и взвешивают. В тех случаях, когда взвешивание имаго осуществить не удастся, для определения их биомассы пользуются массой личинок длиной более 21 мм, т. е. прошедших все линьки. Среднюю массу этих личинок умножают на количество учтенных имаго. 5. Путем наблюдения за динамикой численности и биомассы популяции определяют момент ее максимальной численности при появлении нового поколения. Эту величину берут для начала расчетов, так как в дальнейшем происходит уменьшение численности личинок, увеличение их средней массы. 6. В каждой пробе личинок измеряют, подсчитывают по размерным группам и взвешивают на аналитических или торсионных весах. Параллельно с живой массой определяют массу сухого вещества (при температуре 60°C по достижении постоянной массы). В результате обработки проб, собранных до вылета исследуемого поколения хирономид, рассчитывают общее количество мертвых личинок и куколок N_m , количество вылетевших имаго N_f и количество личинок, оставшихся к концу периода наблюдений N_r . Таким образом, численность личинок одного поколения, когда нет размножения, может быть представлена следующим равенством:

$N_{\max} - N_r = N_m + N_i + N_f$, где $N_{\max}$ - начальное общее число личинок во время максимальной численности молодежи; N_f - количество личинок, съеденных хищными беспозвоночными и рыбой. Очевидно, что $N_f = N_{\max} - (N_m + N_i - N_r)$.

7. Для перехода от численности к биомассе, а затем к расчету продукции пользуются данными средних масс личинок каждой возрастной стадии. Среднюю массу отмерших личинок (W_m) приравнивают к массе живых

хинономид соответствующего размера. Массу личинок, уничтоженных различными бентофагами (W_f), определяют по средней массе личинок за весь рассматриваемый период, так как размеры и возрастные стадии съеденных личинок учету не поддаются. Средние массы личинок в начале (W_{max}) и в конце (W_r) наблюдений рассчитывают по данным непосредственного взвешивания личинок из собранных проб. Определив средние массы личинок в исследуемых пробах, рассчитывают их биомассу: $B_1 = WN$ и вычисляют продукцию по уравнению $P = B_t + B_i + B_f + B_d + (B_r - B_t)$, где B_t - биомасса отмерших личинок и куколок; B_i - биомасса вылетевших имаго; B_f — биомасса съеденных личинок и куколок; B_d - потеря вещества при метаморфозе; она принимается равной 3035 % массы личинок перед окукливанием; B_r - конечная и B_t - начальная биомасса.

Рассмотренный метод расчета продукции личинок хинономид может быть применен и для других групп насекомых в тех случаях, когда вид имеет небольшое число хорошо различающихся поколений со сравнительно кратковременными периодами вылета и рождения молоди.

Задание. 2. Рассчитать годовую продукцию одного из представителей макрофитов в следующей последовательности:

- 1) определить растение и установить, к какой экологической группировке оно относится;
- 2) по данным о фитомассе растения и площади зарослей (приводимых в задании) рассчитать годовую продукцию растения, пользуясь формулами. Работу ведут группами по 2 — 3 человека.

Задание 4. Заполните таблицу.

	Расчетный метод	Прямой метод
Опишите особенности определения продукции		

Вопросы

1. Что такое продукция, в каких единицах она выражается, каковы ее категории?
3. Охарактеризуйте кислородный метод определения первичной продукции.
4. Дайте определение продукции макрофитов.
5. Опишите методы расчета вторичной продукции.
6. Охарактеризуйте метод Боруцкого для расчета продукции личинок хинономид.
7. Дайте характеристику циклов развития хинономид.

Список литературы

1. Аратаев, О.Н. Методы полевых экологических исследований : учеб. пособие / авт. Коллектив: О.Н. Аратаев, Д.И. Башмаков, О.В. Безина [и др.] ; редкол.: А. Б. Ручин (отв. ред.) [и др.]. – Саранск : Изд-во Мордов. Ун-та, 2014. – 412 с.
2. Гарлов, П.Е. Искусственное воспроизводство рыб. Управление размножением [Электронный ресурс] : учебное пособие / П.Е. Гарлов, Ю.К. Кузнецов, К.Е. Федоров. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 260 с.
3. Густова, А. И. Гидробиотаника : учеб.-метод. пособие / А. И. Густова, И. Н. Пенькова, Д. А. Ранделин ; ФГБОУ ВПО Волгогр. ГАУ. - Волгоград : Изд- во ВолГАУ, 2017.
4. Сиротина, М.В. Гидробиология : практикум [для студентов высших учебных заведений] / М. В. Сиротина, Л. В. Мурадова, О. Н. Ситникова, Т. Л. Соколова ; Костромской государственный университет. – Кострома : Костромской государственный университет, 2021. – 104 с.
5. Калайда, М.Л. Гидробиология : [учеб. пособие для вузов] / М. Л. Калайда, М. Ф. Хамитова. - Санкт-Петербург : Проспект науки, 2016.
6. Лазарева, Г. А. Экология внутренних вод : учебное пособие / Г. А. Лазарева, Л. Г. Корнева, П. Ю. Жмылев ; Министерство образования Моск. области, Гос. ун-т "Дубна", Фак-т естеств. и инж. наук, Каф.

экологии и наук о Земле. – Дубна : Дубна, 2020. – 125 с. : ил. –

Библиогр. : с. 106-107

7. Пономарев, С. В. Аквакультура : учебник для вузов / С. В. Пономарев, Ю. М. Баканева, Ю. В. Федоровых. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 440 с.

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Новокщёнова Анна Ивановна
Агапова Василина Николаевна
Ранделин Дмитрий Александрович
Кравченко Юрий Владимирович

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по проведению практических работ по дисциплине
«Гидробиология» для обучающихся по направлению
35.03.08 – Водные биоресурсы и аквакультура

Часть 2

В авторской редакции

Компьютерная верстка *Плещенко Т.В.*

Пописано в печать --. --. 2021. Формат 60х84 ^{1/16}.

Усл. печ. л. 1,63. Тираж --. Заказ ---.

ИПК ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ «Нива».

400002, Волгоград, пр. Университетский, 26.

Российской Федерации
Департамент научно-технологической политики и
рыбхозяйственного комплекса
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Волгоградский государственный аграрный университет»

Факультет биотехнологии и ветеринарной медицины

Кафедра «Водные биоресурсы и аквакультура»

Д.А. Ранделин
Ю.В. Кравченко
В.Н. Агапова



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для проведения практических занятий по дисциплине
«Биологические основы рыбоводства» для обучающихся по
направлению
35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура».

Часть 1
Волгоград
2021

УДК 639.2.04
ББК 47.2

Рецензент –

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Кормление и разведение с.-х. животных» *О.Ю. Брюхно*.

Ранделин, Дмитрий Александрович

Биологические основы рыбоводства: учебно-методическое пособие к практическим и лабораторным занятиям / Д.А. Ранделин, Ю.В. Кравченко, В.Н. Агапова. – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2021.

В пособии рассматриваются значение рыбоводства, биологические особенности рыб в связи с их воспроизводством, основы проектирования рыбоводных заводов и нерестово-выростных хозяйств, биологические основы управления половым созреванием рыб, инкубации икры, интенсификации рыбоводных процессов.

Для студентов очного отделения факультета Биотехнологий и ветеринарной медицины, обучающихся по направлению 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура».

Рекомендовано методической комиссией факультета биотехнологии и ветеринарной медицины ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (протокол № от _____ 2021г.)

© ФГБОУ ВО Волгоградский
государственный аграрный
университет, 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ЗНАЧЕНИЕ РЫБОВОДСТВА В СОХРАНЕНИИ И УВЕЛИЧЕНИИ РЫБНЫХ ЗАПАСОВ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИРОДУ	135
1.1. Достижения рыбоводства в естественных водоемах, масштабы развития, эффективность искусственного воспроизводства.	136
1.2. Рыбохозяйственный фонд водоемов, используемых в аквакультуре России	136
1.3. Разводимые виды и породы рыб и других гидробионтов, выращиваемые в аквакультуре России	137

1.4. Современная структура товарной аквакультуры в Российской Федерации	138
1.5. Значение рыбоводства в сохранении и увеличении рыбных запасов в условиях антропогенного воздействия на природу	138
1.6. Перспективы и проблемы развития рыбоводства.....	139
2. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РЫБ В СВЯЗИ С ИХ ВОСПРОИЗВОДСТВОМ	142
2.1. Теория экологических групп рыб и ее значение для рыбоводства	142
2.2. Теория этапности развития рыб и ее значение для рыбоводства..	144
2.3. Влияние факторов внешней среды на процессы созревания и овуляции половых клеток у рыб	146
2.4. Нарушение гаметогенеза и полового цикла в связи с изменением условий размножения	149
2.5. Реакция популяций рыб на нарушение условий их миграции и размножения	150
2.6. Периоды развития и роль факторов внешней среды в онтогенезе рыб	151
2.7. Теория критических периодов	153
2.8. Выживание рыб на отдельных этапах развития.....	155
3. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЫБОВОДНЫХ ЗАВОДОВ И НЕРЕСТОВО-ВЫРОСТНЫХ ХОЗЯЙСТВ	158
3.1. Общая характеристика рыбоводных заводов.....	158
3.2. Общая характеристика нерестово-выростных хозяйств.	163
4. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОЛОВЫМ СОЗРЕВАНИЕМ РЫБ.....	165
4.1. Выбор оптимального режима преднерестового выдерживания производителей в зависимости от значения коэффициента поляризации ооцитов	165
4.2. Оценка готовности производителей к нересту по физиолого-биохимическим показателям и режимы преднерестового выдерживания	167

Введение

В настоящее время аквакультура является наиболее развивающейся и перспективной отраслью пищевой промышленности. Естественные запасы ценных пород рыб в значительной мере исчерпаны, в то время как спрос на продукцию постоянно растет. Продукция аквакультуры играет все более важную роль, приближаясь по объемам производства к рыболовству.

Мировым лидером, показывающим выдающиеся показатели развития аквакультуры, является Китай, его доля на мировом рынке превышает 35%, в то время как доля России лишь 0,2%, что составляет 130-140 тыс. т.

Настоящее учебное пособие содержит информацию о значении рыбоводства, биологических особенностях рыб в связи с их воспроизводством, основах проектирования рыбоводных заводов и нерестово-выростных хозяйств, биологических основах управления половым созреванием рыб, инкубации икры, интенсификации рыбоводных процессов.

1. ЗНАЧЕНИЕ РЫБОВОДСТВА В СОХРАНЕНИИ И УВЕЛИЧЕНИИ РЫБНЫХ ЗАПАСОВ В УСЛОВИЯХ

АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИРОДУ

Цель занятия. Изучить значение рыбоводства в сохранении и увеличении рыбных запасов в условиях антропогенного воздействия на природу, достижения рыбоводства.

1.1. Достижения рыбоводства в естественных водоемах, масштабы развития, эффективность искусственного воспроизводства.

Рыбохозяйственный комплекс России всегда играл важную роль в экономике страны. На протяжении всего XX века обеспечение рыбной продукцией осуществлялось за счет рыболовства вначале во внутренних морях, а затем в Мировом океане. Развитию рыбоводства отводилась второстепенная роль источника местного пищевого сырья, что определило слабое развитие современной отечественной аквакультуры, не соответствующее её потенциальным возможностям и неспособное удовлетворять возрастающие потребности населения в высококачественных рыбных продуктах.

1.2. Рыбохозяйственный фонд водоемов, используемых в аквакультуре России

Рыбохозяйственный фонд внутренних пресноводных водоемов России включает 22,5 млн. га озер, 4,3 млн. га водохранилищ, 0,96 млн. га сельскохозяйственных водоемов комплексного назначения, 142,9 тыс. га прудов и 523 тыс. км рек. Наибольшим фондом рыбохозяйственных водоемов располагают Сибирский (7516,6 тыс. га), Северо-Западный (6510,4) и Уральский (6270,4) федеральные округа. Исходя из общей площади рыбохозяйственных водоемов и народонаселения России, обеспеченность каждого жителя страны водоемами, пригодными для развития аквакультуры, составляет 0,19 га на человека. В Дальневосточном федеральном округе этот показатель составляет 0,65 га, в Северо-Западном — 0,46 га, а в Центральном — только 0,02 га.

Общий фонд прудовых площадей, находящихся на балансе

рыбохозяйственных предприятий и организаций по состоянию на 01.01.2006, составлял 142,9 тыс. га, однако для выращивания рыбы используется не более 110 тыс. га прудов. В России на ряде озер для выращивания холодноводных рыб и водоемах-охладителях энергетических объектов для культивирования тепловодных рыб функционируют производственные мощности садковых и бассейновых хозяйств, общая площадь которых в 2006 году составляла более 500 тыс. кв. м.

1.3. Разводимые виды и породы рыб и других гидробионтов, выращиваемые в аквакультуре России

В водоемах Российской Федерации обитает 295 типично пресноводных видов рыб, относящихся к 140 родам, 34 семействам и 13 отрядам. В промысловых уловах в реках, озерах и водохранилищах отмечаются представители 87 видов рыб. Объектами искусственного разведения в пресных водах России являются представители 48 видов рыб, 3 вида ракообразных, а также 12 видов морских гидробионтов. В промышленном рыбоводстве России в настоящее время культивируется 29 пород, кроссов и типов, а также 9 одомашненных форм карповых, лососевых, осетровых, сиговых и цихлидовых рыб.

Ремонтно-маточное поголовье племенных рыб различных пород в количестве более 100 тыс. голов выращивается в 25 племенных рыбоводных хозяйствах-оригинаторах. Ведущее место в отечественной аквакультуре занимают карповые виды рыб, годовое производство которых в последние годы составляет более 80 процентов.

Объектами искусственного воспроизводства на предприятиях аквакультуры являются 15 видов и подвигов рыб, занесенных в Красную книгу Российской Федерации. Аквакультура имеет два основных направления. Первое — товарная аквакультура, у нас это товарное пресноводное рыбоводство. И второе — искусственное воспроизводство

водных биологических ресурсов. Следует отметить, что марикультура также, как и пресноводная аквакультура подразделяется на ряд направлений. Но, как уже отмечалось, в нашей стране марикультура находится в зачаточном состоянии, и по мере ее развития будут определены основные направления ее развития и четкие критерии отличия ее продукции от естественных популяций гидробионтов.

1.4. Современная структура товарной аквакультуры в Российской Федерации

Разнообразие рыбохозяйственных водоемов различного типа определило в Российской Федерации развитие современной аквакультуры по следующим направлениям:

- **пастбищная аквакультура** — базируется на эффективном использовании естественных кормовых ресурсов водоемов вселёнными в них различными видами рыб с разным характером питания (фитопланктон, зоопланктон, моллюски, макрофиты, мелкая малоценная рыба);

- **прудовая аквакультура** — с использованием полуинтенсивных и интенсивных методов выращивания одомашненных или высокопродуктивных пород и кроссов рыб;

- **индустриальная аквакультура** — с культивированием ценных видов и пород рыб, адаптированных к обитанию в ограниченных условиях, высоким плотностям посадок и питанию искусственными комбикормами;

- **марикультура** — с культивированием морских гидробионтов при различных уровнях индустриализации и интенсификации;

- **рекреационная аквакультура** — базируется на системе ведения рыбоводства на рыбоводных прудах, малых водоемах и приусадебных участках с организацией любительского и спортивного рыболовства.

1.5. Значение рыбоводства в сохранении и увеличении рыбных запасов

в условиях антропогенного воздействия на природу

Более чем полувековой опыт воспроизводства лососевых рыб на рыборазводных заводах Дальнего Востока и осетровых рыб в бассейнах Каспийского и Азовского морей показал эффективность проведения таких работ как с позиции сохранения и восстановления численности отдельных видов рыб, так и в области формирования промысловых запасов, обеспечивающих значительные объемы вылова. В последние десятилетия XX века из-за падения численности естественных популяций ряда ценных промысловых видов рыб объектами искусственного воспроизводства стали несколько представителей семейств сиговых и карповых рыб. Эффективность вселения молоди различных видов рыб в естественные водоемы разная. В частности, по Дальневосточному региону почти 18% добываемых тихоокеанских лососей имеют заводское происхождение. Дополнительный ежегодный вылов, за счет деятельности дальневосточных лососевых рыбоводных заводов, учеными ФГУП «ТИНРО» оценивается в 40 и более тысяч т. По данным ФГУП «КаспНИИРХ», удельный вес осетровых рыб «заводского происхождения» в промысловых уловах Каспийского моря составляет: по русскому осетру — 55,8%, севрюге — 36% и белуге — около 98%. Более 80% осетровых рыб Азовского моря имеют заводское происхождение. За счет работ по искусственному воспроизводству сиговых рыб в Западной Сибири (Обь-Иртышский бассейн) ежегодно вылавливается до 310 т пеляди и до 290 т муксуна. В Цимлянском водохранилище (Южный федеральный округ) ежегодно добывается около 2 тыс. т растительноядных рыб средней массой 8-10 кг.

1.6. Перспективы и проблемы развития рыбоводства.

Общемировое производство продукции аквакультуры за последние десятилетия значительно увеличилось и достигло уровня вылавливаемой рыбы в естественных водоемах.

Мировым лидером, показывающим выдающиеся показатели развития аквакультуры, является Китай, его доля на мировом рынке превышает 35%, в то время как доля России лишь 0,2%, что составляет 130-140 тыс. т.

Прогнозы общемирового спроса на продукцию рыбного хозяйства указывают на дальнейший рост объемов продукции аквакультуры, что объясняется двумя важнейшими причинами: отсутствием реальных возможностей наращивания объемов вылова в Мировом океане и дальнейшим ростом населения в мире.

По прогнозам экспертов, спрос на пищевую рыбу будет определяться на 60% повышением благосостояния и фактором развития, а на 40% — ростом населения.

Возможные ограничения роста производства рыбной продукции.

К технологическим ограничениям относятся:

- болезни культивируемых объектов, наиболее серьезно влияющие на производство и торговлю продукцией аквакультуры. Несмотря на то, что большинство бактериальных и вирусных инфекций не представляют прямой угрозы здоровью человека, они отрицательно влияют на продуктивность, реализуемость товара и общественное мнение. Распространению болезней способствует перенос патогенного начала из-за расширяющейся торговли живыми гидробионтами и продукцией из них;

- усиливающаяся конкуренция с животноводством и птицеводством в использовании комбикормов, рецептура и технологии изготовления которых для гидробионтов значительно сложнее и дороже, что соответственно приведет к удорожанию продукции аквакультуры, а также экологические проблемы, связанные с качеством среды выращивания гидробионтов, большая часть которых сосредоточена в

прибрежных водах и пресноводных водоемах, чаще подверженных антропогенному загрязнению.

Развитие аквакультуры в России в долгосрочной перспективе предполагается в два этапа:

Среднесрочный период — до 2012 года — базируется на технико-технологической модернизации с двумя взаимно дополняемыми действиями, связанными с реконструкцией существующих производственных мощностей, созданием новых садковых площадей и применением методов интенсификации производственных процессов.

В долгосрочном периоде (2013-2020 годы) отечественная аквакультура должна развиваться на инновационной основе с эффективным использованием российских и зарубежных научно-технических разработок, и передового опыта. Приоритетным направлением в этом периоде является пастбищная аквакультура, на развитие которой практически не оказывают влияния несколько факторов, серьезно лимитирующих функционирование прудового и индустриального рыбоводства: не требуется больших капиталовложений, земельных площадей, водопотребления и огромных затрат искусственных комбикормов. Развитие пойдет за счет массового вселения растительноядных рыб в крупные водоемы центральных и южных регионов страны, а также лососевых и сиговых рыб в водоемы северных зон России.

Задание 1. Заполните таблицу по каким направлениям происходит развитие современной аквакультуры в РФ.

Направление аквакультуры	Особенности применяемых способов и мер.

Задание 2. Запишите какие ограничения роста производства рыбной

продукции вы знаете.

Контрольные вопросы:

1. Какое количество пород рыб культивируется в промышленном рыбоводстве РФ?
2. Какие основные направления аквакультуры вы знаете? В чем их различие? Перечислите какие этапы долгосрочного развития аквакультуры РФ вы знаете? В чем суть данных этапов долгосрочного развития?

2. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РЫБ В СВЯЗИ С ИХ ВОСПРОИЗВОДСТВОМ

Цель занятия: Изучить биологические особенности рыб в связи с их воспроизводством.

2.1. Теория экологических групп рыб и ее значение для рыбоводства

С. Г. Крыжановский (1861 – 1891), создатель теории экологических групп рыб. В эмбриональный период жизни рыб ведущее значение имеют кислородный режим и враги. Из остальных факторов С. Г. Крыжановский выделяет сезон нереста, температурный фактор. Все остальные факторы добавляются к ним. Способы размножения, сезон нереста и места нереста определяют условия дыхания, течения обменных процессов и особенности защиты икры от врагов и тем самым определяют природу приспособлений и развития.

Пониманию открытых закономерностей помогает распределение рыб по экологическим группам. В названиях этих групп содержится указание на места кладки икры, потому что места кладки определяют природу приспособлений развития и специфику экологических групп.

Экологические группы

Литофильная группа – рыбы, откладывающие и прячущие икру в галечный, галечно-каменистый, галечно-песчаный грунт (лососевые

рыбы, осетровые, сиговые, жерех, усач). У лососевых самки выкапывают углубления и после откладки икры засыпают его галькой (нерестовые бугры).

Фитофильная группа – рыбы откладывают клейкую икру на водные растения. Пресноводные рыб (сазан, лещ, плотва, линь, щука, язь, окунь, судак, ерш и д. р.). Морские рыбы (аретина, сарган, беломорская и тихоокеанская сельдь).

Псаммофильная группа – рыбы откладывают икру на песок или подмытые корни растений, свисающие над песком (пескарь, мойва).

Аридофильная группа – рыбы откладывают икру в грунт. Такие рыбы населяют временные водоемы, икра переживает сухой период (Восточная Африка – нотобранх, восточная часть Южной Америки – цинолебия).

Индифферентная группа – нерестятся на разном субстрате.

Строящие гнезда – гнезда строят девятииглая и трехиглая колюшка, лабиринтовые рыбы (строят гнезда из пузырьков воздуха, которые обволакивают секретом слизистых ротовых желез).

Вынашивающие потомство – рыбы вынашивают потомство во рту во рту (тиляпия), в камере, расположенной в вентральной части хвоста (рыба-игла).

Остракофилы – откладывают икру в местах скопления двустворчатых моллюсков, икра развивается в мантийной полости (горчак).

Огромный материал, собранный Крыжановским и его учениками, позволил установить экологическую специфику разных систематических групп рыб. Среди рыб нашей пресноводной ихтиофауны по богатству экологических отношений на первом месте стоят карповые группы (6 экологических групп), сомовые и вьюновые (2 группы). Остальные семейства в экологическом отношении однообразны.

Крыжановский отмечает существенное различие пресноводных и морских фаунистических групп. Типичные пресноводные группы ихтиофауны, за исключением группы живородящих рыб, не имеют аналогов среди морской фауны и отражают условия обитания пресноводных видов. Эти условия особенно благоприятны для рыб, не охраняющих икру - *литофильных, фитофильных, псаммофильных, аридофильных, индифферентных*.

2.2. Теория этапности развития рыб и ее значение для рыбоводства

Решение проблемы выращивания молоди требовало знания биологии развития рыб. Ряд исследований был выполнен в конце 19 – начале 20 века Л. С. Бергом, В. К. Солдатовым, Н. А. Бородиным и др.

В 20-е гг. 20 века изучение особенностей развития рыб продолжали А. Н. Державин, В. И. Казанский, И. И. Кузнецов и др. Особенно широкие исследования развернулись в 30 – 40-е гг. Эти работы привели к созданию учения об этапности развития рыб.

В 40 – 50-е гг. 20 века Васнецов и Крыжановский создали учение о стадийности развития. Основные положения этой теории сформулированы Васнецовым в 1948 – 1953 гг. Они сводятся к тому, что течение различных периодов онтогенеза (эмбрионального, предличиночного, личиночного, малькового и половой зрелости) развитие рыб идет не только постепенно и непрерывно, но и прерывисто, скачкообразно. При этом происходят резкие изменения в строении систем организма, протекающие быстро, иногда в течение нескольких часов или минут. Эти морфологические изменения неразрывно связаны с изменением биологических особенностей рыб. Периоды относительной стабильности в развитии рыб между двумя скачкообразными изменениями Васнецов назвал этапами.

Этапы – интервалы развития, имеющие определенные

специфические качества. Каждому этапу развития присущи определенные особенности строения организма и биологические свойства, и соответственно, определенные требования к условиям среды. Определенные этапы у разных видов рыб протекают различно – имеют неодинаковую продолжительность и свои специфические особенности. Поэтому для практики рыбоводства необходимо изучать морфобиологические и экологические особенности этапов развития каждого вида рыб.

Дальнейшие исследования показали, что молодь проходных видов рыб целесообразно выращивать до покатного состояния. Переход молоди в покатное состояние представляет собой период сложных морфобиологических изменений. Возникают особенности строения органов, появляется защитная окраска, происходят физиологические изменения. Скат молоди возможен, когда организм готов к существованию в новых условиях.

Значение для рыбоводства. Теория этапности служит для разработки биотехники воспроизводства рыб и исследования вопросов рыбоводства, таких как:

- познание этапов развития рыб, особенностей развития в искусственных и природных условиях, позволяет выяснить потребности рыбы на каждом этапе развития, а также недостатки биотехники искусственного рыборазведения. Теория этапности дает возможность обосновать разные звенья рыбоводных работ и осуществить контроль за развитием рыб в природных и искусственных популяциях;

- изучение этапов развития популяции, населяющей водоем, позволяет понять разнокачественную структуру этой популяции и ее потребности;

- изучение этапов развития промысловых и сорных рыб, обитающих в одних и тех же водоемах, позволяет выяснить, на каких этапах сорные

рыбы составляют дополнительную нагрузку на кормовую базу;

- теория этапности требует изучения кормовой базы с учетом потребности рыб на каждом этапе развития, конкретизируя исследования кормовой базы;

- смещение сроков полового созревания, в зависимости от условий в которых развивается рыба, может быть установлено на основе четких знаний этапов развития рыбы.

В настоящее время теория этапности разрабатывается. Ее дальнейшее развитие требует решения следующих задач: сравнить закономерности проявления этапности развития в различных экологических группах рыб; вскрыть особенности перехода от этапа к этапу развития в случае сдвига полового созревания и момента вылупления предличинок; выяснить действие различных условий среды на этапы развития и переходы от одного этапа к другому; выявить эколого-морфологические особенности различных систем органов на разных этапах развития, до сих пор еще не изученных.

2.3. Влияние факторов внешней среды на процессы созревания и овуляции половых клеток у рыб.

Для каждого вида рыб характерны свои специфические особенности размножения. Они обусловлены адаптацией разных видов рыб к определенным условиям размножения и развития.

Половая зрелость у разных видов рыб наступает в разном возрасте, время наступления половой зрелости у одного вида рыб тоже различно. Оно варьирует у рыб одной популяции. Это надо рассматривать как адаптацию к условиям среды с целью лучшего обеспечения воспроизводства вида.

Большинство карповых, окуневых и лососевых достигает половой зрелости в 2 – 6 лет. У некоторых рыб созревание происходит позже – в 6 – 12 лет (осетровые). Половозрелость самцов наступает на 1- 2 года

раньше, чем у самок.

Под влиянием факторов внешней среды (температура и корм) созревание может ускоряться и замедляться, даже останавливаться. Лещ в южных водоемах достигает зрелости в 3 - 4 года, в водоемах центральной России – в 4 – 5 лет, на севере – в 5 – 7 лет. Недостаточное питание задерживает созревание. Сдвиги в наступлении половой зрелости под влиянием факторов внешней среды могут наблюдаться в одной популяции. Волжская белуга достигает половой зрелости в 10 – 18 лет.

Развитие половых клеток – длительный и сложный процесс. Различают два процесса:

1-й - период до достижения половой зрелости, начиная от возникновения первичных половых клеток и до образования зрелых половых клеток;

2-й – периодическое созревание определенной части половых клеток в течение межнерестового периода (после достижения половой зрелости). Первый процесс более длительный. Периодическое созревание половых клеток у половозрелых особей требует меньшего времени и продолжительность его разная. Лещ, саза, судак и др. размножаются ежегодно, а осетровые через 3 – 5 лет, некоторые – через – 9 лет. Исключение – дальневосточные лососи, погибают после нереста. Достигнув половой зрелости, рыбы совершают нерестовые миграции. Морские рыбы живут и размножаются в море, пресноводные – в пресноводных водоемах. Проходные рыбы нагуливаются в море, а размножаются в пресной воде. Анадромные и катадромные миграции. Полупроходные рыбы обитают в опресненных участках моря, для размножения заходят в реки. В нерестовый период у самок с гонадами 4 стадии зрелости под воздействием гормона гипофиза завершается оогенез, гонады переходят в 5 стадию зрелости, ооциты освобождаются от фолликулярной и соединительнотканной оболочек. Фолликулы

разрываются, и ооциты у большинства рыб выпадают в полость яичников, у осетровых и лососевых, имеющих незамкнутые яичники, - в полость тела.

Выход икринок полость яичников или полость тела (овуляция) у одних рыб происходит синхронно, у других носят растянутый характер. Лопнувшие фолликулы остаются в яичниках и рассасываются. Яичники полициклических рыб содержат также резервный фонд половых клеток.

У самцов на 5 стадии зрелости образуется семенная жидкость, которая разрежает концентрацию сперматозоидов и вызывает их вытекание. Сперма имеет концентрацию молока или жидкой сметаны. Семенники мягкие на ощупь. По мере вытекания спермы размер семенников уменьшается.

Овуляция и спермация осуществляются только при определенных условиях внешней среды – температура воды, гидрохимический режим, отсутствие или наличие течения, наличие особей противоположного пола, для некоторых видов – нерестовой субстрат. Если при наступлении нерестовых температур один из факторов неудовлетворителен, то овуляции не происходит, ооциты резорбируются, фолликулы зарастают.

Яичники освобождаются от ооцитов старшей генерации, начинают новый цикл развития.

После овуляции у самок и спермации у самцов происходит нерест – вымет зрелых икринок и сперматозоидов. Каждому виду рыб свойственны определенные нерестовые температуры и необходимы соответственные нерестилища. У большинства рыб первыми на нерестилища приходят самцы. Затем появляются самки. Соотношение самцов и самок на нерестилищах обычно 1:1. Но оно непостоянно, может быть неодинаково у разных популяций и в разные годы.

Во время нереста самки выметывают икру, а самцы ее осеменяют.

Соприкосновение икры и спермы называется **осеменением**.

Самки большинства видов рыб после вымета икры уходят с нерестилищ. Самцы остаются и принимают участие в нересте с другими самками, которые приходят на нерестилища позже.

Продолжительность периода икрометания зависит от особенностей созревания половых клеток у данного вида. Если рыба обладает единовременным типом созревания ооцитов, то ее нерест разовый, кратковременный (вобла, лососи, белорыбица, осетровые). Если рыба с порционным созреванием ооцитов, то ее нерест порционный, растянутый (проходные сельди, чехонь, шемая, усач).

В зависимости от условий среды некоторые виды рыб обладают единовременным и порционным созреванием ооцитов и соответствующим типом нереста. Лещ и сом – нерест разовый и порционный. Лещ – нерест 5 – 10 суток. У каспийского рыбца нерест единовременный, а у кубанского – порционный нерест.

2.4. Нарушение гаметогенеза и полового цикла в связи с изменением условий размножения

Когда в водоеме нет условий для нереста, ооциты дегенерируют. Массовые масштабы-явление получило в связи с гидростроительством.

Под дегенерацией понимают гибель и резорбцию ооцитов. Сначала гибнет ядро, исчезая как морфологическая структура. Желточные зерна сливаются и образуется однородная масса. В несколько раз увеличивается высота фолликулярных клеток, и они начинают фагоцитировать, резорбируют икру и переправляют питательные вещества в кровь. Раньше этот процесс рассматривался как патологический, сейчас – как адаптивный, т. к. физиологические функции восстанавливаются, но теряется сезон размножения. Может быть потерян и второй сезон (в северных районах).

Яйцеклетки могут дегенерировать не только на четвертой стадии

развития, но и на более ранних стадиях. Например, при преждевременном созревании, когда начинается трофоплазматический рост, а запасов питательного вещества в организме рыбы недостаточно. Происходит также регуляция плодовитости в сторону уменьшения созревающих клеток и в период протоплазматического роста.

2.5. Реакция популяций рыб на нарушение условий их миграции и размножения

Процесс реакции разделен на 2 этапа: нарушение миграционного поведения и размножения; резорбция половых клеток старшей генерации. Происходят изменения, приводящие к отбору производителей; адаптивная реакция популяции в целом на изменившиеся условия, при этом происходит передислокация нерестилищ, мест зимовки, изменяется соотношение различных групп (озимые и яровые) в пределах популяции. При зарегулировании рек особенно страдает озимый осетр, проводящий в реке 6 – 12 месяцев.

Изменения, связанные с гидростроительством, влияют на миграционное поведение рыб при продвижении к устьям нерестовых рек. Задержка половодья приводит к задержке яровых форм в предустьевых пространствах, исключает их своевременный приход на нерестилища. Это способствует резорбции половых клеток старшей генерации. Для этих форм сигналом к нересту является половодье и нерестовые температуры.

Озимые формы идут в реку задолго до нереста, в условиях спада половодья и в межень. Для них сигнальными раздражителями являются температура и фотопериодизм.

В настоящее время 90 % популяции осетра задерживается плотиной Волгоградской ГЭС. Длительное пребывание производителей в предплотинной зоне приводит к нарушениям функции половых желез. Происходят изменения всей системы органов, участвующей в миграции и размножении. Изменяется поведение рыб. При таком резком нарушении

хода естественного воспроизводства нельзя рассчитывать на высокую адаптационную пластичность рыб. Необходимо искусственное воспроизводство.

2.6. Периоды развития и роль факторов внешней среды в онтогенезе рыб

Развитие рыб представляет собой совокупность количественных и качественных изменений в результате взаимодействия организма со средой. В индивидуальном развитии рыб можно выделить ряд периодов, каждый из которых характеризуется общими для разных видов свойствами: эмбриональный, предличиночный, личиночный, мальковый, половой зрелости и старости.

1. Эмбриональный период - от момента оплодотворения до вылупления. Эмбриональное развитие (эмбриогенез) происходит внутри оболочек. Эмбрион питается за счет желтка – запаса пищи, полученного от материнского организма.

2. Предличиночный период – с момента вылупления из оболочек до перехода на смешанное питание. Питание внутреннее или эндогенное за счет остатков желтка.

3. Личиночный период – начинается с момента перехода на смешанное питание. Состоит из двух подпериодов (у осетровых – первого и второго личиночных этапов) – смешанного питания и внешнего (экзогенного) питания. Внешний облик и внутреннее строение еще не приняли формы взрослого организма. У личинок имеются специфические личиночные органы, которые в дальнейшем пропадают.

4. Мальковый период - внешний облик близок к облику взрослого организма. Исчезают личиночные органы, появляются характерные для взрослого организма органы и функции. Половые органы почти не развиты. Энергетические ресурсы расходуются, главным образом, на рост. Вторичнополовые признаки обычно отсутствуют.

5. Период половой зрелости - состояние, при котором в определенный период года организм способен воспроизводить себе подобных; вторичнополовые признаки, если они свойственны данному виду, имеются. Энергия тратится преимущественно на развитие половой системы и создание запасов для поддержания жизнедеятельности во время миграций, зимовок, размножения.

6. Период старости – половая функция затухает; рост в длину прекращается или крайне замедляется.

Во время этих периодов развитие происходит не только постепенно, но и скачкообразно. На протяжении каждого этапа различают отдельные стадии развития.

Эмбриональный период развития. Основными факторами, влияющими на состояние икры, являются температура, кислородный режим, газовый режим, соленость, pH. Эмбриогенез у каждого вида рыб протекает в определенных температурных границах. Температура, при которой эмбриогенез протекает наиболее нормально, называется **температурным оптимумом**.

Температура, ниже которой эмбриогенез не происходит, называется **температурным порогом**. Пороговая температура не приводит к гибели эмбриона, при воздействии в течение ограниченного промежутка времени.

Температура, выше которой эмбриогенез прекращается и эмбрион погибает, называется **температурным максимумом**.

У осенне-нерестующих рыб температурный порог равен 0°C , температурный оптимум – 2 – 5, а температурный максимум – 15 – 18 $^{\circ}\text{C}$. У рыб с весенне-летним нерестом температурный порог эмбриогенеза в диапазоне 2 – 6 $^{\circ}\text{C}$, температурный максимум – около 30 $^{\circ}\text{C}$.

Эвритермные виды рыб – эмбриональное развитие проходит в широком диапазоне температур, диапазон температурной толерантности расширяется в процессе онтогенеза.

Стенотермные виды рыб – эмбриональное развитие проходит в узком диапазоне температур,

Низкое содержание кислорода приводит к гибели эмбрионов, повышенное – замедляет процесс вылупления, приводит к недоразвитию кровеносной системы, отсутствию эритроцитов, вызывает не заполнение плавательного пузыря воздухом у некоторых видов рыб.

Соленость 5 – 6 промилле оказывает благотворное воздействие при инкубации лососевых рыб.

Высокое содержание углекислого газа, аммиака, сероводорода губительно действует на икру. Плавательный пузырь личинки заполняется воздухом, который личинка захватывает с поверхности воды. Если поверхность воды покрыта бактериальной пленкой, личинка не может протолкнуть пузырек через «дуктус пневматикус» и погибает. Другой причиной не заполнения плавательного пузыря является использование для выдерживания личинок фитофильных рыб аппаратов с вращением воды. Личинки оказываются не в состоянии добраться до поверхности воды.

2.7. Теория критических периодов

Было замечено, что в эмбриональный период существуют стадии высокой и низкой чувствительности, на которых наблюдается повышенный или пониженный процент гибели. Это связано с различными требованиями эмбрионов к факторам окружающей среды на разных стадиях.

В 40-е гг. 20 века Привольнев, Трифонов и Никифоров разработали учение о критических периодах. Было установлено, что периоды повышенной чувствительности сменяются периодами устойчивости к неблагоприятным факторам среды. Периоды повышенной чувствительности совпадают с периодами дифференцировки, т.е., качественными изменениями, а периоды пониженной чувствительности –

с периодами роста, т. е., количественными изменениями.

Критические стадии в период эмбриогенеза рыб. У весенне-нерестующих рыб (осетровые) **непосредственно после оплодотворения следует период высокой чувствительности**, со стадии 16 – 32 blastomeres чувствительность несколько падает, **и чувствительность вновь повышается перед началом гаструляции (12-я стадия).** Гаструляция происходит при пониженной чувствительности, которая с началом формирования эмбриона резко повышается, это совпадает с **закрытием blastopore (18-я стадия).** На этой стадии **чувствительность у осетровых наибольшая.** Высока чувствительность эмбрионов в **начале образования хвостового отдела (25-я стадия) и перед вылуплением.**

У лососевых рыб икра устойчива к внешним воздействиям первые 36 часов после оплодотворения. Через 36 часов после оплодотворения и до стадии «глазка» икру следует тревожить как можно меньше. Период со стадии «глазка» и до вылупления занимает около половины всего времени инкубации. Период «глазка» является наиболее безопасным для различных перемещений и транспортировки икры. После оплодотворения икры примерно через 6 суток при температуре 5⁰С наблюдается повышение устойчивости эмбрионов лососевых. Они устойчивы к температурным и механическим воздействиям.

После стадии средней бластулы чувствительность эмбрионов начинает повышаться. **Самая чувствительная стадия – конец обрастания.** Повышенная чувствительность икры лососевых рыб во время обрастания желтка слоем бластодермы связана с двумя сопутствующими процессами:

1) утончением цитоплазматической желточной оболочки, материал которой идет на постройку бластодиска во время дробления и бластуляции;

2) увеличением натяжения той части желточной оболочки, которая остается не покрытой бластодермой в период обрастания (12 - 15-я стадия). Кольцо обрастания во время продвижения по желтку стягивает его, словно обручем, малейший толчок вызывает разрыв желточной оболочки и гибель икры.

После завершения обрастания желтка он становится защищенным, кроме желточной оболочки, одноклеточным слоем перидермы, за счет чего устойчивость икринок несколько повышается. Фронт обрастания этой оболочкой обозначается желточной веной (23 – 28 стадии). Процесс обрастания новой оболочкой сопровождается обрастанием густой сетью кровеносных сосудов – васкуляризацией. К концу васкуляризации (27 – 28 стадии) желточный мешок надежно защищен от повреждений. К этому времени концентрация пигмента в глазных бокалах достигает уровня, при котором наступает стадия «глазка».

В критические периоды инкубации икры необходимо предохранять ее от механических воздействий и обеспечивать оптимальные условия, прежде всего, температурный и газовый режим

2.8. Выживание рыб на отдельных этапах развития

Выживание рыб на разных этапах онтогенеза неодинаково. Наибольшая смертность наблюдается на ранних этапах, а наименьшая – у взрослых рыб.

Эффективность размножения рыб в естественных водоемах и работа РЗ и НВХ по искусственному разведению рыб оцениваются по **промысловому возврату – количеству рыбы, которое может быть выловлено через определенное количество лет из имеющегося в данный момент исходного материала (икры, личинок, молоди).** Величина промыслового возврата выражается в процентах и коэффициентах.

Процент промыслового возврата показывает, какое количество

рыб, выраженное в процентах, из имеющегося в данный момент исходного материала (икры, личинок, молоди) может через определенное число лет вступить в промысел. Если промысловый возврат от молоди 3 %, это означает, что из каждых 100 шт. молоди могут быть изъяты промыслом 3 взрослые рыбы. Если промысловый возврат от икры 0,01 %, это означает, что из каждых 10 000 шт. икринок может быть изъята промыслом 1 взрослая рыба.

Коэффициент промыслового возврата показывает, какое количество исходного материала (икры, личинок, молоди) необходимо иметь, чтобы через определенное число лет в промысел вступила одна взрослая рыба. Если коэффициент промыслового возврата от молоди равен 100, это значит, что из 100 шт. молоди в промысел может вступить одна взрослая рыба.

Промысловый возврат может выражаться в абсолютных величинах (количество штук или тонн выловленной промыслом рыбы за счет исходного материала - икры, личинок, молоди). Величина промыслового возврата может колебаться в зависимости от следующих причин: морфологических и физиологических показателей исходного материала, абиотических и биотических факторов, интенсивности промысла.

Биологическое выживание – количество особей, которое достигло половозрелого возраста из исходного материала (икры, личинок, молоди) независимо от того, какая часть использована промыслом. Величина биологического выживания может выражаться в процентах и коэффициентах. **Процент биологического выживания** показывает, какое количество взрослых рыб, выраженное в процентах, может выжить из имеющегося количества исходного материала. **Коэффициент биологического выживания** показывает, сколько необходимо иметь исходного материала, чтобы выжила одна взрослая рыба.

Знание показателей промыслового возврата имеет большое значение при воспроизводстве рыбных запасов. Точные данные по показателям промыслового возврата позволяют делать расчеты по проектированию объемов промышленного рыбозаведения (мощностей рыбозаводных предприятий), давать оценку эффективности различных методов искусственного разведения рыб, а также прогнозировать рыбные запасы и их вылов.

Выживание личинок до вступающей в промысел взрослой рыбы значительно ниже, чем у молоди. Поэтому РЗ и НВХ выпускают в водоемы в основном не личинок, а жизнестойкую молодь, промысловый возврат которой значительно больше.

Задание 1. Перечислите и заполните таблицу, какие экологические группы рыб вы знаете.

Наименование экологических групп рыб.	Особенности откладывания яиц рыбами

Задание 2. Перечислите и запишите периоды развития в онтогенезе у рыб.

Периоды развития рыб при индивидуальном развитии	Особенности, происходящие в период онтогенеза рыб.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите, какие труды в аквакультуре С. Г. Крыжановского вы знаете? Что показывает процент и коэффициент промыслового возврата.
2. Перечислите основные биотические факторы среды, влияющие на процесс индивидуального развития рыб.

3. Что такое этапы в развитии рыб? Значение теории этапности в рыбоводстве?

3. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЫБОВОДНЫХ ЗАВОДОВ И НЕРЕСТОВО-ВЫРОСТНЫХ ХОЗЯЙСТВ

Цель занятия: изучить основы проектирования рыбоводных заводов и нерестово-выростных хозяйств.

3.1. Общая характеристика рыбоводных заводов

По характеру технологии выращивания молоди эти предприятия делят на две группы: рыбоводные заводы (РЗ) и нерестово-выростные хозяйства (НВХ). На РЗ и НВХ молодь выращивают до покатной стадии, т.е. до того возраста, когда она в условиях естественного размножения начинает постепенно скатываться с мест нереста к местам нагула. Обычно скат молоди начинается через 1,5-2 мес. после нереста при достижении массы 1-3 г. Исключение составляют лососевые рыбоводные заводы, на которых молодь значительно дольше выращивают до покатной стадии, наступающей обычно у лососевых в возрасте 1-2 года, иногда 3 года и более. Но и здесь есть исключение, например, горбуша и кета, достигающие покатной стадии соответственно в личиночный период развития и после 1,5-4 мес. выращивания на ЛРЗ. На рыбоводных заводах воспроизводят и выращивают молодь проходных, на НВХ - полупроходных и туводных рыб.

Рыбоводные заводы подразделяются в зависимости от вида выращиваемых рыб на осетровые, лососевые, сиговые, рыбцовые. Структура РЗ зависит от биотехники разведения и выращивания тех или иных рыб.

Осетровые рыбоводные заводы (ОРЗ). Состав ОРЗ зависит от производственных процессов, мощности завода. Количество транспортного, производственного и лабораторного оборудования, подсобных помещений определяется схемой технологического процесса.

Различают три метода выращивания молоди на ОРЗ:

- бассейновый;
- прудовый (является основным);
- комбинированный.

Основные звенья технологического процесса:

- отбор производителей на промысловых тонях и доставка их на РЗ;
- выдерживание производителей, их инъектирование;
- получение икры и спермы, осеменение икры, ее учет, обесклеивание, размещение в инкубационных аппаратах;
- инкубация икры;
- выдерживание предличинок и подращивание личинок;
- выращивание живых кормов (при бассейновом и комбинированном методах);
- выращивание молоди, ее учет;
- выпуск молоди в предустьевые участки рек.

Все производственные здания объединяются в единый хозяйственный центр, который включает:

- цех работы с производителями с отделениями для выдерживания производителей с модернизированными садками куринского типа (пруды, бассейны) и операционным и лабораторным пунктами и складом для инвентаря;
- инкубационный цех;
- цех живых кормов;
- блок вспомогательных помещений (управление завода, гараж, механическая мастерская, склад, лаборатория);
- объекты энергетического хозяйства;
- цех бассейнового выращивания;
- выростные пруды;
- насосную станцию, систему водоснабжения и очистки воды.

Производственная мощность осетровых рыбоводных заводов находится в пределах 1-19 млн. шт. молоди.

Лососевые рыбоводные заводы (ЛРЗ). ЛРЗ по воспроизводству атлантического лосося. Производственные процессы на ЛРЗ по воспроизводству атлантического лосося включают:

- отлов и транспортировку производителей;
- выдерживание производителей; - получение половых продуктов (ПП), осеменение икры;
- инкубацию икры;
- выдерживание предличинок;
- подращивание личинок, выращивание сеголетков;
- выращивание годовиков;
- выращивание двухлетков;
- выпуск двухлетков;
- выпуск покатников (в северных районах молодь выращивают до трехлетнего возраста).

ЛРЗ по воспроизводству атлантического лосося состоят из:

- главного производственного корпуса, который включает отделения инкубации икры, подращивания личинок; бассейнового выращивания сеголетков, годовиков, двухлетков;
- терморегуляторную; кормокухню и кладовые сухих продуктов;
- холодильные камеры;
- машинное отделение;
- бытовые помещения;
- блока вспомогательных цехов;
- административно-технического блока;
- пункта отлова производителей с садками для выдерживания производителей и карантинным садком;
- блока технических служб: насосной станции, хлораторной,

водонапорной башни;

- склада горюче-смазочных материалов (ГСМ);
- очистных сооружений.

Мощность ЛРЗ по воспроизводству атлантического лосося составляет от 60 до 300 тыс. покатинок.

ЛРЗ по воспроизводству тихоокеанских лососей (кеты и горбуши).

Производственные процессы:

- заготовка производителей;
- сбор ПП, осеменение икры на рыбоводном пункте, транспортировка оплодотворенной икры на ЛРЗ;
- инкубация икры;
- выдерживание предличинок;
- подращивание личинок и выпуск покатной молоди в реку.

Состав ЛРЗ по воспроизводству кеты и горбуши:

- инкубационно-личиночный цех;
- питомник с лабораторией, служебными и бытовыми помещениями;
- система водоснабжения, которая включает головной водозабор, подводящий канал, насосную станцию;
- выростной водоем с рыбозащитными сооружениями;
- складские помещения для рыбоводного инвентаря, материальных ценностей, стройматериалов;
- склад ГСМ;
- мастерские, гараж, административное здание;
- пункт сбора икры с забойкой-заграждением, ловушкой, садками для содержания производителей, тепляком (помещением для сбора, осеменения, набухания и упаковки оплодотворенной икры для последующей транспортировки на РЗ). Типовая мощность ЛРЗ по воспроизводству кеты и горбуши равна 15 млн. шт. покатной молоди.

Мощность ЛРЗ на Дальнем Востоке колеблется от 1 до 62 млн. покатников.

Сиговые рыбоводные заводы (СРЗ)

Производственные процессы:

- отлов производителей и доставка их на рыбоводный пункт;
- содержание производителей в садках;
- получение ПП, осеменение икры и транспортировка ее на СРЗ;
- инкубация икры;
- концентрация предличинок и их выдерживание в лотках или бассейнах;
- транспортировка личинок в выростные водоемы, садки или бассейны;
- выращивание сеголетков;
- спуск выростных водоемов, учет сеголетков, транспортировка сеголетков в нагульные водоемы.

Состав СРЗ:

- блок инкубационного цеха с лабораторией;
- личиночные садки или бассейны под навесом;
- выростные пруды, садки в озерах, выростные озера-питомники;
- насосная станция;
- водонапорная башня;
- градирни-аэраторы;
- резервная дизельная электростанция.

Предусматривается также рыбоводный пункт для заготовки производителей, их выдерживания в садках, сбора ПП, осеменения икры, который находится в небольшом помещении на берегу водоема.

Мощность СРЗ достигает сотен тысяч сеголетков.

Рыбоводные заводы по воспроизводству проходных карповых рыб

Производственные процессы и состав РЗ по воспроизводству

проходных карповых рыб (рыбца, шемаи и кутума) сходны, поэтому рассмотрим их на примере рыб-цового РЗ (РРЗ). Производственные процессы (при заводском методе):

- отлов производителей;
- содержание производителей;
- получение ПП, осеменение икры;
- инкубация икры и получение предличинок;
- выращивание молоди;
- учет молоди и выпуск ее в реку.

Состав РРЗ: - пункт заготовки производителей;

- инкубационный цех;
- маточные пруды с нерестовыми канавами, садки для содержания производителей;
- выростные пруды;
- хозяйственный центр с подсобными помещениями.

Пункт заготовки производителей оборудуют двумя-тремя прорезями или садками для кратковременного содержания производителей. Транспортировку производителей осуществляют в прорезях или брезентовых чанах на автомашинах. Мощность РЗ по воспроизводству проходных карповых рыб составляет сотни тысяч покатников.

3.2. Общая характеристика нерестово-выростных хозяйств.

На НВХ выращивают молодь полупроходных и туводных рыб для выпуска ее в дельты крупных рек, водоемы лиманного типа и в водохранилища.

В зависимости от типа водоемов, в которые выпускают молодь, различают три типа НВХ:

- 1) при водохранилищах;
- 2) в дельтах крупных рек;

3) в лиманах и заливах.

Выращивание молоди осуществляется в прудах питомного типа или нерестово-выростных естественных водоемах площадью 50-900 га (в дельтах крупных рек) и площадью несколько тысяч гектаров (в лиманах и заливах) с преобладающими глубинами 0,5-1,5 м, отделенных от реки или водохранилища возвышенными участками или дамбами.

Вода поступает в эти водоемы самотеком или с помощью насосных станций. По технологии различают НВХ с частично управляемым технологическим процессом и НВХ с неуправляемым технологическим процессом, или нерестово-выростные водоемы.

Технологические схемы этих НВХ различаются тем, что на первых производителей заготавливают на промысловых тонях, а затем сажают в строго учитываемых количествах в нерестовые пруды, тогда как на вторых производители свободно заходят в нерестово-выростные водоемы из реки или моря, а после нереста свободно скатываются обратно.

На НВХ используются три формы организации технологического процесса:

1) нерест производителей, инкубация и выдерживание предличинок происходят в небольших нерестовых прудах, а выращивание молоди с момента перехода на активное питание - в специальных выростных водоемах;

2) получение зрелых ПК, инкубация икры заводским способом (в инкубационных аппаратах), а затем выращивание молоди в выростных водоемах;

3) нерест, инкубация, выдерживание предличинок и выращивание молоди осуществляются в одном водоеме. НВХ при водохранилищах.

На НВХ при водохранилищах занимаются воспроизводством туводных рыб для регулирования видового состава и увеличения рыбопродуктивности водохранилищ. Конечной продукцией этих НВХ

являются сеголетки карпа, сазана, леща, судака, растительноядных рыб.

Водоснабжение таких НВХ обычно механическое.

Производственные процессы:

- заготовка производителей;
- выдерживание производителей;
- получение половых продуктов, осеменение икры
- инкубация икры;
- выращивание сеголетков;
- учет и выпуск сеголетков.

В состав НВХ входят:

- цех инкубации икры и получения личинок;
- выростные пруды;
- пруды летнего и зимнего содержания производителей.

Задание 1. Перечислите и запишите в чем сходство и различие между НВХ и ЛРЗ.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите методы выращивания молоди на ОРЗ? Какие основные звенья технологического процесса вы знаете?
2. Что такое ЛРЗ? В чем различие и сходство ЛРЗ сиговых и ЛРЗ по воспроизводству тихоокеанских лососей?

4. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОЛОВЫМ СОЗРЕВАНИЕМ РЫБ

Цель занятия: Изучить особенности биотехники искусственного воспроизводства объектов аквакультуры.

4.1. Выбор оптимального режима преднерестового выдерживания производителей в зависимости от значения коэффициента поляризации ооцитов

Основным критерием для выбора режима преднерестового выдерживания зрелых самок в практике работы осетровых заводов

являются значения коэффициентов поляризации (K_p) полученные при биопсии гонад (Таблица 11). Так, от самок с $K_p < 0,09$ можно получать икру при достижении нерестовых температур без предварительного преднерестового выдерживания.

Параметром продолжительности преднерестового выдерживания для других групп самок (Таблица 11) является теплозапас, который рассчитывается в градусо-днях. При этом, чем менее зрелая рыба выдерживается, тем ниже должна быть температура и меньше градиент ее повышения. Несоблюдение данного условия приводит к десинхронизации созревания ооцитов и, как результат - к снижению качества полученной икры. Продолжительность преднерестового выдерживания самок из различных групп представлена в Таблице 11.

Таблица 11 – Режимы преднерестового выдерживания производителей в зависимости от коэффициента поляризации ооцитов K_p .

K_p	Необходимый теплозапас, градусо-дней	Продолжительность выдерживания при различных температурах, сут.			
		8-10°C	12-13°C	14-16°C	16-18°C
0,10	30-50	5-8	3-6	2-5	1-3
0,11	60-70	7-10	4-7	3-6	2-4
0,12	90-100	9-12	5-9	4-7	3-5
0,13	120-150	10-14	9-12	7-8	5-7
0,14	170-200	12-15	10-14	9-12	7-10
0,15	210-250	15-18	12-17	10-14	9-12
0,16	260-300	18-22	15-20	12-16	Не рекомендуется, кроме севрюги
0,17	350-400	21-25	17-22	14-21	-
0,18	410-500	30-40	25-30	20-25	-

В случае, если продолжительность выдерживания самок при нерестовых температурах вынужденно превышает значения, указанные в Таблице 11, для восстановления их воспроизводительной способности, целесообразно использование инъекций трийодтиронина (Т-3).

Для самцов основным требованием к режиму преднерестового содержания является сохранение их репродуктивных качеств. Поскольку самцы обычно готовы к нересту уже при кратковременном выдерживании при нерестовых температурах, наиболее эффективным приемом сохранения их репродуктивных качеств является содержание при невысоких температурах. В случае длительного содержания при нерестовых температурах самцы перезревают (особенно, это касается севрюги, белуги и стерляди). При работе с последними партиями самок могут также возникать проблемы с получением и качеством спермы.

4.2. Оценка готовности производителей к нересту по физиолого-биохимическим показателям и режимы преднерестового выдерживания

Следует отметить, что коэффициент поляризации ооцитов не является единственным показателем при определении оптимальных сроков преднерестового выдерживания. Исследование физиологического состояния производителей позволяет с помощью гематологических методов определить готовность рыб к нересту и оценить адаптивную функцию жирового обмена на последних стадиях репродуктивного цикла.

Для диагностики использовалось прижизненное определение биохимических показателей крови производителей, которые коррелируют с содержанием резервного жира в мышцах и отражают потенциальную способность производителей к воспроизводству заводским методом (Чебанов и др., 1991; Chebanov and Savelyeva, 1999).

В начале нерестового хода, традиционно, мигрируют самки с высоким уровнем пластических запасов и гонадами IV незавершенной стадии зрелости. Такие самки положительно отвечают на гонадотропную инъекцию только после выдерживания при нерестовых температурах (до 200 градусодней). В середине хода мигрируют более зрелые самки осетра с относительно крупной икрой и высоким содержанием белка в ооцитах.

Гонадотропную стимуляцию таким особям следует проводить после непродолжительного выдерживания. Поэтому для производителей осетровых рыб, отловленных в естественных водоемах в период нерестового хода, ранее, как правило, не использовали биопсию и рассчитывали продолжительность преднерестового выдерживания в зависимости от срока заготовки (Таблица 12)

Таблица 12: Рекомендации по преднерестовому выдерживанию производителей, заготовленных в период весеннего хода.

Вид, период нерестового хода	Продолжительность выдерживания	
	градусо-дни	сутки
Азовский бассейн		
Русский осетр		
Начало хода, заготовка в море	100-200	5-15
Массовый ход, заготовка в море	40-120	2-10
Севрюга		
Начало хода, заготовка в море	250-400	20-35
Массовый ход, заготовка в море	200-300	10-20
Заготовка в реке, май	180-220	10-15

Для индивидуального отбора самок, которые после гормональной стимуляции продуцируют рыбоводно-продуктивную икру, можно использовать следующие показатели (Таблица 13), позволяющие различать самок с законченным трофоплазматическим ростом ооцитов (IV завершенная стадия), недозревших рыб (IV незавершенная стадия) и истощенных рыб (после теплых зим или в конце нерестового сезона) с начальной дегенерацией половых продуктов (Баденко и др., 1984).

Таблица 13: Физиологические показатели «диких» производителей (Баденко и др., 1984).

Показатель	Состояние гонад, стадия зрелости ооцитов		
	IV незавершенная	IV завершенная	истощенные рыбы
Севрюга			
Белок сыворотки, г%	> 5	3-4	< 2
Общие липиды, мг%	> 2000	500-2000	< 500

Гемоглобин, мг%	> 14	8-13	< 8
Холестерин, мг%	> 250	100-250	< 100
Жир мышц, % ¹	> 25	14-24	< 14
Прогнозируемый % оплодотворения	27-48	86-93	не созреет
Русский осетр			
Белок сыворотки, г%	> 4,5	3,0-4,5	< 2
Общие липиды, мг%	> 1500	500-1500	< 500
Гемоглобин, мг%	> 14	8-13	< 8
Холестерин, мг%	> 200	100-200	< 100
Жир мышц. % ¹	> 20	8-15	< 7
Прогнозируемый % оплодотворения	50-70	82-90	не созреет

Содержание жира в мышцах коррелирует с биохимическими показателями крови и определяется расчетным способом.

Следует отметить, что средний уровень показателей белкового и жирового обменов диких самок (Таблица 13) на последних этапах репродуктивного цикла, свидетельствует о сбалансированности обменных процессов и нормальном течении гонадогенеза. После гонадотропной стимуляции, значения основных биохимических показателей крови снижаются у рыбоводно-продуктивных самок на 12-25%, а при переходе гонад в текущее состояние на 50-70% от исходного фона.

4.5.3 Преднерестовая корректировка физиологического состояния производителей

Резкое переохлаждение или наоборот, более длительная, чем оптимальная продолжительность (Таблица 12) выдерживания производителей при нерестовых температурах снижает их способность реагировать на гонадотропные инъекции и созревание.

Для восстановления реактивности клеток фолликулярного эпителия (в случаях содержания самок при нерестовых температурах) рекомендуется внутримышечное введение препарата трийодтиронина (Т-3), из расчета 20 мг на один кг веса в сутки (в течение 2-4 суток) при их преднерестовом выдерживании. Следует отметить, что инъекции трийодтиронина не

эффективны в случае продолжительного действия неблагоприятных условий и необратимых изменений (атрезии) ооцитов (Детлаф, Гинзбург и Шмальгаузен, 1981).

Для повышения репродуктивного качества, увеличения плодовитости и ускорения синхронизации созревания диких самок и, как следствие, более высокой оплодотворяемости икры, предложен метод инъектирования витаминов С (аскорбиновая кислота) и Е (α-токоферола) в период преднерестового содержания производителей (Сорокина, 2004). Для этого используют фармацевтические препараты: раствор 10%-ной аскорбиновой кислоты (100 мг/мл) и 30%-го α-токоферола-ацетата (300 мг/мл). Наибольший эффект получен при разовом введении витамина С, из расчета 10 мг на один кг тела самки, и двухнедельном курсе введения витамина Е (четырёхразовое инъектирование), из расчета 15 мг/кг (перед нерестом). На следующий день после инъектирования витаминов Е и С рекомендуется осуществлять инъекции цианокобаламина (витамин В₁₂) в концентрации 500 мкг/мл или 50 мкг на один кг массы тела рыбы (Матишов, Пономарёв и Пономарёва, 2007), который наряду с улучшением рыбоводно-биологических показателей (процент оплодотворения и выживаемость потомства), способствует усилению защитных функций организма, повышению стрессоустойчивости самок осетровых рыб.

4.4 ГОРМОНАЛЬНАЯ СТИМУЛЯЦИЯ НЕРЕСТА ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

4.6.1. Общие рекомендации по проведению гормонального стимулирования

Подготовку к гормональному стимулированию производителей начинают при температуре воды, близкой к значениям, оптимальным для инкубации икры, которые отличаются у различных видов осетровых (Таблица 14).

Таблица 14: Оптимальная температура воды (Т°С) для инкубации

икры осетровых.

Вид	Русский осётр	Белуга	Севрюга	Стерлядь	Шип
Т°С	14-18	9-14	17-21	10-15	14-18

Для стимуляции созревания осетровых рыб, наиболее часто используют следующие гонадотропные препараты: Ацетонированный гипофиз осетровых рыб (АГП); Аценированный гипофиз карповых рыб (АГП); Глицериновая вытяжка гипофизов осетровых рыб (ГГП); «Сурфагон» (GnRHa) - суперактивный аналог гонадотропинрелизинг-гормона млекопитающих (des-Gly¹⁰[D-Ala⁶] GnRHэтиламид).

4.6.2 Общие рекомендации по инъекированию

Высушенные ацетонированные гипофизы растирают пестиком в порошок в сухой чистой фарфоровой ступке (Рисунок 58). Необходимую дозу гипофиза взвешивают на торсионных весах отдельно для самок и самцов. К взвешенной дозе добавляют физиологический раствор (6,5 г химически чистой поваренной соли на один литр дистиллированной воды) или раствор Рингера для холодноводных и осторожно перемешивают. Количество гипофиза определяют в зависимости от температуры воды, массы рыбы, вида, пола и активности препарата (в лягушачих единицах).

Для инъекций используют медицинские шприцы. Длину (2,5—3,8 см) и диаметр иглы, а также объем (1-5 мл) шприца подбирают в зависимости от размера рыбы, дозы и типа препарата. При использовании ацетонированных гипофизов необходимо использовать иглы большего диаметра (для внутривенных инъекций). При приготовлении раствора ГГП и суспензии ацетонированного гипофиза необходимо, чтобы объем готового препарата для рыб массой до 5 кг не превышал 2 мл, на каждые следующие 5 кг массы рыбы объем раствора увеличивается на 1 мл. Инъекцию производят в спинные мышцы между спинными и боковыми жучками на уровне 3-5 спинной жучки (Рисунок 59). При введении

препаратов в мышечные ткани необходимо соблюдать осторожность и следить за тем, чтобы рыба при сжатии мышц не вытолкнула препарат. При инъекции препарат не должен вводиться подкожно, опасно также слишком глубокое введение иглы.

вводят в разные стороны спины. Приготовление и набор в шприцы суспензии ацетонированного гипофиза производится за 30-40 минут до начала инъекций.

4.6.3 Применение гипофизарных препаратов

При гормональной стимуляции нереста гипофизарными препаратами следует отдавать предпочтение дробным инъекциям. Общая доза препарата зависит от температуры воды и массы рыбы (Таблица 15), а доля предварительной инъекции - от степени зрелости ооцитов, оцениваемой по значению коэффициента поляризации (Таблица 16). Следует учесть, что истощенные рыбы более чувствительны к гипофизарным инъекциям, поэтому в этом случае дозировки препаратов необходимо снижать. Превышение дозы гипофиза вызывает прекращение развития зародышей на последних стадиях эмбриогенеза. В результате, вылупившиеся предличинки обладают слабым, размягчённым желточным мешком и погибают в течение первых пяти суток после вылупления.

Таблица 15: Зависимость дозы гипофизарных препаратов от температуры воды

Температура воды, °C	§ м % И л - Sip Н 0> CJ O	АГП карповых, мг/кг	ГП, осетровых, л.е.	Коэффициент для тощих рыб	Временной интервал между инъекциями, час
Русский осетр					
10-12	2,5	4,0	7,0	0,95	18
12-14	2,0	3,0	5,0	0,90	15
14-18	1,5	2,5	4,0	0,85	12
<18	1,0	1,5	2,5	0,80	9

Севрюга					
13-16	2,5	4,0	7,0	0,95	14
16-19	2,0	3,0	5,0	0,90	12
19-21	1,5	2,5	4,0	0,85	9
< 21	1,0	1,5	2,5	0,80	7
Белуга					
9-12	2,5	4,0	7,0	0,95	16
12-15	2,0	3,0	5,0	0,90	12
15-16	1,5	2,5	4,0	0,85	12
< 16	1,0	1,5	2,5	0,80	10
Стерлядь					
10-12	4,0	6,0	10,0	0,95	14
12-14	3,5	5,0	8,0	0,90	12
14-16	3,0	4,5	7,0	0,85	10
<16	2,5	3,5	6,0	0,80	8

При использовании гипофизов со стандартной активностью (3,3 лягушачьих единицы/мг).

Таблица 16: Зависимость дозы гипофизарных препаратов, вводимой при предварительной инъекции, от коэффициента поляризации ооцитов.

Коэффициент поляризации ооцитов, K_p	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13
Предварительная инъекция, % от общей дозы	10	13	15	18	20	23	25	25	28	30

Традиционно, самцов всех видов осетровых инъектируют однократно, перед разрешающей инъекцией самок. Доза вводимых гормональных препаратов для самцов в два раза меньше дозы, рассчитанной для самок.

В экспериментах с сибирским осетром (Williot, 2002; Williot *et al.*, 2009) установлено, что наибольшая двигательная активность спермиев отмечается через 36 часов после инъекции. Поэтому рекомендовалось проводить инъектирование самцов за 2-4 часа до инъекции самок. Для стерляди Танькиным (1979) были показаны возможности получения

спермы от самцов в течение четырёх суток после однократного инъектирования. При этом многократное сцеживание спермы у самцов благоприятно сказывается на подвижности спермиев в последующих порциях спермы. В случае отсутствия возможности надёжной оценки качества самцов (с помощью УЗИ) рекомендуется (Груслова и Тренклер, 2001), особенно, для белуги и первых партий русского осетра, начинать инъектирование самцов на 1,5-2 суток раньше, чем самок. При этом полученную сперму сохраняют в гипотермических условиях (Раздел 5.1.4).

Груслова и Тренклер (2001) также показали возможность неоднократного получения спермы путём повторного инъектирования гипофизарным препаратом (инъектирование GnRHа в этом случае менее эффективно) самцов, давших полноценную сперму через 3-4 суток после первого инъектирования.

4.6.4. Рекомендации по применению суперактивного синтетического аналога гонадотропин-релизинг-гормона млекопитающих (GnRHа, сурфагона)

При использовании GnRHа необходимым условием созревания самок является способность гипофиза выделять в кровь под действием препарата достаточное количество гонадотропинов (Гончаров и др., 1991). При применении GnRHа негативную роль также может сыграть секреция в кровь в ответ на введение препарата, его ингибитора - дофамина (Гончаров, 1998). Подобная реакция эндокринной системы чаще всего наблюдается у потамодромных видов и форм осетровых рыб (стерлядь и сибирский осётр ленокской популяции).

Изучение движения ядра (зародышевого пузырька) и кортикальных реакций показало, что повышение дозы экзогенного гонадотропина может привести к овуляции икры, даже при неполном завершении созревания цитоплазмы и отсутствии компетентности созревания ооцитов (Nocillado,

Van Eenennaam and Doroshov, 1999). В отличие от гипофизарных препаратов, GnRHа не повреждают ооциты, даже при 400-кратном превышении доз инъекций (Гончаров, 1998). Это очень важно, особенно для белуг крупного размера (более 100 кг), когда не всегда возможно точно установить массу тела рыб. Отсутствие негативных последствий для воспроизводства при введении избыточной дозы GnRHа по сравнению с гипофизарными инъекциями было отмечено для севрюги (Чебанов и Савельева, 1996).

Важным условием успешного применения сурфагона GnRHа является соблюдение оптимального температурного режима с повышением температуры воды на 2-3°C после первой инъекции (Chebanov *et al.*, 1998; Chebanov and Savelyeva, 1999). GnRHа не стимулирует созревание рыб в условиях колебаний температуры (особенно, резкого снижения), поскольку не содержит гонадотропных гормонов и рассчитан на “мягкую” физиологическую стимуляцию нейроэндокринных центров рыб, способствуя появлению эндогенного гонадотропина, что обычно обеспечивает высокое рыбоводное качество икры.

Препарат малоэффективен для больных, стрессированных или травмированных рыб, при резких перепадах атмосферного давления и нарушении гидрохимического режима. Наиболее эффективен GnRHа при работе с самками проходных видов - севрюги, русского осетра и белуги, и самцами всех видов, для которых минимальной дозой является 1-2 мкг/кг. Препараты могут вводиться одновременно или дробно (Таблица 17)

Таблица 17: Рекомендации по применению GnRHа для стимуляции созревания производителей осетровых рыб (Чебанов, Галич и Чмырь, 2004).

Температура воды, °C	Время между инъекциями, ч	Инъекции		
		предварительн ая, мкг/кг	разрешающая	
			Кп < 0.1 мкг/кг	0.1 <Кп < 0.13 мкг/кг
Русский осетр				

12-16	12	0,5	0,5	1,0
> 16	8	0,5	0,5	0,5
Белуга				
12-15	12	0,3	1,0	1,0
15-18	9	0,3	1,0	1,0
Севрюга				
14-16	8	-	0,5	1,0
>16	6	-	0,5	0,5
>16 в сезон	6	-	1,0	1,0

Задание 1. Заполните таблицу.

Биологические основы управления половым созреванием у рыб		
Преднерестовая корректировка физиологического состояния производителей	Самцы	Самки
ГОРМОНАЛЬНАЯ СТИМУЛЯЦИЯ НЕРЕСТА ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ	Самцы	Самки

Контрольные вопросы.

1. С какой целью необходимо изучать биологические основы управления половым созреванием у рыб?
2. Для чего и какие гипофизарные препараты применяют в рыбоводстве?

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Ранделин Дмитрий Александрович

Кравченко Юрий Владимирович

Агапова Василина Николаевна

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**для проведения практических занятий
по дисциплине «Биологические основы рыбоводства»
для обучающихся по направлению
35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура».
Часть 1**

Компьютерная верстка *Развозжаевой М. В.*

Подписано в печать 15.11.2021. Формат 60х84^{1/16}.

Усл. печ. л. 1,63. Тираж 100. Заказ 55.

ИПК ФГБОУ ВО «Волгоградский ГАУ» «Нива»

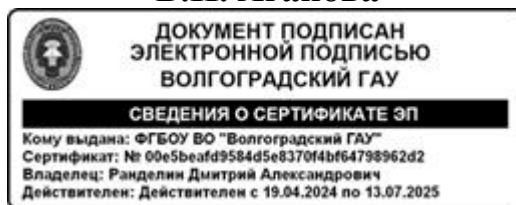
40000

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Департамент научно-технологической политики и
рыбхозяйственного комплекса
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Волгоградский государственный аграрный университет»**

Факультет биотехнологии и ветеринарной медицины

Кафедра «Водные биоресурсы и аквакультура»

**Д.А. Ранделин
Ю.В. Кравченко
В.Н. Агапова**



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**для проведения практических занятий по дисциплине
«Биологические основы рыбоводства» для обучающихся по
направлению**

35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура».

Часть 2

**Волгоград
2021**

УДК 639.2.04
ББК 47.2

Рецензент –
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Кормление и
разведение с.-х. животных» *Е.А. Липова*

Ранделин, Дмитрий Александрович
Биологические основы рыбоводства, часть 2: учебно-методическое
пособие к практическим и лабораторным занятиям / Д.А. Ранделин, Ю.В.
Кравченко, В.Н. Агапова. – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ,
2021.

В пособии рассматриваются значение рыбоводства, биологические
особенности рыб в связи с их воспроизводством, основы проектирования
рыбоводных заводов и нерестово-выростных хозяйств, биологические
основы управления половым созреванием рыб, инкубации икры,
интенсификации рыбоводных процессов.

Для студентов очного отделения факультета Биотехнологий и
ветеринарной медицины, обучающихся по направлению 35.03.08 «Водные
биоресурсы и аквакультура».

Рекомендовано методической комиссией факультета биотехнологии и
ветеринарной медицины ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (протокол №
от _____ 2021г.)

© ФГБОУ ВО Волгоградский
государственный аграрный
университет, 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ЧАСТЬ 2.

5. БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСЛОВИЙ ИНКУБАЦИИ ИКРЫ И ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДИ РЫБ	4
6. ИНТЕНСИФИКАЦИЯ РЫБОВОДНЫХ ПРОЦЕССОВ	11
7. АККЛИМАТИЗАЦИЯ	37

***5. БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСЛОВИЙ
ИНКУБАЦИИ ИКРЫ И ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДИ РЫБ***

Цель занятия: Изучить особенности инкубации икры и выращивания молоди рыб.

5.1. Отбор половых продуктов

Отбор половых продуктов начинают по достижении 5 стадии зрелости половых продуктов.

Применяют 3 основных способа отбора икры и спермы.

1. *Метод отцеживания.* Рыбу обмывают, обтирают салфеткой брюшко и анальный плавник.левой рукой берут рыбу за хвостовой стебель, левым локтем прижимают голову рыбы под мышкой и слегка выгибают брюшко над тазиком. Икра струей вытекает в тазик. Тазик лучше использовать стеклянный и направлять струю половых продуктов по касательной к его стенке - так они меньше травмируются. Кроме того, стеклянный тазик проще дезинфицировать. Когда икра перестает вытекать, правой рукой слегка массируют и сдавливают брюшко спереди

назад. Отцеживание прекращают, когда из полового отверстия рыбы появляются комки икры или сгустки крови. Крупную рыбу держат вдвоем. Отцеживается не вся икра. У невского лосося - до 80%. Часто применяют анестетики: ихтиокалм, ВБОЗ, пронаксат и другие - рыба становится менее активной и легче переносит стресс.

2. *Метод вскрытия.* Рыбу оглушают деревянной колотушкой и подвешивают вверх головой на крюк. Перерезают жаберную или хвостовую артерию. После обескровливания рыбу обмывают, протирают и аккуратно взрезают брюшко на 10-15 см вверх от полового отверстия. Икру извлекают, пером удаляют комки незрелых икринок. Такой метод разработан для осетровых рыб. Однако, сейчас и у осетровых половые продукты научились сцеживать - для этого им делают разрез на 1-2 см над половым отверстием.

3. *Комбинированный метод.* Икру сначала отцеживают, а затем рыбу вскрывают - при этом травмируется меньше икринок, чем при вскрытии, а извлекается больше икры, чем при сцеживании.

Процесс отбора половых продуктов пытаются механизировать. Разработаны методы нагнетания воздуха в брюшную полость рыбы для вытеснения половых продуктов, отсасывания половых продуктов сифоном. Рыбу можно поместить в резиновую полую манжету и, надувая ее, мягко сдавливать брюшко.

У порционно-нерестующих рыб отцеживают порции половых продуктов по мере их созревания.

5.2. Качество половых продуктов

Икринки должны быть правильной округлой формы, прозрачные (кроме осетровых), окрашенные типично для данного вида. Оплодотворяемость такой икры 80-90%. Незрелая или перезрелая икра обычно дряблая, икринки легко давятся пальцами. Такая икра плохо оплодотворяется, при ее развитии много эмбрионов имеют аномалии.

Для определения качества икры помещают 1 мл ее в 5 мл раствора метиленовой сини (1 капля 0,05% раствора на 10 мл профильтрованной речной воды). Если раствор обесцвечивается в течение 10-15 мин, значит икра доброкачественная; если в течение 30-60 мин - икра перезрелая; если совсем не обесцвечивается - незрелая. Можно использовать и икру от погибших самок - она сохраняет жизнеспособность еще некоторое время, у сигов, например. - 3 часа.

Качество спермы определяют по шкале Г.М. Персова (табл 6).

Шкала Г.М. Персова для определения качества молок

Таблица 6

<u>Баллы</u>	<u>Характеристики спермиев</u>
<u>5 баллов</u>	<u>Все спермии одинаково подвижны и трудно выделить одного в общей массе</u>
<u>4 балла</u>	<u>В массе подвижных спермиев можно выделить спермии с зигзагообразным или колебательным движением</u>
<u>3 балла</u>	<u>Спермии с зигзагообразным или колебательным движением преобладают. Есть неподвижные спермии</u>
<u>2 балла</u>	<u>Неподвижно до 75% спермиев (для оплодотворения непригодны)</u>
<u>1 балл</u>	<u>Все спермии неподвижны (для оплодотворения непригодны)</u>

Можно определять качество спермы по ее цвету и консистенции:

- желтовато-кремовая, густая как сметана - хорошее качество;
- белая, густоты сливок - среднее качество;
- голубоватая, жидкая - плохое качество.

Концентрацию спермы определяют в камере Горяева. Продолжительность движения спермиев выясняют с помощью секундомера.

Для определения оплодотворяющей способности спермы берут оплодотворенную икру на стадии 2-го деления (у лососевых 100-150 икринок; у осетровых 300-350; у карповых 300-400) и просматривают их под биноклем (с икры осетровых надо снять оболочки). По специальным номограммам можно рассчитать и скорость развития

эмбрионов при данной температуре.

Если сперму карпа на 8-10 секунд поместить в 2,1-2,5% раствор NaCl, то ее оплодотворяющая способность увеличивается.

Сперму можно хранить несколько суток в полостной жидкости (длительность хранения у каждого вида своя). Для длительного хранения сперму замораживают в жидком азоте (криоконсервация).

5.3. Осеменение и инкубация икры

Осеменение производят в течение 10-20 мин после извлечения икры из самки смесью спермы от 3-5 самцов (тогда оплодотворяемость икры и выживаемость эмбрионов больше, т.к. у икринок разная избирательность к спермиям). На 1 кг икры надо 0,5-10 мл спермы. Смешивание надо производить при рассеянном свете. Есть 3 способа осеменения.

1. *Сухое осеменение.* Этот способ применяют для рыб, у которых спермии активируются полостной жидкостью, а в воде теряют подвижность - лососевых, сиговых, карповых. Икру помещают в сухой таз, добавляют сперму и тщательно перемешивают их. Затем сливают жидкость и промывают икру.

2. *Полусухое осеменение.* Применяют для осетровых. Икру помещают в сухой таз, сперму разводят водой (1 / 200), вливают в таз с икрой и перемешивают их.

3. *Мокрое осеменение.* Применяют для рыб, у которых сперма активируется водой (осман, волжская сельдь, рыбец). В таз с икрой вливают воду и сперму или одновременно вливают икру и сперму в воду и перемешивают 1-3 мин.

У каждого из способов осеменения есть много разновидностей, разработанных для конкретных видов. От условий осеменения зависит соотношение полов. У карпа в щелочной среде и при высокой температуре из икры вылупляется 75-89% самцов, а в кислой среде и при низкой температуре только 11-25%.

Оплодотворение происходит в течение 2-3 мин после осеменения. Стандартная оплодотворяемость у лососевых 97%; белорыбицы 75-97%; сига 95%; белуги 90%; осетра 80%; севрюги 70-90%; рыба 95%.

Можно увеличить оплодотворяемость икры: ее обрабатывают раствором Хамара, раствором KCl, даларгином (синтетический аналог опиоидного пептида). Иногда вводят самкам стимулирующие препараты до изъятия икры. Например, вводят под кожу раствор зрелой спермы за 3 недели до гипофизарной инъекции - оплодотворяемость икры растет.

Оплодотворенную икру несколько раз отмывают от слизи, остатков спермы и полостной жидкости. Затем оставляют ее на 1-6 часов для набухания. После набухания икру обесклеивают (удаляют с нее выделившиеся капли клея, чтобы она не прилипла к стенкам аппаратов) с помощью талька, мела, ила, молока, эмульсий растительных или минеральных масел. Обесклеенная икра не должна в чистой воде склеиваться в комки в течение 5 мин. Обесклеивание проводят вручную или используют аппараты Орлова (перемешивание сжатым воздухом) или Коновалова (мешалка из перьев).

Инкубация икры

Инкубацию икры производят в естественных водоемах или в цехах.

В водоемах происходят изменения температуры, состава воды, скорости течения; в них есть взвесь, способная повредить икру. Инкубационные аппараты устанавливают на плотках или тросах на течении.

Аппарат Чаликова - сетчатый ящик 70 x 34 x 15,5 см с крышкой. Вмещает 2500 икринок осетра, или 40000 икринок севрюги, или 125000 икринок леща, или 250000 икринок судака.

Аппарат Сес-Грина - деревянный ящик 60 x 40 x 25 см с сетчатым дном.

Аппарат Жуковского - металлический ящик с натянутой сеткой

окнами и сетчатым подрамником для сбора выклюнувшихся личинок. В ящик вставляют стопку сетчатых рамок 44 x 29 см, на которые наносят икру в 2 слоя. Закрытый крышкой ящик опускают на дно на глубину 1,5-2,0 м. Аппарат применяют для инкубации икры осенне-нерестующих рыб, он вмещает до 30000 икринок лососей.

В цехах используют следующие типы инкубационных аппаратов:

Аппарат Коста - ящик с рамкой для 2000-2500 икринок и сливом сбоку. Вода подается по трубке со скоростью 0,6 л/мин.

Аппарат Шустера - металлический ящик с водосливом, в который вставлен другой ящик с сетчатым дном и сеткой перед сливом для задержания смытых икринок и личинок. Во внутренний ящик помещается 5000-6000 икринок. Вода подается по трубке со скоростью 1,0 л/мин.

Аппарат Вильямсона - лоток, в котором 3-4 стопки сеток с икрой установлены в 5 см над дном. Вода подается с одного конца лотка и вытекает с другого, между стопками стоят пластины, направляющие воду на сетки. В СССР на основе аппарата Вильямсона разработали аппараты дальневосточного типа - бетонные короба, в которые вставляли несколько стопок из 10 рамок каждая, рамка вмещает 2500-3000 икринок лососей.

Еще один вариант лоткового аппарата: деревянный или бетонный короб 3 м длиной и по 0,5 м шириной и высотой. Сетчатые рамки для икры размером 60 x 49,5 см вставлялись в него наклонно.

Разработаны аппараты вертикального типа. Это металлические шкафы с выдвижными полками, на которых располагаются кюветы с рамками для икры (икра в 1-2 слоя). Аппарат ИВТ-1 вмещает 12 кювет, в ИВТ-М - 16 кювет. Вода подается сверху.

В аппарате вертикального типа ИМ (аппарат Канидьева) на полках стоят кассеты, в каждой 2 металлических цилиндра с сетчатыми вкладышами. Икру во вкладыши накладывают в 5-6 слоев. Сложная система пластин-отражателей на внутренних стенках цилиндров разбивает

поступающую в центр цилиндра воду на струи, равномерно омывающие икру со всех сторон. Расход воды меньше, чем в других аппаратах (табл. 7).

Характеристики аппаратов вертикального типа

Таблица 7

Тип аппарата	ИВТ-1	ИВТ-М	ИМ
Скорость протока воды (л/мин)	10	10	5
Количество вмещаемой икры (тысяч икринок)	160	200	300
Выживаемость икры (%)	92	92	97

Аппарат Вейсса - стеклянный цилиндр, высотой 50 см и диаметром 20 см, с оттянутой горловиной снизу. В нее подают воду с такой скоростью, чтобы икра находилась во взвешенном состоянии. Аппараты Вейсса устанавливают батареями в стеллажах с единой системой подачи и удаления воды. В такой аппарат вмещается икринок ряпушки - 110000, белорыбицы - 200000, омуля - 250000, сига - 300000, пеляди - 800000.

Аппараты ВНИИПРХ - увеличенные до 20 и 100 л аппараты Вейсса.

Аппарат Савина-Архипова - увеличенный до 200 л аппарат Вейсса, в нижней части которого установлен диск-рассекатель. Диск рассекает подающуюся воду на мелкие струйки и распределяет их равномерно по объему аппарата. Вмещает 1,3 млн. икринок карпа, сазана, белого амура.

Аппарат Казанского - увеличенный до 200 л аппарат Вейсса, в нижней части которого установлено распределительное устройство, дающее 6 струй под углом 30° к вертикали - это улучшает перемешивание икры. Вмещает 1,25 кг икры осетровых.

Аппарат Ющенко - металлический ящик в виде столика на колесиках. Внутри есть лопасти, создающие ток воды (его скорость регулируется), и отбойники, обеспечивающие оптимальное омывание икры. Сетчатая рамка вмещает 70000-100000 икринок осетра или 120000-150000 икринок севрюги, или 80000-90000 икринок белуги. В последних моделях есть автомат для сбора личинок. Аппарат прочный, надежный, удобный.

Воду, подаваемую в аппараты, необходимо обеззараживать.

Инкубационные аппараты размещают в специальных цехах, где смонтированы системы подачи и удаления воды, емкость для запаса воды на 20 мин работы цеха, системы подогрева воды, отопления цеха, лаборатория и помещение для дежурной смены. Аппараты можно устанавливать в несколько ярусов, что экономит место. Располагать инкубационный цех лучше в начале водоподающего канала.

Отстоянная и даже профильтрованная вода все же содержит взвесь, оседающую на икру. Поэтому рамки надо регулярно промывать: отключают подачу воды и струйкой из шланга промывают рамки с икрой. Частота промывки зависит от содержания взвеси.

Перед загрузкой икры аппараты обрабатывают 0,05% раствором перманганата калия. Для профилактики сапролегниоза рамки на 15 мин помещают в 0,5% раствор формалина или 0,002% раствор малахитового зеленого. Если вода загрязнена ионами тяжелых металлов, в нее можно добавлять диэтилтриаминпентауксусную кислоту (ДТПА) - выживаемость икринок и предличинок увеличивается в 2 - 3 раза.

Важен режим освещения в инкубационном цехе. Икра палтуса первые 6 суток на свету развивается быстрее, чем в темноте, после 12 суток свет можно отключать.

При температуре выше естественной личинки семги вылупляются значительно лучше развитыми.

Икру горбуши лучше инкубировать в солоноватой воде (0,5-1,0 %) - резко снижается гибель личинок в период ската в море.

Личинки выклеваются из икры не одновременно, но период выклева можно сократить, меняя скорость протока. Для осетровых рыб проток усиливают, для карповых и растительноядных рыб - замедляют.

Предличинок лососевых можно содержать прямо в инкубационных аппаратах, предличинок других рыб пересаживают в бассейны, лотки,

садки или специальные аппараты.

Длительность подращивания предличинки зависит от температуры воды и вида рыбы. Карповых подращивают 4-5 сут; осетровых 5-10 сут; сигов до 20 сут; лососей до 1,5 месяцев. Погибших предличинки удаляют.

По мере роста личинок надо уменьшать плотность их посадки - обычно личинок рассаживают.

Личинок осетровых содержат в круглых бассейнах с гладким дном, слегка наклоненным к центральному стоку (должен быть и боковой сток). Глубина воды у стенок 15-20 см, в центре 20-25 см. Вода подается через флейту. В непроточные бассейны сажают до 10000 личинок, в проточные - до 15000. В оптимальных условиях за 8 суток личинки достигают массы 150 мг при выживаемости 87%.

Плавучие садки для личинок имеют размер 2 x 1,5 x 0,5 м. В такой садок помещают 20000-25000 предличинки и ставят по 40 садков на 1 га. Ячейка сети - 1 мм. Такая мелкая ячейка ухудшает циркуляцию воды и увеличивает гибель личинок (25-35%), но через более крупную ячейку личинки будут уходить. Сеть должна быть туго натянута, иначе личинки набиваются в складки и гибнут от удушья. Дважды в смену стенки чистят щетками, чтобы очистить ячейку от взвеси и водорослей.

Следует регулярно следить за качеством воды, состоянием садков или аппаратов, состоянием личинок. Раз в 10-15 дней определяют средние величины длины и массы тела личинок, их упитанность.

Личинок с аномалиями развития надо удалять. Например, в бассейнах с осетровыми ночью лучом фонаря водят по поверхности воды с определенной скоростью. Личинки плывут за пятном света, при этом аномальные личинки отстают и их собирают сачком.

Скорость роста личинок сильно зависит от их питания, поэтому, в зависимости от температуры, ежедневно меняют режим кормления и количество корма. Очень важно точно определить момент перехода

личинки на внешнее питание (когда кончится желток) - они не могут долго голодать (щука - до 3 сут; карп - до 7 сут).

Когда личинки достигают определенной массы, их или рассаживают, или выпускают.

В ходе инкубации личинок регулярно подсчитывают. Существует несколько методов их учета.

Поштучный пересчет проводится следующим образом: плоский сачок делят цветными нитями на 4-9 частей и черпают им личинок.

Счетный сектор. Проволочная рамка с сеткой “вырезает” обычно 10% объема круглого бассейна, но перед ее применением надо добиться равномерного распределения личинок. Ошибка 5-7%.

Эталонный метод. Помещают в таз определенное количество личинок, рядом ставят такой же таз и насыпают в него на глаз примерно столько же, сколько в эталонный - считают количество полных тазов. Ошибка 10-15%.

Счетно-весовой аппарат ГСА-3. Весы с емкостью. Определяют среднюю массу личинки. Взвешивают пустой сачок, затем - сачок с рыбой, считают количество полных сачков. Затем делят общий вес всех рыб на величину среднего веса личинки. Учитывают до 180000 личинок в час.

Аппарат ВНИИПРХ. Барабан с прорезями, одна из которых ведет в контрольную емкость. В него наливают воду с личинками, а когда все личинки выйдут через прорези, подсчитывают число личинок в контрольной емкости. Скорость подсчета до 1 млн. личинок в час.

Фотоэлектрический метод. Личинок с водой прокачивают через тонкую трубку, по которой они идут одна за другой пересекая луч света мимо фотоэлемента (сейчас ставят видеокамеру сигнал с которой идет на процессор компьютера).

Установите соответствие и укажите очередность способов отбора икры и спермы.

Задание 1. Установите соответствие. В каком порядке происходит способы отбора икры и спермы у рыб.

Метод вскрытия	1.
Метод отцеживания	2.
Комбинированный метод	3.

Задание 2. Заполните таблицу

<i>Методы учета личинок в ходе инкубации</i>	Способы учета
<i>Фотоэлектрический метод.</i>	
<i>Аппарат ВНИИПРХ.</i>	
<i>Поштучный пересчет</i>	
<i>Счетно-весовой аппарат ГСА-3.</i>	
<i>Эталонный метод.</i>	
<i>Счетный сектор.</i>	

Контрольные вопросы:

1. Перечислите способы осеменения рыб и их особенности.
2. Что такое криоконсервация? Значение криоконсервации в аквакультуре.
3. Что такое обесклеивание икры? Для чего производят данную процедуру?

6. ИНТЕНСИФИКАЦИЯ РЫБОВОДНЫХ ПРОЦЕССОВ

Цель занятия: Изучить способы интенсификации рыбоводных процессов.

Повышение рыбопродуктивности естественных водоемов является важнейшей задачей рыбного хозяйства России.

Средняя рыбопродуктивность российских водохранилищ составляет всего 14 кг рыбы с 1 га в год (почти вдвое меньше прогнозов). Из промысла

при этом выпадают наиболее ценные проходные виды рыб. Вследствие этого первоначальные планы были пересмотрены и составлены новые, уточненные прогнозы, в большинстве водохранилищ они совпали с реальной рыбопродуктивностью (кроме Горьковского и Волгоградского, где они все же оказались завышены).

Кроме того, причинами низкой продуктивности водохранилищ являются:

1. Неблагоприятный уровеньный режим.
2. Небольшие площади зарослей водных макрофитов - нерестилищ рыб-фитофилов. Большинство рыб, обитающих в наших реках - фитофилы, и для их нормального нереста водные растения должны занимать 10-15% площади водоема. В большинстве же водохранилищ площадь зарослей не превышает 1%.
3. Из-за небольших площадей зарослей молоди рыб негде укрываться от хищников.
4. В зарегулированных водоемах сильно меняется видовой состав и численность беспозвоночных. Это ухудшает кормовую базу многих рыб, особенно, леща (густер и сазан смогли перейти на питание дрейссеной).
5. Замедление течения в водохранилищах уменьшило концентрацию растворенного кислорода, что снизило численность берша и ряда других видов рыб.
6. Эвтрофикация и загрязнение водохранилищ сточными водами вызывают гибель икры и молоди, что негативно сказывается на численности рыб.
7. Плохо очищенное дно многих водохранилищ не позволяет применять тралы и сети - невозможно выловить рыбу.

Повысить рыбопродуктивность водоемов можно несколькими способами.

6.1. Улучшение условий нагула

Регулирование уровня режима

В водохранилищах сброс воды энергетиками, забор ее на орошение и для других водопользователей вызывает обсыхание икры, осушение мелководных участков, где нагуливается молодь, и другие негативные последствия. Для увеличения численности рыб необходимо рациональное регулирование уровня воды в водоеме. Сохранения благоприятного для рыб уровня воды можно добиться:

- а) согласованием сброса воды через гидроузел с ихтиологами;
- б) созданием резервного водохранилища рядом с основным, водой из которого пополнять основное по мере его сработки;
- с) переброской вод из соседних регионов.

Регулирование уровня режима в интересах успешного размножения рыб пытались проводить неоднократно, но обычно объем рыбохозяйственных попусков был недостаточным из-за противодействия энергетиков, а в маловодные годы попуски не производились совсем.

Для нормального воспроизводства севрюги (3,5 тыс. т/г) сток Волги в июле-августе должен составлять 60-65 км (и необходимо пропустить на нерестилища 230-240 тыс. производителей, из которых 110 тыс. самок).

Сокращение сброса сточных вод

Сокращения сброса сточных вод в водоемы можно добиться несколькими способами:

- а) строительство новых очистных сооружений и совершенствование уже существующих;
- б) изменение технологии работы сельскохозяйственных и промышленных предприятий таким образом, чтобы при их работе получалось меньше отходов;
- в) удаление загрязненных донных осадков и другие меры по очистке водоемов от накопленных токсических веществ.

Предотвращение заболачивания водоема

Предотвращение заболачивания водоема достигается:

- а) осушением водосбора;
- б) удалением сплавин из водоема;
- в) расчисткой завалов и зарослей в протоках;
- г) укреплении почвы берегов путем засеивания их травами.

Предотвращение засоления водоема

Предотвращение засоления водоемов достигается:

- а) регулированием проточности водоема гидроузлом;
- б) подачей в водоем пресной воды из другого водоема;
- в) отчленением дамбами засоляющихся участков водоема.

Предотвращение заморов рыбы

Предотвратить заморы рыбы можно:

- а) усилением проточности воды;
- б) расчисткой ключей;
- в) принудительной аэрацией при помощи компрессоров, инжекторов, разбрызгивателей и других механических устройств.

Аэрацию рыбохозяйственных водоемов в СССР проводили достаточно широко. Для этого:

- а) прорубали проруби в заморных водоемах (к таким мероприятиям широко привлекали общественность);
- б) закачивали воздух в воду компрессорами (но это нередко вызывало размыв дна и усиление процессов эвтрофикации);
- в) устанавливали на водоемах агрегаты, разбрызгивающие воду в воздух, для насыщения ее кислородом;
- г) были разработаны вихревые установки - они создавали в воде систему струй таким образом, чтобы струи засасывали воздух в воду;
- д) на гребные винты маломерных судов устанавливали инжекторные устройства: когда такое судно плавало по водоему, за счет вращения винта

воздух засасывался из атмосферы в инжектор и нагнетался в воду.

Защита промысловых рыб от хищников

Защищать нагуливающих промысловых рыб от хищников можно:

- а) снижая численность хищных рыб целенаправленным их отловом;
- б) отгораживая дамбами со шлюзами нагульные участки (выживаемость промысловых рыб увеличивается в сотни раз).

Улучшение кормовой базы рыб

Улучшение кормовой базы рыб в водоемах достигается:

- а) внесением удобрений для стимулирования развития фитопланктона;
- б) вселением в водоем новых кормовых объектов.

Удобрения для улучшения кормовой базы водоема вносят обычно минеральные. При правильном выборе состава и количества удобрений численность фитопланктона увеличивается так, что рыбопродуктивность возрастает до 10 раз. Если же удобрения вносить не одновременно, а несколькими порциями (дробно), то вылов рыбы возрастает еще на 10%.

Особенно важно увеличение кормовой базы рыб для малопродуктивных водоемов гумидной зоны, занимающей весь север нашей страны. Кроме удобрения и вселения беспозвоночных, там следует производить многолетнее известкование.

6.2. Улучшение условий размножения рыб

6.2.1 Обеспечение прохода производителей к нерестилищам

Нередко хозяйственная деятельность создает препятствия, мешающие производителям проходить к нерестилищам. Эти преграды необходимо устранять. Для этого надо:

- а) расчищать завалы и ликвидировать водопады;
- б) углублять русло;
- в) строить рыбопропускные сооружения.

Рыбопропускные сооружения

При строительстве плотины сначала определяют целесообразность сооружения рыбопропускных устройств на гидроузлах. Для этого надо установить:

1. Хозяйственную ценность рыб, для которых предполагается построить соответствующее устройство; величину запаса этих рыб и количество их нерестилищ выше плотины.

2. Значение нерестилищ, находящихся выше плотины, для размножения данного вида рыб. Если отсекается более 75% нерестовой площади, то необходимо рыбопропускное сооружение первого класса; если от 25 до 75% - второго класса; если менее 25% - третьего класса.

3. Состояние этих нерестилищ после сооружения гидроузла, вероятность появления в создаваемом водохранилище новых участков, пригодных для нереста рыб.

4. Возможность успешного ската молоди с нерестилищ через гидроузел.

5. Экономический эффект рыбопропускного сооружения.

Все рыбопропускные сооружения делятся на 2 типа:

1. Непринудительные - рыбоходы.

2. Принудительные - рыбоподъемники, рыбопропускные шлюзы, рыбоходы с ловушками.

При проектировании рыбопропускного сооружения необходимо учитывать, что для каждого вида рыб характерна некоторая предельная скорость плавания и рыба не может преодолеть течение, скорость которого выше этой предельной скорости. Для карповых рыб оптимальная скорость течения от 0,8 до 1,2 м/с; для осетровых - от 1,0 до 1,5 м/с; для лососевых - от 2,0 до 3,0 м/с.

Вход в рыбопропускное сооружение надо располагать на таком участке русла ниже плотины, где скорость течения приемлема для данного вида рыб.

Непринудительные рыбопропускные сооружения

Рыбоходы с одинаковой скоростью течения по всему сечению

Это каналы, желоба, лотки в которых скорость течения воды зависит от их длины и разности уровней верхнего и нижнего бьефов. Длина таких рыбоходов достигает нескольких километров и, чтобы не делать их слишком длинными, на их верхнем конце устанавливают шлюзы, регулирующие скорость течения. Можно, также создать в канале преграды, замедляющие проток воды: устанавливают в шахматном порядке бетонные блоки, делают чередующиеся неполные перегородки от правого и левого бортов, делают шероховатое бетонное дно, или засыпают дно булыжником.

Рыбоходы с переменной скоростью течения

Прудковые. Рыбоход строят в виде прудиков-ступенек, соединенных короткими каналами. Скорость течения в каналах - высокая, а в прудиках - низкая, и рыбы могут в них отдыхать.

Лестничные. Рыбоход строят в виде ступенек с бортиками. Ступени разделены перегородками с отверстиями, через которые вода сливается со ступеньки на ступеньку. Ступеньки сооружают секциями с перепадом уровня по секции не более 5 м. На границах секций устраивают, например, сбоку, бассейны для отдыха рыб.

Принудительные рыбопропускные сооружения

Рыбопропускные шлюзы

Их строят возле водосбросной части плотины.

В теле плотины сооружают вертикальную шахту. На ее верхнем и нижнем концах располагают лотки с затворами и побудительными решетками,двигающимися горизонтально. В самой шахте также ставят побудительную решетку, движущуюся вертикально. Вода затекает в шахту через верхний лоток, или нагнетается насосом.

Сначала открывают затвор нижнего лотка и пускают в шахту воду,

чтобы создать в нижнем бьефе привлекающий поток (скорость от 0,5 до 2,0 м/с). Рыба начинает по этому потоку подходить к шахте и накапливается в нижнем лотке. Часто возле нижнего лотка устраивают помещение с окошком в лоток, где сидит наблюдатель или устанавливается фотоаппарат для учета рыбы. Когда в лотке оказывается достаточно рыбы (или каждые 0,5-1,5 часа) побудительную решетку опускают в лоток, и она двигается к шахте, гоня перед собой рыбу. Когда рыба оказывается в нижней части шахты, внутреннее отверстие лотка закрывают затвором и заполняют всю шахту водой. После этого начинают поднимать вверх по стволу шахты вторую побудительную решетку, гоня ею рыбу вверх. Когда рыба поднимается до уровня верхнего лотка, она или сама выходит через него в верхний бьеф, или выгоняется третьей побудительной решеткой.

Рыбоподъемники

Механические рыбоподъемники

В теле плотины сооружают шахту с лотками на верхнем и нижнем концах. Рыба находит нижний лоток по привлекающему потоку и заходит в накопительную камеру. Скорость протока в накопительной камере должна быть оптимальной - без зон ускоренного или замедленного течения. Здесь расположена решетчатая клетка, которая двигается по шахте как лифт. Когда в камере окажется достаточное количество рыбы, клетка поднимается и поднимает рыбу в верхний лоток. Отсюда рыба выходит в верхний бьеф.

Гидравлические рыбоподъемники

В теле плотины сооружают наклонную шахту под таким углом, чтобы рыба могла сама плыть по ней вверх - используется реореакция рыб. Скорость протока часто регулируется специальной турбиной, которая замедляет течение и одновременно вырабатывает дополнительную электроэнергию. Однако, как показал опыт Канады, в рыбоподъемниках,

совмещенных с турбинами, рыба нередко травмируется сильнее, чем в обычных турбинах ГЭС.

Плавучий рыбоподъемный комплекс

Состоит из самоходного контейнера и несамоходного накопителя. Накопитель устанавливается в нижнем бьефе, притапливается, открываются ворота на его торце, обращенном вниз по течению. Чтобы больше рыбы попадало в накопитель, у ворот устанавливают 3 решетки: две - вправо и влево, одна - до дна вниз. Через 1,5-2,0 часа побудительная решетка перегоняет рыбу, попавшую в накопитель, в пришвартованный к его корме контейнер. Контейнер отделяется от накопителя и идет в верхний бьеф через судоходный шлюз.

6.2.2. Другие способы улучшения условий размножения рыб

1. Устройство соединительных каналов для поддержания связи нерестилищ с водоемами.

2. Предотвращение сгонно-нагонных явлений:

- а) регулирование стока рек;
- б) обвалование нерестовых участков;
- в) строительство водоподающих шлюзов;
- г) строительство нерестовых водоемов.

3. Улучшение состояния естественных нерестилищ:

- а) расчистка нерестилищ от зарослей;
- б) удаление накопившегося ила (рыхление гальки на участках, находящихся на течении реки или промывка земснарядом).

В Волго-Каспийском бассейне ежегодно надо выкашивать 33 тыс. га водных макрофитов, бороновать 6,5 тыс. га рыбоходных банок, проводить дноуглубительные работы (удалять 2 млн. м³ донного грунта)

4. Сооружение искусственных нерестилищ.

Искусственных нерестилищ сооружалось довольно много. Например, в 1974-79 гг. ниже Волгоградской ГЭС отсыпали 33,3 га щебня слоем 5-30

см на глубине 3,0 м для нереста осетровых рыб. Ожидалось увеличение уловов на 3,5-4,5 тыс. т/г. Подобные нерестилища сооружали для белорыбицы и рыбака.

В водохранилищах устанавливали нерестовые гнезда для фитофилов. К плавающим деревянным рамам подвешивали на веревках венички из веток, отходов текстильного производства (не ниже 25 см от дна, не выше 50 см от поверхности воды). Венички привязывали также к вбитым в дно кольям. Для судака изготавливали гнезда из веток или проволоки с пучками капроновых ниток внутри гнезда.

Дамбами со шлюзами отгораживали нерестовые участки у берега для защиты от волнобоя и хищников.

Можно устраивать искусственные нерестилища в мелководных заливах или в обводных каналах длиной 100-150 м, шириной 5-10 м и со скоростью течения от 0,7 до 1,0 м/с.

6.3. Предотвращение попадания рыб в водозаборы

Попадание рыбы в насосы резко увеличивается в период ската молоди проходных видов в море. Уменьшить гибель рыбы можно рациональным размещением оголовков насосных систем. Предложено, например, устанавливать оголовки в излучинах рек у берега, от которого течение (несущее основную массу молоди) отходит к противоположной стороне. Если за такой излучиной следует прямолинейный участок, то скопившуюся у вогнутого берега рыбу легко отвести от оголовка дамбой. Поскольку в реках за одной излучиной тут же начинается другая, то надо либо спрямлять участок за излучиной, либо прокопать водоподводящий канал соответствующей формы (с излучиной и прямым участком).

Большая часть молоди осетровых скатывается на глубине 3-4 м - надо устанавливать оголовки глубже. В районах нерестилищ оголовки следует заглублять до 7-8 м.

В период массового ската молоди ценных видов рыб следует

ограничивать работу насосов.

На оголовки устанавливают устройства, препятствующие попаданию в них рыбы - рыбозаградители.

Механические рыбозаградители

1. Фильтрующие механические рыбозаградители

Вода попадает к оголовкам, фильтруясь через плетни из хвороста или камыша, дамбы из щебня или гальки. Можно изготавливать прямоугольные металлические ящики-кассеты, заполненные гравием, битым стеклом или керамзитом и вставлять такие кассеты в пазы эстакады, отделяющей оголовки от русла. Однако сетки редко выдерживают более полугода эксплуатации: они растягиваются и засыпка оседает. Фильтрующие рыбозаградители эффективны при скоростях течения 25-30 см/с и нуждаются в периодической чистке.

2. Сетчатые механические рыбозаградители

Сетки изготавливают из некорродирующих материалов: меди, латуни, нержавеющей стали, синтетических волокон.

1. Плоские сетки

Оголовок водозабора отгораживают от русла реки эстакадой, в пазы которой вставляют рамы, с натянутой на них сеткой. Сетки можно располагать зигзагом, под углом 16,0-17,5°. Эстакада расположена под тупым углом к течению реки, и длина ее составляет 50-70 м. Перед сетками следует установить решетку, задерживающую крупные предметы. Вдоль эстакады устанавливают флейту для промывки сеток. У дальнего конца эстакады располагают рыбоотвод.

Иногда сетку в виде непрерывной ленты натягивают на два вращающихся барабана, установленных на концах эстакады. Барабаны непрерывно протягивают сетчатую ленту мимо флейт, смывающих с нее мусор.

Сетчатые ленты могут двигаться и вертикально в окнах эстакады.

2. Сетчатые барабаны (цилиндрические или конические)

Их надевают на оголовок. Барабаны могут быть неподвижными или вращающимися. Возле барабанов устанавливают чистящие устройства (флейты, щетки). Если барабан неподвижен, то чистящее устройство вращается вокруг него.

Барабаны эффективны при скоростях потока до 0,25 м/с (засасывание 50-5000 л/с). Если скорость поступления воды в насос составляет 0,1 м/с, то в оголовок засасывается рыба с длиной тела менее 15 мм; если скорость поступления воды равна 0,25 м/с, то засасывается и более крупная молодь.

Гидравлические рыбозаградители

1. Запани и отбойные козырьки с рыбоотводами

Создают в пространстве перед оголовком систему струй, отбрасывающих рыбу в сторону.

2. Зонтичные рыбозаградители

На оголовок надевают цилиндр или куб с системой козырьков, создающих токи воды, которые выбрасывают рыбу из зоны всасывания.

3. Вихревые камеры

Применяют в реках, вода которых несет много взвеси, забивающей обычные сетки. Это цилиндр с щелями в стенках и карусельной установкой внутри. Карусель несет лопасти или лопатки, создающие в камере воздушную воронку. Эта воронка втягивает взвесь и рыбу и выбрасывает их в отводную трубу. Очищенная вода выходит через щели в оголовок.

4. Жалюзийный рыбозаградитель

В эстакаду перед оголовком вставляют металлические рамы-жалюзи с щелями 2,5-7,6 см шириной. Пластины жалюзи устанавливают в раме под таким углом, чтобы рыба не видела просветов и воспринимала жалюзи как сплошную стену. Пластины при прохождении через них воды

вибрируют и гудят, что пугает рыбу. Угол эстакады к течению реки рассчитывают таким образом, чтобы рыбу, разворачивающуюся перед “сплошным” препятствием сносило в рыбоотвод. Такие заградители стоят на лососевых реках в Канаде и США.

5. Концентраторы

В русле реки сооружают систему стенок и козырьков таким образом, чтобы набегающий поток течения разбивался на систему струй, сосредотачивающих рыбу в определенном слое воды и отводящих этот слой от оголовка. Концентраторы можно сооружать по несколько один за другим и отводить от водозабора до 70% рыбы.

Физиологические рыбозаградители

1. Электрические

Системы электродов постоянного, переменного или импульсного тока.

ЭРЗУ-1 - рыбозаградитель переменного тока. Состоит из секций по 12 электродов, расстояние между которыми от 50 до 220 см (в зависимости от электропроводности воды и размеров рыбы). Задерживает рыб с длиной тела не менее 35-40 мм. Чтобы задерживать рыб с меньшей длиной тела надо увеличивать напряжение тока до величин, смертельных для взрослых рыб.

2. Световые

Ставят возле оголовка для отпугивания рыб с отрицательной фотореакцией или в стороне от него - для выманивания из зоны оголовка рыб с положительной фотореакцией. У молоди леща и воблы фотореакции нет. Используют или надводные (обычно 150 вт) или подводные (1000 вт) лампы. Располагают их с учетом гидрологических условий на данном участке водоема, что повышает эффективность действия заградителя. Световые рыбозаградители широко применяют в США, в частности, для предотвращения попадания рыб в турбины ГЭС - отпугивается до 80%

угрей.

3. Звуковые

Для отпугивания рыб наиболее эффективны звуки переменной частоты (100-500 гц) и интенсивности. Хорошо отпугивают рыб и колебания частотой 5-8 гц.

4. Воздушно-пузырьковые завесы

По дну прокладывают трубы с отверстиями и компрессором качают в них воздух. Взрослые рыбы воспринимают поток пузырьков как сплошную стену, а шум их отпугивают. Молодь пузырьки увлекают вверх, где она попадает в рыбоотвод. Наиболее эффективное действие - при диаметре пузырьков 2-3 мм.

6.4. Улучшение условий лова рыбы

Для этого разработан ряд мероприятий.

1. Расчистка тоней от коряг, пней и других препятствий.
2. Систематическое удаление растительности (выкашиванием, выгребанием или вселением фитофагов).
3. Укрепление берегов, углубление фарватеров для нормальной работы рыболовных судов.
4. Строительство портов и укрытий для рыболовных судов.
5. Строительство в портах холодильников, цехов по переработке рыбы, подъездных путей и др. инфраструктуры.

В целом, комплекс мероприятий по поддержанию рыбопродуктивности на Нижней Волге стоил в 1980-е годы 1 млн. руб./г., но на каждый вложенный рубль ожидали 6 рублей в виде товарной рыбы и икры. В 1981-85 г.г. эффективность мелиоративных мероприятий оценивали в 32,1 т/г дополнительно пойманной рыбы; в 1986-88 гг. - в 18,2 т/г.

Пытались заселять естественные водоемы ценными видами рыб, удаляя местные малопродуктивные виды и создавая поликультуру из 2-4

видов сиговых. В результате опытных мероприятий удавалось поднять рыбопродуктивность озер с 2-3 до 150-200 кг/га в год. Но удаление местных рыб механическими способами (спуск водоема, тотальный облов, глушение взрывами) дорого и ненадежно, а там, где применяли ихтиоциды, они накапливались в мясе вселенных рыб, даже если их вселяли через 2-3 года после химической обработки. Заполните таблицу.

Задание 1. Заполните таблицу.

Виды рыбозаградителей	Особенности работы рыбозаградителей

Контрольные вопросы:

1. Какие проводятся мероприятия по улучшению условий нагула.
2. Для чего осуществляют мероприятия по предотвращению попадания рыб в водозаборы
3. Перечислите мероприятий по улучшению условий лова рыбы.

7. АККЛИМАТИЗАЦИЯ

Цель занятия: Изучить типы и методы акклиматизации рыб.

Это часть комплекса мер по воспроизводству рыбных запасов и кормовых ресурсов для увеличения продуктивности водоемов, сохранения и увеличения численности ценных видов, улучшения видового состава рыб.

Акклиматизация - процесс приспособления переселенного вида к новым условиям среды обитания. Сформировавшаяся при этом популяция может сильно отличаться от популяций данного вида в материнском водоеме.

Интродукция - сам факт переселения вида без учета его результатов.

Вселение - интродукция в водоем, очень похожий по условиям жизни на материнский, когда практически нет процесса приспособления.

Зарыбление - регулярный выпуск молоди для нагула и вылова в

водоемы, где данный вид не может размножаться.

Незавершенная акклиматизация - размножение и раннее развитие молоди происходит на рыбоводном предприятии; нагул - в водоеме.

Натурализация - формирование устойчивой, прочно вошедшей в состав местного сообщества, популяции вселенного вида, достаточно многочисленной для экономически эффективного промысла.

Реакклиматизация - восстановление вымершей в данном водоеме популяции.

Аутаакклиматизация - самостоятельное вселение рыб в новые водоемы. Так, желтоперый бычок проник в Австралию с балластными водами и прижился - рост численности сдерживается местными видами и высокой температурой воды.

Критерии акклиматизации

Географический - сопоставляют климат и физико-химические условия по сезонам в водоеме, откуда собираются переселять рыб и в водоеме, в который собираются переселять рыб.

Биотический - изучают наличие корма для всех жизненных стадий переселяемого вида, наличие врагов и конкурентов.

Экологический - соответствие условий существования в новом водоеме для всех жизненных стадий по сезонам.

Экономический - сумма всех затрат в сравнении с ожидаемой выгодой.

Формы целенаправленной акклиматизации

Промыслово-хозяйственная - для создания промысловой или кормовой базы.

Аквакультуральная - рыбу переселяют для выращивания на фермах.

Прицельная - внедрение нового вида в водоем. Например, интродуцент уничтожает вредителей, возбудителей и переносчиков заболеваний; подавляет малоценные аборигенные виды; использует свободный

пищевой ресурс; заселяет свободный биотоп. С 1981 г. по мере роста солености Аральского моря в него вселяли камбалу глоссу (9825 экз.) - в 1991 г. выловили 1122 кг этой рыбы.

Типы акклиматизации

Акклиматизация внедрения - вселение в свободную или почти свободную нишу. Белого амура и белого толстолоба вселяли для использования растительной пищи. При этом местные мирные рыбы являются буфером между вселенцем и хищником.

Акклиматизация замещения малоценного аборигена. Т.к. вселенный ценный вид обычно менее конкурентоспособен, то предварительно надо уничтожить или сократить численность популяций местных видов.

Акклиматизация отторжения - вселенец образует небольшие популяции на окраинах местного ихтиоценоза.

Акклиматизация пополнения - в изолированные и бедные видами водоемы.

Акклиматизация конструирования - целенаправленное формирование многовидового биоценоза во вновь созданном водоеме. На практике, однако, из 10 видов, вселенных в Бухтарминское водохранилище в 1961-78 гг. (30 млн. личинок) освоились только пелядь и белый амур, а также единично - толстолоб.

Фазы акклиматизации

Фаза выживания - до появления потомства.

Фаза размножения - расселение вселенца по водоему после первичного приспособления, в основном, к абиотическим факторам.

Фаза взрыва - при обилии пищи, слабых конкуренции и выедании - резкий рост численности вселенца.

Фаза обострения противоречий - с ростом численности вселенца учащаются его контакты с хищниками, паразитами, конкурентами и численность вселенца обычно снижается.

Фаза натурализации - вселенец прочно входит в состав местного сообщества.

Методы акклиматизации

Пассивный - только выбор водоема и интродукция.

Активный - проводят мелиорацию водоема, охрану, искусственное размножение.

Радиальный - интродукция в один водоем и если прижились - из него в соседние водоемы.

Ступенчатый - постепенное продвижение вида на север или на юг. С 1964 г. галицийского карпа из Молдавии вселили в Европейскую часть РФ, далее на Урал и далее на Алтай (алтайский зеркальный карп).

Способы интродукции

Прямой - обычная пересадка.

Рыбоводное освоение - строят питомник и зарыбляют соседние водоемы.

Адаптация - рыбу предварительно адаптируют к абиотическим факторам нового водоема.

Карантинизация - вселяют сначала в небольшой водоем для выявления у него возможных паразитов и возбудителей заболеваний.

Сначала составляется проект акклиматизации. В нем указывались:

1. Целесообразность проекта. Обычно это: реакклиматизация ценных видов; расширение ареала ценного вида; свободные кормовые ресурсы в водоеме; изменение режима водоема; замена малоценных видов; улучшение кормовой базы водоема.
2. Промысловую характеристику вселяемого вида.
3. Стоимость мероприятия и экономический эффект.
4. Предполагаемое влияние вселенца на экосистему.
5. Возможность завоза возбудителей заболеваний и паразитов.
6. Возможность сопутствующего переселения других видов рыб.

7. Возможность распространения вселенца.

8. Место, откуда возьмут посадочный материал, стадию жизненного цикла, плотность посадки, число повторов, сроки проведения.

Сигов, как планктофагов, вселяли во все водоемы, где, якобы, “недоиспользовался” планктон.

Акклиматизация нередко дает негативные последствия.

Судака вселили в низовья р.Обь для подавления конкурентов сига, а он выедает молодь сига. Радужная форель, вселенная в Южную Америку, выела ряд местных видов рыб. Карп, завезенный в США в 1872 г. почти вытеснил местного окуня, а в Средней Азии вытесняет маринку. В 1960-е годы вселили нильского окуня в озеро Виктория (Африка). Из 300 видов местных цихлид с 1986 г. 80 видов не встречаются, 120 видов стали редкими, а ихтиомасса цихлид за это время снизилась на 80%. В результате сильно уменьшилось потребление растительноядными цихлидами водорослей, они стали накапливаться в огромных количествах и гнить. Снижение численности хищных цихлид уменьшило потребление ими улиток, переносчиков личинок кровяных двуусток - растет заболеваемость местных жителей шистосомозом. Упала численность большинства рыбоядных птиц - бакланов и зимородков, только орлан-белохвост начал питаться молодью окуня и сохранил свою численность. Нильский окунь достигает в длину 1,5 м - понадобилась полная замена рыбацких лодок и орудий лова, это вызвало кризис местного рыболовства. Чтобы сохранить пойманную крупную рыбу ее начали коптить, и на дрова вырубались деревья, что усиливает процессы опустынивания.

Нередко с переселяемой рыбой случайно в водоем попадают другие виды - случайная интродукция. В 1954-56 гг. при вселении кефали в Аральское море туда случайно завезли атерину, бычков (бубыря, кругляка, песчаника, головача, цулика). Атерина измельчала, длительность ее жизни уменьшилась до 2 лет, но она стала доминантом. Сейчас, правда, в

Аральском море выжили, кроме колюшки, только ввезенные виды: салака, атерина, бычки и камбала. В Иссык-Куль случайно ввезли 2 вида гольцов, жереха, линя, серебряного карася, сома, ельца. В Балхаш случайно вселили сазана, серебряного карася, линя, амурских чебачка, лжепескаря и ротан-головешку. При акклиматизации мизид и гаммарид в Саратовское водохранилище в 1976-79 гг. завезли бычков цуцика, песочника, горлапа.

Задание 1. Установите соответствие

1. Реакклиматизация -	А) формирование устойчивой, прочно вошедшей в состав местного сообщества, популяции вселенного вида, достаточно многочисленной для экономически эффективного промысла.
2. Аутакклиматизация -	Б) восстановление вымершей в данном водоеме популяции.
3. Натурализация -	В) самостоятельное вселение рыб в новые водоемы. Так, желтоперый бычок проник в Австралию с балластными водами и прижился - рост численности сдерживается местными видами и высокой температурой воды.
4. Незавершенная акклиматизация -	Г) размножение и раннее развитие молоди происходит на рыбоводном предприятии; нагул - в водоеме.

Контрольные вопросы:

1. Что такое акклиматизация? Перечислите формы целенаправленной акклиматизации.
2. Перечислите какие фазы акклиматизации вы знаете и напишите их особенности.
3. Что такое адаптация и карантинизация? Какая разница у этих способов в рыбоводстве?

8. РЫБОХОЗЯЙСТВЕННАЯ МЕЛИОРАЦИЯ И РЫБОЗАЩИТНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ В ПРУДОВЫХ ХОЗЯЙСТВАХ

Цель занятия: Изучить методы рыбохозяйственной мелиорации и рыбозащитные мероприятия в прудовых хозяйствах

8.1. Рыбохозяйственная мелиорация

Вследствие физико-химических и биологических процессов, происходящих в прудах в процессе их эксплуатации, естественная рыбопродуктивность прудов уменьшается. Это вызвано зарастанием, заболачиванием берегов, закисанием донного грунта, размножением конкурентов и врагов рыб.

Зарастание

Если водо-воздушная растительность покрывает более 20-25% площади пруда, начинается заиление дна и закисание грунта. Заросли затеняют пруд, и это уменьшает освещенность и температуру воды. Кроме того, заросли перехватывают биогенные элементы. В результате снижается интенсивность фотосинтеза фитопланктона, уменьшается его численность, и ухудшается кормовая база рыб.

Можно осушить пруд и сгрести траву с помощью трактора, волочащего за собой бетонный блок. Мягкую подводную растительность удаляют граблями или скребками. Скошенную или содранную траву можно компостировать или сушить и сжигать.

Однако при чрезмерно высокой численности фитопланктона у рыб растет зараженность жабр паразитами и грибами, вызывающими некроз жабр и гибель рыб. Применение извести (100-150 кг/га, возможно до 300

кг/га) или купороса для снижения численности планктонных водорослей может вызывать аноксию вследствие массового гниения погибших водорослей, кроме того, некоторые виды или штаммы, устойчивые к химикатам, способны быстро размножиться вскоре после химической обработки.

Затенить воду можно увеличивая ее мутность - для этого волочат по дну цепь или борону. Можно внести в пруд сено, что способствует размножению растительного зоопланктона.

Можно вселить в пруд растительноядных рыб (белого амура против макрофитов, белого толстолобика - при обилии фитопланктона). Нутрия за сезон выедает мягкие растения на 500 м . Утки съедают за сутки до 1 кг нитчатых водорослей каждая.

Заиление

За год в прудах оседает слой ила толщиной 5,0 - 5,5 см. Ил на дне способствует круговороту биогенных элементов, но если толщина слоя ила больше 20 см, то ухудшается кормовая база рыб, растет численность их врагов и конкурентов, рыбы чаще болеют.

Засоление и закисление

При засолении следует увеличить проток воды через пруд.

При закислении донного грунта ($\text{pH} < 8,0$) пруды известкуют гашеной или негашеной известью, молотым известняком (табл. 8).

Таблица 8 - Нормы известкования прудов (ц/га)

Величина pH	Негашеная известь	Гашеная известь	Известняк
4,0	20,0	26,0	30,0
4,5	15,0	19,5	27,0
5,0	10,0	13,0	18,0
5,5	5,0	6,5	9,0
6,0	3,0	3,5	

Лучше всего вносить на влажное дно тонкий порошок гашеной извести (пушонку). Во время летования используют разбрасыватели удобрений, ими же можно вносить известь с берега в заполненный пруд. Можно вносить известь в водоподающий канал.

Известкование (8-12 ц/га) помогает также против накопления на дне гниющих веществ. Известкованием борются с рядом заболеваний рыб: жаберной гнилью (8-12 ц/га); краснухой, гиродактилезом, дактилогурилезом (25 ц/га). Для дезинфекции прудов вносят 16-20 ц/га. Для уничтожения зимой хищных рыб - 15-25 ц/га. При дефиците кальция 10-15 ц/га.

Аэрация прудов

Физические методы: закачивание воздуха (или кислорода) в воду; разбрызгивание воды в воздух; механическое перемешивание воды; перемешивание воды за счет создания температурного градиента; создание волн специальным устройством.

Химические методы: внесение в воду CaO_2 (из каждых 4,5 кг окиси выделяется 1 кг O_2 и 4,6 кг Ca(OH)_2 (гидрат связывает CO_2); внесение в воду $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$, при разложении которого выделяется O_2 и образуется $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, являющийся удобрением.

Биологические методы: поддержание численности фитопланктона на уровне с максимальной продукцией O_2 (15-20 мг/л беззольного вещества); поддержание оптимальных для фитопланктона концентраций биогенных элементов: 0,5 мг/л фосфора и 2 мг/л азота; регулирование уровня освещенности, фотопериода и спектрального состава света; поддержание оптимальной для фотосинтеза температуры воды.

Меры против отравления рыб токсикантами

Если пруды загрязняются пестицидами с окружающих полей, в корм надо добавлять Пушновит-1 (комплекс витаминов B_1 , B_2 , B_6 , Е, С и фолиевой кислоты). Это увеличивает устойчивость, в частности, к 3,4-

ДХА (за 20 суток смертность снижается со 100 до 25%).

Для снижения негативного эффекта мутагенов вносят комплексон серии К - у карпа это повышает продуктивность на 39%, у форели гегаркули на 33%, у белуги на 18%. Комплексон К способствует выведению токсикантов из организма рыб.

8.2. Враги и конкуренты прудовых рыб

Листоногие рачки (щитни, лептостерии) являются пищевыми конкурентами рыб, могут поедать молодь. Во время спуска мальковых прудов щитни скапливаются в канавах и мальковых уловителях и травмируют рыб острыми краями карапаксов. Уничтожают щитней хлорной известью или гипохлоритом кальция. Их вносят плавучей хлораторной установкой ПАВ (4 га/ч). Можно заливать пруды за 24 ч до посадки личинок, тогда молодь щитней выйдет раньше, и личинки рыб смогут питаться ею (что, также, экономит корм). Можно залить сначала 10-15% площади пруда, а затем в течение 5-7 суток заливать остальную воду. За это время вышедшие первыми личинки щитней подрастают настолько, что могут питаться личинками, выклюнувшимися на участках, залитых позже.

Циклопы, водяные насекомые и их личинки поедают икру рыб, причем, только живую. Личинка поденки съедает 1 икринку за 10 суток, личинка ручейника - за 3 суток. Жук-водолюб за сутки съедает до 120 икринок на жестких растениях, и до 360 на мягких. Жуки гребец, цибастер, плавунцы, полоскун, водолюбы поедают и личинок рыб. Хищные клопы греб- ляк, гладыш, ранатра, водяной скорпион также питаются личинками рыб.

Головастики и лягушки поедают комбикорм и зоопланктон, лягушки также и молодь рыб. Их отлавливают бреднями и сачками. Против лягушек используют световые ловушки. На мелководьях ставят пустые бочки с камнями на дне так, чтобы край бочки чуть возвышался над

поверхностью воды. Над бочкой устанавливают лампу.

Ротан-головешка ест икру и личинок, заносит цистицеркоз и другие болезни. Рыбопродуктивность снижается до 8 раз. Ротан переносит сильный дефицит кислорода, способен нереститься подо льдом. Для борьбы с ротаном следует устанавливать сетки в водоподающих трубах и каналах. Можно известковать воду (для ротана 0,3 г/л извести не менее 6 часов). Можно применять аммиачную воду (1 мл/л). Можно поместить в пруд доски перед нерестом ротана, а когда ротан отложит икру на их нижнюю поверхность - перевернуть эти доски. Лучший способ - осушить пруд на сезон.

Рыбоядные птицы питаются рыбой. Цапли съедают до 8% рыбы, бакланы - до 50% (в Германии). Вороны расклевывают рыбу во время спуска пруда. Однако птицы съедают также много хищных водных насекомых, лягушек и головастиков. Птичий помет удобряет пруд.

8.3. Болезни рыб

Описано несколько сотен различных болезней рыб - вирусных, грибковых, бактериальных, вызванных простейшими и паразитическими червями. Для некоторых не разработана диагностика - краснуха, видимо, это 2-3 разные болезни со сходными симптомами. Ряд болезней проявляется при определенной температуре: бранхиомикоз - когда больше 20°C; болезнь Стаффа - при низкой температуре. Подробно болезни рыб описаны в специальных справочниках.

Некоторые болезни можно вылечить, добавляя нужные вещества в воду или в корм. Легче других лечатся паразитарные заболевания, особенно, эктопаразитарные. При некоторых заболеваниях рыбу можно перерабатывать на комбикорм. Рыбу, погибшую от таких опасных инфекционных заболеваний как краснуха и вирусный вертеж необходимо уничтожать.

8.4. Удобрение прудов

Минеральные удобрения

Азотные удобрения - аммиачная вода, мочеви́на, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NH_4Cl , NH_4NO_3 . Азотные удобрения вносят несколько раз в течение 10 суток до посадки рыбы, пока концентрация азота не дойдет до 2 мг/л. Желательно получить бурное развитие полезного фитопланктона, что подавит развитие нитчатых и сине-зеленых водорослей.

Фосфорные удобрения: суперфосфат, фосфоритная мука, приципитат, томасшлак. Их растворяют в воде (1 : 20) и вносят в жидком виде равномерно по поверхности прудов, пока концентрация фосфора не достигнет 0,5 мг/л. Фосфорные удобрения способствуют развитию полезного фитопланктона и мягкой водной растительности.

Калийные удобрения: сильвинит (содержит 13-20% калия), каинит (20,5% KCl), древесная зола (3-14% калия). Калийные удобрения вносят на ложе или в воду. Особенно полезны они на подзолистых, песчаных и торфяных почвах. Калийные удобрения способствуют развитию мягкой водной растительности.

Кальциевые удобрения: гашеная (70% CaO) и негашеная (100% CaO) известь, мел, гипс, доломит. Комплексные удобрения: аммофос (26-47% водорастворимого P_2O_5 и 11-13% азота), нитроаммофос (20% азота и 20% фосфора), нитроаммофоска (11-17% азота, 10-17% фосфора и 11-17% K_2O), суперфоска (11-16% фосфора и 12-21% калия). Микроэлементы добавляют в пруды, если химический анализ воды показывает их недостаток.

Органические удобрения

Навоз запахивают (если он свежий, то с добавлением 1,5-2,0 ц извести на 30-50 т навоза для обеззараживания) в ложе пруда осенью. Иногда навоз складывают кучей диаметром 3-4 м и высотой 1,5-2,0 м, накрывают соломой, засыпают землей и торфом и оставляют на 7-8 месяцев.

Компост. В яму 2-4 м площадью и до 4 м глубиной слоями закладывают зеленую массу и навоз, добавляют 70 кг негашеной извести, заливают навозной жижей и засыпают землей. Готовый компост - однородная темная масса.

Нерестовые пруды удобряют перепревшим навозом или компостом (10 ц/га) в процессе заливки пруда. После посадки рыб вносят минеральные удобрения: до 2,0 мг/л азота; до 0,5 мг/л фосфора и до 3,5 мг/л калия. Если фитопланктон развивается недостаточно, удобряют еще раз.

Способы удобрения прудов

Раз в 2 года вносят 40 г/м извести, на кислых почвах - 60 г/м .

Мальковые пруды удобряют минеральными удобрениями 2-3 дня подряд до посадки рыбы и вносят по 1 л культуры зеленых водорослей на 500 м воды и затем повторяют через 7-10 дней.

Культуру водорослей получают так: колбу с прудовой водой выставляют на свет. В бутылки или аквариумы с водой добавляют азотные (до 5 мг/л азота) и фосфорные (до 0,2 мг/л фосфора) удобрения, и когда вода в колбе позеленеет, ее разливают по этим бутылкам или аквариумам. Культура водорослей считается готовой через двое суток.

После осушения мальковых прудов в августе на их дно вносят по 20 ц/га навоза или компоста.

Нагульные пруды удобряют ранней весной (температура 10-12⁰С). Дважды вносят минеральные удобрения (разбрасывают вручную, устанавливают по бортам лодки полупогруженные сетчатые вращающиеся барабаны с удобрением, растворяют удобрение и вносят мотопомпами, дождевальными установками). Через 7-10 суток удобряют еще раз.

Задание 1. Перечислите и запишите, вследствие каких физико-химических и биологических процессов, происходящих в прудах в

процессе их эксплуатации, уменьшается естественная рыбопродуктивность прудов.

Задание 2. Заполните таблицу

Методы аэрации прудов	Способы аэрации прудов.

Контрольные вопросы:

1. Что такое аэрация прудов, для чего ее проводят? Для чего производят удобрение прудов?
2. Какие виды удобрения вносят в пруды? Их краткая характеристика.
3. Перечислите меры против отравления рыб токсикантами.

Список литературы

1. Иванов, В.П., Ершов, Т.С. Ихтиология: лабораторный практикум / В. П. Иванов, Т. С. Ершов; СПб. –изд. «Лань»: 2021 – 352 с.
2. Калайда, М. Л. Биологические основы рыбоводства. краткая теория и практикум: учебное пособие / М. Л. Калайда. - СПб.: Проспект науки, 2014. - 224 с.
3. Козлов, В. И. Аквакультура/ В.И. Козлов, А.Л. Никифоров-Никишин, А.Л. Бородин. – М.: МГУТУ, 2004. – 433 с.
4. Пономарев С.В., Грозеску Ю.Н., А.А. Бахарев. Проектирование рыбоводных предприятий: Учебник, 2-е изд., исп. и доп. / С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарев – СПб.: «Лань», 2021. – 416с.
5. Шаганов В.В. [Ихтиология: практикум по выполнению лабораторных работ](#)/ В.В. Шаганов. – СПб.: «Лань», 2020. – 52с.

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Ранделин Дмитрий Александрович

Кравченко Юрий Владимирович

Агапова Василина Николаевна

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**для проведения практических занятий
по дисциплине «Биологические основы рыбоводства»
для обучающихся по направлению
35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура».
Часть 2**

Компьютерная верстка *Развозжаевой М. В.*

Подписано в печать 15.11.2021. Формат 60х84^{1/16}.

Усл. печ. л. 1,63. Тираж 100. Заказ 55.

ИПК ФГБОУ ВО «Волгоградский ГАУ» «Нива»
400002, Волгоград, пр-т Университетский, 26

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Департамент научно-технологической политики и образования
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Волгоградский государственный аграрный университет»**

Кафедра: «Водные биоресурсы и аквакультура»

**Ю.В. Кравченко, Д.А. Ранделин, А.И. Новокщенова,
В.Н. Агапова.**

**Лабораторный практикум
по дисциплине
«Искусственное воспроизводство рыб»
обучающихся по направлению подготовки
35.03.08. «Водные биоресурсы и аквакультура»**

ЧАСТЬ 1



**Волгоград
Волгоградский ГАУ
2022**

УДК 621.7
ББК 34. 323
М-54

Рецензент –

руководитель Волгоградского отделения «ФГБНУ «ВНИРО» Ю.Б. Долидзе, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Кормления и разведения с.-х. животных» ФГБОУ ВО «Волгоградский ГАУ» *Е.А. Липова*.

М-54 Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Искусственное воспроизводство рыб», Часть 1, для обучающихся по направлению подготовки 35.03.08. «Водные биоресурсы и аквакультура» / Ю.В. Кравченко, Д.А. Ранделин Л.В. Новокщенова А.И., Агапова В.Н. – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2022. – 36 с.

В лабораторном практикуме рассматривается оборудование для выдерживания производителей ценных промысловых видов рыб применяемое на рыбоводных заводах, технические характеристики оборудования, нормативные плотности посадки рыб и т.д. Приводится оборудование для подготовки и инкубации икры различных видов рыб. Рассматриваются конструктивные особенности инкубационных аппаратов горизонтального и вертикального типа

УДК 621.7
ББК 34. 323

© ФГБОУ ВО Волгоградский государственный аграрный университет, 2022

1. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВЫДЕРЖИВАНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ РЫБ

1.1 Оборудование для выдерживания производителей осетровых рыб

ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

Изучить особенности устройства оборудования для выдерживания производителей осетровых рыб.

МАТЕРИАЛ И ОБОРУДОВАНИЕ:

Плакаты, фотографии, схемы, учебные фильмы.

ЗАДАНИЕ:

1. Ознакомиться с оборудованием для выдерживания производителей осетровых рыб;
2. Рассмотреть особенности оборудования в связи с экологией нереста и биологией вида;
3. Обосновать выбор рыбоводного оборудования заданного вида.

Транспортировка производителей осетровых с мест облова на завод может осуществляться в прорезях или живорыбных садках. Живорыбный садок объемом 5 м³ имеет каркас из уголкового стали диаметром 50 мм, а стенки из деревянных реек (40x20 мм). Каркас крепят между двумя металлическими понтонами и при помощи червячной передачи поднимают и опускают на разную глубину (в пределах 1 м).

Минимальная осадка понтонов 0,2 м. Длина всего сооружения 6 м, ширина 2,2 м, высота понтонов 0,6 м, садка - 1 м. Садок приводится в движение подвесным лодочным мотором мощностью 20 л. с. Выгрузка производителей осуществляется с помощью грузового крана "Пионер – М-2" (рис. 2, 3).

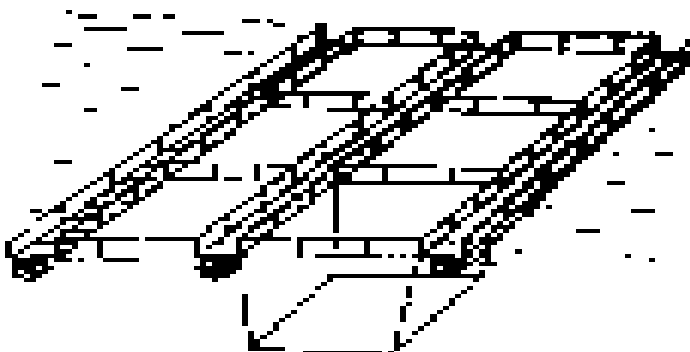


Рисунок 1 - Понтонный садок.

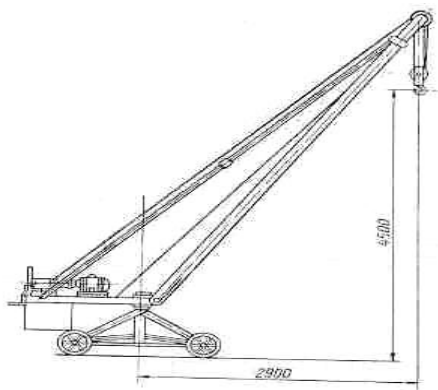


Рисунок 2 - Передвижной грузовой кран “Пионер – М-2”.



Рисунок 3 - Выгрузка производителей из прорези.

Для выдерживания производителей осетровых рыб существует несколько конструкций садков и бассейнов.

Садок куринского типа представляет собой земляной водоем размера 12х14х100м, разделенный на три отсека бетонными перегородками с

проемами, в которых установлены шандоры для регулирования водообмена и пересадки производителей из отсека в отсек. Дно каждого отсека покрыто галькой, а откосы выложены булыжником.

Заготовленных самок и самцов сажают вместе в третий отсек садка размером 14х60 м и глубиной 2,5м. Норма посадки производителей в эту секцию садка – 50-70шт. Водоподача и водосброс в этом отсеке как и во втором отсеке садка, зависимые.

При наступлении нерестовых температур (10-16°C для осетра, 16-20°C для севрюги в 8-14°C для белуги) самцов отсаживают во второй отсек садка длиной 30м, шириной 12 м и глубиной 1-1,5м. Затем через 2-3 дня необходимому количеству самок и самцов, размещенных соответственно в третьем и во втором отсеках, делают гипофизарные инъекции и сажают их вместе в первый отсек садка длиной 10м, шириной 12м и глубиной 1 м. В этом отсеке имеются двойная водоподача (трубопровод и флейта) и самостоятельный сброс.

Модернизированный садок куринского типа представляет собой пруд длиной 105 м, ширина по верху от 12,5 до 16 м, по дну - от 4 до 6,5 м, глубина - 2,5 - 2 м, а в суженной части – 1 м. Общая площадь пруда – 0,1 га, откосы закрепляют бетоном (рис. 4).

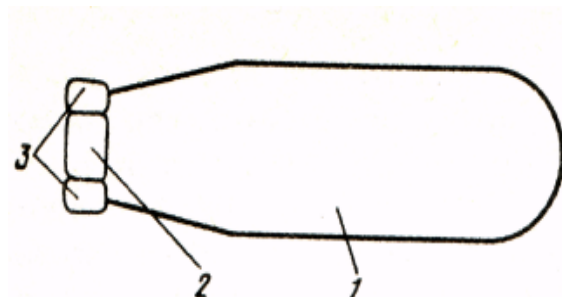


Рисунок 4 - Схема модернизированного садка куринского типа конструкции Астраханского отделения «Гидрорыбпроекта».

1 - пруд для выдерживания производителей; 2 - бассейн для содержания производителей перед гипофизарной инъекцией; 3 - бассейн для содержания производителей после гипофизарной инъекции.

К суженной части садка примыкают три спаренных бетонных бассейна овальной формы. Внутренние размеры (длина и ширина) среднего бассейна - 5х3,5 м. Глубина бассейнов - 1,35м, на уровне воды в них поддерживается на отметке 1м.

Пруд предназначен для выдерживания производителей яровых форм в течение месяца и озимых форм с осени до весны. Плотность посадки в пруд составляет: белуги - 50 экз., осетра - 80 экз., севрюга - 70-100 экз., шипа - 80 экз.

Бассейны предназначены для краткосрочного выдерживания производителей. Средний бассейн используется предварительно для

выдерживания в течение 2-3 суток непосредственно перед гипофизарными инъекциями. Крайние бассейны предназначены для выдерживания производителей в течение 1-2 суток до окончательного созревания половых продуктов после гипофизарных инъекций.

Водоподача и водосброс в бассейнах осуществляется независимо. Кроме того, крайние бассейны снабжены флейтой, для аэрации воды и создания течения в поверхностных слоях. Расход воды в садке равен 30 л/с.

Береговое отсадочное хозяйство Казанского Б.Н. представляет собой 2 пруда, (отдельно для самок и самцов) и садки-бассейны (рис. 5). Пруды служат для длительного резервирования производителей, а садки-бассейны – для кратковременного.

Пруд, предназначенный для резервирования самок, продолговатой конусообразной формы. Его длина - 130 м, ширина - от 4 до 25м.

В расширенной части, длина которой 100м, дно земляное, а в суженной части, длина которой 30м, оно выложено булыжником. Глубина пруда до 2,5м в расширенной части и 0,5-1 м в суженной.

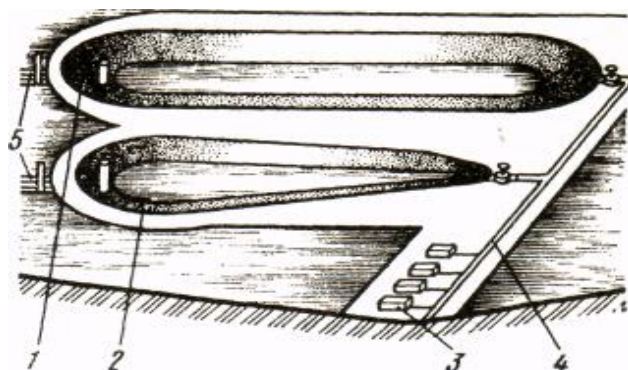


Рисунок 5 -.Береговое отсадочное хозяйство волжского типа.
1 - пруд для самцов; 2 - пруд для самок; 3 - садки-бассейны; 4 - водоподающая труба; 5 - водосбросные каналы.

Пруд для резервирования самцов имеет длину 120 м, ширину 5м и глубину до 2,5м. Если температура воды в прудах не выше 15°C, то в каждом из них можно выдерживать до 70 производителей, при более высокой температуре воды норму посадки производителей сокращают до 40-50 штук.

В этих прудах содержат яровые формы осетровых до наступления нерестовых температур. После этого производителей пересаживают в садки-бассейны, где им делают гипофизарные инъекции. Что касается озимых форм осетровых, то их можно содержать (резервировать) в этих

прудах с осени до весны. Затем производителей также пересаживают в садки-бассейны и инъецируют.

Для кратковременного выдерживания производителей после гипофизарных инъекций применяют бетонные спаренные садки-бассейны овальной формы размером 3х5м. Глубина наполнения садков-бассейнов водой равна 0,6м. Их дно имеет уклон к центру, где установлен водоспуск. Вода поступает в садки-бассейны под напором из флейт и создает в них течение. Самок и самцов содержат отдельно, по 2-3 особи в каждом садке-бассейне. Расход воды в садках-бассейнах равен 1л/с.

Бассейны конструкции Казанского Б.Н. с рециркуляционной системой водоснабжения и регулируемой температурой воды. В этих бассейнах производителей можно содержать с момента доставки на завод и вплоть до получения от них зрелых половых продуктов. Все бассейны находятся в помещении, в котором расположены лаборатория, операционная и инкубационный цех.

Это каменно-бетонные спаренные бассейны овальной формы размером 3,5х6м и глубиной - 1м. Дно бассейна имеет уклон к центру, где осуществляется сток воды. Бассейны снабжены флейтами, из которых поступает вода, создающая поверхностное течение. Кроме того, бассейны оборудованы побудителями придонного течения. Флейты и побудители придонного течения могут работать за счет насоса, который создает рециркуляцию охлажденной воды. Эта вода по пути рециркуляции обогащается кислородом. Побудитель придонного течения создает скорости у дна бассейна от 0,1 до 0,5м/с (в среднем 0,2 м/с). При помощи холодильных установок можно регулировать температуру воды в бассейнах.

В этих бассейнах можно выдерживать производителей яровых и озимых форм осетровых по непрерывному графику. Плотность посадки в бассейны составляет 10-15 шт. производителей осетра и севрюги.

При резервировании производителей в таких условиях возможно сдвигать половой цикл рыб на более поздние сроки (задержка в IV стадии зрелости). Это достигается путем содержания рыб в бассейнах с низкой температурой воды. Для этого температуру воды в бассейнах, в которых выдерживают производителей, постепенно понижают на 1°C в сутки и доводят до 2-4°C. При этой температуре воды можно в течение 45 суток (при 3-4°C) или 2-3 мес. (при 2-3°C) резервировать производителей, не нарушая качества их половых продуктов.

При выдерживании производителей в бассейнах обеспечивается постоянная проточность воды. Расход воды при рабочей загрузке бассейна производителями зависят от температуры воды и колеблется от 2,6 до 0,2 л/с.

1.2. Оборудование для выдерживания производителей лососевых и сиговых рыб.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

Изучить особенности устройства оборудования для выдерживания производителей лососевых и сиговых рыб.

МАТЕРИАЛ И ОБОРУДОВАНИЕ:

Плакаты, фотографии, схемы, учебные фильмы.

ЗАДАНИЕ:

1. Ознакомиться с оборудованием для выдерживания производителей лососевых и сиговых рыб;
2. Рассмотреть особенности оборудования в связи с экологией нереста и биологией вида;
3. Обосновать выбор рыбоводного оборудования заданного вида.
- 4.

Оборудование для выдерживания производителей лососевых рыб.

Производителей лососевых рыб выдерживают в стационарных естественных, искусственных или плавучих садках. Условия и длительность содержания зависят от вида и стадий зрелости половых желез в момент заготовки.

Производителей тихоокеанских лососей (кеты, горбуши, кижуча, симы, нерки) и балтийского лосося выдерживают в садках непродолжительное время - от 1 до 30 суток т.к. заготовку производят на завершенной IV стадии зрелости половых желез. Производителей яровой семги, у которых половые железы находятся в конце III или начале IV стадии зрелости, выдерживают в садках длительное время - от 2 до 5 месяцев. Каспийских лососей и озимую семгу, у которых II или начало III стадии зрелости, содержат в садках 10-12 месяцев.

Стационарные естественные русловые садки - представляют собой участок реки, протоки или ручья, с хорошей проточностью, отгороженного рейками или делью. Они используются для длительного, а на некоторых рыбоводных заводах и для кратковременного выдерживания производителей. Плотность посадки производителей, зависит от размеров лососей и продолжительности их выдерживания. Так тихоокеанских лососей сажают в садок в количестве 10-15 шт./м², а семгу и каспийского лосося - 1шт/м².

Глубина выбранных участков зависит от длительности содержания производителей. Так, для бассейна Балтийского моря она должна составлять 0,5-1,2 м, а для бассейнов Баренцева и Белого морей, где часть производителей необходимо оставлять на зимовку 0,5-3м, для дальневосточных – 1-2м.

Скорость течения от 0,2 до 0,5 м/с, температура воды летом не выше 15° С, содержание кислорода в воде 9-12 мг/л, дно песчано-галечное. Длина этих садков может быть от 20 до 200м, а ширина от 1,5 до 30 м.

Для выдерживания производителей требуется не менее двух русловых садков: один - для самок, а второй - для самцов. Внутри садка устанавливают перегородку, для сортировки производителей по степени зрелости половых продуктов.

Отход производителей в стационарных естественных русловых садках зависит от времени выдерживания: менее 10 суток – 3%; 30 суток – 5-10%, 120 суток – 20-25%, свыше 4 мес. – 50%.

Стационарные искусственные садки представляют собой бетонные бассейны или земляные копаные садки, по форме напоминающие русло реки. Бетонные бассейны используются для производителей атлантических лососей и имеют длину 2-5м, ширину 1-2м, высоту - до 1,0м.

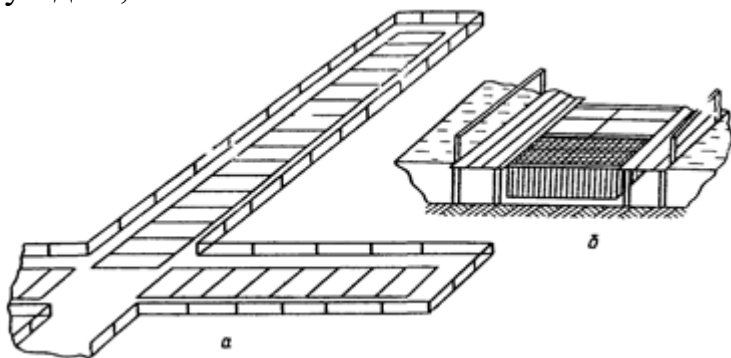


Рисунок 6 - Стационарные садки.
а - общий вид; б – установка садков на сваях

Выдерживание производителей белорыбицы до наступления V стадии: зрелости происходит в железобетонных прямоугольных бассейнах. Длина каждого бассейна 20м, ширина по дну - 4м, по верху - 5м, глубина - 1м. Объем воды бассейна - 90 м³. В один бассейн сажают 80 производителей. Выдерживание длится около 9 месяцев, с марта по ноябрь.

Циркуляционные насосы создают в бассейнах скорости течения - 0,5 м/сек, на вытоке - 0,15 м/сек. Водообмен постоянный. С помощью воздушного компрессора, вода насыщается кислородом. Летом, с помощью холодильной установки в бассейнах поддерживается постоянная температура воды 15-16°С (на 10°С ниже, чем в реке). Содержание растворенного в воде кислорода - 9 мг/л такой режим поддерживается с июня до середины сентября.

Для уменьшения отходов производителей, воду в бассейны подают, предварительно пропустив через отстойник, напорные фильтры и бактерицидные установки.

Для стимуляции развития гонад самок и самцов сначала содержат вместе, при достижении температуры воды 9°C их помещают в разные бассейны.

Отход производителей белорыбицы за период выдерживания в бассейнах составляет 10-20%.

Оборудование для выдерживания производителей сиговых рыб.

У сига нерест сильно растянут и поэтому заготовленных производителей на рыбоводных заводах выдерживают до созревания половых продуктов от 5 до 40 суток. Температура воды должна быть 1-3°C, содержание кислорода 10-12 мг/л и хороший водообмен.

Для выдерживания производителей используют стационарные русловые естественные, искусственные и плавучие садки.

Стационарные русловые естественные садки представляют собой отгороженный участок реки, протоки или ручья, длиной 10-30 м, шириной 2-3 м (до 9 м), глубиной от 0,5 до 1,5 м. Дно садка должно быть ровное с песчаным грунтом, скорость течения воды 0,1-0,3 м/с.

Стационарные искусственные садки представляют собой открытые, крытые садки или бетонные бассейны.

Бетонные бассейны длиной 30 м, шириной 2,5 м, глубиной 1,3 м. Расход воды 7,5 -15 л/с (1-2 л/с на 100 кг рыбы). Отход производителей за период выдерживания не превышает 5-10%. Плотность посадки производителей 40 шт/м³.

Псковским отделением ГосНИОРХа разработана конструкция крытого утепленного садка. Каркас из стекла и стали длиной 32 м, шириной 12 м. Внутри каркаса садка создают защищенные от ветра, снега, дождя и низких температур рабочие площадки для работы с производителями. Отход рыбы за период выдерживания снижается до 0,8%.

Плавучие садки изготавливают из деревянных реек и размещают в реке или озере (рис.7). Размер садка - 3х1х1 м.

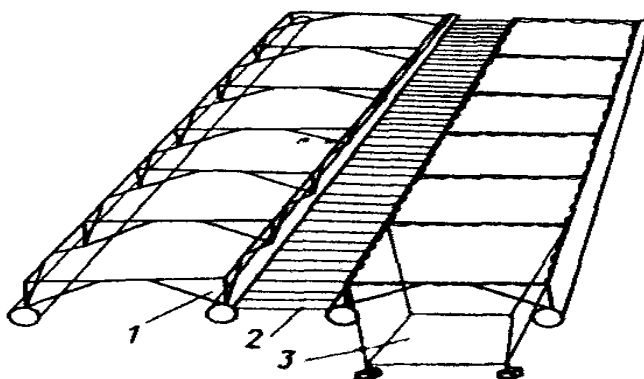


Рисунок 7 - Секционный плавучий садок.

1 - дюралюминовые трубы; 2 - настил для обслуживания садков; 3 - садок

Садки для выдерживания самок изготавливают с двумя отсеками, что облегчает работу при проверке степени зрелости половых продуктов. Плотность посадки производителей при температуре воды ниже 6°C может составлять 10-15 кг на 1м². Садки с самками должны находиться ниже по течению реки, чем садки с самцами.

1.3. Оборудование для выдерживания производителей карповых рыб

ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

Изучить особенности устройства оборудования для выдерживания производителей карповых рыб.

МАТЕРИАЛ И ОБОРУДОВАНИЕ:

Плакаты, фотографии, схемы, учебные фильмы.

ЗАДАНИЕ:

5. Ознакомиться с оборудованием для выдерживания производителей карповых рыб;
6. Рассмотреть особенности оборудования в связи с экологией нереста и биологией вида;
7. Обосновать выбор рыбоводного оборудования заданного вида.

Для получения потомства карповых рыб (сазана и леща) используют как естественный нерест, так и заводской способ, наибольшее распространение получил заводской способ получения потомства.

При заводском методе воспроизводства сазана, леща и растительноядных рыб производителей предварительно выдерживают в преднерестовых прудах до наступления нерестовых температур.

Заводской способ имеет преимущество, по сравнению с естественным нерестом. При этом способе улучшается управляемость всем процессом получения потомства, достигается более раннее получение личинок и увеличивается выход рыбопосадочного материала.

Заводской способ основан на инъектировании производителей гормональными препаратами, искусственном осеменении и инкубации икры в аппаратах.

Содержание, производителей в преднерестовый период.

При заводском способе воспроизводства производителей сазана, леща и растительноядных рыб предварительно до наступления нерестовых температур выдерживают в ***преднерестовых прудах***.

Это небольшие, хорошо спланированные, легко облавливаемые пруды площадью для сазана - 0,01-0,2 га, для растительноядных рыб - 0,05-0,2 га, глубиной 1,5-2м. Пруды должны быстро осушаться и заполняться водой (не более 2-3 ч). Для предотвращения чрезмерного прогрева воды в

прудах необходим постоянный водообмен. Содержание кислорода в воде не ниже 4 мг/л.

Обязательным условием в преднерестовый период является кормление производителей. Начинать подкармливать необходимо сразу после прогрева воды до 8-10° С. Кормовая смесь должна содержать, не менее 30% компонентов животного происхождения. Ежесуточный расход корма в зависимости от температуры воды - 0,5-3 % от общей массы рыб.

Плотность посадки производителей сазана 300-500 шт/га, растительноядных рыб до 1000 шт/га.

Для прединъекционного содержания производителей используют земляные садки, бассейны, стеклопластиковые лотки и ванны. Оборудование, которое используется для кратковременного содержания производителей размещается в основном в помещении инкубационного цеха.

Земляные садки (рис.8) размером 4х2,5х1,0 м применяются для содержания производителей растительноядных рыб. Плотность посадки составляет 1 шт/м².

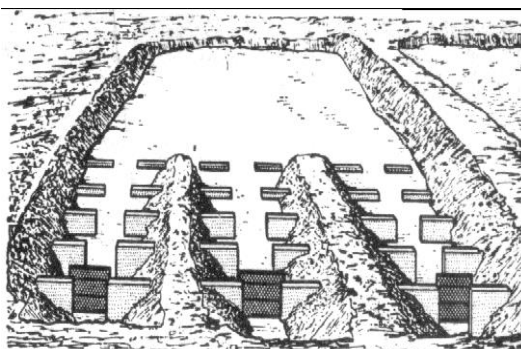


Рисунок 8 - Садок для выдерживания производителей рыбца

Продолжительность наполнения воды 30 мин., спуска - 15 мин., расход воду на 100 кг рыбы - 6,0 л/с.

Бассейны (рис. 9) длиной от 1 до 4 м, шириной 0,6-0,8 м, глубиной 0,45-0,8 м используют для содержания производителей сазана. Плотность посадки составляет 3-5 шт/м³. Продолжительность наполнения 30 мин, спуска –15мин, расход воды на 100 кг рыбы - 3 л/с.

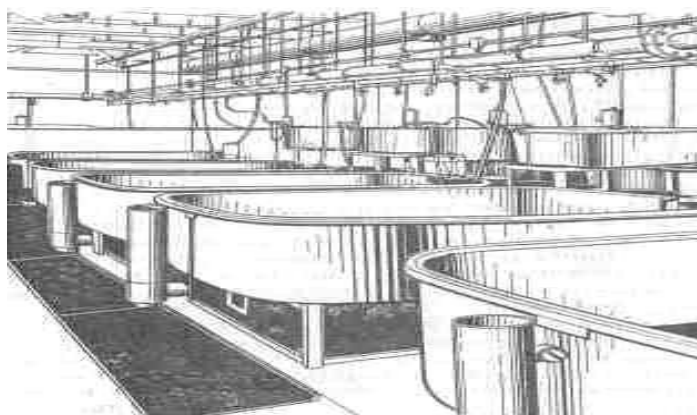


Рисунок 9 - Бассейны для содержания производителей карповых рыб.

Стеклопластиковые лотки площадью до 4 м² с соотношением сторон 1:2-2,5 применяют для прединъекционного содержания производителей. Глубина воды 1м, расход воды 0,05 л/с. Плотность посадки сазана составляет 2-4 производителя на м².

Стеклопластиковые лотки ейского типа разделенные на секции используют для после инъекционного содержания производителей. Глубина воды составляет 0,4м. Плотность посадки на секцию: самок - 1шт/м², самцов - 3 шт/м², расход воды - 0,1 л/с.

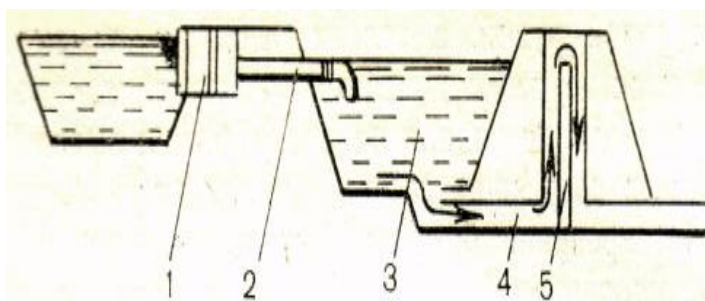


Рисунок 10 - Инъекционный садок для карповых рыб.

1 — щитки водоподающей трубы; 2 — подающая труба; 3 — садок; 4 — сбросная труба; 5 - щиток сбросной трубы

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Назовите оборудование, которое используется для выдерживания производителей осетровых рыб.
2. Охарактеризуйте принцип работы бассейновой конструкции В.Н. Казанского с рециркуляционной системой водоснабжения.
3. Назовите оборудование, которое используется для выдерживания производителей лососевых рыб.
4. Где выдерживают производителей белорыбицы?

5. Дайте характеристику оборудования которое используется для выдерживания производителей сиговых рыб.

6. В чем заключается отличие в конструкции садков, которые применяются для длительного и кратковременного содержания производителей лососей.

7. Назовите оборудование, которое используется для выдерживания производителей карповых рыб.

2. ТРАНСПОРТИРОВКА И ПОДГОТОВКА ИКРЫ К ИНКУБАЦИИ

2.1. Оборудование для транспортировки икры

ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

Изучить особенности устройства контейнеров для транспортировки икры различных видов рыб (размер, тип, нормы загрузки и т.д.)

МАТЕРИАЛ И ОБОРУДОВАНИЕ: Плакаты, фотографии, схемы, учебные фильмы.

ЗАДАНИЕ:

1. Ознакомиться с контейнерами для транспортировки икры различных конструкций;
2. Ознакомиться с устройством и работой контейнеров типа «КИ»;
3. Законспектировать, пользуясь методическими указаниями, основные конструктивные особенности оборудования для транспортировки икры, его размеры, норму загрузки икры;
4. Зарисовать по указанию преподавателя контейнеры для транспортировки икры;
5. Ответить на вопросы для самоконтроля.

Основная задача при транспортировке икры на рыбоводный завод – обеспечение дыхательного обмена эмбрионов, поддержание оптимальной температуры внутри контейнера, а так же предохранение икры от механических воздействий.

Для транспортировки икры применяются контейнеры и ящики различных конструкций. Для транспортировки икры осетровых и лососевых рыб используют ящики из стиропора размером 630х410х335 мм, объемом 60,5 л. В ящики устанавливают 6 вставок каждая из которых состоит из 6 секций (рис. 1).

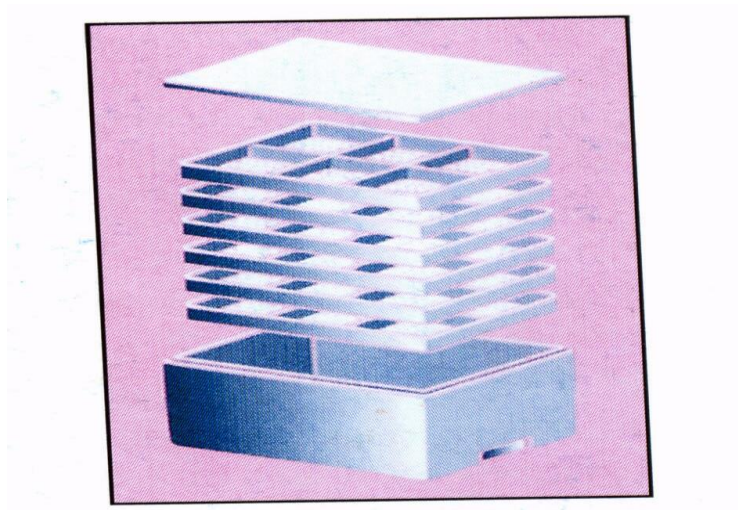


Рисунок 11 - Ящик для транспортировки икры

Норма загрузки икры форели в такие ящики – 100 тыс. шт. На лососевых рыбоводных заводах для транспортировке икры используют изолированные емкости со специальным затвором с хомутиком и стенками из термоизоляционного материала. Эти емкости имеют вкладыши для икры и сливное устройство с навинчивающимся носиком (рис. 2). Емкости могут использоваться при температуре от -40°C до $+40^{\circ}\text{C}$. Норма загрузки икры зависит от размера вкладыша: 600x400x460 мм – 12 кг; 490x290x100 мм – 0,45 кг; 490x295x165 мм – 0,58 кг.

Для транспортировки икры также применяются контейнеры типа «КИ» изготовленные из пенопласта. В этот контейнер устанавливается 18 полистироловых рыбоводных рамок в проволочной корзине. Размеры контейнера 57x53x57 см.



Рисунок 12 - Изолированные емкости для транспортировки икры

Икру лососевых и сиговых рыб загружают в контейнеры слоем 15 см. При перевозке икры «многослойным» способом можно использовать рамки высотой 15 см или лососевые рамки, обтянутые сеткой, которые устанавливают на планки, прибитые внутри контейнера. Модернизированные рамки могут быть изготовлены из дерева или пластмассы с дном из мелкоячейной сетки. Такая рамка должна быть прочной, так как масса ее с икрой составляет 12-15 кг. Для перевозки икры толстым слоем в контейнере типа «КИ» устанавливают специальные вставки, изготовленные из листового полистирола.

Икру раскладывают в емкости с водой. Для этого рамку, выстланную салфеткой, помещают в воду так, чтобы стенки находились на 0,5 см выше уровня воды. Для равномерного распределения икры рамку слегка покачивают, затем вынимают из воды в горизонтальном положении. После этого необходимо удалить излишки воды, для чего рамку старого образца выдерживают в наклонном положении в течение 3-5 минут, рамку высотой 15 см – в течение 1 часа.

Рамку с икрой устанавливают одну на другую, перевязывают веревкой и помещают в контейнер, на дно которого положена крестовина. Сверху икру прикрывают пустой рамкой, стопку в контейнере закрепляют при помощи клиньев.

2.2. Подготовка икры к инкубации.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Изучить особенности устройства инкубационных аппаратов для различных видов рыб (размер, тип, нормы загрузки, установку, водообмен).

МАТЕРИАЛ И ОБОРУДОВАНИЕ: Плакаты, фотографии, схемы, учебные фильмы.

ЗАДАНИЕ:

1. Ознакомиться с особенностями подготовки икры к инкубации.
2. Ознакомиться с оборудованием для обесклеивания икры.
3. Законспектировать, пользуясь методическими указаниями, основные конструктивные особенности оборудования для обесклеивания икры, его размеры, норму загрузки икры;
4. Зарисовать по указанию преподавателя аппараты для обесклеивания икры - АОИ;
5. Ответить на вопросы для самоконтроля.

Инкубация икры может проводиться двумя способами (с обесклеиванием икры; без обесклеивания икры). Наиболее

распространена инкубация обесклеенной икры во взвешенном состоянии. Завершив осеменение икры, сразу же приступают к обесклеиванию, подготавливая ее к инкубации. С этой целью оплодотворенную икру, находящуюся в воде, перемешивают в течение 45 минут, меняя при этом воду в тазу через каждые 15 мин. Затем обесклеенную и набухшую икру закладывают в инкубационные аппараты.

Для осеменения икры карповых отцеживание половых продуктов, от двух самок и двух самцов, проводят в одну емкость, предварительно смазанную слизью тела рыбы. Затем половые продукты осторожно перемешивают птичьим пером, наливают в емкость 200 мл воды и вновь их перемешивают. Спустя 2-3 мин после осеменения икры приливают воду на половину объема, которую тут же сливают вместе с остатками спермы и слизи. После этого таз вновь наполняют водой и приступают к обесклеиванию икры, производя ее перемешивание в течение 1-1,5 ч при температуре 12-16 °С или 1,5-2 ч при температуре 8-12 °С. Во время обесклеивания икры через каждые 15 минут в тазу меняют воду.

Также обесклеивание икры проводят в аппаратах Вейса с применением таких обесклеивающих препаратов, как ПАС-Г, ронидаза, тальк и молоко. Хорошо обесклеивает икру тальк. Для приготовления раствора на 10 л воды берут 60—100 г порошка талька и 10—15 г поваренной соли. Время обесклеивания 25—35 мин. Во время обесклеивания икры происходит частичное ее набухание и развитие. Поэтому обесклеивающий раствор к икре нужно добавлять на протяжении всего периода обесклеивания, а икру при этом осторожно перемешивать гусиным пером. В настоящее время практикуется обесклеивание икры в аппаратах Вейса воздухом с помощью компрессоров.

Техника обесклеивания икры молочными растворами при помощи барботажа воздухом следующая. В аппарат Вейса наливают 1,5 — 2 л обесклеивающего раствора (1 л молока на 10 л воды) и подают через вентиль сжатый воздух. Затем аппарат загружают осемененной икрой. В 8-литровый аппарат помещают 500 — 600 тыс. икринок (0,8 — 1 кг). Воздух подают с таким расчетом, чтобы икра интенсивно перемешивалась, но не выплескивалась из аппарата. По мере набухания икры в аппарат приливают обесклеивающий раствор. Через 35 — 40 мин после начала обесклеивания берут пробу икры и помещают в чашку Петри с чистой водой. Проба должна стоять неподвижно в течение не менее 5 мин. Если за это время икринки к стеклу не приклеиваются, то обесклеивание можно считать законченным; если икринки приклеиваются, то обесклеивание продолжают.

Для обесклеивания икры рекомендован состав на основе эмульсии вода: молоко (6 : 1) с добавлением 20 мл глицерина (на 7 — 8 л раствора). После завершения обесклеивания икры подачу воздуха прекращают, в аппарат подают воду, причем ток воды увеличивают постепенно.

Обесклеенную и набухшую икру помещают в инкубационные аппараты.

Для обесклеивания икры карповых и осетровых рыб применяют специальные аппараты - АОИ (рис. 3).



Рисунок 13 - Аппарат обесклеивания икры (АОИ)

Этот аппарат представляет собой раму, на которой смонтированы 5 бачков. Емкость каждого бачка – 11 л. По гибким шлангам к бачкам подведена вода от водопровода и поступает воздух от компрессорной установки. Подача воды и воздуха в каждом бачке регулируется. Кроме того, на раме смонтированы откидной столик для размещения тазов и сливной лоток, в который сбрасывается вода из бачков. Габаритные размеры аппарата следующие: длина – 175 см, ширина – 75 см, высота – 115 см. Вместимость – 3 кг икры осетровых на емкость. Время на обесклеивание икры в аппарате составляет 30-40 минут.

ВОПРОСЫ ДЛЯ СОМОКОНТРОЛЯ

1. Охарактеризуйте технологию обесклеивания икры.
2. Что представляют собой аппараты для бесклеивания икры.

Оглавление

1. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВЫДЕРЖИВАНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ РЫБ

- 1.1 Оборудование для выдерживания производителей осетровых рыб
- 1.2. Оборудование для выдерживания производителей лососевых и сиговых рыб.
- 1.3. Оборудование для выдерживания производителей карповых рыб

2. ТРАНСПОРТИРОВКА И ПОДГОТОВКА ИКРЫ К ИНКУБАЦИИ

- 2.1. Оборудование для транспортировки икры
- 2.2. Подготовка икры к инкубации.

3. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИНКУБАЦИИ ИКРЫ

- 3.1. Внезаводской метод инкубации икры
- 3.2. Аппараты для инкубации икры осетровых рыб
- 3.3. Аппараты для инкубации икры лососевых и сиговых рыб.
- 3.4. Аппараты для инкубации икры карповых рыб

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Кравченко Юрий Владимирович
Ранделин Дмитрий Александрович
Новокщенова Анна Ивановна
Агапова Василина Николаевна

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

по дисциплине «Искусственное воспроизводство рыб»
для обучающихся по направлению подготовки
35.03.08. «Водные биоресурсы и аквакультура»

Часть 1

В авторской редакции

Компьютерная верстка *Плещенко Т.В.*

Пописано в печать __. __. 2022. Формат 60х84 ^{1/16}.

Усл. печ. л. 1,63. Тираж __. Заказ __.

ИПК ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ «Нива».

400002, Волгоград, пр. Университетский 26

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Департамент научно-технологической политики и образования
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Волгоградский государственный аграрный университет»**

Факультет биотехнологии и ветеринарной медицины

Кафедра: «Водные биоресурсы и аквакультура»

**Ю.В. Кравченко, А.И. Новокщенова,
Д.А. Ранделин, В.Н. Агапова.**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**по выполнению курсовой работы
по дисциплине**

**«Искусственное воспроизводство рыб»
для обучающихся по направлению подготовки
35.03.08. «Водные биоресурсы и аквакультура»**



**Волгоград
Волгоградский ГАУ
2021**

Рецензент –
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Кормление и
разведение сельскохозяйственных животных» ФГБОУ ВО
«Волгоградский ГАУ» *Е.А. Липова*.

М-54 Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Искусственное воспроизводство рыб» для обучающихся по направлению подготовки 35.03.08. «Водные биоресурсы и аквакультура» / Ю.В. Кравченко, А.И. Новокщенова, Д.А. Ранделин, В.Н. Агапова. – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2021. – 24 с.

В методических указаниях по отдельным главам рассматривается весь процесс подготовки курсовой работы по курсу «Искусственное воспроизводство рыб». Даются рекомендации по выбору той или иной технологии. Приведены примеры рыбоводного расчета, расчета оборудования и мощности рыбоводного предприятия и др.

УДК 639.3.04
ББК 47.285.3

Рекомендовано методической комиссией электроэнергетического факультета ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (протокол № 2 от 20.02.2021г.).

© ФГБОУ ВО Волгоградский
государственный аграрный университет,
2021
© _____, 2021

ВВЕДЕНИЕ

Одним из важнейших аспектов воспроизводства рыбных запасов является работа рыбоводных предприятий, занятых разведением рыб для последующего вселения в водоемы. С помощью таких предприятий удастся одновременно решать проблемы ликвидации ограничения, возникающие из-за малочисленности стада производителей, недостатка или неудовлетворительного состояния нерестилищ, резких колебаний уровня воды в водоемах или из-за других неблагоприятных гидрологических факторов, проявляющихся в период инкубации икры и на ранних этапах развития молоди.

Доля товарного рыбоводства в общем объеме предложения продукции из водных биоресурсов по результатам 2018 года составила 3,7%, основной объем обеспечивает дикая рыба. Впрочем, с 2014 года производство аквакультуры растет опережающими темпами — 6-10% в год. В последние годы высокими темпами развивается и выращивание лососевых видов рыб. Их доля в 2018-м составила около 28%.

С каждым годом в России увеличивается количество предприятий, занимающихся аквакультурой, что, говорит о росте популярности этого бизнеса. По данным Росрыболовства, в настоящее время рыбоводством занимаются 4,3 тыс. предприятий. 86% из них — небольшие хозяйства, годовой объем производства которых не превышает 100 т в год. Средние по производственной мощности предприятия, от 100 до 1 тыс. т продукции в год, составляют около 13%. На крупные компании (от 1 тыс. т ежегодно) приходится лишь 1%. Значительная часть (72%) продукции получается на хозяйствах с низкой степенью индустриализации — это карповые и растительноядные. Если говорить про Индустриальная аквакультура, несмотря на маленькую долю, дает почти треть всей продукции — 62,7 тыс. т.

Работы по увеличению рыбных запасов должны развиваться в двух направлениях: улучшение условий естественного размножения рыб и искусственное разведение на рыбоводных предприятиях.

1. ЗАДАНИЯ ДЛЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

И ПРАВИЛА ЕЕ ОФОРМЛЕНИЯ

Курсовая работа выполняется студентом по индивидуальной теме, определенной преподавателем дисциплины «Искусственное воспроизводство рыб». В задании указывается размещение рыбоводного предприятия по искусственному воспроизводству ценных промысловых видов рыб в конкретном регионе. В качестве объектов искусственного разведения предлагаются те виды рыб, биотехника воспроизводства которых разработана и мощность будущих предприятий соответствует реально существующим.

В задании обычно указано одно из следующих условий: количество молоди, которое необходимо вырастить и выпустить в водоем, промысловый вылов рыбы, обеспечиваемый в результате деятельности рыбоводного предприятия.

Курсовая работа должна включать пояснительную записку и графическую часть.

2. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Введение.

1. Биологическая характеристика объекта разведения.
2. Выбор места для строительства рыбоводного предприятия.
3. Физико-химическая и гидрологическая характеристика источника водоснабжения.
4. Описание технологического процесса работы рыбоводного предприятия:
5. Заготовка и получение зрелых производителей.
6. Получение продуктов, осеменение икры, подготовка икры к инкубации.
7. Инкубация икры.
8. Выдерживание личинок и их выращивание.
9. Выращивание молоди рыб.
10. Учет и выпуск молоди.
11. Календарный план работы рыбоводного предприятия.
12. Рыбоводный расчет.
13. Расчет оборудования предприятий, цехов.
14. Штат рыбоводного предприятия.
15. Охрана природы.
16. Заключение.
17. Список литературных источников.

Содержание курсовой работы должно соответствовать следующим основным требованиям:

- самостоятельность исследования;
- наличие анализа специальной литературы, соответствующей теме исследования;
- связь предмета исследования с актуальными проблемами современной науки, практической деятельностью;
- наличие в курсовой работе собственных обоснованных суждений автора; логичность изложения содержания курсовой работы, убедительность представленного в курсовой работе материала, аргументированность выводов и предложений;
- научно-практическая значимость курсовой работы.

Во введении необходимо отметить основные задачи рыбной отрасли по обеспечению воспроизводства рыбных запасов. Дать обоснование возможности воспроизводства данного объекта на основе сведений о его естественных запасах, промысловом в регионе. Отметить необходимость строительства рыбноводного предприятия для решения проблемы искусственного воспроизводства вида рыб, указанного в задании.

В разделе **«Биологическая характеристика объекта разведения»** при описании вида указать его латинское название, основные морфологические признаки. Отметить места обитания, темп роста, возраст и размеры, при которых наступает половая зрелость самцов и самок, а также наличие внутривидовых биологических групп (дать их характеристику), начало и окончание нерестовой миграции, половой деморфизм. Дать описание мест нереста и их характеристику (скорость течения, характер кладки икры, нерестовый субстрат), время нереста, соотношение самцов и самок на нерестилищах, плодовитость производителей (рабочую и естественную). Длительность эмбрионального периода развития и требования развивающегося эмбриона к условиям среды. Длительность предличиночного, личиночного и малькового периодов развития. Питание личинок, молоди и взрослых рыб.

В заключение этого раздела следует отметить, какие основные черты биологии разводимого вида рыб определяют ту или иную технологическую схему искусственного воспроизводства, касающуюся методов получения зрелых производителей, способов получения зрелых половых продуктов, инкубации икры, подращивания и выращивания молоди.

В разделе **«Выбор места для строительства рыбноводного предприятия»** необходимо, в первую очередь, принимать во внимание наличие или отсутствие плотины на данной реке. В сложившихся в настоящее время условиях регулирования рек строительство

рыбоводных предприятий стало возможным лишь на их низовьях. В то же время не исключается возможность доставки икры или производителей с пунктов заготовки на рыбоводный завод, расположенный в верхнем бьефе плотины (при условии обеспечения ската молоди или ее транспортировки в нижний бьеф, предустьевые участки морей).

При выборе места учитывается наличие транспортных связей для сообщения с рыбоводным предприятием, размещение промысловых участков, близость населенных пунктов для обеспечения предприятия и его жилого поселка электроэнергией, рабочей силой. Нужно учитывать возможность получения и доставки искусственных и живых кормов, удобрений. Характеристика почв, климата в районе строительства рыбоводного предприятия.

Одним из решающих условий в выборе места для строительства рыбоводного хозяйства является наличие необходимого количества воды пригодной для целей искусственного воспроизводства. В районе водозабора и на участке водоема на расстоянии 20 км выше по течению не должно быть сброса сточных вод промышленных и сельскохозяйственных предприятий. Следует выбрать источник водоснабжения, место забора воды, тип водоснабжения. Нужно описать площадку под строительство рыбоводного хозяйства, ее площадь и расположение относительно источника водоснабжения и населенных пунктов.

В разделе **«Физико-химическая и гидрологическая характеристика источника водоснабжения»** следует произвести характеристику гидрологических и физико-химических показателей источника водоснабжения, следует также использовать данные по динамике температуры воды по сезонам.

В заключение в этом разделе нужно привести обоснование соответствия качества воды источника водоснабжения биологическим требованиям разводимого вида рыбы, особенно по отношению к содержанию растворенного в воде кислорода, биогенов, органических веществ, температурному режиму, водородному показателю (рН). Нужно учитывать, что по мере развития рыбы потребление растворенного в воде кислорода не остается постоянным, а все время возрастает адекватно усложнению организма рыбы.

В разделе **«Описание технологического процесса работы рыбоводного предприятия»**, необходимо при решении вопроса искусственного разведения конкретного вида рыб рекомендовать наиболее современную и эффективную биотехнику и оборудование, начиная с заготовки производителей и заканчивая выращиванием молоди и выпуском ее в естественные водоемы.

При решении вопроса интенсификации процессов воспроизводства в нерестово-выростных хозяйствах и рыбопитомниках следует предусмотреть меры, способствующие максимальному выживанию икры,

личинок, молоди, а, следовательно, и повышению общей продуктивности прудов. Применение мелиорации, внесение удобрений, использование поликультуры, улучшение среды обитания позволят в значительной степени повысить выход рыбы и общую рыбопродуктивность выростных водоемов.

При существовании различных методов биотехнического процесса для конкретного вида рыб следует отдать предпочтение одному из них. Например, если для выращивания молоди рекомендуется прудовый метод, то нет необходимости описывать бассейновый метод или наоборот. В то же время преимущества избранного метода следует указать. Последовательно нужно описать каждое звено производственного цикла, рекомендовать новейшие достижения в биотехнике искусственного разведения соответствующего заданию вида рыбы. При описании всех звеньев производственного процесса наиболее важным является контроль за качеством продукции, получаемой в каждом производственном цикле, начиная от проверки качества производителей и получаемых от них половых клеток и кончая всесторонним анализом жизнестойкости, полноценности выпускаемой предприятием молоди по физиологическим, биохимическим и рыбоводным показателям.

Параллельно с определением качества рыбоводной продукции должен производиться систематический контроль за показателями среды обитания рыб (температурный и гидрохимический режимы), а также контроль за качеством кормов и удобрений.

В связи с этим в курсовой работе необходимо предусмотреть организацию производственной лаборатории, оснащенной всем необходимым оборудованием, приборами и реактивами для оценки жизнестойкости выпускаемой молоди и изучения режима всех процессов искусственного разведения. Необходимо дать рекомендацию по максимально возможному применению средств механизации и автоматизации производственных процессов как при работе с производителями рыб, так и в процессе всего технологического цикла, операциях с икрой, личинками, молодью, ее выпуском. В этой главе необходимо проиллюстрировать в виде рисунков, фотографий оборудования и средств механизации, которые используются в технологическом процессе искусственного воспроизводства и подращивания молоди ценных видов рыб. Объем 6-8 с.

В разделе **«Заготовка и получение зрелых производителей»** следует использовать производителей различных экологических групп или рас (наиболее рациональная эксплуатация оборудования и водоемов рыбоводных предприятий, сохранение генетической структуры популяции, более ценные товарные качества «озимых» групп), описав различия в условиях и сроках их выдерживания.

Необходимо обосновать принятый в курсовой работе экологический или физиологический метод стимулирования созревания половых клеток.

Для некоторых видов рыб наилучшие результаты получают при сочетании этих двух методов.

В зависимости от стадии зрелости гонад, а, следовательно, и продолжительности времени выдерживания производителей следует рекомендовать садки соответствующей продукции, указав режим выдерживания (водообмен, газовый режим), признаки созревания, способ производства контроля за степенью созревания.

В некоторых случаях в курсовой работе необходимо предусмотреть пункты сбора икры и доставку ее на рыбоводный завод.

В разделе **«Получение половых продуктов, осеменение икры, подготовка икры к инкубации»** необходимо определить способ получения половых продуктов, описать условия, при которых проводят отбор половых продуктов у производителей, методы определения качества, полученных икры и спермы, а также методы учета неоплодотворенной икры.

В зависимости от биологических свойств половых клеток обосновать метод осеменения, принятый для заданного в работе вида рыбы.

Описать процесс осеменения икры, подготовки икры к инкубации по предлагаемому в проекте методу.

Если предусматривается инкубация в обесклеенном состоянии, то даются рекомендации по применению средств и аппаратуры для обесклеивания икры.

В разделе **«Инкубация икры»** определяется тип аппарата для инкубации икры. Произвести обоснование принятого метода инкубации икры. Описать техническую характеристику, габариты, конструктивные особенности, принцип работы инкубационного аппарата. Рекомендуются режим инкубации (степень освещения, температура воды, водородный показатель, содержание растворенного в воде кислорода, проточность и др.). Необходимо учитывать, что указанные характеристики внешней среды не остаются неизменными в течение периода инкубации. Дать рекомендации по оценке качества икры (по проценту ее оплодотворения, типичности развития и отходу), устранению причин отхода икры.

Рекомендуется метод учета икры и время его проведения (до оплодотворения или после набухания). Дать рекомендации по уходу за инкубируемой икрой, методы борьбы с заболеваниями (сапролегниоз и др.). Отметить длительность инкубации, предполагаемое время выклева эмбрионов из оболочки, его продолжительность.

Описать способ (с наименьшими отходами) по пересадке предличинок в питомники, лотки, бассейны для последующего их выдерживания.

В разделе **«Выдерживание предличинок и их подращивание»** необходимо определить рекомендуемый метод и соответствующие

устройства для их содержания в зависимости от биологических особенностей вида рыбы и поведения предличинок.

Указать особенности и длительность предличиночного этапа развития и требования предличинок к условиям среды, режим этого периода.

Дать характеристика и обоснование выбранных стартовых кормов. Рекомендуются длительность периода подращивания, режим кормления и мероприятия по уходу за личинками.

Выдерживание личинок может быть, как в инкубационном цехе, так и в специальном помещении.

В разделе **«Выращивание молоди рыб»** необходимо обосновать принятый метод выращивания молоди (прудовый, бассейновый, комбинированный), описывается его преимущество. Привести метод учета молоди перед посадкой в выростные сооружения (поштучный, весовой, объемный). Дать характеристику бассейнов, питомников для выращивания молоди, их конструктивные особенности и условия содержания (гидрологический режим: проточность и водообмен, – газовый и световой режимы). Указать и обосновать длительность срока выращивания молоди для каждого этапа развития. Привести обоснование использования тех или иных видов кормов (искусственных и «живых» кормов), характеристика применяемых искусственных кормов по содержанию основных питательных компонентов (белков, жиров, углеводов, минеральных веществ, витаминов), суточные нормы кормления, способы хранения кормов. Указать методы ухода за выращиваемой в бассейнах рыбой, методы контроля за поедаемостью корма, темпом ростом молоди.

При прудовом методе выращивания необходимо привести характеристику прудов (площадь, температурный и гидрохимический режимы, состав и величина кормовой базы). Рекомендуются методы интенсификационных мероприятий (минеральные, органические, микроудобрения, известкование, агромелиоративная обработка, борьба с вредными беспозвоночными). Возможность повторного использования в течение одного сезона рыбоводных емкостей и прудов при выращивании молоди весенне-нерестующих рыб (в два и даже три цикла).

При комбинированном методе описать режим и длительность выращивания молоди в бассейнах и в прудах.

При использовании в качестве кормов живых гидробионтов необходимо привести методы их разведения.

В разделе **«Учет и выпуск молоди»** необходимо для некоторых рыб приурочить время выпуска к определенной температуре воды и времени естественного ската, период паводка.

Следует рекомендовать один из способов учета выращенной молоди: сплошной метод с его тремя вариантами или бонитировочный метод.

При погрузке молоди в транспортные емкости нужно предусмотреть средства механизации, исключающие ее травмирование (трубопроводы, водопроводы, погрузочные аппараты, эрлифтовая установка и др.).

Необходимо указать район выпуска выращенной молоди, соответствующий биологическим требованиям ее на данном этапе развития, способ и средства транспортировки, указать режим транспортировки, необходимость соблюдения определенных правил выпуска. Следует рекомендовать создания необходимых условий, способствующих максимальному выживанию молоди в местах выпуска (вывоз молоди в опресненные предустьевые участки моря, использование буферных водоемов, обеспеченность кормовой базой, борьба с врагами молоди – хищными рыбами и птицами, исключение вредного влияния загрязненных сточных вод, водозаборных сооружений и др.).

В разделе **«Календарный план работы рыбоводного предприятия»** следует составить ориентировочный календарный план работы рыбоводного предприятия для того чтобы четко представлять весь производственный цикл, начиная от отлова и получения зрелых производителей и кончая выпуском молоди.

Время проведения отдельных работ биотехнического процесса определяется биологическими особенностями вида (Глава 1), принятой биотехникой искусственного разведения (Глава 4) и климатическими условиями района (Глава 3). Период времени, соответствующий каждому звену производственного цикла, на рисунке отмечается особой штриховкой. Причем целесообразно для каждого производственного цикла принять различные условные обозначения (поясняющие данные).

Наименование работ	Месяц																																			
	январь			февраль			март			апрель			май			июнь			июль			август			сентябрь			октябрь			ноябрь			декабрь		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
Заготовка производителей																																				
Выдерживание производителей																																				
Инкубация икры																																				
Выдерживание предличинки																																				
Подращивание и выращивание молоди																																				
Выпуск молоди																																				
Текущие работы																																				

Рисунок 1 – Календарный план работ осетрового рыбоводного завода по воспроизводству русского осетра

Например, если объектом искусственного разведения в задании является воспроизводство русского осетра, то в первой графе «Заготовка производителей» заштриховывается часть рисунка, соответствующая по

времени массовому ходу производителей на нерест. Во второй графе «Выдерживание производителей» продолжительность выдерживания следует показать, применяя другие условные обозначения (штриховку) и т.д.

Прежде чем приступить к пункту **«Рыбоводный расчет»** следует в отдельную таблицу выписать из рекомендуемой литературы биотехнологические нормативы выращивания данного объекта на рыбоводных предприятиях. Указанные нормы можно заимствовать и из других литературных источников, особенно в том случае, если год издания этих статей, монографий, справочников будет более поздний. Исходя из данных задания нужно путем последовательных расчетов определить для каждого звена технологического процесса соответствующее количество рыбоводной продукции (молодь, личинки, предличинки, икра). В конечном итоге рассчитывается число производителей рыб, необходимое для обеспечения выполнения проектного задания.

Рассмотрим пример рыбоводного расчета для приведенного ниже осетрового рыбоводного завода на р. Волге, обеспечивающего выпуск 1,2 млн. шт. молоди осетра. В данном примере в задании не обусловлен метод выращивания молоди, поэтому студент по своему усмотрению отдает предпочтение одному из существующих методов.

1. Выход молоди из выростных прудов составляет 50 %, следовательно, в пруды должно быть посажено 2,4 млн. шт. личинок:

$$\begin{aligned} 1,2 \text{ млн.} &- 50 \% \\ x &- 100 \% \\ x &= 2,4 \text{ млн шт.} \end{aligned}$$

2. Выживаемость молоди за период выдерживания и подрачивания составляет 70 %, значит, из инкубационного цеха должно быть доставлено и посажено 3,428 млн. шт. предличинок.

3. Отход икры за период инкубации в аппаратах «Осетр» составляет 30%, следовательно, требуется 4,898 млн. шт. икринок.

4. Процент оплодотворенной икры осетра равен 80, значит, для получения запланированного количества предличинок необходимо заложить на инкубацию 6,122 млн. шт. икринок.

5. Рабочая плодовитость самок осетра может быть принята равной 250,0 тыс. икринок, значит, заводу потребуется:

$$6,122 \text{ млн. икринок} / 0,25 \text{ млн. шт.} = 25 \text{ самок.}$$

6. Соотношение полов при искусственном разведении осетровых составляет 1: 1. Поэтому потребуется 25 самцов.

7. Процент созревания производителей 85, следовательно, необходимо заготовить еще 60 производителей, в том числе 30 самок и 30 самцов.

8. С учетом резерва (30 %) количество всех заготовленных рыбоводным заводом производителей для получения 1,2 млн шт. молоди осетра должно составить 86 шт., в том числе 43 самки и 43 самца.

В тех случаях, когда в теме курсовой работы указывается величина промыслового возврата, которую должен обеспечить проектируемый завод, поступают несколько иначе. Сначала определяют количество особей, которые составят указанный вылов (разделив его на среднюю массу половозрелой рыбы), а затем, зная показатель промыслового возврата от выпускаемой заводом молоди, определяют то ее количество, которое завод должен вырастить и выпустить для целей намеченного масштаба искусственного воспроизводства. Последующие расчеты аналогичны приведенным выше.

В пункте **«Расчет оборудования предприятия, цехов»** при проведении расчета оборудования, транспортных средств, инвентаря, необходимых для работы каждого цеха рыбоводного предприятия, следует исходить из задания на курсовой проект и принятой биотехники искусственного разведения.

В состав рыбоводного осетрового завода (в приведенном примере) входят следующие основные производственные цеха: заготовки и получения зрелых производителей, инкубационный, выдерживания личинок и выращивания молоди. На основе этого и произвести расчет оборудования, цехов.

Расчеты необходимого количества оборудования следует производить исходя из количества рыбоводной продукции (производители, молодь, личинки, икра) и принятых нормативов плотности (посадки, загрузки) в соответствующие рыбоводные емкости.

Для доставки производителей к пункту сбора икры следует определить транспортные средства и емкости (прорези, живорыбные машины, брезентовые чаны, самоходные суда и др.). Затем исходя из плотности посадки, принятой для данного вида рыб, в соответствующие транспортные средства и емкости, определяют их количество. В данном случае необходимо учитывать возможность многократного использования транспортных емкостей в связи с растянутым сроком захода и отлова производителей.

Для обеспечения процесса выдерживания, рассчитанного количества производителей проводят расчет рыбоводных емкостей (садков, прудов) исходя из нормативных показателей плотности посадки рыб на единицу площади или объема выбранной емкости. В том случае, если сбор и осеменение икры проводят в месте отлова производителей – на рыбоводном пункте, который находится на значительном расстоянии от предприятия, необходимо рассчитать количество соответствующих емкостей для ее транспортировки. В данном случае следует учитывать возможность повторного использования транспортных средств. При использовании физиологического или эколого-физиологического метода стимулирования созревания половых продуктов у рыб рассчитать необходимое для рыбоводных целей количество гипофизарного препарата

или его аналога (нормы введения гормональных препаратов должны быть отражены в таблице биотехнологических нормативов).

Расчет оборудования инкубационного цеха провести с учетом нормы загрузки одного аппарата и количества икры, рассчитанного в соответствии с темой курсовой работы. Следует учитывать возможность сокращения числа аппаратов для инкубации икры весенне-нерестующих рыб за счет повторного их использования. Площадь инкубационного цеха рассчитать исходя из площади, необходимой для установки всех аппаратов. Кроме того, важно учитывать свободное пространство между аппаратами для их обслуживания, т. е. свободного прохода обслуживающего персонала во время процесса инкубации. В данном случае имеет значения тип установки аппаратов (одно- или многоярусный, лестничный).

Если в инкубационном цехе предусмотрено выдерживание предличинок, то необходимо предусмотреть площадь и для личиночных питомников, лотков и другого оборудования.

Аппараты, используемые для инкубации икры некоторых видов рыб, одновременно могут служить для выдерживания и подращивания личинок, в данном случае может корректироваться их количество.

Схема инкубационного цеха должна быть представлена на листе формата А4 в масштабе. На схеме должна быть отражены: место расположения аппаратов обесклеивания икры (если предусмотрено технологией), инкубационных аппаратов, личинконакопитель, водоподающая и водосбросная система.

Выдерживание и выращивание ранней молоди рыб может проводиться в одном цехе с использованием одних и тех же емкостей. При бассейновом методе выращивания производят расчет площади цеха из нормативной плотности посадки молоди в один бассейн и площади, необходимой для его установки. Если в процессе выращивания предусматривается пересадка молоди в другие рыбоводные емкости, то рассчитать количество всех типов бассейнов, питомников, необходимых предприятию, и площадь для их установки.

При прудовом методе выращивания, руководствоваться нормативами плотности посадки рыб на единицу площади, определить количество всех прудов и общая прудовая площадь,

При подращивании молоди в сетчатых питомниках следует рассчитывать их количество и прудовую площадь для их размещения.

При комбинированном методе выращивания рассчитать необходимое количество бассейнов и прудов, а также их площадь. При расчете выростной базы следует учитывать возможность повторного использования бассейнов и прудов, что позволит сократить общую выростную площадь.

В разделе **«Штат проектируемого рыбоводного предприятия»** необходимо предусмотреть постоянный и временный штат. В качестве

примера приводим штат осетрового рыбноводного завода мощностью 2 млн шт. молоди. Директор – 1; главный инженер – 1; главный рыбновод – 1; гидрохимик-гидробиолог – 1; главный бухгалтер – 1; кассир – 1; зав. складом – 1; механик – 1; водитель-тракторист – 3, электрик – 2; рабочие рыбноводы – 10 человек, вспомогательный персонал – 3 чел. Общая численность работающих составляет 26 человек.

В разделе **«Охрана природы»** необходимо руководствоваться тем, что одной из важнейших задач в нашей стране является забота об охране природы и улучшении использования природных ресурсов. Мероприятия по воспроизводству рыбных запасов, проводимые на внутренних водоемах страны, является решением одной из важных проблем по охране природы. Следует изложить общие требования к составу и свойствам воды водоемов, используемых для сохранения и воспроизводства ценных видов рыб. Описать рыбноводно-мелиоративные мероприятия, которые необходимо проводить на источнике водоснабжения. Описать экологическую обстановку в районе строительства рыбноводного предприятия.

Необходимо учитывать, что в районах расположения предприятий по искусственному воспроизводству рыб запрещается проводить лесозаготовительные работы, сброс в источник водоснабжения сточных вод промышленных предприятий, забор воды из реки без рыбозащитных сооружений и т.д.

Особое внимание следует обратить на недопустимость поступления в водоемы загрязненных сточных вод от водного и наземного транспорта проектируемого рыбноводного предприятия. При обосновании строительства хозяйств необходимо учитывать, что на расстоянии меньше 10 км не должны находиться крупные промышленные предприятия (особенно химические), очистные сооружения, сельскохозяйственные фермы, пищевые перерабатывающие предприятия, свалки, бензозаправки, и другие сооружения, загрязняющие окружающую среду. Также необходимо предусмотреть озеленение территории предприятия. С целью охраны природы в рыбноводных хозяйствах используются водонапорные башни, рыбосороуловители, фильтры, пруды-отстойники, карантинные пруды и т.д.

В разделе **«Заключение»** подводится итог всей работы, т.е. приводится краткое содержание (ответ) каждого пункта работы, обычно не более 1-2 абзацев. Заключение зачитывается при защите курсовой работы.

В разделе **«Список литературных источников»** необходимо самостоятельно приступить к подбору литературы, используя при этом предметные каталоги, библиографические справочники, учебники, учебные пособия, монографии, научные статьи, нормативный материал и др.

3. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ И ЗАЩИТА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Автору настоящей курсовой работы необходимо строго придерживаться рабочего плана, представленного в методических указаниях.

Писать следует ясно, литературным языком, без орфографических и стилистических ошибок. Не следует делать длительных перерывов в написании работы, это приводит к нарушению связанности и последовательности изложения.

Материал должен быть представлен в формате Microsoft-Word 2007/2010. Шрифт TimesNewRoman, кегль 14, междустрочный интервал – 1,0. Параметры страницы: размер левого поля 30 мм, правого – 10 мм, верхнего – 20 мм, нижнего – 20 мм. Поля слева оставляют для переплета, справа – для того, чтобы в строках не было неправильных переносов, ориентация книжная. Размер бумаги А4, источник бумаги: до верхнего колонтитула 1,7; до нижнего колонтитула галочки и черные квадратики все убираем, остаются белые квадратики. Расстановка переносов Авто.

Курсовая работа печатается на компьютере или пишется от руки черными или фиолетовыми чернилами. Титульный лист и заявление для утверждения темы курсовой работы (проекта) оформляется машинописным текстом (приложение 1, 2).

Все страницы нумеруются, начиная с титульного листа (на титульном листе номер страницы не ставится). Номер страницы обозначаем внизу по центру.

Расстояние между названием главы и последующим текстом должно быть равно 2 интервалам. Такое же расстояние выдерживается между заголовками главы и под главами. Точку в конце заголовка располагаемого посередине строки не ставят. Не допускаются подчеркивание и перенос слов в заголовке. Заголовки подразделов печатают (пишут) с абзаца строчными буквами.

Фразы, начинающиеся с новой (красной) строки, печатаются с абзацным отступом от начала строки, равным 8-12 мм.

Оглавление оформляется в соответствии с планом курсовой работы. По каждому пункту рубрикации в тексте оглавления проставляются страницы.

Работа должна иллюстрироваться рисунками, фотографиями, таблицами, которые размещаются после упоминания в тексте. Рисунок и подрисуночная надпись располагаются по центру без абзаца:

Рисунок 1 – Название рисунка

Нумерация рисунков может быть сквозной по всей работе или выполнена по главам с указанием в нумерации данной главы/раздела (Например, рисунок 4 из главы 2 будет оформлен так: Рисунок 2.4 – Название...). Схемы, диаграммы не должны иметь цветовых выделений (для черно-белой печати) и могут быть выполнены узорчатыми способами заливки.

При использовании таблиц, которые были опубликованы в печати, обязательно следует указать источник. Другие иллюстрации следует называть рисунками. Название рисунков и их номера размещаются под рисунком. Условные обозначения помещаются в конце подписи под иллюстрацией. Карта местности, на которой отмечается место расположения предприятия, населенные пункты, дороги, источник водоснабжения, также относится к рисункам. Ссылка на использованную литературу в тексте ставится в скобках и включает фамилию автора и год издания литературного источника.

Графическая часть включает:

1. Копию географической карты участка водоема с указанием места расположения будущего предприятия.
2. Схему расположения на местности всего предприятия.
3. План инкубационного цеха с обозначением размещения аппаратов и систем водоснабжения и канализации.
4. Рисунки рыбоводного оборудования, используемого на предприятии.
5. Рисунок календарного плана работы предприятия.

На схеме следует обозначить все цеха, производственные здания и сооружения, административно-хозяйственные здания и др. Обозначить пути поступления воды от источника водоснабжения до места сброса ее в водоем. Необходимо учитывать взаимосвязь цехов и компактность их расположения. Схема рыбоводного предприятия выполняется на листе формата А4 в масштабе.

При подборе литературы следует отдавать предпочтение более поздним изданиям, в которых полно отражены теория и практика искусственного воспроизводства рыб. Изучая литературу, следует составлять конспект в особой тетради или на отдельных карточках. Запись отобранных книг (монографии, учебники, справочники) для составления списка должна включать фамилию и инициалы автора, заглавие книги, место издания, год издания, объем в страницах. Фамилию автора следует указывать в именительном падеже, используемые источники располагаются в алфавитном порядке если книга написана двумя или более авторами, то их фамилии указывают в том порядке, в котором они напечатаны в книге. Перед фамилией последующего автора ставят запятую.

Например: 1. Сорвачев К.Ф. Основы биохимии питания рыб. – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1992. – 247 с.

Наименование места издания приводится полностью, допускается сокращение названий только двух городов: Москвы (М.) и Ленинграда (Л.) – Санкт-Петербурга – СП-б.

Сведения о статье из периодического (продолжающегося) издания должны включать: фамилию и инициалы автора, заглавие статьи, наименование издания (журнала), наименование серии (если имеется), год выпуска, том, номер издания (журнала), страницы, на которой помещена статья. Следует приводить номера первой и последней страниц, разделенных тире.

Например: 1. Козаков Р.В., Мельникова М.Н. Зависимость размерно-весовых характеристик зародышей и личинок атлантического лосося от величины икринок // Сб. науч. тр. / ГосНИОРх. – М., 2010. – Вып. 153. – С. 58-70.

4. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Власов, В. А. Рыбоводство: учеб. пособие / В. А. Власов. - СПб.: Лань, 2010. – 352 с.
2. Гарлов, П. Е. Искусственное воспроизводство рыб управление размножением: учеб. пособие / П. Е. Гарлов, Ю. К. Кузнецов, К. Е. Федоров. - СПб.: Лань, 2014. - 256 с.
3. Иванов, А. А. Физиология рыб: учеб. пособие для вузов / А. А. Иванов. - 2-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2011. - 288 с.
4. Классификатор в области аквакультуры (рыбоводства)/ МСХ РФ. - М.: Росинформагротех, 2015. - 28 с.
5. Мишанин, Ю. Ф. Ихтиопатология и ветеринарно-санитарная экспертиза рыбы: учеб. пособие для вузов / Ю. Ф. Мишанин. - СПб.: Лань, 2012. – 560 с.
6. Мухачев, И. С. Озерное товарное рыбоводство: учебник для вузов / И. С. Мухачев. - СПб.: Лань, 2013. – 400 с.
7. Новиков, Г.Г. Об экологических методах управления развитием и принципах создания биотехнологии искусственного воспроизводства костистых рыб / Г.Г. Новиков, А.Н. Строганов // Инф. пакет рыб х-во. Сер. Аквакультура. – 1992. – № 1. – С. 11-30.
8. Полякова, О. Г. Организация прудового хозяйства: практическое пособие / О. Г. Полякова; ФГБОУ ВПО Волгогр. ГАУ. - Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2012. - 36 с.
9. Пономарев, С. В. Осетроводство на интенсивной основе / С. В. Пономарев. - Доп. Упр. науки и образования Федерального агентства по рыболовству в кач. учеб. для студ. высш. и средних проф. учеб. заведений, обуч. по направ. 110900 — «Водные биоресурсы и аквакультура» и спец. 110901.65 — «Водные биоресурсы и аквакультура», 110902.52 — «Ихтиология и рыбоводство», по научной специальности 03.00.10 — «Ихтиология».
10. Пономарев, С. В. Осетроводство на интенсивной основе: учебник/ С. В. Пономарев, Д. И. Иванов. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - СПб.: Лань, 2013. – 352 с.
11. Проектирование рыбоводных предприятий: справочник / Э.В. Гриневский, Б.А. Каспии, А.М. Керштейн и др. – М.: Агропромиздат, 1990. – 223 с.
12. Рыбоводство: учебник для вузов / И. В. Морузи [и др.]; Ассоц. "Агрообразование". - М.: КолосС, 2010. – 295 с.
13. Рыжков, Л. П. Основы рыбоводства: учебник для вузов / Л. П. Рыжков, Т. Ю. Кучко, И. М. Дзюбук. - СПб.: Лань, 2011. – 528
14. Фаритов, Т. А. Кормление рыб: учебное пособие / Т.А. Фаритов. – СПб.: Издательство «Лань», 2016. – 348 с.

Приложение 1.

Министерство высшего образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волгоградский аграрный университет»

Факультет Биотехнологии и ветеринарной медицины
Кафедра Водные ресурсы и аквакультура

КУРСОВАЯ РАБОТА

По дисциплине «Искусственное воспроизводство рыб»
для обучающихся по направлению подготовки
35.03.08. «Водные биоресурсы и аквакультура»

На тему: «_____»

Выполнил:
студент _____ курса
группа _____,
ФИО

Научный руководитель:
Должность, звание,
ФИО

Волгоград, 2021

Приложение 2.

Заведующему кафедрой _____

наименование кафедры

*фамилия имя отчество зав. кафедрой
обучающегося группы*

Фамилия _____

Имя _____

Отчество _____

ЗАЯВЛЕНИЕ.

Прошу утвердить тему курсовой работы (проекта): _____

название темы курсовой работы (проекта)

по дисциплине _____

наименование дисциплины

_____ Г.

подпись обучающегося

«Согласовано»

Руководитель

Курсовой работы (проекта)

подпись инициалы

фамилия

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Кравченко Юрий Владимирович
Новокщенова Анна Ивановна
Ранделин Дмитрий Александрович
Агапова Василина Николаевна

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению курсовой работы
по дисциплине «Искусственное воспроизводство рыб»
обучающихся по направлению подготовки
35.03.08. «Водные биоресурсы и аквакультура»

В авторской редакции

Компьютерная верстка *Плещенко Т.В.*

Пописано в печать __. __. 2021. Формат 60х84 ^{1/16}.
Усл. печ. л. 1,63. Тираж __. Заказ __.
ИПК ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ «Нива».
400002, Волгоград, пр. Университетский, 26.

РЕЦЕНЗИЯ
на лабораторный практикум по дисциплине "Искусственное
воспроизводство рыб",
подготовленный Ю.В. Кравченко, А.И. Новокшеновой,
Д.А. Ранделиным, В.Н. Агаповой

Современное производство продукции аквакультуры нуждается в улучшении профессиональной подготовки специалистов для выполнения поставленных задач. В связи с этим возрастает роль производственного обучения студентов, магистрантов, аспирантов факультета биотехнологий и ветеринарной медицины.

Практикум по дисциплине "Искусственное воспроизводство рыб", подготовленный коллективом преподавателей, отвечает поставленным задачам. Опираясь на опыт общения со студентами, авторы компактно и просто изложили материал, рассчитанный на студентов, который состоит из четырех разделов: «ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВЫДЕРЖИВАНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ РЫБ», «ТРАНСПОРТИРОВКА И ПОДГОТОВКА ИКРЫ К ИНКУБАЦИИ», «ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИНКУБАЦИИ ИКРЫ» - это способствует лучшему усвоению материала.

Особого внимания заслуживает стиль изложения материала. Авторы отказались от сложных конструкций, заменив их простыми предложениями, исключив сложные для восприятия слова и термины.

Эти особенности отличают данное учебное пособие от немногочисленных аналогов и позволяют рекомендовать его к печати как учебное пособие.

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
кафедры «Кормление и разведение
сельскохозяйственных животных»
ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный
аграрный университет»

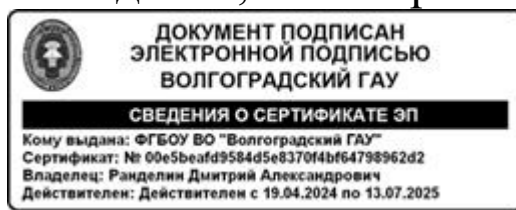
Е.А. Липова

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Департамент научно-технологической политики и образования
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Волгоградский государственный аграрный университет»**

Факультет биотехнологий и ветеринарной медицины

Кафедра «Водные биоресурсы и аквакультура»

**А.И. Новокщёнова, В.Н. Агапова,
Д.А. Ранделин, Ю.В. Кравченко**



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**для проведения практических работ по дисциплине
«Гидробиология» для обучающихся по направлению
35.03.08 – Водные биоресурсы и аквакультура**

Часть 1

**Волгоград
2022**

УДК 639.3

ББК 47.2

М-54

Рецензент-

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Кормление и разведение сельскохозяйственных животных» ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ Агапов С.Ю.

М-54 Методические указания по проведению практических работ по дисциплине «Гидробиология», часть 1, для обучающихся по направлению 35.03.08 – Водные биоресурсы и аквакультура/ А.И. Новокщёнова, В.Н. Агапова, Д.А. Ранделин, Ю.В. Кравченко, – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2022.– 35 с.

В методических указаниях рассматриваются основные закономерности эволюции представителей классов рыб и круглоротых. Методические указания содержат теоретический материал, контрольные вопросы и рисунки.

Предназначены для обучающихся по направлению 35.03.08 – Водные биоресурсы и аквакультура.

УДК 639.3

ББК 47.2

© ФГБОУ ВО Волгоградский
государственный аграрный
университет, 2022

	ВВЕДЕНИЕ	Стр. 4
Тема 1,2.	МЕТОДЫ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ. КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ УЧЕТ ГРУПП ГИДРОБИОНТОВ. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ СБОРА И ОБРАБОТКИ ПРОБ ФИТОПЛАНКТОНА, ЗООПЛАНКТОНА, ГИПОНЕНСТОНА И БЕНТОСА.	5
Тема 3,4.	Адаптации гидробионтов к среде обитания. Адаптация водных организмов к условиям обитания в пелагиали и бентали водоемов.	34

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

С ростом цивилизации все яснее видно, что за гидробиосферой, как и за сельскохозяйственными угодьями нужен «уход», без чего удовлетворения многих жизненных потребностей людей начнет быстро ухудшаться до катастрофическим последствиям. Гидробиология и является той наукой, обеспечивает разработку экологических основ необходимого «ухода» за биогидросферой в интересах оптимизации ее состояния для человека.

Гидробиология участвует в оптимизации экосистем, созданных для промышленной очистки питьевых и сточных вод, обеспечение космонавтики и в некоторых других целях. К исключительно важных задач гидробиологии, приобретаемого в наше время все большее значение, относится экспертная оценка экологических последствий зарегулирования и перераспределения стока рек, антропогенного изменения гидрологического режима озер и морей. К этому же кругу задач относится гидробиологическая экспертиза, оценивает значение вновь создаваемых промышленных, сельскохозяйственных и других предприятий для водных экосистем с целью охраны последних от недопустимых повреждений.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ СБОРА И ОБРАБОТКИ ПРОБ ФИТОПЛАНКТОНА, ЗООПЛАНКТОНА, ГИПОНЕНСТОНА И БЕНТОСА.

Цель занятия: изучить методы гидробиологических исследований; производить количественный и качественный учет групп гидробионтов.

Задание 1. Составьте конспект материала.

Все гидробионты в зависимости от их происхождения делятся на обширные группы: первичноводные и вторичноводные. К группе первичноводных относятся организмы, вся эволюция которых проходила в водной среде. Для представителей этой группы характерно водное дыхание. Они используют кислород, растворенный в воде, с помощью жаберного аппарата или дышат всей поверхностью тела. К этому сообществу относятся:

Мир растений. Все отделы водорослей

Мир животных. Тип простейшие – Protozoa Тип губки – Spongia Тип кишечнополостные – Coelenterata Тип гребневики – Stenophora Черви – все типы Plathelminthes, Nematelminthes, Annelida Тип Членистоногие – Arthropoda Подтип жабродышащие – Branchiata Класс ракообразные – Crustacea Тип мягкотелые – Mollusca Тип щупальцевые – Tentaculata (мшанки) Тип погонофоры – Pogonophora Тип иглокожие – Echinodermata Тип полухордовые – Hemichordata Тип хордовые – Chordata Подтип оболочники – Tunicata Все классы рыб – Chondrichthyes, Osteichthyes

Вторичноводные – это организмы, предки которых обитали на суше, а затем перешли к обитанию в водной среде. При этом изменилось их морфологическое строение, и они выработали ряд приспособлений к жизни в водной среде. Однако большинство из них не смогли перейти к водному дыханию и, так же как их наземные предки, дышат атмосферным кислородом. Среди организмов, населяющих пресноводные водоемы, вторичноводные занимают значительную часть. В морских бассейнах число их невелико. К этому сообществу относятся: Мир растения Высшие водные растения Мир животные Тип членистоногие - Arthropoda Класс ракообразные - Crustacea Класс паукообразные - Arachnida Класс насекомые - Insecta Тип хордовые - Chordata Класс млекопитающие - Mammalia (сем. китообразные, ластоногие, дюгоневые)

В зависимости от образа жизни выделяют группу амфибионтных организмов, проводящих часть жизни в водной среде, а часть - на суше. К ним относятся многие обитатели приливо-отливной зоны водоемов.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Необходимость подробного изучения растений водных экосистем возникает в связи с тем, что растительный покров водоемов и водотоков составляет первичное звено в экосистемах вод. Изучение состава водной флоры и растительности, а также законов распространения различных

видов и распределения сообществ водных растений является основной частью биологического мониторинга. В водоемах в зависимости от экологических условий выделяются различные зоны, для каждой из которых характерен свой набор обитателей. В толще воды (зона пелагиали) преобладают микроскопические водоросли (зеленые, диатомовые, сине-зеленые). В зоне литорали (прибрежная зона) присутствуют макроскопические водоросли, высшие растения. В зоне фитали (заросли макрофитов) преобладает высшая водная растительность и водоросли-обрастатели (диатомовые, желто-зеленые, эвгленовые). Растительный покров – это совокупность растений (флоры и растительности) на какой-либо территории или акватории. Флора включает в себя низшие (водоросли) и высшие (мхи и сосудистые) растения. Растительность – совокупность растительных сообществ на определенной территории или акватории. В водоемах и водотоках встречаются зеленые, красные, трибофициевые, хризофициевые, диатомовые, динофитовые, криптофитовые и эвгленовые водоросли. Традиционно в составе пресноводной альгофлоры рассматриваются цианобактерии, или сине-зеленые водоросли. Большинство пресноводных водорослей имеет микроскопическое строение и рассматривается учеными гидробиологами в составе следующих экологических групп: планктон, бентос, нейстон, перифитон. Группа макрофитов водных объектов включает в себя крупные, видимые невооруженным глазом растения – зеленые, харовые, трибофициевые водоросли, водные и прибрежно-водные печеночники, мхи, плауновидные, хвощевидные, папоротниковидные и покрытосеменные растения. Согласно классификации В.Г. Папченкова (2001), макрофиты представлены следующими экологическими группами. Группа экотипов. Настоящие водные растения. Экотип I. Гидрофиты, или настоящие водные растения. Экогруппа 1. Макроводоросли и водные мхи: *Chara foetida*, *Riccia fluitans* и др. Экогруппа 2. Гидрофиты, свободно плавающие в толще воды: *Ceratophyllum demersum*, *Lemna trisulca*, *Utricularia vulgaris* и др. Экогруппа 3. Погруженные укореняющиеся гидрофиты: *Elodea canadensis*, *Potamogeton lucens* и др. Экогруппа 4. Укореняющиеся гидрофиты с плавающими на воде листьями: *Nymphaea candida*, *Nuphar lutea*, *Potamogeton natans* и др. Экогруппа 5. Гидрофиты, свободно плавающие на поверхности воды: *Salvinia natans*, *Lemna minor* и др.

Группа экотипов. Прибрежно-водные растения. Экотип II. Гелофиты, или воздушно-водные растения. Экогруппа 6. Низкотравные гелофиты (средняя высота побегов 60–100 см): *Alisma plantago-aquatica*, *Butomus umbellatus*, *Sparganium erectum*, *Hippurus vulgaris* и др. Экогруппа 7. Высокотравные гелофиты (средняя высота побегов 180–250 см): *Glyceria maxima*, *Phragmites australis*, *Typha angustifolia* и др. Экотип III. Гигрогелофиты: *Calla palustris*, *Comarum palustre*, *Menyanthes trifoliata* и др. Группа экотипов. Заходящие в воду береговые (околоводные)

растения. Экотип IV. Гигрофиты: *Scirpus sylvaticus*, *Juncus bufonius*, *Salix triandra* и др. Экотип V. Гигромезо- и мезофиты: *Potentilla anserina*, *Tussilago farfara*, *Veronica longifolia* и др.

При исследовании высших растений полевое изучение растительного покрова водных объектов какой-либо территории состоит из нескольких этапов: 1) выбор объекта (или объектов) исследований; 2) планирование маршрутов исследований; 3) выявление флористического состава водного объекта (или объектов); 4) составление картосхемы водоема или водотока; 5) изучение фитоценотического состава водного объекта; 6) изучение запасов биомассы макрофитов, процессов зарастания водных объектов и продукции водных растительных сообществ.

1.1. Выбор объекта (или объектов) исследований

В зависимости от целей в качестве объекта исследований можно выбрать растительный покров однотипных водных объектов (рек, озер, прудов и др.), либо растительный покров водоемов и водотоков определенной территории, изучая при этом гидроморфные экотопы различного типа. Так, если исследователя интересует растительный покров водных объектов выбранного территориального выдела или воздействие антропогенного пресса на водные экосистемы, то во время полевых исследований нужно посетить водоемы и водотоки различного типа, а также прибрежные и переувлажненные местообитания. Если приоритет отдан изучению природных водных экосистем, то в качестве объекта исследований можно выбрать флору и растительность рек, озер, стариц. При исследовании водных экосистем антропогенного происхождения объектом исследования может стать растительный покров водохранилищ, прудов, карьеров и др.

Выявление флористического состава водного объекта (или объектов)

Подготовительный этап. Составление предварительного флористического списка водоемов или водотоков. Прежде, чем изучить водную флору какой-либо территории или флору конкретного водного объекта, необходимо составить начальный флористический список изучаемых объектов. Предварительный список таксонов, которые могут быть встречены на водоемах и (или) водотоках изучаемой территории, составляется на основе фондовых гербарных коллекций и опубликованных «Флор...» (например, «Флора Средней полосы Европейской части России» (Маевский, 2006) и др.). Необходимо по возможности использовать всю доступную флористическую литературу разных лет. При составлении начального списка следует учитывать флористические списки соседних районов и регионов, так как для видов не существует административных границ. Таким образом, зная, что вид встречается на сопредельных территориях, можно сделать предположение о нахождении его в месте Ваших исследований.

Для рек указывают, какой берег обследуется: правый или левый. В графу «Примечания» заносят неотмеченные в основном списке виды, какие-либо выделяющиеся особенности объекта или напрашивающиеся умозрительные заключения. Ниже приводится пример бланка описания водной флоры. Особенности гербаризации водных растений. Во время любых полевых исследований нужно собирать гербарные образцы для подтверждения произрастания вида на данной территории. В гербарий берутся виды, не указанные ранее с исследуемого места и растения, трудно определяемые в полевых условиях. Начинающим исследователям рекомендуется собирать неизвестные им виды для дальнейшего определения по специальным «Флорам...» и «Определителям...». При сборе образцы снабжают черновыми гербарными этикетками, куда вносят данные о географическом положении местонахождения, состоянии популяции (особенно для редких видов), особенностях условий обитания, дату, фамилию и инициалы собравшего гербарный образец. Для сбора растений на водоеме, как и в поле, необходимо иметь копалку или нож с длинным лезвием, которые хранят в специальных чехлах или футлярах. Для сбора водных растений нужны водяные грабельки (небольшие огородные грабельки, насаженные на ручку длиной до 2 м). На ручке грабель делают разметку для измерения глубины произрастания растения. Растения, извлеченные из воды, быстро теряют влагу, поэтому рекомендуется иметь при себе полиэтиленовые мешки или плёнку. В них нежные водные растения сохраняются до прихода на базу исследований (Лисицына, 2003). Если вдруг с собой мешка не оказалось, то собранное растение можно завернуть в крупные листья репейника, щавеля или частухи. Прибрежные и земноводные растения собирают в гербарную папку. Нужно стремиться собирать растения более полно, чтобы присутствовали все органы: корни, стебли, подводные и плавающие на поверхности воды листья, цветки, плоды, семена. Многие водные растения имеют слабые стебли (виды родов *Potamogeton*, *Myriophyllum*, *Utricularia*, *Batrachium*), поэтому в гербарий их закладывают кольцом или дугой. Водные растения со слипающимися вне воды листьями (узколистные рдесты, шелковники, болотники, роголистники, пузырчатки, занникеллия и некоторые другие) следует закладывать прямо в воде в полевых условиях или в тазике с водой при возвращении на место стоянки.

Бланк описания флоры водного объекта.

Описание № _____ Дата ____ . ____ . 20__ г. Местоположение: (регион) _____ район _____ нас. пункт _____ .

Водоем _____

Характер водоема _____

Размеры _____

Вода _____

Дно _____

Берега _____

Особенности зарастания _____

Во избежание почернения и загнивания собранный гербарий водных и прибрежно-водных растений необходимо перекладывать газетной или другой влагоемкой бумагой не менее двух раз в сутки. Также для сушки гидрофитов можно использовать специальные гербарные прессы с рубашками из воздухопроницаемых полимерных материалов. При соблюдении указанного режима высушивания гербарий сушится в течение 2–3 суток. Под растение в воде подводят плотный лист бумаги (чертежная бумага, пергамент или под пергамент) и осторожно вынимают. Растение при этом расправляется и ложится ровно. При работе на водоеме следует обратить внимание на виды земноводных растений, которые при изменении уровня воды могут образовывать водную и наземную формы.

1.2. Составление картосхем водных объектов

Во время изучения флоры и растительности водного объекта делают подробную схему зарастания. Для водоемов заранее готовят выкопировку на миллиметровой бумаге с карты местности масштабом 1:200 000, 1:100 000 или космоснимка с помощью программы «Ozi Explorer». Для составления комплексной картосхемы по мере продвижения по водоему на лодке или с берега на выкопировку наносят границы ассоциаций растений в соответствии с масштабом в 1 мм – 1 м. Размеры сообществ измеряют при помощи рулетки, шпагата, GPS-навигатора или после определенной тренировки указывают глазомерно. При картировании на схеме водного объекта отмечают не только доминирующие виды и сообщества, но также редкие виды и популяции, единично растущие виды растений. Здесь же указывается проективное покрытие каждого вида в сообществе (если оно будет различным в разных участках водоема, то отмечают его изменение). При обработке полевых материалов результаты подсчетов на картируемых участках интерполируются на пропущенные с учетом этих визуальных наблюдений. В процессе маршрутного обследования на каждый километровый отрезок реки (при сплошном) или на 3–5-километровые ее участки (при фрагментарном обследовании) составляются схемы зарастания русла. Для такой работы перед полевым выездом следует подготовить выкопировки с карты масштабом 1:100 000 или космоснимка с помощью программы «Ozi Explorer». На подготовленных выкопировках русло реки делится на сантиметровые отрезки, равные 1 км в натуре. Километровые отрезки русла с характерными для них изгибами с выкопировки переносятся в тетрадь в увеличенном масштабе. В поле в пределах этих участков уточняются контуры русла реки и расположение ее излучин. На них указывается ширина русла реки и наносятся контуры растительных сообществ с условным обозначением их доминантов и содоминантов. Густотой штриховки контура отмечается проективное

покрытие и (или) обилие растений того или иного вида. Оценка ширины реки и размеров фитоценозов производится глазомерно при условии периодических проверок с помощью прямых измерений. В стационарных условиях во время обработки полевого материала из картосхемы можно узнать о флористическом и фитоценоотическом составе водоема или водотока, площади, занимаемой отдельными ассоциациями и видами, запасах сырой биомассы, рассчитать показатели интенсивности и степени зарастания водоемов и водотоков, продукцию водных, прибрежно-водных растений и их сообществ.

Изучение запасов биомассы макрофитов и процессов зарастания водных объектов. После или во время составления картосхемы на водоеме закладывают пробные площадки для изучения фитомассы и продуктивности сообществ. Размер площадок и особенности изучения сырой массы растений указаны в п. 2.5 «Изучение фитоценоотического состава водного объекта». Материалы картирования и данные, полученные с укосных площадок, используются для определения запасов водных растений на водоеме или участке водотока. Для подсчета фитомассы водных растений все цифровые данные, полученные при обработке картосхемы, заносят в таблицу со следующими графами (Папченко, 2003, 2006):

Обработка данных с картосхемы Виды растений S, м² m, кг/ м²
 $M = m \times S$, кг или т

где S – площадь, занимаемая фитоценозами, в сложении которых принимает участие данный вид, м²; m – фитомасса вида на 1 м², усредненная по данным с укосных площадок, кг/ м²; $M = m \times S$ – фитомасса данного вида на водоеме или участке водотока, кг или т.

В конце 4-го столбца приводят сумму фитомассы для всех видов макрофитов на исследуемом объекте (Мобщ). При наличии на картосхеме зарастания контуров фитоценозов, в которых какой-либо вид имеет различающиеся величины проективного покрытия, его необходимо занести в таблицу дважды или более и при подсчете фитомассы пользоваться усредненными данными по биомассе вида (Папченко, 2001). Подсчет площадей фитоценозов на водоеме осуществляют по составленной картосхеме зарастания: 1 мм² картосхемы равен 1 м² площади изучаемого водного объекта. Подсчет площадей фитоценозов на реках производят исходя из картосхемы зарастания километрового участка реки с помощью палетки или миллиметровой бумаги. Для перевода полученной величины площади контура сообщества на схеме в соответствующие натуральные величины пользуются формулой:

$$S = (1000 / D_{сх} \times Ш_{р} / Ш_{сх}) / 25 \times n \times 1 \text{ см}^2$$

или в более общем виде:

$$S = (M_{д} \times M_{ш}) / 25 \times n \times 1 \text{ см}^2,$$

где S – реальная площадь измеряемого контура, м²; 1000 – реальная длина участка реки, м; $D_{сх}$ – длина участка реки на схеме, см;

Шр – реальная ширина реки, м; Шсх – ширина русла на схеме, см; 25 – число малых клеток палетки в 1 см²; n – число малых клеток палетки, закрывающих площадь измеряемого контура; 1 см² – площадь большой клетки палетки; Мд и Мш – соответственно масштабы по длине и ширине участка реки на схеме (Папченков, 2001, 2003). По окончании обработки данных с картосхемы рассчитывают показатель фитомассы (Пф). Для этого сумму фитомассы макрофитов на объекте (Мобщ) надо разделить на площадь (S):

$$\text{Пф} = \text{Мобщ} / S, \text{ кг/м}^2.$$

По этому показателю определяют интенсивность зарастания водных объектов (табл. 2.3). Применяя данный показатель, можно сравнивать интенсивность зарастания водных объектов различного типа или водных объектов одного типа, или, например, интенсивность зарастания водных объектов естественного и антропогенного происхождения. По показателю фитомассы определяется интенсивность зарастания как рек в целом, так и их отдельных участков, производится разбивка рек на участки с разной интенсивностью зарастания. Для водоемов в дополнение к показателям интенсивности зарастания рассчитывают показатель степени зарастания (Пс), представляющий собой отношение площади зарослей на водоеме к площади его акватории, выраженное в процентах ($\text{Пс} = \text{Мобщ}/S \times 100, \%$). Для рек подобный показатель мало информативен, поэтому обычно не рассчитывается. По степени зарастания все водоемы (а при необходимости и водотоки) могут быть разбиты на 8 классов: 1) не заросшие или почти не заросшие – площадь зарослей менее 1% от площади акватории; 2) очень слабо заросшие – 1–5%; 3) слабо заросшие – 6–10%; 4) умеренно заросшие – 11–25%; 5) значительно заросшие – 26–40%; 6) сильно заросшие – 66–95%; 7) очень сильно заросшие – 66–95%; 8) сплошь заросшие – 96–100% (Папченков, 2003, 2006). Изучение продукции водных растительных сообществ. Кроме изучения процессов накопления фитомассы в водоемах и водотоках имеет значение процесс образования фитомассы растений во времени в течение полевого сезона, или продуцирование. Итогом этого процесса является продукция макрофитов. За годовую продукцию принимают относительный прирост фитомассы в течение полевого сезона. При проведении исследований продуктивности сообществ измеряют и учитывают следующие показатели: – фитомасса – общее количество живого вещества в растениях, накопленное на определенной площади к данному моменту; – первичная продукция – количество органического вещества, вносимого автотрофами в биогеоценоз на определенной площади за определенный отрезок времени; – общая, или валовая, первичная продукция – количество органического вещества, создаваемого автотрофами в процессе общего фотосинтеза на определенной площади за определенный отрезок времени; – чистая первичная продукция – количество органического вещества,

создаваемого автотрофами в процессе видимого фотосинтеза за определенный отрезок времени; оно не включает в себя некоторые количества вещества, потраченного за это время продуцентами на рост и дыхание; – абсолютно чистая первичная продукция – количество органического вещества, созданного автотрофами на определенной площади за определенное время, за вычетом как потерь, связанных с жизнедеятельностью продуцентов, так и с частичным опадом и с потреблением растений гетеротрофами. При этом в полевых условиях можно измерить сырую надземную фитомассу либо воздушно-сухую фитомассу, высушив на открытом воздухе взятые на водном объекте пробы с укосных площадок. Более точные расчеты ведут исходя из значений фитомассы, полученных в лабораторных условиях при досушивании проб в сушильном шкафу до постоянной массы. Для расчета продукции вида можно использовать следующие формулы (Распопов, 2006): – для гелофитов и водных растений – $P=1,2 \times V_{\max}$, где $V_{\max}$ – максимальная надземная фитомасса (которая обычно бывает приурочена к моменту цветения растений); – для водных растений с плавающими на воде листьями – $P=1,2 \times V + w \cdot n$, где V – надземная фитомасса, w – средняя масса плавающего неповрежденного листа, n – число мутовок, лишенных листьев. Необходимо иметь в виду, что коэффициент 1,2, на который умножается значение максимальной наземной фитомассы растения, в зависимости от региона может несколько изменяться. При проведении балансовых исследований на водоемах и для расчета потоков энергии, проходящих через различные экосистемы, необходимое вычисление годовой продукции высших водных растений идет в следующей последовательности: – установление величины средней фитомассы, г/м², – определение площади зарослей, м², га, – подсчет общей фитомассы, кг, ц, т, – подсчет чистой годовой продукции, кг, ц, т, – подсчет фитопродукции в органическом веществе, кг, ц, т, – подсчет фитопродукции в энергетических единицах, кДж, ккал, – вычисление чистой первичной продукции на единицу площади водоема, выраженную в весовых (г/м²) и энергетических единицах (кДж/м²). Для энергетических расчетов удобно пользоваться коэффициентом, предложенным Х. Литом (табл. 2.4), который приравнивает 1 г углерода к 10 ккал. Ниже приводим таблицу перевода органического вещества в энергетические единицы.

Изучение водной энтомофауны

Задачи исследования: выявление состава водной энтомофауны, соотношения таксонов, сезонной и суточной динамики численности видов в разных типах водоемов, выявление сходства и различия фаун сообществ, зависимости состояния фауны от воздействия различных факторов, в том числе и антропогенного. Методика. Для реализации названных целей вполне подходит метод, используемый в водных биоиндикационных исследованиях на основе зообентоса. Для сборов

можно пользоваться гидробиологическим сачком или скребком. Гидробиологический сачок похож на энтомологический, но отличается обручем из более толстой проволоки (не менее 4 мм), более толстой и длинной палкой, менее глубоким мешком. Лучше его сшить из капронового мелкоячеистого тюля или канвы. Скребок позволяет соскабливать животных с камней, срезать водные растения на глубине до 2 м. Он состоит из ножа и изогнутого стального прута. Нож делают из полоски стали длиной чуть меньше диаметра мешка и шириной 4 см. Одну сторону его затачивают. К тупому краю ножа с двух сторон приваривают дугу из толстой проволоки толщиной не менее 3 мм и шириной 1–1,5 см. Дугу можно сделать и из стальной полоски. Середина дуги прикрепляется к палке с металлической трубкой-наконечником. Нож, дуга и трубка свариваются друг с другом. В ноже и в дуге просверливают отверстия для прикрепления мешка. Сбор насекомых водным сачком проводят несколькими методами. При проведении отлова методом кошения сачок опускают в воду на нужную глубину так, чтобы его отверстие было перпендикулярно ее поверхности, и ведут в сторону, несколько отклонив обруч (описывают плавные восьмерки). При проведении общих сборов водных насекомых сачком некоторое время проводят по подводным объектам (водорослям и макрофитам, корягам и т.п.), после чего сачок вытаскивают, двигая его на себя (как это делают рыбаки при вытаскивании из воды подсака с достаточно крупной рыбой). Поднимать сачок над поверхностью воды, до тех пор, пока вода не стекла из мешка сачка, нельзя: несколько резких подъемов над водой сачка, заполненного водой, могут привести к его поломке, не говоря уже о ненужном подъеме тяжести. При кошении по зарослям макрофитов взмахи следует делать параллельно берегу, постепенно приближаясь к нему. Рекомендуется делать не более 10 взмахов за один отбор проб и не проводить кошение по дну, так как сачок очень быстро заполняется грунтом и водными растениями. Пробы разбирают в кювете с белым дном или (что особенно удобно в полевых условиях) на светлой клеенке или полиэтилене. Сначала осматриваются попавшие в сачок макрофиты, ветки и другие крупные предметы. Затем постепенно промывается грунт. Извлеченных из воды насекомых (и других беспозвоночных) помещают в баночку или пробирку с 70% спиртом или 4% формалином. Сбор этикетруется. Метод сбора взмучиванием. Сбор с предварительным взмучиванием – наиболее эффективный метод при отлове плохо плавающих насекомых (Helophoridae, Hydrochidae, Hydraenidae, часть Hydropilidae, личинок и куколок Brachycera) на небольших глубинах. Ногой, шестом или ручкой сачка взмучивается донный грунт и растительность, после чего всплывшие насекомые собираются с поверхностной пленки небольшим сачком из мелкого газа или аквариумным сачком. Если принять каждый такой сбор за 1 пробу, то для обследования водоема желательно сделать не менее 10 проб. Для сбора

видов, обитающих на плавающих растениях и кочках, необходимо погрузить эти растения в воду и слегка встряхнуть. Находящиеся на них насекомые всплывают на поверхность, после чего собираются при помощи сачка. Для сбора некоторых активно передвигающихся водных насекомых можно использовать бутылочные (вороночные) ловушки.

6.1.1. Выбор станций и трансект (разрезов) Вполне естественно, что обследовать всю водную массу сколько-нибудь значительного водоема совершенно невозможно. Количество точек для взятия проб и их расположение по акватории, а также частота сборов во времени должны определяться каждый раз в соответствии с целью и задачами комплексного гидробиологического исследования. 1. При первом, общем знакомстве с водоемом необходимо брать максимально возможное число точек, приуроченных к биотопам, имеющим наибольший удельный вес в водоеме (что определяется по батиметрической карте¹). При определении числа точек взятия проб следует учитывать, что фитопланктон пелагиали гораздо более однороден, чем в литорали. В условиях прудов и крупных водохранилищ биотопы выделяются с учетом скоростей течения (влияние подпора) и удельного веса зон (речной, переходной, озеровидной), а также изменчивости границ последних во времени (зоны выклинивания подпора смещаются вверх или вниз по течению в зависимости от степени наполнения котловины водохранилища). В соответствии с этим постоянные точки берутся в тех районах, которые при любых условиях входят в одну из трех указанных зон. Точки взятия проб, приуроченные к биотопу с переходным режимом от одной зоны к другой (экотон), не должны фиксироваться пространственно, а выбираются в соответствии с перемещением границ характеризуемого ими биотопа. 2. При продолжающихся многолетних исследованиях с целью оценки состояния кормовой базы водоема (обычно на крупных озерах, рыбоводных прудах и водохранилищах) устанавливаются стационарные станции или разрезы в наиболее характерных и значимых биотопах. Пробы берутся в фиксированные даты не реже трех раз в летний период и одного раза в остальные сезоны. 3. При исследовании влияния того или иного динамического фактора на водоем в целом или какую-то его часть устанавливается минимальное количество стационарных станций, пробы берутся предельно часто: а) в случае изучения влияния сброса сточных теплых вод на фитопланктон достаточно установить три-четыре станции по их течению (для определения зоны распространения сбросных вод) и одну контрольную станцию в зоне, не подверженной влиянию теплых вод. Последняя должна быть расположена в биотопе, характеризующемся условиями, подобными исходному состоянию зоны сброса теплых вод. Частота взятия проб определяется изменением естественного и искусственного температурного режима;

б) в случае исследования воздействия ядохимикатов или биогенов устанавливаются две-три станции (одна – в пелагиали и одна-две – в

литорали). Берется исходная проба до начала воздействия и через 1, 3, 6, 12 и 24 суток после него. Параллельно желательно брать пробы в те же сроки в контрольном водоеме. Кроме того, выбор станций отбора проб зависит от морфометрии водоема и преследует цель возможно полнее охватить экологически разнородные участки. При работе на озерах, водохранилищах и водоемах с похожими экологическими условиями необходимо исследовать впадающие реки и устья наиболее крупных ручьев, основные заливы. На остальной акватории, если она невелика, достаточно наметить 5–7 станций, расположенных равномерно. При любых исследованиях должна облавливаться вся толща воды. Точки взятия проб фитопланктона по вертикали выбирают в соответствии с характеристиками физических факторов, оказывающих влияние на жизнедеятельность водорослей (свет, температура, прозрачность воды). Количество точек взятия проб по глубинам (h), необходимое для учета фитопланктона в слоях, которые могут считаться для него биологическими нишами, в большинстве водоемов (за исключением очень глубоких) может быть ограничено шестью: 1) поверхность – зона максимальной освещенности и прогрева воды и в тоже время наиболее подверженная ветровому воздействию; 2) горизонт, располагающийся на половине глубины прозрачности, – близок по характеристикам к первому, но с более «мягкими» по всем факторам условиями; 3) горизонт на глубине прозрачности – практически совпадает с серединой трофогенного слоя²; 4) горизонт, соответствующий удвоенной глубине прозрачности, – обычно совпадает с границей трофогенной зоны (здесь располагается компенсационная точка, а при установлении летней стратификации – термоклин); 5) горизонт, соответствующий середине трофолитической зоны³, определяется как середина расстояния от дна до удвоенной глубины прозрачности; 6) придонный горизонт – 0,3–0,5 м от дна (проба берется осторожно, чтобы не взмутить ил). При изучении особенностей вертикального распределения фитопланктона пробы с каждого горизонта помещают в отдельную емкость. Если целью исследования не является определение закономерностей вертикального распределения отдельных видов фитопланктона или его продукционных характеристик, то на каждой станции отбирают батометром серию проб с пропуском по глубине в 1 м до глубины утроенной прозрачности, измеренной по белому диску. Все отобранные на станции пробы сливают в один сосуд (чистое эмалированное ведро), тщательно перемешивают и в зависимости от степени развития фитопланктона заполняют поллитровые или литровые бутылки и консервируют.

При обследовании реки, особенно в месте впадения крупных притоков, необходимо закладывать поперечные трансекты, уменьшая число станций на них по мере смешивания двух водных масс – основной и впадающей рек. При закладывании трансекты вдоль реки необходимо учитывать влияние крупных населенных пунктов и промышленных

комплексов. Перед населенным пунктом можно отбирать пробу на одной русловой станции, но ниже его необходимо закладывать 2-3 поперечные трансекты. Учитывая, что влияние промышленных и бытовых стоков на фитопланктон может сказаться только через 2–3 суток, по скорости течения реки рассчитывают место заложения поперечных трансект. Так, при скорости реки у исследуемого пункта 0,5 м/сек первую трансекту целесообразно заложить через 43, вторую – через 86, а третью – через 130 км (эти расстояния водная масса пройдет за 1, 2 и 3 суток соответственно). При исследовании влияния сточных вод в мало- или беспроточных водоемах трансекты закладываются с учетом ветровых сгонов так как ветровые течения часто превосходят склоновые. Поскольку в реках вертикальное распределение фитопланктона относительно равномерное, отбор проб в них обычно производят с горизонта 0,2–1 м батометром или простым зачерпыванием определенного объема воды (в случае бедных планктоном вод – 1 л, богатых – 0,5 л и менее). На мелководных водоемах производят тотальный отбор проб от поверхности до дна.

1.3. Методы сбора пресноводных водорослей 1.4 Отбор проб фитопланктона Для количественного учета фитопланктона отбор проб производится специальными приборами – батометрами разнообразных конструкций (Рутнера, Мейера-Фрацева, Кожевникова, Дьяченко и др.). Батометр опускают в воду и при достижении необходимой глубины сильным встряхиванием троса (или же посредством специального «посыльного груза») закрывают крышки отверстий одного или двух цилиндров (в зависимости от конструкции батометров). Затем батометр в закрытом виде извлекают на поверхность. При изучении фитопланктона поверхностных слоев водоема пробы отбирают, зачерпывая воду в сосуд определенного объема. Для работы на пресных водоемах чаще всего используются 1–2-литровые батометры, а в морях – 2- и 5-литровые. В водоемах, бедных фитопланктоном, отбирают пробы объемом не менее 1 л. В водоемах, богатых фитопланктоном – 0,5 л, а при «цветении» воды – даже 0,25 л. Отбор проб батометрами позволяет отбирать водоросли всех размерных групп, как для качественного, так и для количественного учетов.

1.5 Отбор проб фитобентоса Существующие методы отбора проб фитобентоса предусматривают сбор водорослей, обитающих на поверхности донных грунтов и отложений, в их толще (глубиной до 1 см) и придонном слое воды толщиной 2–3 см. Для изучения видового состава фитобентоса достаточно извлечь на поверхность некоторое количество донного грунта и отложений на нем. На мелководьях (глубиной до 0,5–1 м) это достигается с помощью опущенной на дно пробирки или сифона – резинового шланга со стеклянными трубками на концах, в который засасывают наилок. На больших глубинах количественные пробы отбирают с помощью ведерка или стакана, прикрепленного к шесту, а также различными дночерпателями. Для отбора количественных проб

фитобентоса используют микробентометр Владимировой (рис. 6.3). Основная его часть представляет собой латунную трубку длиной 25–30 см с внутренним диаметром 4–5 см. На верхнем конце этой трубки находится втулка с конусообразной воронкой, в которую на рычаг герметически входит притертая крышка-клапан.

Трубку с открытой крышкой на деревянной штанге опускают на дно и врезают заточенным нижним концом в толщу грунта на несколько сантиметров. Потянув за веревку, закрепленную на свободном конце рычага, закрывают верхнюю втулку трубки крышкой, после чего прибор осторожно извлекают на поверхность. При выходе трубки из воды нижнее отверстие трубки закрывают ладонью, чтобы не допустить выпадение грунта. Открыв крышку, осторожно сливают верхние слои воды в стеклянную посуду до появления мути (в дальнейшем эту часть воды выливают). Оставшуюся в трубке воду, ил и грунт легко встряхивают и переносят в приготовленную посуду, предварительно измерив ее объем. Микробентометр Владимировой удобен при работе на глубинах до 2–2,5 м. Другая модель – микробентометр Травянка и Евдокимовой – позволяет отбирать пробы с любых глубин. В данной конструкции верхний клапан закрывается автоматически после удара прибора о грунт. Прибор извлекают на поверхность; при выходе его из воды нижнее отверстие трубки закрывают ладонью. Остальная процедура отбора пробы идентична той, которая используется при работе с прибором Владимировой.

1.6. Отбор проб перифитона Отбор проб перифитона с поверхности камней, гидротехнических сооружений, стеблей и листьев растений осуществляется с помощью обычного ножа или специальных скребков или ложек. Однако при этом часть материала гибнет или уносится токами воды; кроме того, нарушается картина распределения компонентов биоценоза. Поэтому лучше всего собирать водоросли перифитона вместе с субстратом, который полностью или частично извлекают из воды и помещают в специально приготовленный для этого сосуд. Субстрат заливают небольшим количеством фильтрованной воды (взятой из того же водоема) для дальнейшего изучения собранного материала в живом состоянии.

1.7. Концентрирование и фиксация проб фитопланктона В водоеме концентрация отдельных видов водорослей различается на несколько порядков величин. Кроме того, сама численность водорослей, за исключением отдельных видов во время «цветения», очень низка. Поэтому подавляющее число видов водорослей практически невозможно учесть без их предварительного концентрирования. Рассмотрим несколько общепринятых методов концентрирования. Осадочный метод концентрации проб (пробы отстаиваются 10 суток, а затем фильтрат очень медленно отсасывается сифоном через двойной слой газа № 76) в целом предпочтительнее метода ультрафильтрации, так как в большей

степени способствует сохранению тонких структур водорослей. Уплотнение пробы проводится в два этапа: от 0,5 до 0,1 л, затем после вторичного отстаивания (можно не более 5 суток) раствор отсасывается вновь. Бедные пробы (например, зимние) доводятся до объема 10 мл, а чаще до 20 мл, очень богатые (например, в период «цветения» сине-зеленых) – до 50–100 мл (в этом случае вторичное отстаивание не производится). Метод фильтрации проб через мембранные фильтры пригоден для концентрирования живых и фиксированных водорослей. Этот метод широко используется в экспериментах, где нет условий для длительного отстаивания отобранных проб в сосудах. Кроме того, он удобен для концентрирования водорослей с твердыми и жесткими створками и оболочкой (диатомовых, динофитовых и др.). Объем фильтруемой пробы зависит от двух условий: от концентрации водорослей и плотности фильтра. Чаще всего для фильтрации используют мембранные фильтры с порами 1,5 и 2,5 мкм, а если размеры водорослей очень малы, то – 0,2–0,6 мкм. Метод центрифугирования применяется для концентрирования живого материала, чаще всего густых проб фитопланктона или при работе с культурами водорослей. В таком сконцентрированном материале возможен учет жгутиковых и других мелких и подвижных водорослей. Концентрирование достигается центрифугированием 20–50 мл пробы (в зависимости от объема центрифужных пробирок и концентрации водорослей в пробе) в течение 20–30 мин. при 1000–2000 об/мин. Супернатант осторожно удаляют сифоном, оставляя 1/10–1/50 часть первоначального объема. Осадок ресуспендируют круговым помешиванием в оставшемся объеме воды и просматривают в счетной камере. Для концентрирования и предохранения фитопланктона от разрушения при длительном хранении используются разнообразные химические соединения и их смеси. Консервацию осуществляют сразу же после отбора проб добавлением к ним фиксирующего реагента. Для фиксации проб чаще всего используют формалин (10 мл 40%-ного формалина достаточно для 0,5 л пробы). Раствор Люголя является хорошим фиксатором, и его используют, если количественная обработка проб осуществляется не позже трех месяцев с момента фиксации проб. Для приготовления раствора Люголя используют 15 г KI, который растворяют в 50 мл дистиллированной воды, добавляют 10 г кристаллического йода и доводят раствор дистиллированной водой до общего объема 500 мл. Расход фиксатора составляет 2 мл на 100 мл пробы. Раствор Люголя и ацетата натрия способствует контрастированию просматриваемого под микроскопом препарата, что особенно важно при наличии в пробе мелких жгутиковых водорослей. Фиксированные данным препаратом пробы хранятся не более трех месяцев. Для приготовления фиксатора 10 г KI растворяют в 70 мл дистиллированной воды, затем добавляют 5 г кристаллического йода и 5 г ацетата натрия (CH_3COONa). Для фиксации 100 мл пробы

используют 0,2 мл фиксирующего раствора. Раствор Люголя с уксусной кислотой удлиняет срок сохранности фиксируемой пробы до одного года. Однако необходимо иметь в виду, что подкисление проб приводит к разрушению нежных водорослей и растворению оболочек у некоторых жгутиковых. Для приготовления фиксатора используют 20 г KI, который растворяют в 200 мл дистиллированной воды, добавляют 10 г кристаллического йода и 20 г ледяной уксусной кислоты (CH₃COOH). Для фиксации 100 мл пробы используют 1 мл фиксатора.

1.8. Количественный учет пресноводных водорослей

Количественному учету подвергаются только количественные пробы водорослей. Данные о численности водорослей являются исходным материалом для вычисления биомассы и для пересчета других количественных показателей (содержание пигментов, белков, интенсивности дыхания, фотосинтеза и др.) на одну клетку или единицу биомассы. Счетный метод наиболее старый и трудоемкий, однако, при биологическом анализе он всегда будет сохранять ценность. Обычно пробы просчитываются в камере Нажотта (объемом 0,01, реже 0,05 мл). Учитывая, что времени на обработку мало, а проб много, можно рекомендовать дифференцированный подход к объему просчета: бедные пробы считаются во всей сетке. Для того чтобы получить репрезентативные данные, необходимо не менее трех раз менять каплю пробы на камере (т.е. вся сетка просчитывается не из одной капли, а из 3–4, следовательно, при том же объеме работы охватывается больший материал). При просчете обильных проб (обычно они очень однородны по составу) допускается просчет только 10 из 40 полос камеры, причем капли пробы также меняются. Если в пробе встречается много макроколоний, она просчитывается в два приема: сначала мелкие формы, затем вся проба выливается в камеру Богорова и просчитывается число крупных колоний. Макроколонии бывают разной величины. Из них необходимо выбрать в качестве эталона колонию с наиболее часто встречающимся объемом и сосчитать количество клеток в ней. Остальные колонии следует приравнивать к эталонной (как ее долю для меньших или как несколько колоний – для больших). Число клеток в эталонной колонии (а, следовательно, и ее биомасса) подсчитывается в камере Нажотта (колонию для подсчета раздавливают покровным стеклом). При изучении фитопланктона необходимо все встреченные в камере водоросли тщательно замерять, отмечать их жизненное состояние и стадию развития. Можно вывести средние размеры клеток, однако обязательно это надо делать при работе с исследованным материалом, причем для каждого сезона и года необходимы новые измерения. Ни в коем случае нельзя пользоваться средними размерами, полученными на других водоемах. При исследовании количественных проб фитопланктона просчет численности организмов на 1 л воды проводят по следующей формуле:

$$N=n*k(A/a)*v*(100/V)$$

Где, N – количество организмов в литре воды исследуемого водоема; k – коэффициент, показывающий во сколько раз объем счетной камеры меньше 1 см³; n – количество организмов, обнаруженных на просмотренных дорожках (квадратах); A – количество дорожек (квадратов) в счетной камере; a – количество дорожек, на которых производился подсчет водорослей; v – объем концентрата пробы (см³); V – первоначальный объем отобранной пробы (см³). Для количественного учета перифитона водоросли смывают с поверхности извлеченного субстрата с помощью воды и щеточки над широким сосудом. Измерив объем смыва, переносят его в приготовленную для пробы посуду. Количественный учет осуществляется в соответствии с методикой учета фитопланктона, описанной выше. Кроме объема смыва необходимо знать размер площади субстрата, с которой были собраны водоросли. При изучении эпифитных водорослей, собранных со стеблей и листьев водных растений, количественный учет ведется в расчете не только на единицу площади, но и на единицу массы растения-субстрата. При изучении количественных проб фитобентоса и перифитона, в которой обычно преобладают сравнительно крупные водоросли, пользуются преимущественно штемпель-пипеткой объемом 0,1 см³. Расчет численности водорослей в пробах бентоса и перифитона ведут на 10 см² поверхности субстрата по формуле: $N=n*10*v/S*10$, где N – количество водорослей на 10 см² поверхности субстрата; n – число водорослей в просчитанной капле воды объемом 0,1 см³; v – объем пробы (см³); S – площадь сечения трубки в микробентометре (для бентосных проб) или площадь поверхности субстрата, с которого смыты водоросли (см²) (для проб обрастаний). При изучении эпифитных водорослей их численность, кроме того, рассчитывают на 1 г сырой (или сухой) массы растения-субстрата по следующей формуле:

$n/N*1000/v$, где N – число водорослей на 1 г массы растения-субстрата; n – число водорослей в просчитанной капле воды объемом 0,1 см³; v – объем пробы (см³); P – сырая (или сухая) масса (г) участка растения, с которого были смыты эпифиты. Наряду с количеством и численностью видов биомасса фитопланктона отнесена к важнейшим характеристикам структуры сообщества. Биомасса выражается массой особей популяции или сообщества, отнесенной к единице площади (м², га, км²) или к единице объема (см³, л, м³). Биомассу фитопланктона выражают в весовых единицах сырого, сухого, сухого обеззоленного вещества или органического углерода. Реже применяются и другие единицы измерения, такие, например, как калории, содержание азота, АТФ и др. Наиболее распространенным является метод определения биомассы исходя из вычисления численности и объема клеток каждого вида водорослей, полученные после количественной обработки проб. Определение объема отдельных клеток осуществляется следующим

способом: форма клетки тех или иных водорослей приравнивается к наиболее близкому по форме геометрическому телу, затем измеряют параметры клеток, необходимые для вычисления объема этого геометрического подобия. Принимая удельную массу водорослей равной единице, исходя из объема клетки, определяют ее массу. Перемножая численность клеток на их массу, получают биомассу популяции. Суммированием последних находят биомассу всего фитопланктонного сообщества. Биомасса выражается в миллиграммах на 1 литр (или г/м³) с точностью до 0,1 мг/л или 0,01 г/м³. Необходимо иметь в виду, что размер клеток отдельных видов водорослей сильно варьирует в зависимости от условий среды, типа водоема, времени года. Поэтому при работе на конкретном водоеме необходимо измерять объемы клеток, по крайней мере, наиболее массовых форм несколько раз в год. Если была обработана интегрированная проба для всей толщи воды, то полученный показатель биомассы будет отражать среднюю величину для всей глубины. Перемножая ее на показатель глубины станции (м), находят биомассу под 1 м² поверхности.

1.9. Методы изучения зоопланктона

Отбор проб существует два подхода к отбору проб зоопланктона: 1. Отбор и одновременное отделение планктона от воды (фильтрация) в самой воде. Осуществляется с помощью планктонных сетей (например, Джеди) и планктоночерпателей; 2. Раздельное водозачерпывание и последующее отделение планктона от воды. Осуществляется или с помощью фильтрации доставленной на поверхность воды через сетку (например, Апштейна), или посредством отстаивания. Метод отбора проб зависит от типа водоема, его глубины, размеров. В крупных и средних водоемах с замедленным водообменом (озерах, водохранилищах) пробы зоопланктона отбирают количественной сетью Джеди фракционно (последовательно облавливают эпи-, мета и гипolimнион) по стандартным горизонтам: поверхность – 0,5 м глубины; поверхность – 2 м; 2–5 м; 5–10 м; 10–25 м; 25–50 м; 50–100 м. В мелких водоемах (прудах, малых лесных озерах, лагунах), глубина которых не превышает 3–4 м, отбор проб осуществляется тотально также количественной сетью Джеди (облавливают весь столб воды от дна до поверхности). Используются также планктоночерпатели, планктобатометры различных конструкций. В реках для сбора качественных проб используется цилиндрическая сеть Лангганса «Цеппелин», для сбора количественных проб – батометр Жуковского. Наиболее простым и доступным, не требующим сложного оборудования, является способ отбора проб путем процеживания 50–100 л воды, взятой сосудом определенной вместимости (литровая кружка, полиэтиленовое 5-литровое ведро), через качественную сеть Апштейна (газ № 64–77). Кроме описанного метода существует отстойный метод, который обычно применяется для выявления видового состава и количественного

распределения мелких коловраток. Вода с поверхности или с определенного горизонта, взятая кружкой, ведром, батометром, выливается в сосуд определенной вместимости, фиксируется и отстаивается 7–10 сут. По истечении указанного времени вода над осадком выливается с помощью сифона (резиновой трубки, затянутой снизу мельничным газом № 77). Осадок просматривается под микроскопом. Остановимся на более простых, доступных, но достаточно точных орудиях лова и способах отбора проб. Классическим орудием сбора зоопланктона является коническая планктонная сеть Апштейна, состоящая из шелкового или капронового конуса (усеченного), сверху нашитая на металлическое кольцо, а снизу имеющая стакан, в который собирается планктон. Конус из шелкового или капронового сита пришивается не непосредственно к обручу, а к полосе ткани (из льна, бязи или любой другой хлопчатобумажной), с помощью которой он прикрепляется к обручу. Для изготовления планктонной сети употребляется мельничное шелковое или капроновое сито (газ), отличающееся большой прочностью и равномерностью распределения нитей. Номер сита соответствует числу ячеек в 1 см ткани. Наиболее частый газ – № 77, наиболее редкий – № 7. Для улавливания микропланктона применяется газ № 64–77, мезопланктона – № 38–64. Нано- и ультрапланктон сетью не улавливаются.

При изготовлении конуса необходимо: 1) шелковое или капроновое сито перед шитьем смочить губкой и слегка прогладить негорячим утюгом; 2) плотный хлопчатобумажный или льняной материал перед шитьем вымочить, высушить и прогладить; 3) веревки предварительно намочить и высушить в натянутом виде. Материал для сетяного конуса раскраивается по выкройке. На выкройке делается прибавка на швы по 1 см сверху и по длинной стороне, а также 3 см внизу конуса, для нашивки с помощью полоски плотной материи на довольно острый край планктонного стакана. Сеть шьется тонкой иглой и тонкими прочными нитками, лучше натуральными шелковыми. Нижний обшитый плотной материей (шириной не более 10 см) конец конуса прикрепляется к стакану при помощи плоского латунного кольца. К металлическому кольцу на равном расстоянии друг от друга прикрепляются три прочные бечевки (стропы); свободные концы строп над входным отверстием сети привязываются к небольшому кольцу, к которому присоединяется при помощи чекеля петля или кольцо пенькового, льняного или металлического троса, служащего для спуска сети. Пеньковый трос толщиной 3–5 мм или несколько толще предварительно пропитывается олифой, растягивается и в намоченном состоянии размечается на метры и полуметры путем вшивания в трос цветных ниток (например, метры обозначаются красными нитками, полуметры – синими). На зажимном кольце стакана (перпендикулярно боковой поверхности) припаиваются ушки, за которые стакан с помощью трех бечевок прикрепляется к

кольцу. В последнее время промышленность выпускает мельничное сито из капрона. Толщина нитей в капроновых сетях меньше, чем в шелковых, поэтому нумерация разная. Для планктонных сетей применяются металлические и стеклянные стаканы разной конструкции. Особенно удобны металлические стаканы с краном. Размеры стакана для малой сети: высота 40 мм, диаметр 28 мм, для средней – соответственно 80 и 55 мм. Вместо крана на стакане может быть патрубок, на который насаживается резиновая трубка соответствующего диаметра, запирающаяся зажимом Мора. Такой стакан наиболее удобен для работы в зимний период, когда поворот крана затруднен в связи с низкими температурами воды и воздуха. Не менее удобен металлический стакан с глухим дном без крана, состоящий из двух частей: короткой верхней и более длинной нижней, соединенных друг с другом посредством штыкового затвора или винтовой нарезки. Внутренний диаметр стакана – 3,5 см, высота верхней части – 3 см, нижней – 7 см. Сеть Апштейна применяется и при количественных сборах в водотоках путем процеживания через сеть 50–100 л воды. Качественный лов зоопланктона производится с целью выявления его видового состава. Установление видового состава зоопланктонного сообщества следует проводить в течение вегетационного периода, когда основная масса организмов присутствует в планктоне и активно размножается. Качественными сетями работают с лодки, плота, судна. Их опускают в воду по возможности вертикально вручную или с помощью лебедки. Маленькие планктонные сети можно забрасывать с берега, не допуская зачерпывания ими грунта. Для сбора планктона в реке или при движении судна на озерах и водохранилищах рекомендуется цилиндрическая сеть Ланганса («Цеппелин»), состоящая из двух сшитых из шелка или капрона цилиндров и одного шелкового или капронового конуса с планктонным стаканом на конце. Сеть с помощью кусков полотна нашивается на три металлических кольца; к переднему кольцу привязывается уздечка с кольцом для крепления к тросу. Количественные сети требуют более тщательного изготовления. Они отличаются от качественных наличием в переднем отделе сети «обратного» конуса-надставки из плотного хлопчатобумажного материала. В связи с этим имеется второе металлическое кольцо, к которому пришивается верхний конец надставки и которое представляет собой отверстие сети. Назначение конусанадставки заключается в ослаблении обратных (вихревых) токов воды и тем самым в предохранении планктона от вымывания при протягивании сети сквозь толщу воды.

1.10. Консервация и этикетирование проб. Каждая проба зоопланктона, если она не обрабатывается в живом состоянии, должна быть сразу зафиксирована. Фиксируют зоопланктонную пробу обычно 40%-ным формалином. Формалин приливают в пробу с таким расчетом, чтобы получился его 4%-ный раствор (1 часть формалина на 9 частей

воды). Хорошо зафиксированная проба должна иметь устойчивый запах формалина. Применяемый формалин не должен иметь осадка. Кроме того, рекомендуется фиксировать пробы нейтральным формалином, так как в пробах, обладающих кислой реакцией, происходит растворение оболочек некоторых нежных организмов. Для нейтрализации формалина готовят насыщенный раствор бикарбоната натрия (NaHCO_3), который затем при постоянном перемешивании добавляют в 40%-ный формалин до появления нейтральной реакции (устанавливают лакмусовой бумажкой). Если нельзя обеспечить хранение проб в теплом месте (зимний период, полярные условия), пробы зоопланктона фиксируются спиртом. С этой целью объем воды в пробе доводится до возможного минимума, и в банку наливается 96%-ный спирт с таким расчетом, чтобы его концентрацию привести к 70%. Каждая проба зоопланктона должна быть тщательно этикетирована, информация о ней записывается в специальный журнал или полевой дневник. Этикетка пишется на пергаментной бумаге и вкладывается под прокладку крышки. Иногда проба снабжается второй этикеткой, которая опускается внутрь сосуда. На пробке или стенке банки ставится номер пробы. Номер на пробке соответствует номеру, записанному в полевом дневнике. Пробки банок с зафиксированным планктоном и этикетками заливают парафином или смесью воска и парафина. Банки хранят в порядке сборов и записей в защищенном от прямого света помещении. При транспортировке, пересылке проб рекомендуется банки заполнять 4%-ным раствором формалина доверху, что позволяет сохранить в целости хрупкие части тела ракообразных. Зимой сборы, зафиксированные формалином, пересылать не следует.

1.11. Место и периодичность отбора проб Сбор зоопланктона обычно осуществляется в местах постоянных гидробиологических наблюдений и приурочен к стандартным гидрохимическим створам. В ряде случаев места гидробиологических станций на водных объектах выбирают исходя из цели исследования и поставленных задач. Выбор станций наблюдения на водном объекте, т.е. пунктов отбора проб зависит прежде всего от местонахождения источников загрязнения (промышленные предприятия, бытовые стоки, сельскохозяйственные угодья). Необходимо установить биологический фон данного водного объекта, для чего следует выбрать ряд станций в незагрязненных участках, например, выше источника загрязнения или по возможности вне сферы влияния сточных вод на разном расстоянии от источника загрязнения.

В задачу всестороннего изучения экосистемы входят также определение продукции, индекса видового разнообразия, пространственной и временной структуры зоопланктонного сообщества. Таким образом, исходя из цели и задач исследования, выбор места отбора проб является ответственным моментом и производится с таким

расчетом, чтобы усредненные полученные величины дали наиболее объективное представление о видовом составе, продуктивности зоопланктона всего водоема в целом. Станции (точки отбора) чаще всего располагаются по продольной или поперечной оси водоема (если это озеро) с тем, чтобы охватить наиболее глубокие участки пелагиали, участки со средней глубиной, расположенные над сублиторалью, и прибрежные участки литорали водоема. Кроме того, необходим специальный облов зарослей высшей водной растительности. В водотоках зоопланктон отбирается на всем протяжении – от истоков до устья, в главном русле – на поперечных створах в поверхностных и придонных слоях.

1.12. Анализ проб. Качественный анализ сводится к точному установлению видовой принадлежности, входящих в его состав организмов. При этом рекомендуется отбирать и качественные пробы-дублиеры, которые не фиксируют. Живые пробы обрабатывают по возможности немедленно после сбора. Если время не позволяет сделать это, то пробы сохраняют до обработки в прохладном месте, защищенном от солнца, причем банки плотно не закрываются. Непосредственно перед обработкой нефиксированной пробы ее следует сконцентрировать путем центрифугирования или удаления большей части воды с помощью сифона. После этого чистой пипеткой берется капля осадка, переносится на предметное стекло и просматривается вначале под биноклем, а затем под микроскопом. Недопустимо путать так называемые «живые» и «формалиновые» пипетки. При микроскопировании рекомендуется пользоваться покровным стеклом, так как накрывание им капли с планктоном отчасти замедляет движение некоторых планктеров. В живом состоянии определяют главным образом мелкие формы беспанцирных коловраток (*Synchaeta*, *Floscularia*), поэтому покровное стекло не требуется снабжать восковыми или пластилиновыми ножками; последнее необходимо лишь для крупных зоопланктеров (например, ракообразных, в особенности *Copepoda*). Для замедления движения животных под покровное стекло помещают каплю наркотизирующего вещества – раствора хлоралгидрата, хлороформа и т.п. Приостановки движения планктеров можно достигнуть также очень осторожным нагреванием препарата до 35–40°C, прибавлением вишневого клея или другого вязкого вещества. Виды, не требующие определения в живом состоянии, исследуются из фиксированных качественных проб. Из осадка сконцентрированных проб пипеткой планктон переносится на предметное стекло и обрабатывается. При обработке фиксированного материала готовят препараты в капле воды, в водном глицерине-формалине (1 часть глицерина на 1 часть формалина). Для сохранения препарата на длительное время материал заключают в твердую среду (глицерин-желатин, канадский бальзам). Чтобы воспрепятствовать подсыханию среды, препарат по краю покровного стекла окружают

лаком (удобен обычный лак для ногтей). При качественной и количественной обработке фиксированного материала важно отличать живые организмы от мертвых. Живым зоопланктонным организмам присуща четкость границ между органами, а также наличие хорошо выраженной мускулатуры. Для мертвых организмов характерно стирание границ между органами, распад мускулатуры. Определение организмов зоопланктона пресных вод производится до вида по определителям. При обработке качественных проб иногда допустимо производить учет относительной численности и частоты встречаемости тех или других форм. Для этого пользуются шкалами, которые цифрами или словесными обозначениями дают представление о порядке величин. По шкале Вислоуха, например, массовое нахождение организма обозначается значком Г (бесконечность), очень частое – цифрой 5, частое – 4, нередкое – 3, редкое – 2 и очень редкое – 1. Далее следует количественная обработка проб, которая заключается в подсчете количества организмов каждого вида по возможности по возрастным стадиям или размерным группам. В большинстве случаев подсчет всех организмов в исследуемой пробе технически невозможен. Чем чаще встречается организм в данной пробе, тем большее разбавление нужно применять для его подсчета. При редкой встречаемости, наоборот, требуется приведение пробы к небольшому объему. Таким образом, в зависимости от частоты встречаемости подсчитываемого организма, пробу следует разбавлять или концентрировать. Предложено разбавлять пробу в том случае, если количество просчитываемых организмов в порции более 1000, или «сгущать» ее, если количество организмов в порции менее 100. Проба зоопланктона выливается в мерный цилиндр; если ее объем меньше нужного для подсчета, пробу доливают чистой профильтрованной (лучше дистиллированной) водой; если объем больше требуемого, пробу концентрируют следующим образом. Пробу отстаивают в течение 15–20 мин, пока практически весь планктон не осядет на дно сосуда. Затем осторожно, чтобы не взмутить осадок, оттягивают с помощью груши излишек воды сифоном в виде стеклянной изогнутой трубки, входное отверстие которой (опущенное в пробу) затягивается частым газом № 70–77. Приставшие к газу организмы смываются дистиллированной водой с помощью пипетки. Приведенная к известному объему проба выливается в круглодонную колбу и равномерно взбалтывается. С помощью штемпель-пипетки разной вместимости (от 0,1 до 5 мл), не допуская оседания организмов на дно, отбирают порцию пробы. Часть пробы, взятую штемпель-пипеткой, выливают в камеру Богорова и в ней просчитывают число организмов каждого вида. Эта операция проводится дважды, после чего всю пробу просматривают под биноклем в кристаллизаторе Цееба для определения и подсчета редких и крупных видов. В случае отсутствия штемпель-пипетки пользуются обычной градуированной пипеткой на 10 мл с достаточно широким диаметром

(желательно 10 мм), предварительно отрезав нижнюю оттянутую ее часть. Число организмов в порциях пересчитывается на весь объем пробы и записывается в специальную карточку. От определения количества организмов в пробе переходят к определению численности (количество организмов в 1 м³) зоопланктона. Если проба отобрана путем процеживания объема воды через сеть Апштейна, то расчет производится следующим образом: $x = 1000 n / v$, где x – количество организмов в 1 м³ воды, экз./м³; n – количество организмов в пробе, экз.; v – объем воды, процеженной через сеть, л.

Если отбор проб произведен количественной сетью Джеди, то, прежде всего, рассчитывают коэффициент планктонной сети (или множитель перевода в м), исходя из радиуса ее входного отверстия. Коэффициент сети рассчитывается следующим образом: $k = 1000000 / (S H)$, где S – площадь входного отверстия сети, см²; H – горизонт, слой облова, см. Вычислив таким образом коэффициент сети при горизонте облова 0–1 м, находим коэффициенты при горизонтах 0–2, 2–5, 5–10 м и т. д. простым делением значения k при 1 м соответственно на 2, 3 и 5. Следующим этапом количественной обработки проб зоопланктона является получение данных по биомассе. Биомасса зоопланктона определяется путем умножения индивидуальной массы каждого организма на его численность. Однако следует учитывать, что длина и масса зоопланктеров одного и того же вида может значительно варьировать. Поэтому желательно для каждого крупного водоема рассчитать свои массы для зоопланктонных организмов. Метод определения массы организмов путем непосредственного взвешивания очень трудоемок. Поэтому уже достаточно продолжительное время широко используется способ, при котором учитывается соотношение между массой и длиной тела особи. Однако многочисленные данные, опубликованные в литературе, часто плохо согласуются между собой. Это объясняется недостаточным количеством данных и погрешностями методик. Е.В. Балускиной и Г.Г. Винберг было предложено в качестве общего способа выражения зависимости между массой и длиной тела особи уравнение $w = g l^b$, где w – масса тела, мг; l – длина тела организма, мм; g – масса тела при длине тела 1 мм, мг сырого вещества; b – показатель степени. Размерные характеристики приобрели большую значимость в связи с развитием энергетического подхода при оценке функционирования биологических систем. Размерно-возрастная структура сообщества зависит от размерно-возрастной структуры популяций отдельных видов, входящих в его состав. Каждому виду присуща своя биология, свой характерный для него жизненный цикл. Нарушение особенностей биологии вида (снижение плодовитости, исчезновение молоди, изменение соотношения полов и т. д.) влечет за собой нарушение структуры популяции вида, а затем и структуры всего зоопланктонного сообщества. В течение года структура зоопланктонного

сообщества меняется в сезонном аспекте под влиянием обычных гидрологических и гидрохимических факторов. В весенний период зоопланктон чаще всего представлен более мелкими молодыми особями, в летний период преобладают крупные самки, для которых характерна высокая плодовитость, в осенний период плодовитость снижается, доминируют взрослые особи, появляются самцы.

6.3. Отбор проб Выбор субстрата является начальным моментом отбора пробы и определяется конкретной задачей исследований. Для целей гидробиологического мониторинга следует отдавать предпочтение субстратам, заселенным наиболее разнообразной бентофауной, так как биоценозы, достигшие в водоеме максимального экологического развития, являются наиболее информативными для оценки качества вод. Пробы бентоса, отобранные с глубинной части реки (в медиали) или в профундали озер, характеризуют не столько качество вод, сколько загрязненность донных отложений, придонных слоев воды (в озерах), которые по химическому составу существенно отличаются от воды в водоеме в целом, что снижает информативную ценность бентосных показателей. Для целей гидробиологического мониторинга наиболее удобным и универсальным орудием лова является скребок, представляющий собой надетую на палку металлическую рамку с режущей кромкой, к которой пришито сито из плотной бязи и мельничного газа № 23.

Применение скребка позволяет отбирать как качественные, так и количественные пробы со всех видов субстратов, включая такие специфические, как погруженные обросшие борта паромов, стенки гидротехнических сооружений, сваи мостов и др. Техника отбора проб с помощью скребка имеет ряд особенностей. Работу необходимо выполнять в высоких (болотных) сапогах. При отборе проб на реках скребок устанавливается ниже по течению относительно субстрата, с которого ведется отбор, чтобы организмы вместе со взмученными частицами грунта или фрагментами субстрата попадали внутрь сита скребка с течением. Во всех случаях, кроме отбора проб с песчаного субстрата, грунт вместе с организмами отмывается в сите от мелких фракций грунта и переносится в широкогорлую банку, куда наливается вода (при выборке организмов из грунта у водоема) или фиксирующая жидкость (при последующей транспортировке и хранении неразобранной пробы). Отбирая пробу на галечнике перекатов, следует ворошить грунт ногой, продвигаясь в нем боком и располагая скребок ниже по течению. На каменистых субстратах необходимо сначала гладящим движением руки смыть организмы внутрь сита с поверхности камня, затем перевернуть его и огладить нижнюю поверхность. При попадании в скребок крупных пучков водорослей или макрофитов потрясти их в воде, не вынимая из сита, и удалить. При отборе проб с густых зарослей макрофитов следует погрузить скребок в их гущу и резкими,

энергичными движениями «прокосить» заросли. Указанным способом отбирают только качественные пробы. При отборе проб с мягких глинистых грунтов и илов скребок погружается в грунт на глубину до 10 см и скребущим движением режущей кромкой срезается поверхностный слой грунта. Во избежание травмирования и перетирания организмов грубыми частицами песка отмучивание следует производить осторожно, плавными движениями. Для отбора количественных проб с помощью скребка на галечнике целесообразно применять рамку, представляющую собой металлический прямоугольный каркас, подобный аквариумному, с затянутыми мельничным газом боковыми гранями. Проба отбирается с помощью скребка, помещенного внутрь этого каркаса и жестко закрепленного в его задней части с помощью фиксирующей проволоки, натянутой снизу рамки параллельно ее задней грани. Камни, по мере смыва с них в сито скребка организмов, можно удалять, предварительно сняв с них прикрепленные формы. После сбора фауны с камней, находящихся перед скребком, его следует передвинуть вдоль фиксирующей проволоки на новое место и обследовать оставшиеся внутри рамки камни. Для сбора с помощью скребка количественных проб с мягких грунтов, а также с обросших твердых поверхностей достаточно измерить площадь облова, равную произведению расстояния, пройденного скребком, на ширину его режущей кромки. Например, при ширине режущей кромки 16 см и прохождении скребком по поверхности грунта полосы в 50 см площадь облова составит 800 см². Методика количественного учета фитофильных биоценозов несовершенна. Не существует даже единого способа записи количественных данных, которые правильнее относить к единицам объема, а не площади. Самым простым способом отбора количественных проб с макрофитов является ограничение площади их произрастания вышеописанной рамкой, удаление растений (необходимо следить, чтобы в момент удаления организмы смывались в сито скребка) из рамки и тщательное ополаскивание вырванных растений в тазу с последующим отфильтровыванием воды из таза в сите скребка. Растения после ополаскивания необходимо осмотреть для обнаружения прикрепленных и минирующих форм. При проведении специальных исследований, связанных с изучением бентоса относительно глубоководных участков дна водоемов, а также при невозможности пользования скребком (например, на реках с обрывистыми берегами, на водохранилищах с несформированной литоралью и др.) возможно применение различных систем дночерпателей, зарослечерпателей, драг и других орудий сбора донной фауны. Из всего многообразия в качестве наиболее универсальных орудий сбора качественных проб можно рекомендовать два вида драг – закидную и четырехугольную. Для сбора количественных проб чаще всего применяют модифицированные модели дночерпателей Петерсена, Экмана-Берджа, штанговых дночерпателей Заболоцкого,

Мордухай-Болтовского. Закидная драга состоит из треугольной металлической рамы со сторонами 20–30 см с заточенными внешними краями. К внутренним краям каркаса пришит мешок из мешковины или плотной бязи. К раме привязывают трос и закидывают драгу в глубину водоема, стоя на берегу. Четырехугольная драга отличается от закидной тем, что к ее четырехугольному каркасу с мешком прикрепляется рама, имеющая подвижные, заточенные по внешнему краю, верхнюю и нижнюю плоскости и неподвижные боковые плоскости, к которым крепится трос. Верхнюю и нижнюю плоскости устанавливают при работе под углом 30–45° к поверхности грунта. Эту драгу чаще используют при работе с плавсредств. Не рекомендуется применять драги на каменистых участках дна и при засоренности дна остатками древеснокустарниковой растительности.

Дночерпатели всех систем наиболее эффективно работают на мягких грунтах. На очень мягких глинах и жидких илах рекомендуется применять дночерпатели Экмана-Берджа с высокой коробкой (модель Боруцкого), на которые можно установить решетчатые пластины, препятствующие чрезмерному погружению в грунт. Пружинный механизм этих дночерпателей, особенно в утяжеленном виде, позволяет использовать их в негустых зарослях макрофитов и на довольно плотных, задернованных грунтах. Наиболее удобны для работы с лодок дночерпатели Экмана-Берджа малой модели с площадью захвата 0,025 м². Дночерпатели системы Петерсена захватывают грунт на манер ковша, причем усилие, которое передается на тросик стягивающей щеки дночерпателя, пропорционально его массе. Поскольку при опускании дночерпателям придается некоторая инерция, раскрытые створки выдавливают поверхностный слой мягкого грунта, что снижает достоверность количественных данных, полученных с их помощью. К числу других недостатков дночерпателей Петерсена относится нарушение целостности монолита грунта, не дающее возможности исследовать его слои, низкая эффективность работы облегченных моделей на плотных грунтах.

6.3 обследований с привлечением гидрологической и гидрохимической информации. Целью предварительного обследования является выявление типологических особенностей водоемов, характера антропогенного воздействия, структуры и состава бентосных сообществ, качества воды. Рекогносцировочное обследование целесообразно проводить в летне-осенний период – к моменту наступления биологического лета, тогда максимально прогреваются водные массы в водоемах большинства регионов страны и наиболее активны гидробиологические процессы. В этот период ярче проявляются типовые и индивидуальные различия биоценозов, что определяется усилением деструкционных процессов сверху вниз по длине водотока. При составлении программы наблюдений следует обратить внимание на

обязательный охват систематическими наблюдениями типологически различающихся фоновых участков водоемов, переходных участков, выше и ниже источников загрязнения, зон самоочищения, устьевых участков. Наблюдения на створах желательно проводить ежемесячно, допустимо снижение частоты отбора проб в зонах мало подверженных сезонным изменениям абиотических факторов (например, при постоянно низкой температуре воды в высокогорных ручьях или на участках выклинивания родников), а также испытывающих неизменно высокую антропогенную нагрузку (в промстоках, ниже крупных промышленных зон).

1.12. Фиксация, разбор и этикетирование проб В описание на этикетке входит номер пробы, дата и время наблюдений, название водного объекта наблюдений, местонахождение и номер створа. Приводятся сведения о температуре воды и воздуха в момент отбора пробы, погодных условиях в день отбора пробы и в предшествующие дни (ретроспективная информация о погоде помогает объяснить возникновение возможных аномальных гидрологических условий, вызвавших сукцессию биоценоза). В журнале должно быть дано визуальное описание гидрологических параметров: скорости течения (по шкале: отсутствует, очень медленное, медленное, спокойное, не очень быстрое, очень быстрое); цвета, прозрачности воды (по шкале: прозрачная, слабо мутная, мутноватая, мутная, сильно мутная); характеристики взвеси с перечислением возможных ее видов (лессовидная, минеральные частицы глины, песка, иловые частицы, растительный детрит, дрейф водорослей перифитона, фитопланктон, бактериальная слизь); степени наполнения русла. Приведенные характеристики лучше перечислить в матрице журнала с тем, чтобы подчеркнуть те из них, которые наблюдаются, либо пометить их наличие знаком «+». Помимо перечисленных описаний в журнале должно быть оставлено место для записи какой-либо неучтенной характеристики параметров. Следует обратить внимание на тип грунтов с перечислением возможных видов: обломки скал, валуны, камни, галька, крупнозернистый песок, обычный и мелкий песок, глина, наилот или ил (светло-серый, темно-серый, черный), известковый ил, растительный детрит, загрязняющие компоненты. Указать распределение по дну водоема типов грунтов. Отдельно описываются визуальные признаки загрязнения, санитарное состояние прилегающей территории. Специальные графы отводятся для описания основных контролируемых биоценозов водоема. Информация о бентосе должна содержать сведения о субстрате, с которого отобрана проба, расстоянии от берега, глубине, вертикали отбора пробы, количестве «скребков» или выемок дночерпателя. За один скребок принимается некоторая условная единица облавливаемой площади, выраженная в расстоянии, которое скребок прошел в грунте. Удобно, к примеру, за один скребок принять прохождение режущей кромки 50 см в мягком грунте. Описание

зообентоса содержит примечание, куда записываются наблюдения за жизнедеятельностью биоценоза (такие, как вылет насекомых, обилие пустых раковин моллюсков или экзувиев насекомых, несформированность биоценоза и др.). В заключение дается общая характеристика загрязненности створа по визуальным наблюдениям; оценивается степень количественного развития биоценозов, включая бентосный, по шкале: очень слабо, слабо, умеренно, хорошо, обильно; приводятся сведения о количестве отобранных проб – всего и по каждому показателю. В случае неясностей в описании той или иной характеристики, имеющей, по мнению наблюдателя, промежуточный характер, отмечаются две граничные характеристики или дается описание типа: слабо – умеренно, хорошо – обильно. Каждая бентосная проба снабжается этикеткой, на которой указываются номер пробы, название водного объекта, пункта и створа наблюдений, дата отбора, глубина, характер субстрата, количество скребков или выемок дночерпателя. Этикетки можно писать на пергаменте твердым карандашом и поместить внутрь банки с пробой, либо под прокладку крышки. Подготовка бентосной пробы к анализу включает в себя выборку организмов из грунта (разборку пробы) и их сортировку. Разборку пробы желательно производить сразу же после ее отбора на берегу водоема, поскольку выборка из грунта живых организмов происходит в среднем в 2–3 раза быстрее, чем фиксированных. Благодаря активным движениям даже такие мелкие объекты, как черви наидиды, личинки мокрецов, ранние возрастные стадии насекомых, хорошо видны в белой кювете (иногда применяют черный фон) невооруженным глазом. При невозможности немедленной разборки пробы ее заливают 4%-ным раствором формалина, предварительно нейтрализованным насыщенным раствором соды (NaHCO_3). Нейтрализацию формалина проводят для предотвращения растворения помещенных в него известковых раковин моллюсков. В качестве консерванта можно применять также 75%-ный этанол. После фиксации пробу перевозят в лабораторию, где ее разбирают под биноклем, поскольку мелкие неподвижные, частично обесцвеченные организмы плохо заметны на фоне растительных остатков и других частиц в пробе. Основные рекомендации по разборке фиксированной пробы: - отмыть пробу от формалина под краном с помощью сита, стараясь по возможности меньше перемешивать грунт во избежание повреждения организмов, так как после фиксации они становятся более хрупкими и ломкими; - поместить отмытый грунт в банку и, взмучивая вращательными движениями верхний слой, слить небольшое количество взвеси вместе с организмами в чашку Петри; просмотреть всю площадь чашки при 8-кратном увеличении бинокля, выбрать организмы с помощью пинцета и поместить их в пробирку или пенициллиновую склянку с 4%-ным раствором формалина; - пучки водорослей, макрофитов, а также толстые мягкие остатки стеблей

камыша разнимать с помощью препаровальных игл. В стеблях могут находиться организмы-минеры; - наряду с водными организмами вынимать из грунта случайно попавшие в пробу взрослые стадии насекомых, различные фрагменты организмов, могущие пригодиться при определении видов (домики ручейников, жаберные пластинки стрекоз и др.); - при разборке качественной пробы даже при высокой степени однородности организмов в каждой чашке Петри необходимо просмотреть всю пробу до конца, так как более тяжелые организмы (пиявки, моллюски, олигохеты) чаще обнаруживаются в нижних слоях пробы); - если разборка пробы переносится на следующий день, необходимо на ночь снова залить ее 4%-ным раствором формалина. Разобранная проба снабжается такой же этикеткой, как отобранная. Если пункт наблюдений находится сравнительно недалеко от лаборатории и транспортировка пробы занимает не больше 3 часов с момента ее отбора, возможно сохранение пробы в нефиксированном состоянии для дальнейшей ускоренной выборки живых организмов в лаборатории. Для этого необходимо воспользоваться термосом с металлической колбой объемом 3 л, до половины заполненной колотым льдом. Отобранные пробы бентоса в таком случае помещаются не в банку, а в специально сшитые бязевые мешочки, куда вместе с пробой вкладывается этикетка. Мешочки завязывают, укладывают в термос поверх льда (но не внутрь во избежание травмирования организмов), закрывают термос и перевозят в безводном состоянии. Указанным способом целесообразно привозить не больше двух проб в день в расчете на одного исполнителя. Сразу после доставки в лабораторию пробу переносят в банку с водой, туда же помещают кусок льда из термоса и приступают к разборке. Лед необходим, чтобы мелкие оксифильные виды не погибли от нехватки кислорода уже в момент разборки пробы, что затруднило бы их выборку и привело бы к потере гидробиологического материала. Разобранная проба сортируется по систематическим группам до семейств. Для этой цели пользуются специальными кассетами, изготовленными из плексиглаза. Диаметр мелких углублений в них должен соответствовать полю зрения бинокля при 8-кратном увеличении. Кассеты с пробами, снабженными этикеткой, можно ставить одну на другую, разделив, таким образом, этапы подготовки пробы к анализу и собственно анализа (это удобно при наличии двух исполнителей).

1.14. Анализ проб Собственно анализ количественной пробы бентоса включает в себя три этапа: видовой анализ, определение численности каждого вида, определение биомассы каждого вида. Последний этап требует дополнительной сортировки бентосных организмов до вида. Видовой анализ организмов бентоса производится по определителям. Для облегчения повторных определений рекомендуется морфологические отличия каждого ранее не встречавшегося вида описывать в журналах, заведенных для разных

систематических групп. Желательно рядом с описанием помещать схематический рисунок морфологических признаков, приводить кодированное обозначение водоема и створа, где данный вид отмечен, а также ссылку на используемый определитель. Ссылка нужна ввиду несоответствия наименований одного и того же вида в разных определителях, что связано как с уточнением видовой принадлежности по мере накопления знаний, так и с изменениями международной зоологической номенклатуры. Помимо описания видов и зарисовок, существенно облегчить определение сложных и разнообразных групп организмов может коллекция постоянных препаратов. Методика изготовления постоянных препаратов представителей разных групп беспозвоночных, как правило, описана в соответствующих определителях. Наиболее просто препарировать хитиновые части насекомых, водных клещей и ракообразных с применением жидкости Фора-Берлезе, которая готовится следующим образом. В 50 частях (по массе) дистиллированной воды растворяют 30 частей сухого гуммиарабика, затем добавляют 20 частей глицерина и 20 частей хлоралгидрата. Смесь нагревают в банке с притертой пробкой на водяной бане до полного растворения, после чего фильтруют через стекловату и охлаждают до комнатной температуры. Удобство применения жидкости Фора-Берлезе заключается в отсутствии подготовительных этапов изготовления препарата. Объект препарирования переносится на предметное стекло из любой фиксирующей жидкости (этанол, жидкости Удманса, формалина), помещается в размазанную каплю жидкости Фора-Берлезе и накрывается покровным стеклом. Если препарируется одновременно много хитиновых частей, то чтобы они не разъехались при накрывании покровным стеклом, рекомендуется препарат подержать открытым на столике с подогревом до некоторого загустения жидкости, после чего препарат накрывают покровным стеклом с предварительно нанесенной на его нижнюю поверхность капелькой жидкости Фора-Берлезе. До момента полного загустения (2–3 недели) препарат должен храниться в горизонтальном положении. Чтобы гуммиарабиковая смесь не испортилась, края покровного стекла через несколько дней после изготовления препарата окантовывают доммарным лаком или бесцветным лаком для ногтей. Препарат снабжается этикеткой, на которой указываются видовое название, место и дата сбора, фамилия специалиста, определившего данный вид. Жидкость Фора-Берлезе успешно применяют для препарирования не только членистоногих, но и олигохет. При затруднениях в определении вида следует обратиться к специалисту-систематику, для чего необходимо также иметь препараты личинок и имаго трудно определяемых видов. Численность организмов данного вида определяют прямым подсчетом особей в пробе, биомассу – взвешиванием на торсионных или аналитических весах. Взвешивание нужно производить после непродолжительной обсушки навесок

материала на фильтровальной бумаге (до момента, когда организмы не будут оставлять мокрых пятен на ней при легком надавливании). При обильном развитии одного вида (до нескольких тысяч экземпляров в пробе) для их подсчета рекомендуется определять среднюю массу одной особи из достаточно большой выборки (50–100 экземпляров) и делить на него общую биомассу данного вида. Если многочисленны 2–3 вида, можно проделать ту же операцию, предварительно выяснив общую массу этих видов в пробе, массу выборки этих видов, численность каждого вида в выборке. Биомасса каждого вида рассчитывается как произведение установленной численности этого вида в пробе на среднюю массу одной особи. Результаты анализа видового состава, численности и биомассы организмов вписываются в карточки первичной обработки, по которым производится дальнейшая камеральная обработка результатов анализа. Камеральная обработка выражается в пересчете количественных показателей на 1 м², выявлении доминантных и субдоминантных видов по численности и биомассе, оценке качества воды с помощью формальных приемов, определении инвариантного состояния биоценоза по его трофической структуре.

Контрольные вопросы:

1. С какой целью производят забор проб бентоса?
2. Перечислите методы гидробиологических исследований.

Практическое занятие 3-4

Адаптации гидробионтов к среде обитания. Адаптация водных организмов к условиям обитания в пелагиали и бентали водоемов.

Цель занятия: изучение природы образования приспособлений организмов к среде обитания, значимость приспособлений у представителей гидробионтов.

Задание 1. Составьте конспект материала класс

Планктон (от греческого *planctos* – парящий) представляет собой совокупность растительных (фитопланктон) и животных (зоопланктон) организмов, обитающих в толще воды и находящихся в состоянии парения. Лишь немногие представители планктона временно используют субстрат в качестве опоры. Характерная черта планктонных организмов – полное отсутствие или незначительное развитие органов движения. Поэтому планктонные организмы не способны противостоять движению воды и пассивно увлекаются волнами и течениями. Планктонные организмы с целью удержаться в толще воды используют ряд приспособлений: 1. Обводнение тела. Количество воды в теле планктонных организмов в среднем равно 80-85%, но у некоторых из них оно достигает 95-97% (медузы, гребневики). Благодаря огромному

количеству воды плотность планктеров близка к плотности воды. Обилие воды делает эти организмы необычайно прозрачными и нежными (см. рис. 1, а). 2. Редукция скелетных образований. Все планктонные организмы лишены тяжелого скелета и поэтому резко отличаются от близких форм, ведущих донный образ жизни. Например, крылоногие и килевоногие моллюски характеризуются или полным отсутствием раковины, или очень слабым ее развитием (см. рис. 1, б). 3. Жировые включения. Это прежде всего резервные вещества, однако одновременно они служат и для уменьшения плотности тел. У планктонных водорослей продуктом фотосинтеза является не относительно тяжелый крахмал, а легкие липиды. Жировые включения широко распространены у различных планктонных животных. Очень богаты жиром тела веслоногих и ветистоусых ракообразных. 4. Газовые включения. Широко распространенные у планктонных организмов, они имеют свой объем в зависимости от изменений температуры и давления в окружающей среде. Поэтому организмы с газовыми включениями могут при помощи этого гидростатического аппарата не только сохранять равновесие, но и подниматься вверх и опускаться вниз. Так, планктонные синезеленые водоросли содержат в своих клетках многочисленные газовые вакуоли, с помощью которых в известные периоды поднимаются из придонных слоев к поверхности воды. Нередко уменьшение плотности достигается с помощью нескольких приспособлений. Например, у личинок хаборуса (см. рис. 1, г) ткани богаты водой, что делает их тело совершенно прозрачным. Наряду с этим у личинок наблюдается редукция скелетных образований и имеется хорошо развитый гидростатический аппарат. Способность планктонных организмов к парению зависит и от формы их тела. Чем больше площадь тела и чем меньше масса гидробионта, тем устойчивее он парит в толще воды. На основе характера приспособлений планктонных организмов к увеличению сопротивления их можно подразделить на три конвергентные группы: 1. Удлинение одной оси. Многие растительные и животные организмы имеют палочковидную форму тела. Она наблюдается у ряда диатомовых, пиррофитовых, синезеленых и других водорослей, а также у щетинкочелюстных и многих ракообразных. Такой палочковидный, конвергентный облик характерен как для одиночных, так и для колониальных организмов (некоторые синезеленые и диатомовые водоросли, сальпы Tunicata). 2. Удлинение двух осей. У многих представителей фито и зоопланктона тело имеет уплощенную, дисковидную форму. Таковы например, многие диатомеи, синезеленые, радиолярии, медузы и др. Эти организмы образуют конвергентную группу дисковидных, пластинчатых форм. 3. Образование выростов. На теле планктонных организмов часто наблюдаются выросты. Многочисленными шипами, иглами, ресничками, например, покрыто тело ряда радиолярий, инфузорий, личинок иглокожих, червей и других организмов. Все они образуют группу ежевидных форм (рис. 1, е).

Способность планктонных организмов к постоянному пребыванию в толще воды в значительной степени зависит от их величины. Планктон представлен в основном микроскопическими формами. В зависимости от размеров планктон подразделяется на пять групп: 1) мегалопланктон (melagos – громадный) немногие организмы длиной более 1 м (некоторые медузы, гребневики, сифонофоры); 2) макропланктон (macros – крупный) размером 1-100 см (медузы, сальпы, некоторые высшие ракообразные); 3) мезопланктон (mesos – средний) размером 1-10 см (низшие ракообразные, личинки многих донных беспозвоночных); 4) микропланктон (micros – маленький) размером 0,05-1мм; к этой группе относятся большинство представителей фитопланктона, простейшие и др.; 5) нанопланктон (nanos – карликовый) размером менее 0,05 мм; это бактерии, жгутиковые, многие водоросли. Ультрапланктон представлен организмами размером не более нескольких микроны (бактерии).

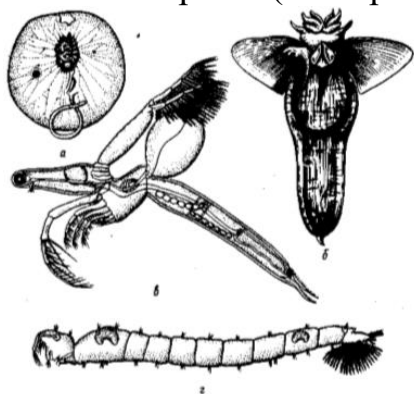


Рис. 1 Приспособления к уменьшению плотности и конвергентные группы планктона: а- *Noctiluca miliaris*; б- *Clione limacina*; в- *Leptodota kindti*; г- *Chaorobus crystallimis*

Задание 2. Заполнить таблицу

Приспособления к парению	Представители

Задание 3. Заполните таблицу.

Величина планктонных животных

Размерная группа	Величина, см.	Представители

Контрольные вопросы:

4. Дайте характеристику приспособлений планктонных организмов к парению. Приведите примеры.
5. Назовите конвергентные группы планктона. Приведите примеры.
6. Расскажите о размерных группах планктона.

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Новокщёнова Анна Ивановна
Агапова Василина Николаевна
Ранделин Дмитрий Александрович
Кравченко Юрий Владимирович

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по проведению практических работ по дисциплине
«Гидробиология» для обучающихся по направлению
35.03.08 – Водные биоресурсы и аквакультура

Часть 1

В авторской редакции

Компьютерная верстка *Плещенко Т.В.*

Пописано в печать --. --. 2021. Формат 60х84 ^{1/16}.

Усл. печ. л. 1,63. Тираж --. Заказ ---.

ИПК ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ «Нива».
400002, Волгоград, пр. Университетский, 26.

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Департамент научно-технологической политики и образования
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Волгоградский государственный аграрный университет»**

Факультет биотехнологий и ветеринарной медицины

Кафедра «Водные биоресурсы и аквакультура»

**А.И. Новокщёнова, В.Н. Агапова,
Д.А. Ранделин, Ю.В. Кравченко**



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**для проведения практических работ по дисциплине
«Гидробиология» для обучающихся по направлению
35.03.08 – Водные биоресурсы и аквакультура**

Часть 2

**Волгоград
2022**

УДК 639.3

ББК 47.2

М-54

Рецензент-

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Кормление и разведение сельскохозяйственных животных» ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ Агапов С.Ю.

М-54 Методические указания по проведению практических работ по дисциплине «Гидробиология», часть 2, для обучающихся по направлению 35.03.08 – Водные биоресурсы и аквакультура/ А.И. Новокщёнова, В.Н. Агапова, Д.А. Ранделин, Ю.В. Кравченко, – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2022.– 26 с.

В методических указаниях рассматриваются основные закономерности эволюции представителей классов рыб и круглоротых. Методические указания содержат теоретический материал, контрольные вопросы и рисунки.

Предназначены для обучающихся по направлению 35.03.08 – Водные биоресурсы и аквакультура.

УДК 639.3

ББК 47.2

© ФГБОУ ВО Волгоградский
государственный аграрный
университет, 2022

Тема 5,6.	Адаптации гидробионтов к условиям обитания. Адаптация водных организмов к условиям обитания в пелагиали и бентали водоемов.	Стр. 4
7	ВЛИЯНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА ГИДРОБИОНТОВ	6
8	ТРОФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОДНЫХ СООБЩЕСТВ	8
9	ПОПУЛЯЦИИ ГИДРОБИОНТОВ И ГИДРОБИОЦЕНОЗЫ. ОСНОВНЫЕ ГРУППЫ ЗООПЛАНКТОНА.	16

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Практическое занятие 5-6

Адаптации гидробионтов к среде обитания. Адаптация водных организмов к условиям обитания в пелагиали и бентали водоемов.

Цель занятия: изучение природы образования приспособлений организмов к среде обитания, значимость приспособлений у представителей гидробионтов.

Задание 1. Составьте конспект материала класс

Планктон (от греческого *planctos* – парящий) представляет собой совокупность растительных (фитопланктон) и животных (зоопланктон) организмов, обитающих в толще воды и находящихся в состоянии парения. Лишь немногие представители планктона временно используют субстрат в качестве опоры. Характерная черта планктонных организмов – полное отсутствие или незначительное развитие органов движения. Поэтому планктонные организмы не способны противостоять движению воды и пассивно увлекаются волнами и течениями. Планктонные организмы с целью удержаться в толще воды используют ряд приспособлений: 1. Обводнение тела. Количество воды в теле планктонных организмов в среднем равно 80-85%, но у некоторых из них оно достигает 95-97% (медузы, гребневики). Благодаря огромному количеству воды плотность планктеров близка к плотности воды. Обилие воды делает эти организмы необычайно прозрачными и нежными (см. рис. 1, а). 2. Редукция скелетных образований. Все планктонные организмы лишены тяжелого скелета и поэтому резко отличаются от близких форм, ведущих донный образ жизни. Например, крылоногие и килевоногие моллюски характеризуются или полным отсутствием раковины, или очень слабым ее развитием (см. рис. 1, б). 3. Жировые включения. Это прежде всего резервные вещества, однако одновременно они служат и для уменьшения плотности тел. У планктонных водорослей продуктом фотосинтеза является не относительно тяжелый крахмал, а легкие липиды. Жировые включения широко распространены у различных планктонных животных. Очень богаты жиром тела веслоногих и ветистоусых ракообразных. 4. Газовые включения. Широко распространенные у планктонных организмов, они имеют свой объем в зависимости от изменений температуры и давления в окружающей среде. Поэтому организмы с газовыми включениями могут при помощи этого гидростатического аппарата не только сохранять равновесие, но и подниматься вверх и опускаться вниз. Так, планктонные синезеленые водоросли содержат в своих клетках многочисленные газовые вакуоли, с помощью которых в известные периоды поднимаются из придонных слоев к поверхности воды. Нередко уменьшение плотности достигается с помощью нескольких приспособлений. Например, у личинок хаборуса (см. рис. 1, г) ткани богаты водой, что делает их тело совершенно прозрачным. Наряду с этим у личинок наблюдается редукция скелетных образований и имеется хорошо развитый гидростатический аппарат.

Способность планктонных организмов к парению зависит и от формы их тела. Чем больше площадь тела и чем меньше масса гидробионта, тем устойчивее он парит в толще воды. На основе характера приспособлений планктонных организмов к увеличению сопротивления их можно подразделить на три конвергентные группы: 1. Удлинение одной оси. Многие растительные и животные организмы имеют палочковидную форму тела. Она наблюдается у ряда диатомовых, пиррофитовых, синезеленых и других водорослей, а также у щетинкочелюстных и многих ракообразных. Такой палочковидный, конвергентный облик характерен как для одиночных, так и для колониальных организмов (некоторые синезеленые и диатомовые водоросли, сальпы Tunicata). 2. Удлинение двух осей. У многих представителей фито и зоопланктона тело имеет уплощенную, дисковидную форму. Таковы например, многие диатомеи, синезеленые, радиолярии, медузы и др. Эти организмы образуют конвергентную группу дисковидных, пластинчатых форм. 3. Образование выростов. На теле планктонных организмов часто наблюдаются выросты. Многочисленными шипами, иглами, ресничками, например, покрыто тело ряда радиолярий, инфузорий, личинок иглокожих, червей и других организмов. Все они образуют группу ежевидных форм (рис. 1, е). Способность планктонных организмов к постоянному пребыванию в толще воды в значительной степени зависит от их величины. Планктон представлен в основном микроскопическими формами. В зависимости от размеров планктон подразделяется на пять групп: 1) мегалопланктон (melagos – громадный) немногие организмы длиной более 1 м (некоторые медузы, гребневики, сифонофоры); 2) макропланктон (macros – крупный) размером 1-100 см (медузы, сальпы, некоторые высшие ракообразные); 3) мезопланктон (mesos – средний) размером 1-10 см (низшие ракообразные, личинки многих донных беспозвоночных); 4) микропланктон (micros – маленький) размером 0,05-1 мм; к этой группе относятся большинство представителей фитопланктона, простейшие и др.; 5) нанопланктон (nanos – карликовый) размером менее 0,05 мм; это бактерии, жгутиковые, многие водоросли. Ультрапланктон представлен организмами размером не более нескольких микроны (бактерии).

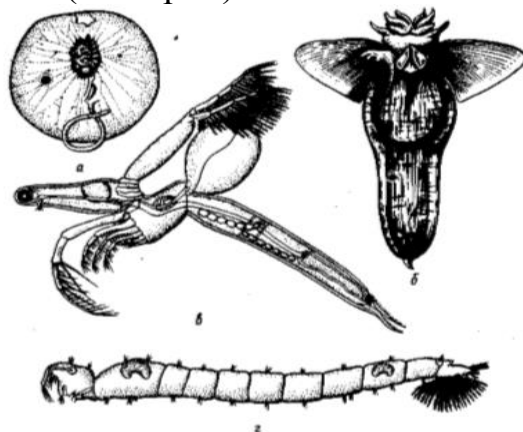


Рис. 1 Приспособления к уменьшению плотности и конвергентные

группы планктона: а- *Noctiluca miliaris*; б- *Clione limacina*; в- *Leptodota kindti*; г- *Chaorobus crystallinis*

Задание 2. Заполнить таблицу

Приспособления к парению	Представители

Задание 3. Заполнить таблицу.

Размерная группа	Величина, см.	Представители

Контрольные вопросы:

7. Дайте характеристику приспособлений планктонных организмов к парению. Приведите примеры.
8. Назовите конвергентные группы планктона. Приведите примеры.
9. Расскажите о размерных группах планктона.

Практическое занятие 7

ВЛИЯНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА ГИДРОБИОНТОВ

Цель занятия: изучение понятия и классификации абиотических факторов, оценка влияния абиотических факторов на гидробионтов.

Задание 1. Составьте конспект материала.

Донные организмы (бентос) в зависимости от их отношения к субстрату, т. е. от образа жизни, делятся на 5 групп. 1. Прикрепленные организмы. К этой группе относится большинство растений (как водорослей, так и высших). Прикрепленный образ жизни широко распространен у представителей зообентоса. Его ведут губки, гидроиды, кораллы, мшанки, многие черви, некоторые двусторчатые моллюски, усоногие раки, некоторые личинки насекомых, морские лилии асцидии и др. Одни животные прикреплены постоянно, другие временно, например, личинки двукрылых насекомых из сем. *Vlepharoceridae*. У прикрепленных животных выработался ряд приспособлений. Почти все они утратили конечности, если же конечности сохранились, они выполняют другую функцию. Например, у усоногих раков они служат для захвата пищи. У большинства прикрепленных форм редуцированы органы зрения и равновесия, но вместе с тем хорошо развиты органы осязания. Многие прикрепленные животные для более успешного лова пищи имеют вытянутую форму. Некоторые из них, например, помещаются на стебельке (инфузории, губки, некоторые иглокожие и др.), а на верхнем конце тела образуется ловчая воронка, окруженная венцом щупалец. Более

эффективной добыче пищи способствует древовидный облик многих сидячих животных, возникающий в результате колониального образа жизни и размножения почкованием. 2. Сверлящие организмы. Они условно делятся на камнеточцев и древоточцев, так как есть животные, которые могут внедряться и в тот, и в другой субстрат (рис. 2). Сверлящие организмы — в основном обитатели моря. В пресных водах они встречаются редко. Систематический состав камнеточцев разнообразен. Сверлению подвергаются плотные осадочные породы, скалы, сложенные из известняка, песчаника, сланцев, а также мрамор, бетон, кирпич, раковины моллюсков.

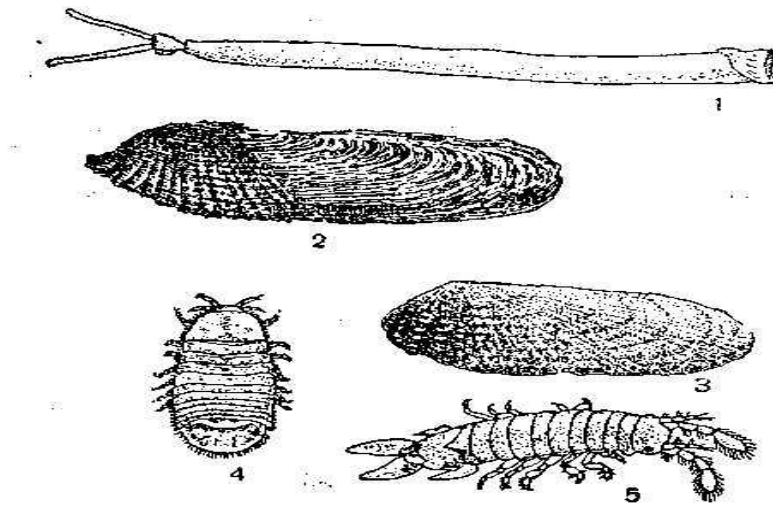


Рис. 2. Черноморские камнеточцы и древоточцы:
1-тередо; 2-фолас; 3-петрикола; 4-лимнория; 5-хелюра.

Закапывающиеся организмы. Большинство животных погружаются в грунт в защитных целях. Они живут в ходах или трубках, обычно укрепляемых различными выделениями. Закапывающиеся формы многочисленны среди червей, личинок насекомых, брюхоногих и двустворчатых моллюсков, ракообразных, морских ежей, голотурий и др. В строении закапывающихся животных имеется ряд изменений. Так, у морских ежей иглы превратились в органы копания. Раковина моллюсков, живущих в грунте, становится гонкой и гладкой, очень хорошо развита нога, а сифоны, служащие для сообщения с внешней средой, обычно очень длинные и нередко превышают длину самого животного. 4. Животные, обитающие на поверхности грунта. Они отличаются сильно уплощенным, широким телом. Некоторые из них имеют выросты, расположенные в одной плоскости. Одни представители этой группы плавают в придонных слоях воды и лишь временами используют субстрат для опоры (камбалы, скаты, бычки, ряд крабов, креветок, некоторые головоногие моллюски и др.); другие постоянно обитают на дне (многие двустворчатые и брюхоногие моллюски, некоторые морские ежи). Для защиты от врагов у организмов, обитающих на дне, выработались различные приспособления - сооружение убежищ в виде чехликов, трубок, раковин; образование на теле шипов, игл; маскировочная окраска под фон окружающей среды.

5. Организмы, свободно передвигающиеся по дну. Органы движения водных животных разнообразны. Ракообразные передвигаются с помощью грудных конечностей, иглокожие пользуются амбулоскральными ножками. У моллюсков органом движения является нога.

Задание 2. Определить систематическое положение, зарисовать организмы, относящиеся к разным биологическим группам бентоса.

Задание 3. Используя материал задания 1.

Наименование группы бентоса согласно классификации отношения их к субстрату	Наименование представителя группы бентоса	Отличительные особенности строения представителей групп бентоса

Вопросы

1. Дайте характеристику прикрепленных организмов.
2. Дайте характеристику сверлящих организмов.
3. Дайте характеристику животных, закапывающихся и обитающих на поверхности грунта.

Практическое занятие 8

ТРОФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОДНЫХ СООБЩЕСТВ

Цель занятия: изучить значение трофности, проследить трофические цепи гидробионтов.

Задание 1. Составьте конспект материала класс.

1. Компоненты водных экосистем функционально не отличаются от главных компонентов наземных экосистем. В биологическом сообществе естественно присутствуют три главные группы организмов: продуценты, консументы и редуценты. Продуценты (фитопланктон и фитобентос) ассимилируют энергию Солнца и создают органическое вещество, служащее источником жизни для них и остальных компонентов экосистемы. Консументы (зоопланктон, зообентос, нектон) это вещество преобразуют в биомассу своего тела. Редуценты (бактериопланктон и бактериальное население дна водоема) выполняют важнейшую часть работы – минерализацию экскретов и трупов консументов и продуцентов и переводение их в неорганическую форму с тем, чтобы сделать их доступными продуцентам для повторения цикла.

Основные процессы жизнедеятельности гидробионтов те же, что и у любых других организмов. Это – питание, которое может быть автотрофным или гетеротрофным, а при совмещении этих типов – миксотрофным.

В гидробиосе при трансформации энергии, круговороте веществ и передаче информации происходят все те же процессы, что и в наземных

экосистемах.

Ряды, в которых можно проследить пути расходования изначальной дозы энергии, называют цепями питания. Место каждого звена в цепи питания называют трофическим уровнем. Первый трофический уровень – это всегда продуценты, создатели органической массы (фототрофы и хемотрофы); растительноядные консументы относятся ко второму трофическому уровню; плотоядные, живущие за счет растительноядных форм, – к третьему; потребляющие других плотоядных – соответственно к четвертому и т.д. Таким образом, различают консументов первого, второго и третьего порядков, занимающих разные уровни в цепях питания. Основную роль при этом играет пищевая специализация консументов.

Трофические цепи, которые начинаются с фотосинтезирующих организмов, называют цепями выедания (или пастбищными, или цепями потребления), а цепи, которые начинаются с отмерших остатков растений, трупов и экскрементов животных, – детритными цепями разложения. Энергетические затраты на поддержание всех метаболических процессов условно называют тратой на дыхание, так как общие их масштабы можно оценить, учитывая выделение CO_2 организмом.

Интенсивность питания снижается с возрастом. Так, ежесуточный рацион карпов массой от 5 до 15 г составляет почти 1/4 от массы их тела, у более крупных особей – от 150 до 450 г – всего 1/10, а у рыб массой 500-800 г – 1/16.

Коэффициент использования потребленной пищи на рост (К) рассчитывают как отношение продукции к рациону:

где Π – траты на рост, P – количество пищи, съеденной за тот же период. Каждая конкретная порция энергии, накопленная зелеными растениями, за короткое время переходит через 4-6 трофических уровней. Часть энергии органических соединений затрачивается консументами на поддержание физиологических процессов, размножение и прирост биомассы тела. Большая ее часть в отработанном виде выделяется в виде тепла и удаляется из организма в виде мочи, экскрементов и т.д. На каждый следующий трофический уровень передается лишь накопленная биомасса, при поедании одних другими, т.е. не более 10% потребленной энергии – правило 10% или правило Линдемана.

Поэтому существование в системе очень длинных пищевых цепей энергетически не выгодно: конечные трофические звенья получают ничтожные доли энергии, произведенные растениями.

2 Специфика водных экосистем циклического, транзитного и каскадного типов

«Текущие воды» (ручьи и реки) называют лотическими, а «стоячие воды», т.е. водоемы замедленного водообмена – лентическими. Участки реки с быстрым течением называют лотическими, с медленным – лентическими.

В типичном большом озере основной поток энергии и круговорот

вещества совершается в планктонном сообществе экосистемы пелагиали. Это циклический тип водной экосистемы.

В водотоке, или системе транзитного типа (лотической системе: реке, ручье) планктон не может играть решающую роль просто в силу физических причин – его сносит течением.

В глубоких, медленно текущих реках в роли главного продуцента выступает фитобентос – высшая водная растительность. Основными потребителями их продукции выступают зообентос и нектон.

В мелких быстротекущих водотоках (ручьях и мелководных реках) основное питание их обитатели получают снаружи (аллохтонные экосистемы). Органическое вещество поступает с берегов, в виде опада листьев, трупов животных и т.п.

В водных экосистемах каскадного типа (системы водохранилищ, группы сообщающихся меж собой проточного типа озер, глубокие водотоки), совмещающих лотические и лентические участки, системы кругооборота вещества чередуются. На быстротекущих участках они осуществляются по лотическому типу (с преобладанием транзитного типа аллохтонного питания системы), в заводях и участках с медленным течением – по лентическому типу (автохтонные участки).

3. Продукция в водных экосистемах. Для оценки содержания питательных веществ в водоеме применяются термины – кормовые ресурсы, кормность, трофность.

Биологическая продуктивность водоема (кормность, трофность) – способность сообщества, населяющего водоем, поддерживать определенную скорость воспроизводства биомассы входящих в его состав живых организмов. БПВ характеризует совокупность процессов образования органического вещества и поглощения энергии, их трансформации при прохождении по трофическим цепям.

Основная роль в процессах новообразования органического вещества в водоемах принадлежит хлорофиллсодержащим организмам – фитопланктону и макрофитам.

Первичная продукция – результат жизнедеятельности растительных организмов и хемотрофов – новообразование органического вещества из неорганического за определенный период времени. Она создается в процессе фотосинтеза и, в значительно меньшей степени, хемотрофизма. В ходе фотосинтеза энергия Солнца, улавливается фотосинтетическими пигментами (хлорофиллом) и связывается в энергию химических связей органических веществ. Мерой первичной продукции является скорость новообразования органического вещества.

Планктонные водоросли используют на метаболизм около 40 % фиксируемой энергии. Различают валовую и чистую первичную продукцию.

Валовая первичная продукция (ВПП) – общая скорость фотосинтеза, все созданное органического вещества, в том числе и, которое используется

самими растениями на поддержание их существования (на обмен, дыхание).

$ВПП = ТД + ЧПП$ Оставшаяся часть созданной органической массы (за вычетом трат на дыхание) характеризует чистую первичную продукцию, которая представляет собой величину прироста растений: $ЧПП = ВПП - ТД$ Чистая первичная продукция (ЧПП) или эффективная первичная продукция представляет собой скорость создания органического вещества за вычетом доли, используемой самими же организмами на процессы жизнедеятельности (ассимиляция) и которая остается непосредственно доступной для использования другими организмами в воде в качестве пищи.

Чистая продукция сообщества или продуктивность сообщества – скорость накопления органического вещества сообществом после выедания этого вещества консументами.

Прирост массы консументов называют вторичной продукцией, но ее источник – первичная продукция.

Вторичная продукция – продукция гетеротрофных организмов (консументов), которые питаются готовыми органическими веществами, прирост биомассы консументов за единицу времени. К вторичной продукции относят продукцию организмов второго и последующих трофических уровней (все животные, гетеротрофные микроорганизмы и сапрофитные растения).

Чистая вторичная продукция – общая вторичная продукция за вычетом веществ, истраченных на дыхание и потребленных гетеротрофами.

$R = ЧПП$; $ЧПП = П + ТД + Н$;

R – рацион консумента; $П$ – прирост консумента; $Н$ – неусвоенная часть пищи; $ТД$ – траты на дыхание Вторичную продукцию вычисляют отдельно для каждого трофического уровня, так как прирост массы на каждом из них происходит за счет энергии, поступающей с предыдущего уровня.

Гетеротрофы, включаясь в трофические цепи, живут, в конечном счете, за счет чистой первичной продукции сообщества. В разных экосистемах они расходуют ее с разной полнотой.

Если скорость изъятия первичной продукции в цепях питания отстает от темпов прироста растений, то это ведет к постепенному увеличению общей биомассы продуцентов.

Под биомассой понимают суммарную массу организмов данной группы или всего сообщества в целом. Часто биомассу выражают в эквивалентных энергетических единицах. В разных экосистемах скорость утилизации биомассы различна. Недостаточная утилизация продуктов опада в цепях разложения имеет следствием накопление в системе мертвого органического вещества, что происходит, например, при заторфовывании болот, зарастании мелководных водоемов. Биомасса сообщества с уравновешенным круговоротом веществ остается относительно постоянной, так как практически вся первичная продукция тратится в

цепях питания и разложения.

Экосистемы очень разнообразны по относительной скорости создания и расходования как первичной продукции, так и вторичной продукции на каждом трофическом уровне. Однако всем без исключения экосистемам свойственны определенные количественные соотношения первичной и вторичной продукции, получившие название правила пирамиды продукции: на каждом предыдущем трофическом уровне количество биомассы, создаваемой за единицу времени, больше, чем на последующем.

Рис. 3. Пирамиды биомассы в некоторых биоценозах: П – продуценты; РК – растительноядные консументы; ПК – плотоядные консументы; Ф – фитопланктон; З – зоопланктон В пелагиали океанов, где основными продуцентами являются одноклеточные водоросли с высокой скоростью оборота генераций, их годовая продукция в десятки и даже сотни раз может превышать запас биомассы. Вся чистая первичная продукция так быстро вовлекается в цепи питания (выедается), что накопление биомассы водорослей очень мало, но вследствие высоких темпов размножения небольшой их запас оказывается достаточным для поддержания скорости воссоздания органического вещества.

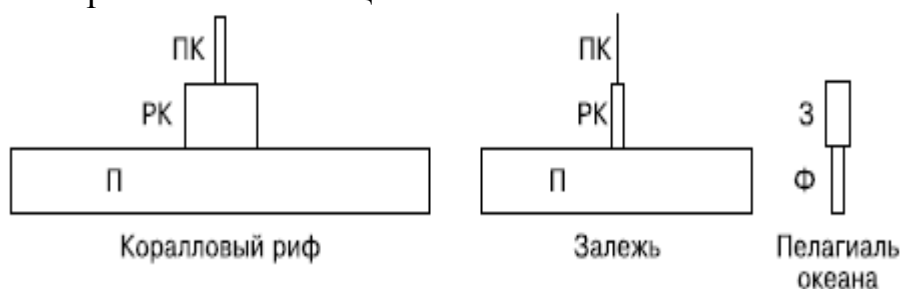


Рис. 3 Пирамиды биомассы в некоторых биоценозах (по Ф. Дре, 1976): П – продуценты; РК – растительноядные консументы; ПК – плотоядные консументы; Ф – фитопланктон; З – зоопланктон

Для океана правило пирамиды биомасс недействительно (пирамида имеет перевернутый вид) (рис. 3). На высших трофических уровнях преобладает тенденция к накоплению биомассы, так как длительность жизни крупных хищников велика, скорость оборота их генераций, наоборот, мала и в их телах задерживается значительная часть вещества, поступающего по цепям питания.

Рис. 4. Пирамида биомасс в морских экосистемах В тех трофических цепях, где передача энергии происходит в основном через связи хищник – жертва, часто выдерживается правило пирамиды чисел: общее число особей, участвующих в цепях питания, с каждым звеном уменьшается.

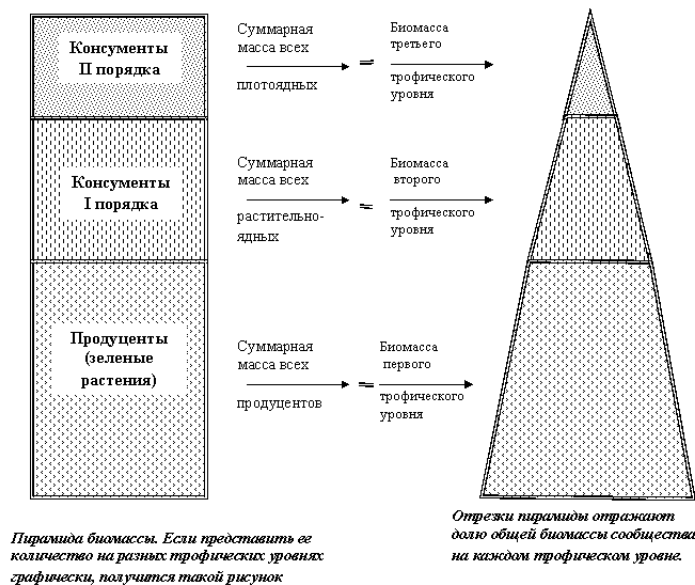


Рис. 4. Пирамида биомасс.

Это связано с тем, что хищники, как правило, крупнее объектов своего питания и для поддержания биомассы одного хищника нужно несколько или много жертв.

Пирамиды энергии на каждом уровне указывают количество переходящей энергии (кДж•м²•год). Здесь соблюдается правило 10 %.

4. Сравнительная продуктивность наземных и морских экосистем.

Свойство популяции или сообщества продуцировать органическое вещество называется биологической продуктивностью, количественным показателем которой служит продукция – суммарное количество биомассы, образованное совокупностью растущих и размножающихся особей за определенное время. Продукцию понимают как характеристику продукционного процесса за конкретный момент времени – сутки, месяц или год. Величину продукции относят обычно к единицам площади или объема. При сравнении продуктивности сообществ часто определяют удельную продукцию – отношение продукции сообщества к его биомассе за определенный отрезок времени.

Величины биологической продуктивности морских и наземных сообществ весьма различаются. Первичная продукция биотической компоненты океана в среднем в 5 раз меньше наземной в расчете на единицу поверхности, а по биомассе растений континенты превосходят Мировой океан примерно в 7-10 тыс. раз, поскольку площадь поверхности океана превышает площадь поверхности континентов примерно в 2,5 раза. Общая первичная продукция континентов примерно в 2 раза превышает продукцию океанической экосистемы. В настоящее время полагают, что вклад океана в общую биологическую продукцию значительно больше и равен 50%, а по некоторым оценкам до 70% продукции наземных экосистем.

В морской среде наиболее низкими по уровню первичной продукции являются океанические районы, которые сравнимы по уровню

продуктивности с пустынями на континентах.

Наиболее высокими по величине продукции являются сообщества морских трав, коралловых рифов и бурых водорослей. Прибрежные сообщества с водорослями и морскими травами по величине продукции не уступают сообществам агроценозов на суше, для которых отмечаются наивысшие показатели биологической продуктивности.

На суше уровни биологической продуктивности сообществ растений также весьма различаются. Среди наземных экосистем тропические леса являются наиболее продуктивными, в меньшей степени – леса умеренной зоны, а тундры и пустыни – наименее продуктивными. Болота, а также сообщества полупогруженных и погруженных растений морских прибрежных экосистем дают наивысшую продукцию на единицу поверхности. Из культивируемых систем наивысшие показатели продукции указываются для посевов кукурузы и сахарного тростника.

Пресные водоемы континентов, в среднем, значительно менее продуктивны, чем суша.

Известно, что тропические озера превышают по уровню первичной продукции все другие биотопы континентов. Озера умеренной зоны по уровню биопродуктивности соизмеримы с таковой культивируемых земель. В целом, уровень продукции пресных водоемов в большей степени зависит от их трофического статуса.

Таким образом, по уровню биологической продуктивности океан – это пустыня по сравнению с прибрежными экосистемами, однако средний низкий уровень компенсируется огромной площадью Мирового океана.

5. Классификация морских организмов по типу питания Автотрофы и гетеротрофы получают из окружающей среды минеральные и органические вещества и используют их в процессе своей жизнедеятельности. Автотрофы синтезируют из неорганических соединений органические вещества. Среди автотрофов различают фотосинтетиков, использующих в процессе синтеза органического вещества энергию солнца и хемосинтетиков, использующих энергию химических связей.

Гетеротрофы используют для питания органические вещества, произведенные другими видами. Среди гетеротрофов выделяют фаготрофов с голозойным типом питания, поедающих живые организмы или частицы органического вещества, и сапротрофов, питающихся мертвым органическим веществом. Многие из сапротрофов питаются осмотически, поглощая продукты разложения органических веществ поверхностью своего тела. Поглощение питательных веществ поверхностью тела в той или иной степени свойственно почти всем гидробионтам, как растениям, так и животным, бактериям, грибам.

Многие гидробионты (инфузории, губки, гидроиды, кораллы, черви, моллюски, асцидии) имеют симбиотрофное питание за счет эндосимбионтов – водорослей-автотрофов.

Спектры питания морских гидробионтов весьма разнообразны. В зависимости от потребляемой пищи среди животных различают фитофагов (растительноядные), зоофагов (плотоядные, хищники), детритофагов и грунтоедов. По способу питания водные животные разделяются на следующие группы: сестонофаги, питающиеся взвешенным в воде сестоном, включая организмы планктона, частицы детрита с микроорганизмами; многие из них являются фильтраторами; нектонофаги – обычно хищники, поедающие головоногих моллюсков и рыб; бентофаги потребляющие донных животных, среди них есть хищники и фитофаги; грунтофаги, поглощающие ил и песок вместе с живыми организмами и детритом.

Гидробионтам-сестонофагам свойственны весьма разнообразные способы добывания пищи. По способу получения пищи сестонофаги делятся на ощупывателей (кишечнополостные), седиментаторов (инфузории, коловратки), активных фильтраторов (ракообразные, двустворчатые моллюски, оболочники) и пассивных фильтраторов (личинки насекомых, строящих ловчие сети), планктонофагов, которые питаются исключительно планктонными организмами.

Такой способ питания, не требующий больших затрат энергии на поиски добычи, характерен для пластинчатожаберных моллюсков, сидячих иглокожих, полихет, мшанок, асцидий, планктонных рачков и др. Животные-фильтраторы выполняют важнейшую роль в биологической очистке водоемов. Мидии, обитающие на площади 1 м², могут прогонять через мантийную полость 150-280 м³ воды за сутки, осаждая взвешенные частицы. Пресноводные дафнии, циклопы или самый массовый в океане рачок *Calanus finmarchicus* отфильтровывают в день до 1,5 л воды на особь. Литоральная зона океана, особенно богатая скоплениями фильтрующих организмов, работает как эффективная очистительная система.

Высокая плотность воды делает возможным существование планктона, а наличие парящих в воде организмов – предпосылка для развития фильтрационного типа питания, при котором возможен и сидячий образ жизни животных. В результате формируется мощный механизм самоочищения водоемов биосферного значения. В нем участвует огромное количество гидробионтов, как бентосных, так и пелагиальных, от одноклеточных простейших до позвоночных животных. По расчетам, вся вода в озерах умеренного пояса пропускается через фильтрационные аппараты животных от нескольких до десятков раз в течение вегетационного сезона, а весь объем Мирового океана профильтровывается в течение нескольких суток. Нарушение деятельности фильтраторов различными антропогенными воздействиями создает серьезную угрозу в поддержании чистоты вод.

При фильтрации и седиментации происходит недифференцированное питание, а при пастыбе и охоте характерен дифференцированный захват пищи. Спектром питания обозначают компонентный состав пищи.

По разнообразию потребляемой пищи среди гидробионтов различают стенофагов (олигофаги и монофаги), питающихся очень избирательно, и эврифагов (полифаги), имеющих широкий ассортимент пищи. Характер питания меняется с возрастом. Так, личинки многих донных животных питаются фитопланктоном, а взрослые особи – детритом или бентосом. У гидробионтов существуют и сезонные изменения спектра питания.

Для поддержания жизнедеятельности многим гидробионтам необходимо движение воды либо относительно организма, либо движение организма относительно воды.

Одни гидробионты движутся в поисках пищи; другие ведут сидячий образ жизни, используя для получения пищи других животных – своих жертв. Некоторые сидячие животные используют движение пассивно текущей мимо них воды, захватывая жертву или органические остатки. Другие животные создают движение воды сами, прокачивая ее через полость своего тела. Обычно водные организмы используют одновременно несколько способов питания.

Другой важной причиной предпочтения растениями и животными хорошо промываемых участков водоемов является необходимость удаления собственных отходов и выделенных метаболитов, регулирующих как рост своей популяции, так и численность партнеров по сообществу.

Задание 2. Заполните таблицу «Классификация морских организмов по типу питания».

Особенность и питания.	Автотрофы		Гетеротрофы	
	Хемосинтетики	Фотосинтетики	Фаготрофы	Сапротрофы

Контрольные вопросы:

4. Что такое кормность (трофность)? Значение трофических цепей питания.
5. Классификация водных экосистем.
6. Правило Линдермана.

Практическое занятие 9

Популяции гидробионтов и гидробиоценозы. Структура популяций, величина, плотность, методы определения и регуляции.

Цель занятия: изучение популяции гидробионтов и методов определения продукции водных организмов.

Задание. 1 Составьте конспект материала.

В результате роста и размножения организмов происходит постоянное образование органического вещества, т. е. увеличение их биомассы. Все производимое гидробионтами органическое вещество называется продукцией (Р), выражаемой в единицах массы или эквивалентных им единицах энергии и рассчитываемой на единицу времени (сутки, месяц, год). Различают первичную и вторичную продукцию. Под первичной

продукцией понимают органическое вещество, создаваемое фотосинтезирующими растениями. Вторичную продукцию образуют животные, питающиеся растениями или другими животными. При определении величины продукции пользуются двумя группами методов: расчетными и прямыми. При расчетных методах применяют различные сочетания таких данных, как скорость роста и размножения организмов, возрастная структура популяций, динамика численности и биомассы и др. Основываясь на этих исходных данных, рассчитывают продукцию. Продукционные исследования, основанные на расчетных методах, требуют знания многих параметров, кропотливого сбора различных данных и сложных расчетов. Достоинством этих методов является возможность оценки роли в продукционном процессе отдельных видов, составляющих сообщество. Прямые методы относительно просты. Суть их — в непосредственном измерении скорости синтеза органических веществ. Эти методы используют в настоящее время только при изучении первичной продукции. Расчетные методы применяют для определения продукции животных, обычно по видовым популяциям.

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРВИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

1. Фитопланктон.

Мерой величины продукции фитопланктона служит скорость образования органического вещества в процессе фотосинтеза. Одновременно с фотосинтезом происходит дыхание растений, в процессе которого органическое вещество разрушается, потребляется кислород и выделяется углекислота (диоксид углерода). В темноте фотосинтез прекращается, т. е. не происходит поглощения диоксида углерода, выделения свободного кислорода и образования органического вещества. Дыхание продолжается и в темноте, с той же скоростью, что и на свету. Поэтому путем сравнения результатов двух процессов жизнедеятельности водных организмов — фотосинтеза и дыхания в дневное и ночное время - можно получить представление о величине первичной продукции. Различают валовую и чистую первичную продукцию. Под валовой первичной продукцией понимают все органическое вещество, образующееся в процессе фотосинтеза. Чистая продукция равна валовой за вычетом той ее части, которая расходуется на дыхание растений. Интенсивность фотосинтеза учитывается или по количеству выделенного кислорода, или по количеству синтезированного органического вещества (углерода). На основе этих показателей разработаны два основных метода, которыми пользуются при изучении первичной продукции, — кислородный и радиоуглеродный. Продолжительность пребывания склянок в водоеме обычно равна 24 ч. При этом учитывается то, что на протяжении суток начинаются и заканчиваются циклические изменения освещения и других условий. Однако при сильном "цветении", когда в результате интенсивного фотосинтеза резко подщелачивается среда, уменьшается содержание биогенных элементов и происходят другие изменения, вызывающие замедление фотосинтетической деятельности

фитопланктона, экспонирование склянок не должно превышать 2—6 ч. Если работа ведется на судне, длительная стоянка которого невозможна, склянки помещают в инкубатор, где для освещения используют солнечный или искусственный свет и применяют различные приспособления для регулирования температуры и освещенности. Разница в содержании кислорода в светлых и темных склянках после экспозиции показывает величину фотосинтеза фитопланктона. Порядок проведения работы по определению первичной продукции на водоеме следующий. 1. В месте отбора проб измеряют прозрачность воды белым диском и определяют границу фотического (светового) слоя. Принимают, что граница его соответствует утроенной глубине прозрачности по белому диску (пиранометр позволяет точно определить границу фотического слоя - это глубина, куда проникает 1 % поверхностной солнечной радиации). В пределах фотической зоны определяют глубины, на которых помещают склянки. Обычно берут 5-7 горизонтов. Например, в водоемах с относительной прозрачностью около 2 м такими глубинами являются 0; 0,25; 0,50; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 м. Более частое расположение первых горизонтов обусловлено необходимостью зафиксировать максимум фотосинтеза, который находится в верхней части фотической зоны, задерживающей около половины проникающего света. 2. Пробы берут батометрами объемом 1 л или более. Из них немедленно заполняют склянки со всеми предосторожностями, необходимыми при анализе кислорода (трубка сифона должна быть опущена до дна склянки; часть воды переливается через край; необходимо следить за тем, чтобы под пробкой не осталось пузырька воздуха). Для каждого горизонта заполняют 5 склянок. В одной склянке кислород фиксируют сразу. Остальные склянки — две светлые и две темные — экспонируют. После экспозиции в течение установленного времени (24 ч или другой период) все пробы фиксируют для определения содержания кислорода методом Винклера. При этом удобно титровать не все содержимое склянки, а некоторый объем, отбираемый пипеткой. При этом способе возможно повторное титрование и нет необходимости в точной калибровке склянок. 3. Разница между содержанием кислорода в исходной воде в момент заполнения склянок и его содержанием по истечении экспозиции в затемненной склянке соответствует потреблению кислорода на окисление органического вещества. Разность между содержанием кислорода в светлой и затемненной склянках после экспозиции показывает величину фотосинтеза фитопланктона. Количество кислорода (мг O₂/л), растворенного в воде, рассчитывают по формуле:

$$X = A \cdot n \cdot 8 \cdot 1000 / V_1 - V_2$$

где n — количество тиосульфата, пошедшего на титрование; N - нормальность тиосульфата; K - поправка на нормальность тиосульфата; 8 - эквивалентная масса O₂; V — объем титрованной пробы; 2 - количество утерянной пробы (при титровании всего объема склянки); 1000 - пересчет

на 1 л пробы. Поправочный коэффициент K нормальности тиосульфата ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) определяют следующим образом: В коническую колбу объемом 100—150 мл добавляют 10 мл 10%-го йодистого калия (KI), 35—50 мл дистиллированной воды, 15 мл 0,02н $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ и 10 мл HCl , тщательно перемешивают и дают постоять в течение 2—3 мин. Затем раствор титруют тиосульфатом до соломенно-желтой окраски, добавляют 1 мл раствора крахмала и титруют до полного обесцвечивания. Поправочный коэффициент на нормальность тиосульфата рассчитывают по формуле

$$K = \frac{V_{1\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}}{V_{2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}},$$

где V_1 и V_2 соответственно объемы тиосульфата и двуххромового калия.

Поправочный коэффициент следует рассчитывать перед каждой серией определений.

При расчете первичной продукции принимают следующие обозначения: где cV - начальное содержание O_2 в склянке перед экспонированием; V_c — количество O_2 в светлой склянке после экспонирования; V_T — количество O_2 в темной склянке после экспонирования; t - время экспозиции в часах.

Первичную продукцию мг O_2 / л•ч. рассчитывают по следующим формулам:

валовая продукция: $P_{\text{вал}} = (V_c - V_T) / t$.

чистая продукция: $P_{\text{чист}} = (V_c - V_1) / t$

деструкция: $D = (V_1 - V_T) / t$

Высшая водная растительность. Продукцию высших водных растений устанавливают путем определения весовым методом их надземной растительной массы. Учет производится в период массового цветения растений, когда фитомасса оказывается максимальной для всего вегетационного периода. Ряд исследователей условно приравнивают эту максимальную величину к годовой продукции растений. Однако было установлено, что эти величины не всегда совпадают. У некоторых видов годовая продукция превышает максимальную фитомассу, а у других растений может быть меньше ее. Поэтому при определении продукции высших водных растений по максимальной фитомассе необходимо учитывать поправки, т. е. надбавку к найденной фитомассе в 10-20%. Определение надземной фитомассы производится на учетных площадках площадью 0,25; 0,5; 1 м². Методика расчетов приведена в занятии 7. Годовую продукцию высшей водной растительности выражают в единицах массы воздушно-сухого, абсолютно сухого, органического вещества, углерода (C) с единицы площади и в энергетических единицах. Годовую продукцию вычисляют по следующим формулам: 1) для надводных и погруженных растений, $P = 1,2 V_{\text{макс}}$, где P — годовая продукция; $V_{\text{мах}}$ — максимальная надземная фитомасса;

2) для растений с плавающими на поверхности листьями $P = 1,25B + Wn$, где P — годовая продукция; B — фитомасса; W — средняя масса листа; n — число мутовок, лишенных листьев.

За среднюю массу разрушающегося листа (поврежденного, гниющего) принимают среднюю массу неповрежденного листа. При расчете годовой продукции макрофитов на водоем в целом обычно исходят из того, что вся масса, производимая растительностью водоема, целиком в нем остается. Это положение условно можно принять для растений погруженных и плавающих. При расчетах же растительной массы, вносимой воздушно-водными макрофитами, нужно принимать во внимание, что известная ее часть изымается из водоема: выбрасывается на берег, остается на обмелевших участках в виде сухостоя, выкашивается. Однако учесть данное количество очень трудно, так как эти процессы в водоемах различных типов и различных климатических зонах развиваются неодинаково.

Расчет годовой продукции макрофитов

Средняя фитомасса по растительным группировкам: сырая, воздушно-сухая, абсолютно сухая	г/м ²	Масса абсолютно сухого вещества = = масса воздушно-сухого вещества × 0,93
Площадь зарослей	га	
Общая фитомасса (B): сырая, воздушно-сухая, абсолютно сухая	ц, т	
Общая фитопродукция (P): сырая, воздушно-сухая, абсолютно сухая	ц, т	$P=1,2B$ и $P=1,2B + W_n$
Общая продукция органического вещества	ц, т	Процент органического вещества (от массы абсолютно сухого вещества): надводная растительность - 92, с плавающими листьями - 90, погруженная - 85

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВТОРИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ Вторичную продукцию обычно рассчитывают на единицу площади или объема за те или иные сроки. Величина продукции выражается в единицах массы сырого, сухого вещества, в энергетических единицах или в количестве образующихся белков, жиров, углеводов. Для определения вторичной продукции существует много различных методов, основанных на использовании данных о росте особей различного возраста и пола, возрастной структуре популяции, ее средней биомассе и др. Эти материалы могут быть получены в результате проведения длительных наблюдений на водоеме и экспериментов в лаборатории. Все существующие методы расчета продукции можно сгруппировать в три основные схемы: 1) продукция оценивается как изменение наличной биомассы плюс биомасса, изъятая (элиминированная) за период наблюдений в результате различных процессов (естественная смертность, выедание другими животными, вылет имаго); 2) для расчета продукции используют данные по росту, размножению особей и возрастной структуре популяции; 3) для расчета используют данные по динамике численности популяции. Во избежание анализа роста особей и возрастной

структуры для всех особей принимается некоторая средняя масса. Продукцию определяют по скорости размножения. Этот способ расчета наиболее часто используется для определения продукции бактерий и простейших, размножающихся делением надвое. Ознакомимся с методом определения продукции личинок хирономид, разработанным Боруцким (1939) и дополненным в дальнейшем другими авторами (Яблонская, 1968; Соколова, 1968, 1973). Этот метод основан на первой из указанных выше схем. Хирономиды в личиночной стадии представляют важнейшую часть бентоса внутренних водоемов. В европейской части России хирономид в течение вегетационного периода наблюдается два срока размножения и рождения молоди и соответственно наличие двух генераций (поколений). Первый вылет имаго перезимовавшего поколения, и откладка яиц происходят в мае-июне. В водоемах появляется масса молоди, которая в последующие месяцы интенсивно растет. В конце июля — начале августа происходит окукливание и вылет имаго этого поколения. В конце августа или в начале сентября появляется молодь осеннего поколения. Таким образом, весь цикл развития хирономидлетом завершается в зависимости от метеорологических условий за 1—1,5 месяца. Цикл развития осеннего поколения растягивается на 8—9 месяцев. Хирономиды проходят 4 личиночные стадии, причем на первой ведут преимущественно планктонный образ жизни. Переход в следующую возрастную стадию совершается в результате линьки, но личинки растут и в межлиньчный период, благодаря чему их размеры в пределах каждой возрастной стадии сильно варьируют. Наиболее надежным критерием для различения возрастных стадий служит диаметр головной капсулы, который при линьке увеличивается скачкообразно в 1,6—1,8 раза. Ниже приведены изменения длины тела и диаметра головной капсулы у личинок *Chironomus plumosus* разных возрастных стадий (Яблонская, 1968).

Показатель

I стадия пелагическая, после выхода из яйца

II стадия после 1-й линьки

III стадия- после 2-й линьки

IV стадия- после 3-й линьки

Перед окукливанием

Продолжительность развития, сут

Для личинок, близких к окукливанию, характерна темно-красная окраска, грудной сегмент заметно утолщен. Для расчета продукции хирономид производится отдельный количественный учет всех фаз метаморфоза вида. 1. С помощью тщательных количественных сборов бентоса (дночерпателем) в водоеме устанавливают область распространения изучаемого вида. На разных глубинах и грунтах выбирают постоянные пункты (станции) для отбора проб. 2. Промежутки между повторными наблюдениями устанавливают в зависимости от сезонных особенностей биологии и местообитания вида. Чем короче жизненный цикл, тем чаще

следует брать пробы: летом - еженедельно, весной и осенью - 2 раза в месяц, зимой - 2-3 раза. Необходимо отметить, что наибольший прирост массы наблюдается незадолго до окукливания, т. е. на последней личиночной стадии. Для расчета продукции необходимо тщательно учитывать этот период. 3. При анализе дночерпательных проб необходимо отдельно учитывать мертвых личинок и куколок; их легко отличить от живых особей по слабой эластичности покровов. 4. Количество вылетающих насекомых определяют с помощью различных ловушек. На рис. 35 показана ловушка конструкции Боруцкого. Она имеет вид пирамиды, сделанной из нержавеющей металлической сетки с широким открытым основанием площадью 0,1 м². К верхнему концу пирамиды прикрепляют металлическую трубку, на которую надевают стеклянную банку объемом 200—500 мл. Ловушки ставят в воду по несколько штук так, как показано на рис. 35. Ловушки помещают над дном, под поверхностью, а иногда на половине глубины изучаемого водоема. В банки наливают некоторое количество воды так, чтобы при опускании прибора направленная вверх часть банки сохранила воздух. Куколки, поднявшись через пирамиду в банку, превращаются в имаго. Установку для сбора насекомых осматривают не реже одного раза в два дня. Собранных имаго подсчитывают и взвешивают. В тех случаях, когда взвешивание имаго осуществить не удастся, для определения их биомассы пользуются массой личинок длиной более 21 мм, т. е. прошедших все линьки. Среднюю массу этих личинок умножают на количество учтенных имаго. 5. Путем наблюдения за динамикой численности и биомассы популяции определяют момент ее максимальной численности при появлении нового поколения. Эту величину берут для начала расчетов, так как в дальнейшем происходит уменьшение численности личинок, увеличение их средней массы. 6. В каждой пробе личинок измеряют, подсчитывают по размерным группам и взвешивают на аналитических или торсионных весах. Параллельно с живой массой определяют массу сухого вещества (при температуре 60°C по достижении постоянной массы). В результате обработки проб, собранных до вылета исследуемого поколения хирономид, рассчитывают общее количество мертвых личинок и куколок N_m , количество вылетевших имаго N_f и количество личинок, оставшихся к концу периода наблюдений N_r . Таким образом, численность личинок одного поколения, когда нет размножения, может быть представлена следующим равенством:

$N_{\max} - N_r = N_m + N_i + N_f$, где $N_{\max}$ - начальное общее число личинок во время максимальной численности молодежи; N_f - количество личинок, съеденных хищными беспозвоночными и рыбой. Очевидно, что $N_f = N_{\max} - (N_m + N_i - N_r)$.

7. Для перехода от численности к биомассе, а затем к расчету продукции пользуются данными средних масс личинок каждой возрастной стадии. Среднюю массу отмерших личинок (W_m) приравнивают к массе живых

хинономид соответствующего размера. Массу личинок, уничтоженных различными бентофагами (W_f), определяют по средней массе личинок за весь рассматриваемый период, так как размеры и возрастные стадии съеденных личинок учету не поддаются. Средние массы личинок в начале (W_{max}) и в конце (W_r) наблюдений рассчитывают по данным непосредственного взвешивания личинок из собранных проб. Определив средние массы личинок в исследуемых пробах, рассчитывают их биомассу: $B_1 = W \cdot N$ и вычисляют продукцию по уравнению

$P = B_t + B_i + B_f + B_d + (B_r - B_t)$, где B_t - биомасса отмерших личинок и куколок; B_i - биомасса вылетевших имаго; B_f — биомасса съеденных личинок и куколок; B_d - потеря вещества при метаморфозе; она принимается равной 3035 % массы личинок перед окукливанием; B_r - конечная и B_t - начальная биомасса.

Рассмотренный метод расчета продукции личинок хинономид может быть применен и для других групп насекомых в тех случаях, когда вид имеет небольшое число хорошо различающихся поколений со сравнительно кратковременными периодами вылета и рождения молоди.

Задание. 2. Рассчитать годовую продукцию одного из представителей макрофитов в следующей последовательности:

1) определить растение и установить, к какой экологической группировке оно относится;

2) по данным о фитомассе растения и площади зарослей (приводимых в задании) рассчитать годовую продукцию растения, пользуясь формулами. Работу ведут группами по 2 — 3 человека.

Задание 4. Заполните таблицу.

	Расчетный метод	Прямой метод
Опишите особенности определения продукции		

Вопросы

1. Что такое продукция, в каких единицах она выражается, каковы ее категории?
3. Охарактеризуйте кислородный метод определения первичной продукции.
4. Дайте определение продукции макрофитов.
5. Опишите методы расчета вторичной продукции.
6. Охарактеризуйте метод Боруцкого для расчета продукции личинок хинономид.
7. Дайте характеристику циклов развития хинономид.

Список литературы

8. Аратаев, О.Н. Методы полевых экологических исследований : учеб. пособие / авт. Коллектив: О.Н. Аратаев, Д.И. Башмаков, О.В. Безина [и др.] ; редкол.: А. Б. Ручин (отв. ред.) [и др.]. – Саранск : Изд-во Мордов. Ун-та, 2014. – 412 с.
9. Гарлов, П.Е. Искусственное воспроизводство рыб. Управление размножением [Электронный ресурс] : учебное пособие / П.Е. Гарлов, Ю.К. Кузнецов, К.Е. Федоров. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 260 с.
10. Густова, А. И. Гидробиотаника : учеб.-метод. пособие / А. И. Густова, И. Н. Пенькова, Д. А. Ранделин ; ФГБОУ ВПО Волгогр. ГАУ. - Волгоград : Изд- во ВолГАУ, 2017.
11. Сиротина, М.В. Гидробиология : практикум [для студентов высших учебных заведений] / М. В. Сиротина, Л. В. Мурадова, О. Н. Ситникова, Т. Л. Соколова ; Костромской государственный университет. – Кострома : Костромской государственный университет, 2021. – 104 с.
12. Калайда, М.Л. Гидробиология : [учеб. пособие для вузов] / М. Л. Калайда, М. Ф. Хамитова. - Санкт-Петербург : Проспект науки, 2016.
13. Лазарева, Г. А. Экология внутренних вод : учебное пособие / Г. А. Лазарева, Л. Г. Корнева, П. Ю. Жмылев ; Министерство образования Моск. области, Гос. ун-т "Дубна", Фак-т естеств. и инж. наук, Каф.

экологии и наук о Земле. – Дубна : Дубна, 2020. – 125 с. : ил. –

Библиогр. : с. 106-107

14. Пономарев, С. В. Аквакультура : учебник для вузов / С. В. Пономарев, Ю. М. Баканева, Ю. В. Федоровых. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 440 с.

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Новокщёнова Анна Ивановна
Агапова Василина Николаевна
Ранделин Дмитрий Александрович
Кравченко Юрий Владимирович

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по проведению практических работ по дисциплине
«Гидробиология» для обучающихся по направлению
35.03.08 – Водные биоресурсы и аквакультура

Часть 2

В авторской редакции

Компьютерная верстка *Плещенко Т.В.*

Пописано в печать --. --. 2021. Формат 60х84 ^{1/16}.

Усл. печ. л. 1,63. Тираж --. Заказ ---.

ИПК ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ «Нива».

400002, Волгоград, пр. Университетский, 26.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И
РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФАКУЛЬТЕТ БИОТЕХНОЛОГИИ И ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ

КАФЕДРА «ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ И АКВАКУЛЬТУРА»

К.И. ШКРЫГУНОВ
Д.А. РАНДЕЛИН
В.Н. АГАПОВА
А.И. НОВОКЩЕНОВА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для проведения лабораторных работ по дисциплине
«Аквакультура беспозвоночных»
для обучающихся по направлению 35.03.08 - Водные биоресурсы и
аквакультура

ЧАСТЬ 1

Волгоград
2022 г.

УДК 639.2.04
ББК 47.2

Рецензент –
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Кормление и
разведение с.-х. животных» *Е.А. Липова*

Константин, Игоревич Шкрыгунов Аквакультура беспозвоночных:
методические указания для проведения лабораторных работ / К.И.
Шкрыгунов, Д.А. Ранделин, В.Н. Агапова, А.И. Новокщенова. –
Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2022.

Методические указания являются руководством по изучению дисциплины
«Аквакультура беспозвоночных». Рекомендованы обучающимся по
направлению подготовки 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура»

Рекомендовано методической комиссией факультета биотехнологии и
ветеринарной медицины ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (протокол №
от _____ 2022г.)

УДК 575
ББК 28.4

© ФГБОУ ВО Волгоградский
государственный аграрный университет,
2022

© К.И. Шкрыгунов, Д.А. Ранделин,
В.Н. Агапова, А.И. Новокщенова.

Введение

Культивирование ракообразных в России наиболее молодое направление в биотехнике выращивания водных животных. За последнее время появился ряд оригинальных технологий выращивания раков в искусственных установках. Однако основные усилия в разрабатываемых технологиях направлены на техническое обеспечение процесса культивирования раков.

Другое направление - интенсификация прироста биомассы культивируемых объектов, а также стимуляция их размножения, требует еще своего решения.

В настоящее время из 450 известных видов речных раков культивируют представителей примерно десяти видов. Биологические свойства немногочисленных хозяйственно ценных раков различны. Современный экспорт речных раков из России практически прекратился. Падение уровня запасов пресноводных раков в нашей стране произошло из-за загрязнения водоемов, вспышек эпизоотий, хищнического промысла. Пока еще Россия располагает ресурсами для восстановления запасов речных раков и развития раководства.

Пресноводные раки дают достаточно большие доходы в отличие от других разновидностей ракообразных, но требуют дополнительных усилий при выращивании. Раки имеют ряд общих черт с другими промысловыми ракообразными, это – высокая рыночная цена в нескольких странах, быстрый рост особей и быстрая готовность сырья. Ракам не требуется кормов с высоким содержанием белка, значит, не требуется дорогих кормов.

Тема 1 «Внешнее строение рака речного. Строение конечностей рака»

Цель занятия. Изучить и зарисовать внешнее строение рака; строение конечностей рака.

Материалы и оборудование. Живые и зафиксированные раки. Внешнее строение рака (рис. 1,2).

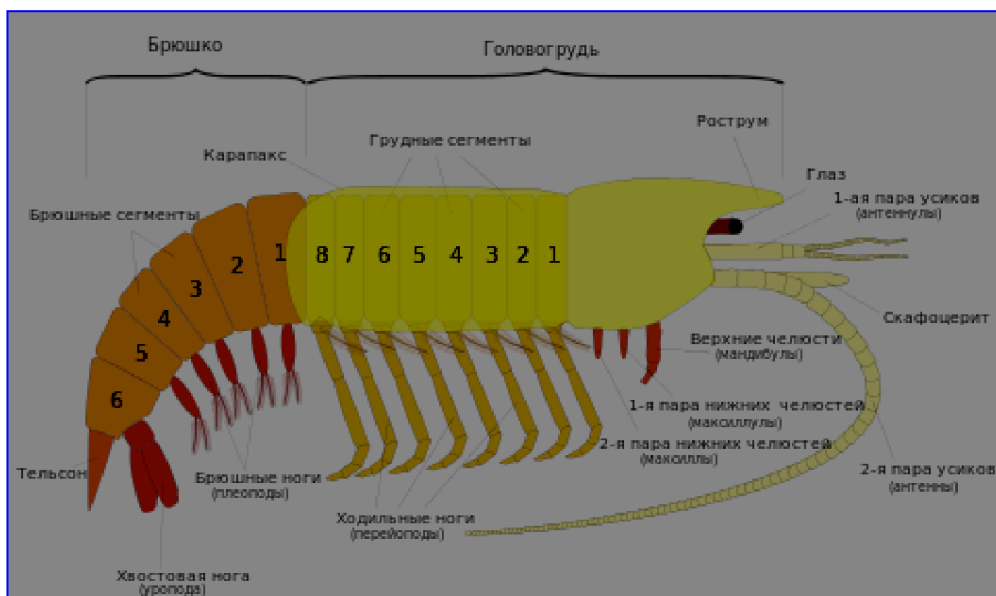


Рис. 1. Внешнее строение рака

Строение конечностей рака (рис. 3).

Конечности имеют состоят из четырех отделов: 1 отдел - протоподит (I), включающий:

- 1.1. коксоподит (2) (предтазик);
- 1.2. базиподит (3) (тазик);
- 2 отдел – эндоподит (II) включающий:
 - 2.1. ишиоподит (4),
 - 2.2. мероподит (5),
 - 2.3. карпоподит (6),
 - 2.4. проподит (7),
 - 2.5. дактилоподит (8).
- 3 отдел - экзоподит (III); 4 отдел - эпиподит (1).

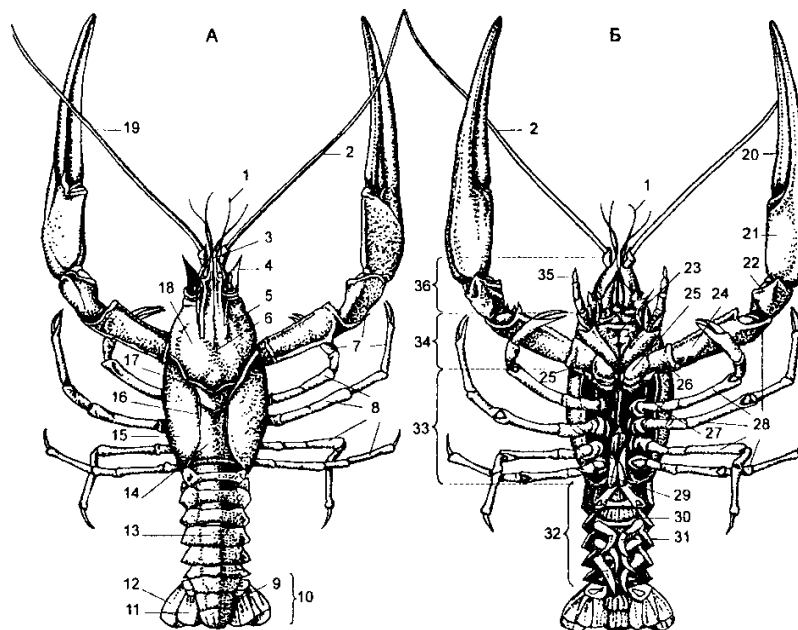


Рис. 2 - Длиннопалый рак с дорсальной (А) и вентральной (Б) сторон: 1 - антеннула, 2 - антенна, 3 - рострум, 4 - экзоподит,

5- глазные вырезки, 6 - зона желудка, 7 - хелипеды,

8 – ходильные ноги, 9 - тельсон, 10 - уроподы, 11 - эндоподит,

12 - экзоподит, 13 - тергит, 14 - сердечная зона, 15 - бранхиостегиты, 16 - жаберносердечная борозда, 17 - затылочная борозда,

18 - карапакс, 19 - флагеллум, 20 – дактилоподит, 21- проподит, 22 - карпоподит, 23 - мандибула, 24 - мероподит,

25 - базиподит, 26 - ишиоподит, 27 - коксоподит, 28 - ноги, 29 - гоноподы, 30 - стернит, 31 - плавательная ножка,

32 - брюшко, 33 - торакс, 34 - гнатоторакс, 35 - третья ногочелюсть, 36 – протоцефалон

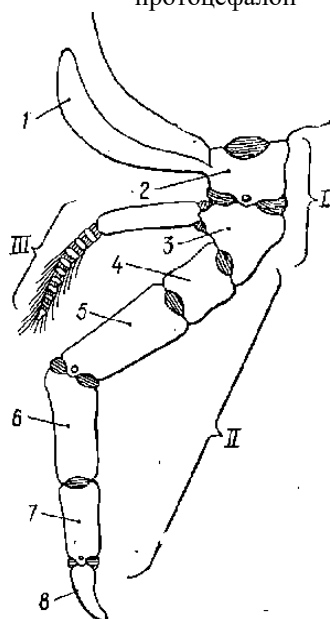


Рис. 3. Общая схема строения конечности речного рака:

I - протоподит, II - эндоподит, III - экзоподит: 1 - эпиподит, 2 - коксоподит, 3 - базиподит, 4 – ишиоподит, 5 - мероподит, 6 - карподит, 7 - проподит, 8 – дактилоподит

Задание 1. Зарисуйте внешнее строение рака рис. 1 «Внешнее

строение рака».

Контрольные вопросы:

1. Дайте краткую характеристику внешнего строения рака.
2. Назовите отделы конечностей рака.

Тема 2 «Строение экзоскелета рака речного»

Цель занятия. Изучить и зарисовать строение экзоскелета рака.

Материалы и оборудование. Живые и зафиксированные раки.

Строение экзоскелета рака (рис. 4)

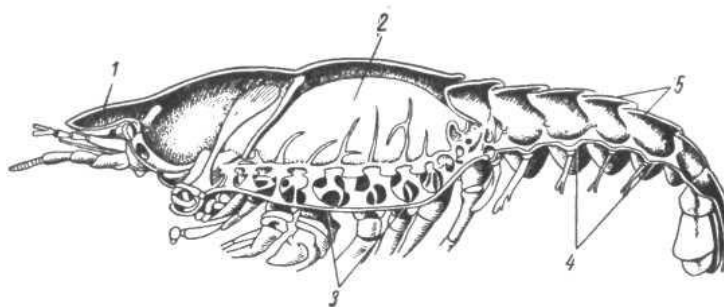


Рис. 4. Скелет речного рака (сагитальный разрез):

1 - рострум;	2 - внутренняя	стенка жаберной	полости; 3 – стерниты груди;
	4 - стерниты	абдоменты; 5 – тергиты	

Задание 1. Зарисуйте экзоскелет речного рака.

Контрольные вопросы:

1. Значение хитинового покрова в жизнедеятельности рака
2. Назовите основные особенности строения в экзоскелете рака.

Тема 3 «Строение мышечной системы рака речного»

Цель занятия. Изучить и зарисовать общее строение мышечной системы речного рака, строение мускулатуры желудка речного рака, строение мускулатуры головогруди и брюшка речного рака, строение мускулатуры клешни речного рака, строение мускулатуры мандибул речного рака, зарисовать, строение сложного глаза речного рака.

Материалы и оборудование. Живые и зафиксированные раки.

Общее строение мышечной системы речного рака (рис. 5).

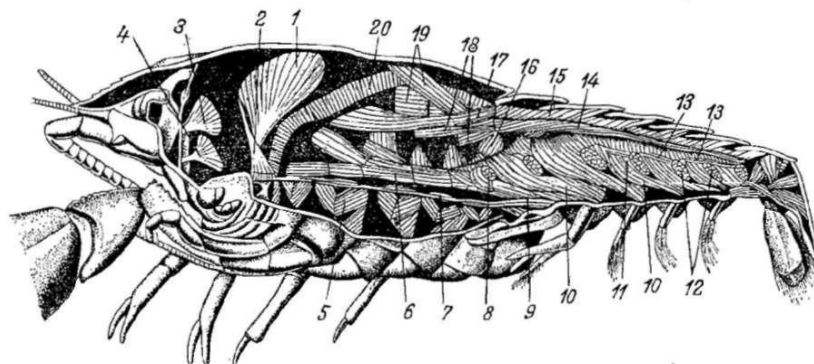


Рис. 5. Мускулатура (сагиттальный разрез): 1 - задняя приводящая мышца, 2 – мышца задней части живота, 3 - сгибатель антенн, 4 – мышца, разгибатель антенн, 5 - сгибатель ходильных ног,

6 – косая мышца головогруды, 7 - поверхностная (вентральная) мышца головогруды (мышца брюшной поверхности грудной клетки), 8 - поперечная мышца грудной клетки, 9 – вентральная мышца брюшка, 10 – задняя косая мышца брюшка, 11- глубоко- лежащая мышца брюшка, 12 - мышца поперечная брюшная, 13 - мышца наклонная передняя брюшка, 14 - мышца глубинная дорсальная брюшка, 15 - мышца глубинная дорсальная брюшка, 16 - мышца поверхностная дорсальная груди, 17 – мышца глубинная дорсальная, 18 - мышца глубинная дорсальная, 19 - латеральная торако- абдоминальная мышца, тянущаяся от абдомена к боковым частям головогруды, 20 - латеральная мышца, соединяющая эпимеральную

пластинку с головогрудным щитом

Строение мускулатуры желудка речного рака (рис. 6,7).

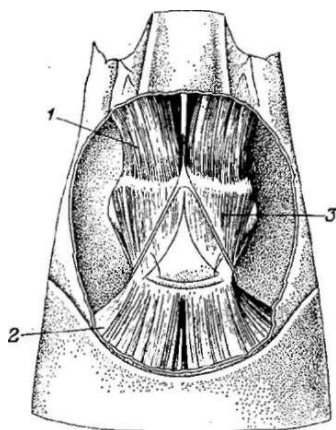


Рис. 6. Мышцы желудка. Вид со спинной стороны:

1 - передняя брюшная мышца, 2 - задняя брюшная мышца,
3 - спинная кардио-пилорическая мышца

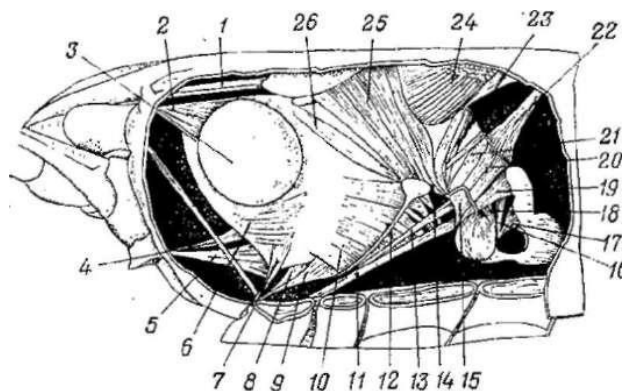


Рис. 7. Мышцы желудка: 1 - gastrici anteriores, 2 - передняя верхняя мышца-расширитель (дилататор), 3 - жерновок, 4 – передняя нижняя мышца-расширитель (дилататор), 5 - дилатационная мышца пищево-

да, 6 - передняя кардинальная мышца , 7 - передняя латеральная пара мышц-расширителей, 8 - выше лежащий дилататор пищевода,

9- задняя латеральная пара мышц-расширителей, 10 – косая желудоч- ная мышца, 11 - нижний расширитель (дилататор), 12 - m. cardio-

inferomedianum, 13 - мышца нижний расширитель (дилататор), 14 - боковая сердечно-пилорическая мышца, 15 – m. pylorici antero-

ventrales , 16 - косой продольный мелкий мускул пилоруса,

17- передний продольный мелкий мускул пилоруса, 18 - задний про- дольный мелкий мускул пилоруса, 19 - мускульный пучок, образу- щий сфинктер пилоруса, 20 - средний мускульный пучок, образу- щий сфинктер пилоруса, 21 - широкий мускульный пучок, образу- щий сфинктер пилоруса, 22 - верхние расширители (дилататоры),

23 - мышца, поднимающая клапаны сердечно-пилорического отдела, 24 - m. gastricus posterior; 25 - m. intercalarium posterior; 26 - мышца вставочная передняя

Строение мускулатуры головогруды и брюшка речного рака (рис. 8).

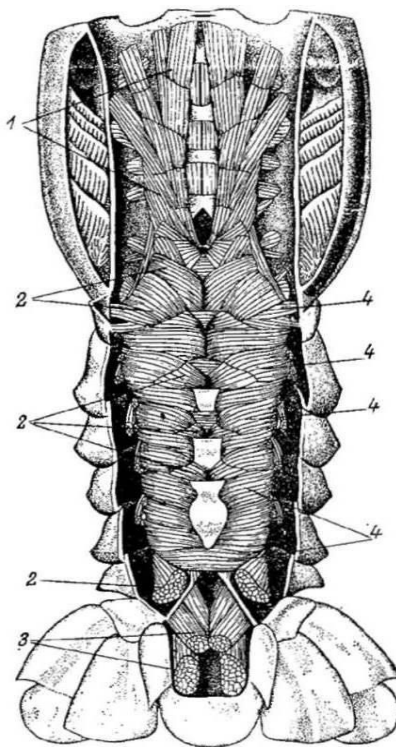


Рис. 8. Мускулатура задней части головогруды и брюшка:

- 1- передняя грудная мышца,
- 2 - косые мышцы брюшка,
- 3 - мышца-сгибатель тельсона,
- 4 - поперечные мышцы брюшка

Строение мускулатуры клешни речного рака (рис. 9).

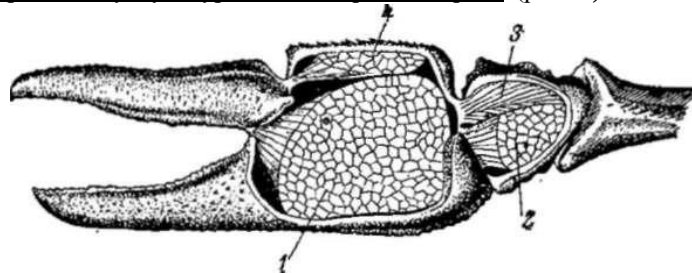


Рис. 9. Мускулатура клешни первой пары ходильных ног:

- 1 - мышца – сжиматель клешни (musculus adductor dactylopoditls),
- 2 – мышца, вызывающая движение проподита вперед (m. pro- ductor propoditls), 3 - мышца-антагонист мышце, вызывающей движение проподита (m. reductor propoditls), 4 - мышца,

разжимающая клешню (m. abductor)

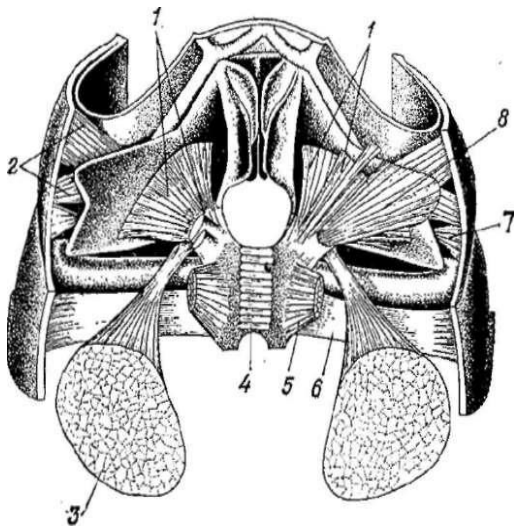


Рис. 10. Мускулатура мандибул:
 1- мышца, сжимающая мандибулы (m. adductor anterior), 2 – мышца, сжимающая мандибулы (m. adductor lateralis), 3 - мышца, сжимающая мандибулы (задняя пара (m. adductor posterior), 4 – мышца, обеспечивающая движение шупика (m. compressor endophragmatis), 5 - m. dorsoventralis anterior, 6 - мышца, обеспечивающая движение шупика (m. dorsoventralis posterior), 7 – мышца, разжимающая мандибулы (m. abductor minor), 8 - мышца, разжимающая мандибулы (m. abductor major)

Строение сложного глаза речного рака (рис. 11).

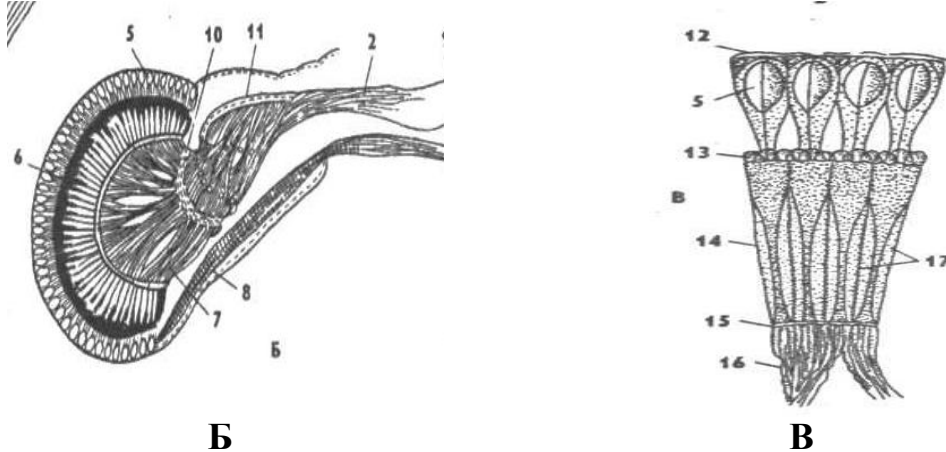


Рис. 11. Б - Строение глаза сложного глаза рака,

В - участок сложного глаза с омматидиями: 1 – ретинальные клетки, 2 – зрительный нерв, 3 – хрусталик, 4 – пигментные клетки, 5 – хрустальные конусы, 6 - слой ретинальных и пигментных клеток, 7 - нервные волокна, 8 - мускул глазного стебелька, 9 - мозг, 10, 11 – ганглиозные скопления клеток, 12 - хитиновая кутикула, 13 – дистальные части ретинальных клеток, 14 - ретинальные клетки, 15 – базальная мембрана, 16 - нервные волокна, 17 – прослойки пигмента между омматидиями

Задание 1. Зарисуйте общее строение мышечной системы речного рака рис.5.

Контрольные вопросы:

1. Дайте характеристику строения мускулатуры желудка речного рака.
2. Какой вид мускулатуры преобладает в строении мышечной системы речного рака.

Тема 4 «Строение внутренних систем рака речного»

Цель занятия. Изучить и зарисовать строение кровеносной, пищеварительной, дыхательной, выделительной систем, нервной системы, органов чувств, половой системы самца и самки. Ознакомиться с внешними отличиями в строении самца и самки рака. Зарисовать.

Материалы и оборудование. Живые и зафиксированные раки.

Кровеносная система рака (рис. 12).

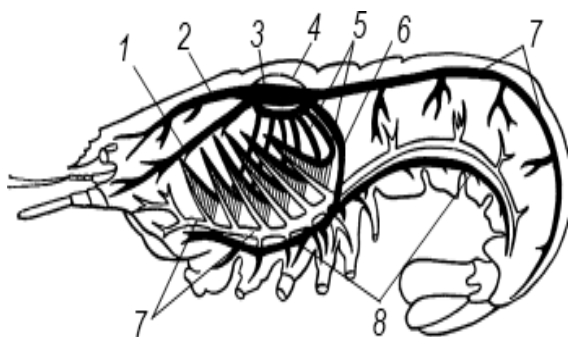


Рис. 12. Схема строения кровеносной системы речного рака:

1 - антеннальная артерия, 2 - передняя аорта, 3 – сердце, 4 – перикард, 5 - выносящие жаберные сосуды, 6 - нисходящая артерия, 7 - задняя (брюшная) артерия, 8 - поднервная артерия, 9 - брюшной венозный сосуд

Органы пищеварения речного рака (рис. 13).

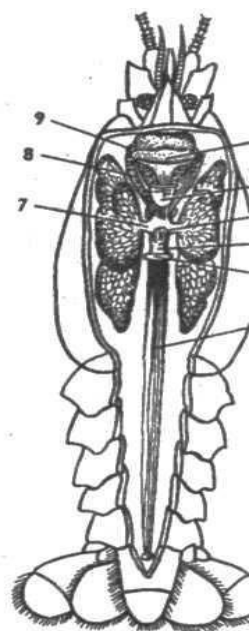


Рис. 13. Пищеварительная система речного рака: 1 - желудок, 2 – пилорическая часть желудка, 3 - слепой вырост средней кишки, 4 средняя кишка, 5 - граница с задней кишкой, 6 - задняя кишка, 7 - проток печени, 8, 9 - гребни на стенке желудка

Строение желудка речного рака (рис. 14).

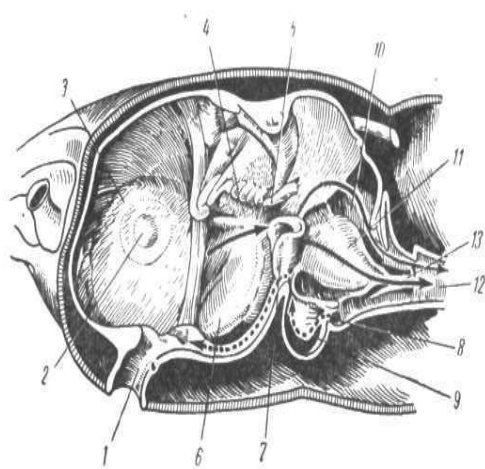


Рис. 14. Строение желудка речного рака (слева на рисунке расположен передний, жевательный желудок, справа - задний, пилорический): 1 – пищевод; 2 - жерновок; 3 - передний, кардиальный отдел; 4 - латеральный (правый) хитиновый зуб; 5 – срединный зуб; 6 - хитиновые пластинки «желудочной мельницы»; 7 – кардио-пилорический клапан, 8 – отверстие из протока «печени» в пилорус; 9 - фильтр «печени»; 10 - фильтр средней кишки; 11 - отстойная камера и пресс; 12 - задняя кишка; 13 - воронка из пилоруса в заднюю кишку

Дыхательная система речного рака (рис. 15).

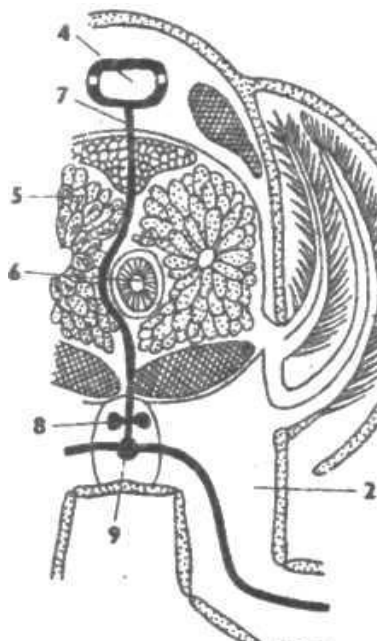


Рис. 15. Схема кровообращения в жабрах и в области их расположения: 1-жабер-ная по-крышка; 2 – коксопо-дит; 3 – центральный стер-жень жа-бры (приносящий жаберный сосуд, выносящий сосуджаберная вена); 4 – многочисленные жа-берные нити; 5 – жаберно-сердечный канал; 6 - сердце; 7 - кишка; 8 – нисходящая артерия; 9 - брюшная нерв-ная цепочка

Органы выделения речного рака (рис. 16).

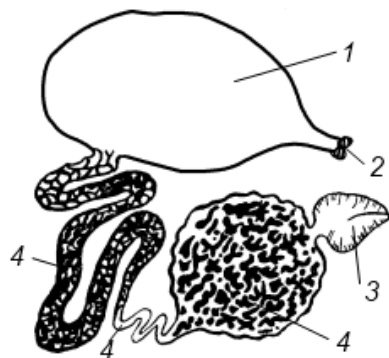


Рис. 16. Антеннальная железа речного рака: 1 - моче-вой пу-зырь, 2 – вы-делительная по-ра, 3 - це-ломический ме-шок, 4 – вы-делительный ка-нал (зе-леный, про-зрачный и бе-лый участ-ки)

Нервная система речного рака (рис. 17).

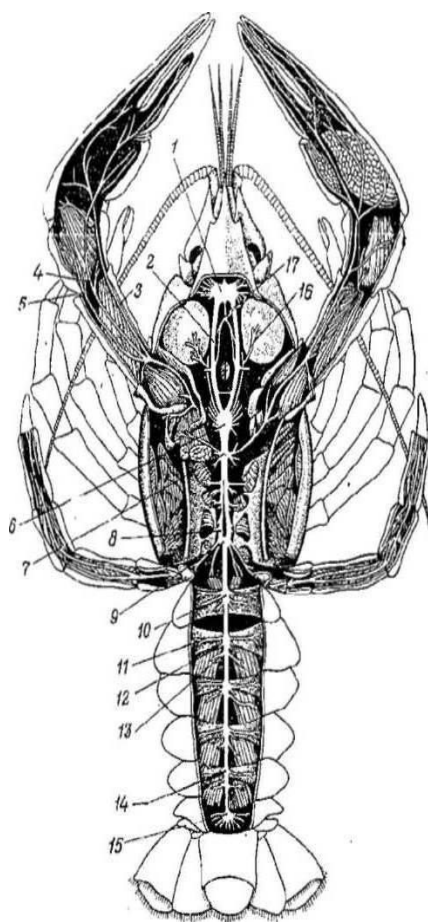


Рис. 17. Общая топография нервной системы: 1- надглоточный ганглий (мозг), 2 – около- глоточные конективы,

3-5 - внутренняя, средняя и наружная ветви нерва первой пары ходильных ног, 6 – подглоточный ганглий, 7 - первый грудной ганглий брюшной нервной цепи, 8 - продольная щель брюшной нервной цепочки, через которую проходит arteria descendens, 9 - пятый грудной ганглий, 10 - первый брюшной ганглий, 11-13 - нервы, отходящие от брюшных ганглиев:

11 – nervus pedisporii, 12 - n. dorso-lateralis, 13 - n. ventralis, 14 - пятый брюшной ганглий, 15 - последний (шестой) брюшной ганглий (ganglion postabdominale), 16 - нерв, идущий к

антеннальной железе (n. glandulae viridis), 17 – ganglion oesophagei (симпатической нервной системы)

Органы чувств рака (рис. 18).

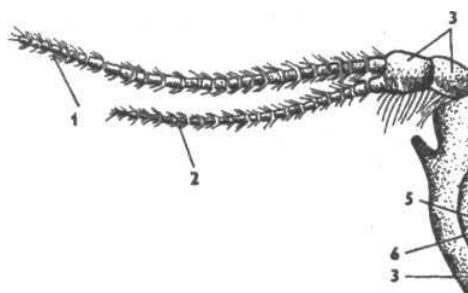


Рис. 18. Статоцист речного рака:

1,2 – жгуты антеннулы, основные членики, 4 - отверстие ямки статокциста, 5 – чувствующие волоски, 6 - песчинки, 7 – нерв

Половая система речного рака (рис. 19,20).

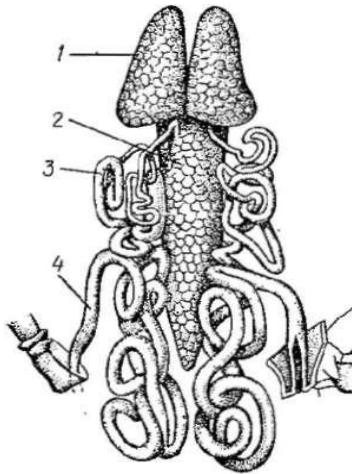


Рис. 19. Мужской половой аппарат рака: 1 - парная часть семенника, 2 - непарная часть семенника, 3 – семяпроводы, 4 – семяизвергательный канал

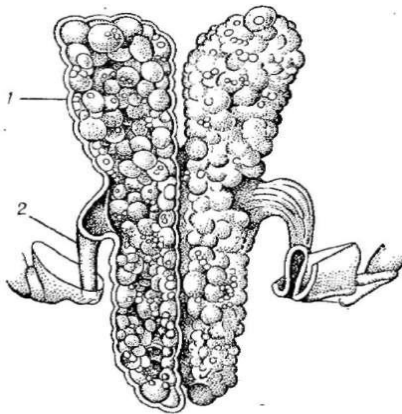


Рис. 20. Женский половой аппарат рака: 1 - яичник, 2 – яйцевод

Внешние отличия в строении самца и самки рака рис. 21.

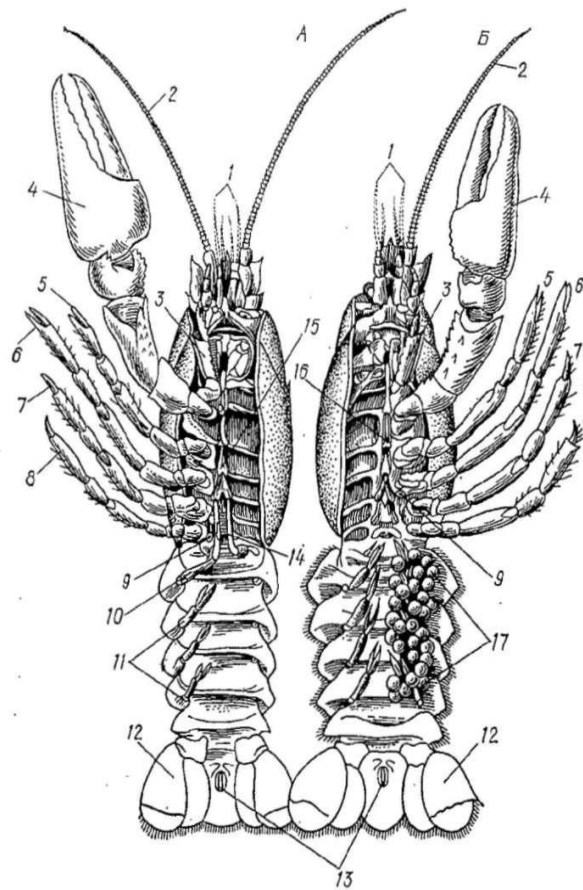


Рис. 21. Самец (А) и самка (Б). Вид с брюшной стороны: 1 - первые антенны, 2 - вторые антенны, 3 - третья пара ного-челюстей, 4-8 - ходильные ноги (торакоподы), 9 - половое отверстие, 10 – вторая пара брюшных ножек, 11 – 3-5-я пары брюшных ножек, 12 - шестая пара брюшных ножек, 13 - апиз, 14 - первая пара брюшных ножек, 15 - стернит пятого грудного сегмента, 16 - стернит четвертого грудного сегмента, 17 – развивающиеся яйца, прикрепленные к брюшным ножкам

Задание 1. Ознакомьтесь внешним строением самца и самки речного рака. Зарисуйте различие внешнего строения.

Контрольные вопросы:

1. Для чего служит антеннальная железа речного рака?
2. Какую функцию выполняет слепой вырост средней кишки?
3. Где находятся жабры у речного рака?

Тема 5 «Производственная база и производственные работы при естественном разведении раков»

Цель занятия. Изучить методику определения структуры популяций раков. Изучить методы определения возраста раков. Изучить темпы роста раков и их зависимость от условий среды, определение длины и массы раков. Изучить определение пола и этапов размножения раков. Изучить соотношение полов. Изучить характеристику кормовых объектов речного рака. Зарисовать основные кормовые объекты речного рака. Изучить питание раков. Изучить суточные рационы речного рака.

Материалы и оборудование. Живые и зафиксированные раки. Живые и зафиксированные кормовые объекты речного рака.

Для характеристики структуры популяции речных раков составляются вариационные

ряды на каждой станции и в целом по водоему по следующей схеме (таблица 1).

Та После распределения раков по размерным группам, полу; определяют среднюю длину и массу самцов и самок по каждой размерной группе на станции.

Водоем, станция	Размерные группы, см													
	< 5						5,1-6,0						...15,1-16,0	
	♂♂		♀♀		Среднее ♂♀		♂♂		♀♀		Среднее ♂♀			
	I, см	P, г	I, см	P, г	I, см	P, г	I, см	P, г	I, см	P, г	I, см	P, г		
№ 1														

После распределения раков по размерным группам, полу; определяют среднюю длину и массу самцов и самок по каждой размерной группе на станции. Проведя обсчет раков на всех станциях выводят средние длину и массу самок, самцов и средние данные особей по всему водоему. Затем, по количеству самок и самцов каждой размерной группы и популяции в целом вычисляют их процентное соотношение по станциям и по водоему. Структуру популяции раков составляют по следующей форме (таблица 2).

Таблица 1 - Схема составления вариационных рядов по ракам.

Темп роста раков определяют по контрольным обловам, которые проводят через каждые 10 дней. Молодь для анализа лучше вылавливать болгарской драгой. На биологический анализ берут без выбора 25 шт. особей.

Измеряют молодь вначале с помощью обыкновенного измерителя, по мере роста - специальной линейкой типа штангенциркуля, взвешивают на торсионных, технических или электронных весах.

По результатам измерений и взвешиваний определяют среднюю длину и массу молоди. По данным контрольных обловов можно судить о продуктивности использования искусственных кормов.

Если прирост раков окажется ниже расчетного или выявляется большое расхождение в линейных и весовых размерах, необходимо

выяснить причины слабого и неравномерного роста. Отставание в росте может возникнуть, если молодь плохо поедает корм или же его недостаточно. В первом случае необходимо, прежде всего, обратить внимание на гидрохимический режим водоемов. Если все гидрохимические показатели в норме и к моменту следующей дачи на кормушках не остается предыдущей порции корма, количество его следует увеличить.

Особенности роста рака. Измерение раков выполняют линейкой, штангенциркулем в соответствии со схемой (рисунок 22).

В научной литературе пользуются **зоологической (общей) длиной** от тельсона до конца рострума и **промысловой** - от тельсона до середины глаз. Щетинки тельсона при измерении во внимание не принимаются. Разница между зоологической и промысловой длиной составляет около 1 см.

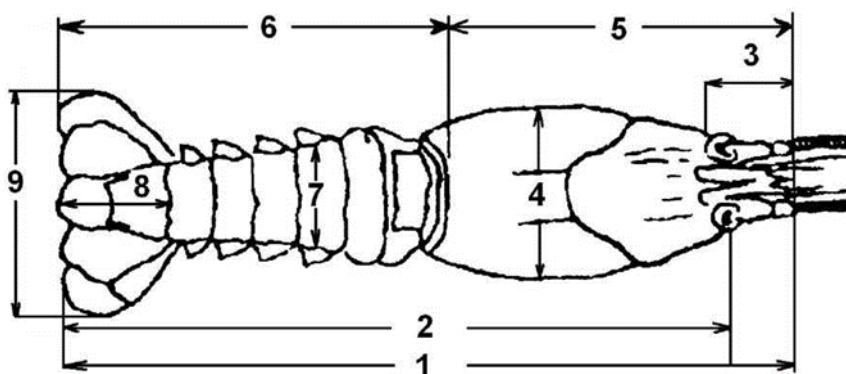


Рисунок 22 - Размеры тела рака: 1 - длина полная; 2 - длина промысловая; 3 - длина рострума; 4 - ширина головогруди; 5 - длина головогруди; 6 - длина брюшка; 7 - ширина брюшка у начала плевр 3-го сегмента; 8 - длина тельсона; 9 - ширина тельсона

При измерении рака кладут на специальную линейку (рис. 23) вентральной (спинной) стороной с упором тельсона в неподвижную планку на нуле, а подвижной фиксируют размер его, упираясь в конец рострума.

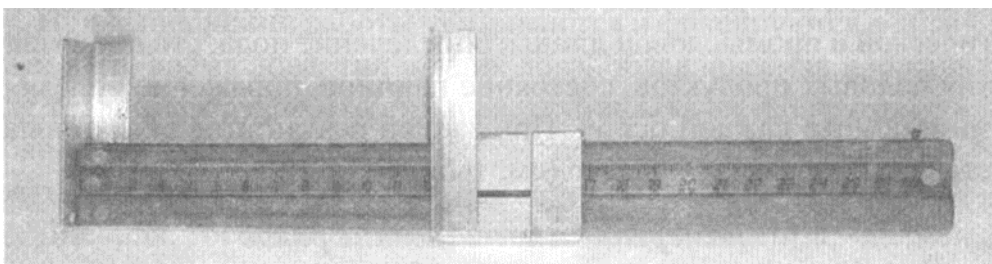


Рис. 23. Линейка для измерения раков

Таблица 2 – Структура популяции раков

Водоем, станция		Размерный состав, %										Промысловые/непромысловые, %	Соотношение полов, ♂:♀	Раки (самцы + самки)		Самцы		Самки		
														длина, см	масса, г	длина, см	масса, г	длина, см	масса, г	
ст.1		< 5	5,1-7,0	7,1-9,0	9,1-10,0	10,1-11,0	11,1-12,0	12,1-13,0	13,1-14,0	14,1-15,0	15,1-16,0	> 16			Зоологическая	Промысловая	Зоологическая	Промысловая	Зоологическая	Промысловая
ст.2																				
ст.3																				
-																				
водоем																				

Измерение личинок удобнее проводить обыкновенным цир- кулем с острыми концами, затем величину сделанного промера определяют на миллиметровой линейке. Можно использовать ту же специальную линейку, ставя на нее иглы обыкновенного ост- рокопного циркуля.

Взвешивание взрослых раков проводится на технических или электронных весах, а личинок - на торсионных или электронных с точностью до 1 мг. Перед взвешиванием необходимо удалить избыток влаги, имевшейся на панцире, особенно между основанием ходильных ног и плеопод.

Данные по измерению и взвешиванию раков фиксируются в дневнике в таблице биологического анализа.

Форма для проведения биологического анализа раков Биологический анализ раков

Водоем _____
 Станция _____
 Дата _____ Т° воздуха _____ Т° воды _____
 Ветер _____
 Орудие лова _____ Время траления _____
 Растительность _____
 Прозрачность _____

Таблица 3 - Биологический анализ речных раков

№ № №	Пол	Длина, см		Вес, г	Состояние панциря			Поражения болезнями		Приме- чание
		зоологи- ческая	промышл овая		мягк.	п/т	тв.	РПЗ	др.	
1										
2										
3										
4										
5										
6										

Доля вылова раков зависит от структуры популяции. При до- минировании в ней средних или средних и крупных промысловых особей эта доля должна составлять 20-40 %, а мелких или мелких и средних промысловых - 10-20 % от промысловой биомассы.

Таблица 4 - Форма определения численности и биомассы раков

в водоемах					
Водоем	Площадь рачных	Плотность, шт./га	Продукция, кг/га	Числен- ность, шт.	Биомасса, т

	полей, га	об- щая	про- мыс- ловая	об- щая	про- мыс- ловая	об- щая	про- мыс- ловая	об- щая	про- мыс- ловая

Речные раки являются раздельнополыми животными с ярко выраженным половым диморфизмом. Половые различия хорошо заметны уже во внешнем строении (рис. 24, таблица 5).

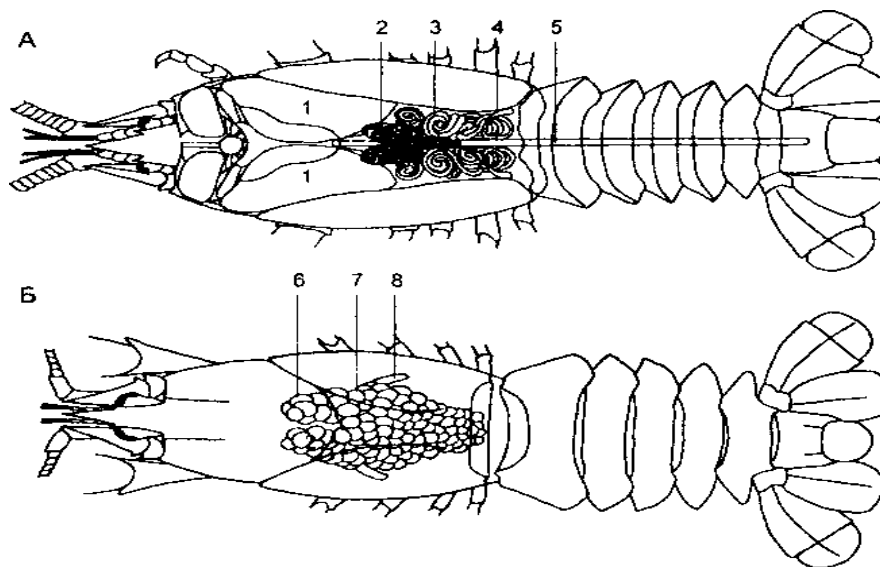


Рисунок 24 - Репродуктивная система самца (А) и самки (Б): 1 - гепатопанкреас, 2 - семенник, 3 - семяпровод, 4 – семяизвергательный канал, 5 задняя кишка, 6 - яйцеклетки, 7 - яичник, 8 - яйцепроводы

У молоди дифференцировка полов происходит через 2,0-2,5 недели после перехода ее от самок на самостоятельное питание.

Самец обозначается знаком - ♂♂, самка - ♀♀. Когда у молоди пол определить невозможно, то в графе «пол» - пишется juv (со- кращенное juvenis - молодая).

Таблица 5 - Половые отличия у раков

Половые признаки	Самец	Самка
Половое отверстие	У основания пятой пары ног головогруды	У основания третьей пары ног головогруды
Брюшко	Не шире головогруды	Шире головогруды
Ножки брюшка (плеоподы)	Две передние пары развиты сильнее, загнуты вперед, играют роль копулятивных органов	Первая пара недоразвита, остальные несколько длиннее, чем у самца



Рис. 25 - Кормовые растения раков:

1 - элодея; 2 - роголистник; 3-4 - рдесты; 5 - камышевник;
6 - хвощ; 7 – камыш; 8 - тростник; 9 - уруть; 10, 11 - ряска

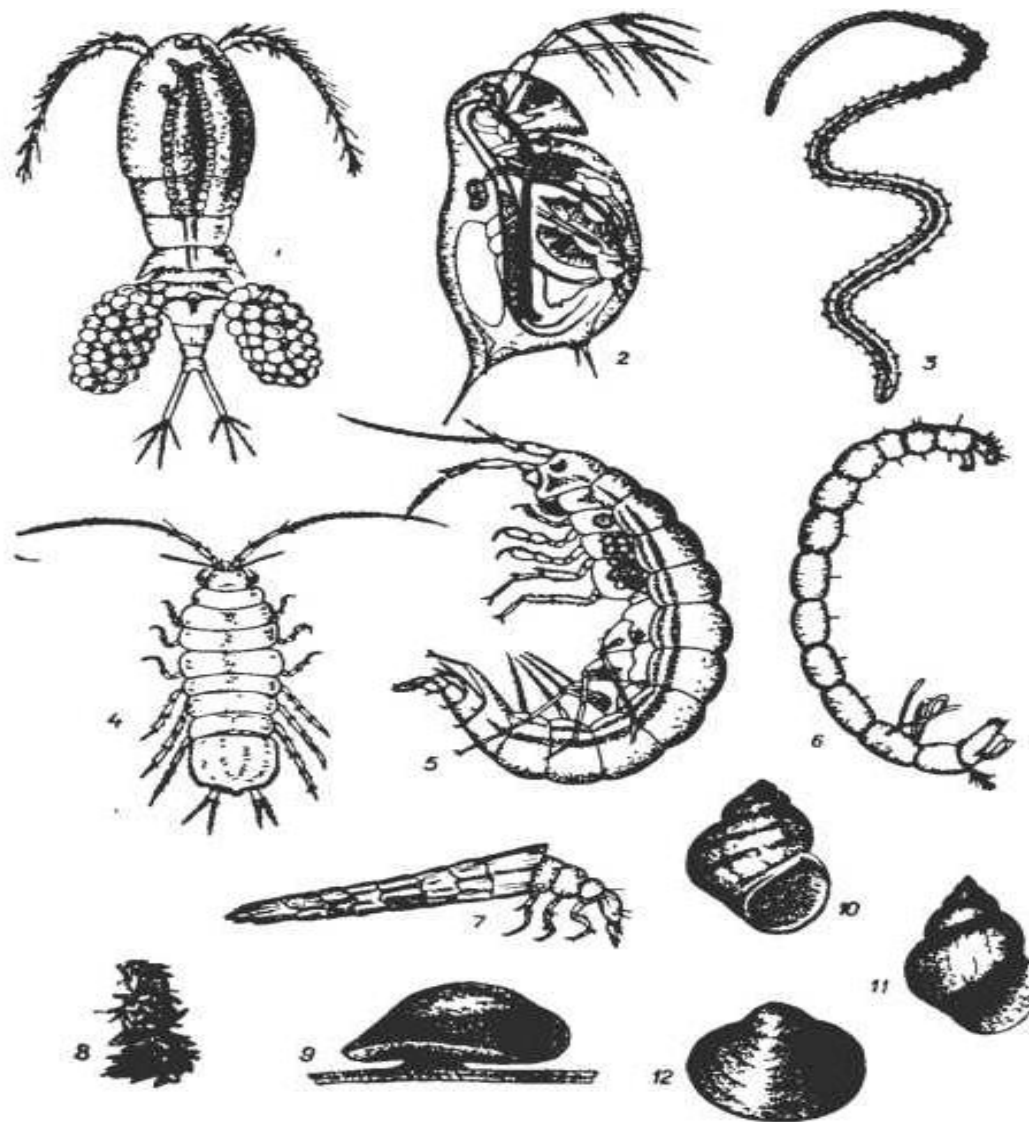


Рис. 26 - Кормовые животные раков: 1 - циклоп; 2 - дафния; 3 - трубочник; 4 – водяной ослик; 5 - бокоплав; 6 - личинка хирономиды; 7, 8 - личинки ручейников; 9 – дрейсена, 10, 11 - живородка; 12 – шаровка

Полезно подкармливать раков сухим сеном, притапливая его. Кроме функции дополнительного корма, сено способствует развитию множества мелких организмов в воде, которые в свою очередь служат дополнительным живым кормом и очищают воду.

Для изучения питания раков материал собирается по сезонам, размерному составу, в зависимости от их физиологического состояния (размножение, линька и т.д.).

При фиксации раки часто отрывают содержимое желудков, поэтому их следует брать сразу после поимки. Перед извлечением пищеварительного тракта их измеряют, взвешивают, определяют физиологическое состояние. Затем рака берут за ходильные ноги в

левую руку, а правой с помощью скальпеля извлекают желудок, делая надрезы в области цервикальной бороздки, удаляя часть го- ловогрудного щита. После извлечения его помещают в заранее приготовленную марлечку с этикеткой, где указывается порядковый номер, дата в журнале, и фиксируют 4%-ным формалином. Баночки с разведенным формалином заготавливаются заранее.

В каждую емкость помещают желудки определенного размера не менее 20 шт. Например, в баночку с надписью 12,1 см фиксируют желудки раков длиной 12,1-13,0 см.

В лабораторных условиях содержимое желудка обсушивают на фильтровальной бумаге и взвешивают с точностью до 1 мг. Для определения качественного состава пищи все содержимое желудка просматривается отдельными порциями под биноклем и микроскопом. После определения однородные компоненты содержимого желудка взвешивают с той же точностью. Данные записывают в карточку. Форма карточки по питанию представлена в таблице 6.

Таблица 6 - Индивидуальная карточка по питанию рака

Вид			№№ порядковые: № № по журналу:		Дата, температура H ₂ O		Район	
Длина: Вес:			Пол: физиологическое состояние		Возраст:		Орудия лова:	
Вес пищевого комка:			Общий индекс наполнения, ‰					
Вид пищи	Количество экземпляров	Стадия переваривания	Длина, см		Вес в г		частный индекс, ‰	примечание
			фрагменты	органические	мг	восстанов- ленный вес		

Затем вычисляется частота встречаемости компонентов пищи, причем за 100 % принимается количество желудков с нищей. Определяются также общие и частные индексы наполнения желудков

(%), исходя из фактической массы пищевого комка и отдельных его компонентов. Вычисляется так же процентное отношение массы отдельных групп и видов к массе всего содержимого желудка. Желудков у раков через каждые два часа в течение суток.

Суточный рацион кормления можно наиболее точно рассчитать, исходя из средних приростов раков за несколько лет.

Учитывая суточный ритм активности питания, молодь раков до месячного возраста необходимо кормить 4 раза (в 11, 19, 1 и 5 ч),

двухмесячного - 3 раза (7, 17 и 23 ч), двухлеток - 2 раза (в 17 и 23 ч). Многократное их кормление в течение суток возможно при наличии автокормушек. Такое частое кормление позволит повысить ракопродуктивность и снизить кормовой коэффициент. При отсутствии возможности кормить раков в указанные выше часы, корм следует давать в утренние или вечерние часы, строго в одно время, так как они

привыкают ко времени его дачи и сами подходят к кормовым местам. Суточный рацион необходимо планировать, учитывая изменение условий на небольшой отрезок времени. На весь вегетационный период составляют общий план, в который вносят поправки в зависимости от складывающейся ситуации. Форма для составления плана кормления приведена в таблице 7.

Таблица 7 - План кормления молоди раков

Период кормления по декадам	Вид корма или смеси		Прирост раков		Общий расход корма, т	Число кормо- дней	уточ- ный рацион	длина на кор- мушку
	азва- ние	ормо- вой коэф- фициент	в г/шт.	в % к общему приросту				

Задание 1. Заполните таблицу 6 «Индивидуальная карточка по питанию рака».

Задание 2. Заполните таблицу 7 План кормления молоди раков

Задание 3. Зарисуйте и опишите рис. 22.

Контрольные вопросы:

1. Чем отличается зоологическая длина тела рака от промысловой?
2. Как часто проводят отловы молоди рака при изучении темпов роста.
3. С какой периодичностью происходит линька личинки речного рака.

СОДЕРЖАНИЕ

Тема 1.	Внешнее строение рака речного. Строение конечностей рака.....	5
Тема 2.	Строение экзоскелета рака речного.....	7
Тема 3.	Строение мышечной системы рака речного.....	7
Тема 4.	Строение внутренних систем рака речного.....	11
Тема 5.	Производственная база и производственные работы при естественном разведении раков.....	15

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

К.И. Шкрыгунов
Д.А. Ранделин
В.Н. Агапова
А.И. Новокщенова

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по изучению дисциплины

«Аквакультура позвоночных»

для обучающихся по направлению подготовки
35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура»
(программа подготовки – прикладной бакалавриат)

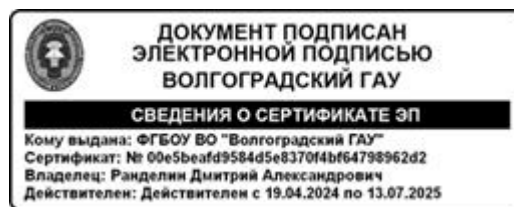
Компьютерная верстка Развозжаевой М. В.
Подписано в печать 15.02.2022. Формат 60х84/16.
Усл. печ. л. 1,63. Тираж 100. Заказ 55.
ИПК ФГБОУ ВО «Волгоградский ГАУ» «Нива»
400002, Волгоград, пр-т Университетский, 26

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И
РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФАКУЛЬТЕТ БИОТЕХНОЛОГИИ И ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ

КАФЕДРА «ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ И АКВАКУЛЬТУРА»

К.И. ШКРЫГУНОВ
Д.А. РАНДЕЛИН
В.Н. АГАПОВА
А.И. НОВОКЩЕНОВА



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для проведения лабораторных работ по дисциплине
«Аквакультура беспозвоночных»
для обучающихся по направлению 35.03.08 - Водные биоресурсы и
аквакультура

ЧАСТЬ 2

Волгоград
2022 г.

УДК 639.2.04
ББК 47.2

Рецензент –

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «ТППЖИиТ» *Е.А. Захарова*

Константин, Игоревич Шкрыгунов Аквакультура беспозвоночных:
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ для проведения лабораторных работ по
дисциплине «Аквакультура беспозвоночных» / К.И. Шкрыгунов, Д.А.
Ранделин, В.Н. Агапова, А.И. Новокщенова. – Волгоград: ФГБОУ ВО
Волгоградский ГАУ, 2022.

Методические указания являются руководством по изучению дисциплины
«Аквакультура беспозвоночных».

Рекомендованы обучающимся по направлению подготовки 35.03.08
«Водные биоресурсы и аквакультура»

Рекомендовано методической комиссией факультета биотехнологии и
ветеринарной медицины ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (протокол №
от _____ 2022г.)

УДК 575
ББК 28.4

© ФГБОУ ВО Волгоградский
государственный аграрный университет,
2022

© К.И. Шкрыгунов, Д.А. Ранделин,
В.Н. Агапова, А.И. Новокщенова.

Тема 1 «Влияние загрязнения водоемов на раков условия их обитания. Болезни и причины гибели раков»

Цель занятия. Изучить важнейшие болезни речных раков.

Материалы и оборудование. Живые и зафиксированные

Рачья чума, афаномикоз является опаснейшей болезнью

раков, приводящей к быстрой (в течение нескольких дней) и массовой (до 100%) гибели всей популяции водоема.

Эпизоотологические данные. Афаномикозу подвержены все виды аборигенных речных раков Европы, однако у длиннопалых раков заражение наступает позднее, чем у широкопалых.

Возбудитель. Чума раков вызывается грибом *Aphanomyces astaci*. Из гифов при определенных условиях образуются подвижные зооспоры эллиптической формы, снабженные двумя боковыми жгутиками. Грибок сначала паразитирует на панцире, вызывая его разрушение, а также на сочленениях ходильных ног, затем внедряется в нервную систему и приводит к быстрой гибели рака. Оптимальные условия для заражения и развития болезни: температура воды 20–25°C, pH 8,5. При таких условиях гибель рака наступает на 8–9 день, при температуре 7°C болезнь продолжается от 21 до 50 дней.

Способы распространения чумы. Чума распространяется через зараженные орудия лова, больных раков и раков-носителей, водоплавающую птицу, водяных насекомых и других животных.

Общая картина болезни. Главными симптомами болезни являются следующие признаки: массовый характер заболевания; чрезвычайно быстрое течение болезни; высокая постановка тела на ногах во время передвижения – раки двигаются как на ходулях; изменение поведения: раки выползают днем из своих укрытий и открыто ползают по дну водоема, не пытаются скрыться даже тогда, когда их вынимают из воды; постепенно возрастающая слабость и вялость раков; высокая смертность. Однако, для постановки точного диагноза требуется лабораторный анализ.

Патологоанатомические изменения. Заражение обнаруживается путем прощупывания пинцетом кутикулы со стороны брюшка и на суставах. При поражении грибом соответствующие места панциря некротизируются, ткань распадается и размягчается, а потому становится податливой для пинцета. Найдя такое место, пинцетом вырывают кусок кутикулы, и рассматривают его под микроскопом. Под микроскопом в пораженных местах обнаруживаются нити грибного мицелия. Наиболее часто поражаются основные суставы последней пары ходячих ног. При прогрессировании болезни эти места приобретают желтоватую окраску. Вследствие разрушения хитина со временем на пораженных местах образуются дырки, через которые внутрь животного попадают различные бактерии. Это вторичное проникновение внутрь тела раков бактерий, возможно, ускоряет смерть раков. В самом конце болезни на пораженных местах вырастают тонкие белые нити мицелия, образующие целые скопления в виде хлопьев ваты.

Методы борьбы не разработаны.

Основными профилактическими мерами являются предохранение рачьих водоемов от заноса инфекции, а также от

загрязнений, снижающих устойчивость раков к болезням. С этой целью необходимо проводить дезинфекцию орудий лова при перемещении их из одного водоема в другой.

Способы дезинфекции:

- кипячение (снасти выдерживают в кипящей воде 5–10 минут);

- обработка дезинфицирующими веществами (4% раствором формалина в течение 20–30 минут, 3%-ным раствором сульфата меди в течение 10 минут);

- замораживание (снасти выдерживают в течение суток при температуре ниже -10°C);

- просушивание (на солнце или в бане при температуре $60-80^{\circ}\text{C}$ в течение 5-10 часов).

Кроме того, следует исключить возможность бесконтрольной акклиматизации американских видов речных раков, являющихся носителями рачьей чумы.

При возникновении заболевания погибших раков закапывают, а водоеме на 5 лет устанавливают карантин.

Ржаво-пятнистая болезнь. Возбудителем ржаво-пятнистой болезни является грибок *Ramularia astaci*. При резком проявлении болезни может вызвать гибель до 30 % раков водоема. Процент заболеваемости раков ржаво-пятнистой болезнью зависит от года, температуры воды, плотности распределения, сезона.

При этой болезни на панцире раков образуются черные или коричневые пятна диаметром до 1-2 см. В центре пятна хитин панциря размягчается и образуется отверстие в виде язвочки. Особенно заметны зараженные места у сваренных раков.

Болезнь протекает в три стадии. В первой стадии на отдельных участках панциря рака появляются небольшие ржавые пятна. Жизнеспособность не снижена. Во второй стадии замедляются движения, снижается жизнеспособность и появляются пятна на шейке, сочленениях конечностей. В третьей стадии жизнеспособность рака заметно снижена, отмечается вялость.

В целях профилактики необходимо исключить перенос орудий лова из зараженного водоема в другие водоемы или, в крайнем случае, использовать дезинфекцию. Методы борьбы не разработаны.

Телуханияоз (фарфоровая болезнь). Возбудитель заболевания *Thelohonia contejeani* относится к паразитическим простейшим - микроспоридиям. Обычно в природных популяциях зараженность раков не превышает нескольких процентов. Чаще всего больные раки вылавливаются в определенных частях водоема. При заражении амебовидные эмбрионы проникают в желудок и мышечные ткани раков, где и происходит их размножение. Развиваясь в скелетной мускулатуре, паразит постепенно заполняет мышечные волокна огромным числом мельчайших спор, которые и придают пораженным мышцам молочный цвет. Считается, что в распространении заболевания определенную роль играет каннибализм. Пораженные раки не пригодны в пищу, так как мембраны их мышечных волокон наполнены спорами паразита. На заключительном этапе болезни возможно поражение не только скелетных мышц, но и сердца, яичников, а также центральной нервной системы. Заболевшие раки характеризуются слабыми защитными реакциями, с трудом поднимают клешни, движения замедляются, раки почти не едят. Постепенно они слабеют и погибают, особенно в стрессовых ситуациях. Методы борьбы не разработаны.

Бранхиобделлы. Паразитические черви рода *Branchiobdella* поселяются на поверхности тела и на жабрах раков. При линьке раков паразиты переползают со сброшенных панцирей на жабры хозяина. При большой концентрации бранхиобделл они ослабляют рака. Больные раки первыми гибнут при перевозках и в условиях искусственного содержания. Поскольку бранхиобделлы при варке отпадают, то зараженные раки пригодны для приготовления разного рода раковых блюд. В искусственных условиях против бранхиобделл применяют 20-минутные ванны с KMnO_4 (1:15000) и 6-10-минутные ванны с 5%-ным раствором NaCl .

Враги речных раков. Из рыб к ним относятся окунь, сом, угорь, налим, щука. Личинок и молодь раков поедают также плотва, лещ и другие бентосоядные рыбы. Нами в одном из водоемов Могилевской области в желудках пойманных ершей в больших количествах обнаружена молодь длиннопалых раков. Ерши были отловлены на мелководье с гравийным грунтом, в котором скрывалась молодь раков. Из млекопитающих опасны ондатра, выдра, американская норка. В местах кормления этих животных встречаются рачьих панцири. Белорусскими учеными разработана методика анализа встречаемости широкопалых раков, основанная на регистрации останков их в экскрементах выдры и американской норки.

К уродствам раков относятся искривление клешни, наросты на панцире, выворачивание боковых частей карапакса.

Наличие у раков разных по длине и форме клешней уродством не является, а свидетельствует о воздействии на популяцию каких-либо неблагоприятных факторов, например, сильного пресса хищников. В современных экологических условиях, наряду с традиционной

ветеринарно-санитарной оценкой речных раков, имеет значение определение накопления в мясе раков Cs и Sr.

Различные компоненты тела раков накапливают радионуклиды неодинаково. Так, мясо накапливает больше цезия-137 и значительно меньше стронция-90, по сравнению с карапаксом - соответственно.

Задание 1. Зарисуйте уродства раков. Причины уродств раков.

Контрольные вопросы:

1. Способы дезинфекции инвентаря при чуме раков?
2. Перечислите врагов речных раков.
3. Где паразитируют бранхиобделлы?

Тема 2 «Производственная база и производственные работы при искусственном разведении раков»

Цель занятия. Ознакомиться с производственной базой раководства и её характеристикой, техническими особенностями культивирования раков, кормлением раков при искусственном разведении.

Материалы и оборудование. Оборудование для искусственного разведения раков. Комбикорма для раков.

Нормативы качества воды прудов для разведения и выращивания раков приведены в таблице 8.

Таблица 8 - Гидрохимические показатели состояния среды

обитания	
Показатель	Норма*
O ₂ , мг/л	>5,0
pH	6-10
Аммонийный азот (NH ₄ ⁺), мг/л	до 0,51
Нитратный азот (NO ₃), мг/л	до 0,2
Нитритный азот (NO ₂), мг/л	до 0,01
Хлориды (Cl ⁻), мг/л	до 510
Минеральный фосфор (PO ₄ ³⁻), мг/л	до 0,20,5
Железо общее, мг/л	до 1,4
Общая жесткость, мг-экв/л	1,0-4,0
Кальций (Ca ²⁺), мг/л	>40

Примечание: в столбце «Норма*» приводятся обобщенные данные различных авторов по химическому составу воды для раков.

Обязательным условием при выращивании молоди и взрослых особей является наличие на дне пруда (бассейна) укрытий (пустотелые кирпичи, крупные камни, щебенка, керамические трубки, шифер). Дно пруда желательно гравийное (допускается песчаное или глинистое), местами заросшее растительностью с высоким содержанием кальция (роголистник, рдесты, уруть, элодея). В самой глубокой части водоема должно быть углубление корытообразной формы. Спуск рачьего пруда проводят медленно, чтобы раки могли следовать за водой. В качестве прудов могут быть

использованы обычные карповые рыбоводные пруды площадью до 0,1 га, бетонные, стеклопластиковые или пластмассовые бассейны и лотки.

Биотехника разведения и выращивания рака включает следующие этапы:

1. Заготовка производителей.
2. Содержание самок-икрянок и получение личинок.
3. Выращивание посадочного материала.
4. Получение товарной продукции.

Заготовка производителей. Отлов производителей проводят в маточных водоемах, где предварительно определяется численность, возрастная и половая структура, эпизоотологическое состояние популяций рака. Возможны две схемы заготовки производителей:

Осенняя. Заготовку самцов и самок проводят в конце августа - начале сентября. При этом следят, чтобы основные химические параметры воды маточного водоема и пруда совпадали, а пойманные раки отличались хорошими экстерьерными показателями и потребительскими качествами. После отбора производителей обрабатывают 5%-ным раствором хлористого натрия в течение 20 минут для удаления эктопаразитов. Отловленных производителей отсаживают в пруд для размножения с плотностью посадки 1 шт/м (до 5-7 шт/м). Половое соотношение самцов и самок (:) зависит от плотности посадки и составляет при средней плотности посадки 1:2, при высокой - 1:3. Для повышения эффективности спаривания целесообразным является выпуск в пруды для размножения самцов более крупных размеров, чем самок. Средняя суточная дача корма составляет 2 % массы тела в сутки.

Весенняя. При весенней заготовке (апрель-май) отбирают только самок-икрянок. Перед посадкой в маточный пруд самок осматривают и определяют жизнестойкость. Самок с опущенными клешнями или с пузырьками пены у ротового отверстия выбраковывают. Отобранных самок «купают» для постепенного заполнения водой жаберной полости.

«Купание» заключается в том, что раков в течение 10-15 минут обливают водой или опускают в корзины 10-15 раз в водоем и сразу же вынимают из него. Это делается в целях устранения скоплений воздуха в верхней части жаберной полости, вызывающих гибель от удушья или от повреждений нежного жаберного аппарата. Подкормку проводят 1-2 раза в неделю.

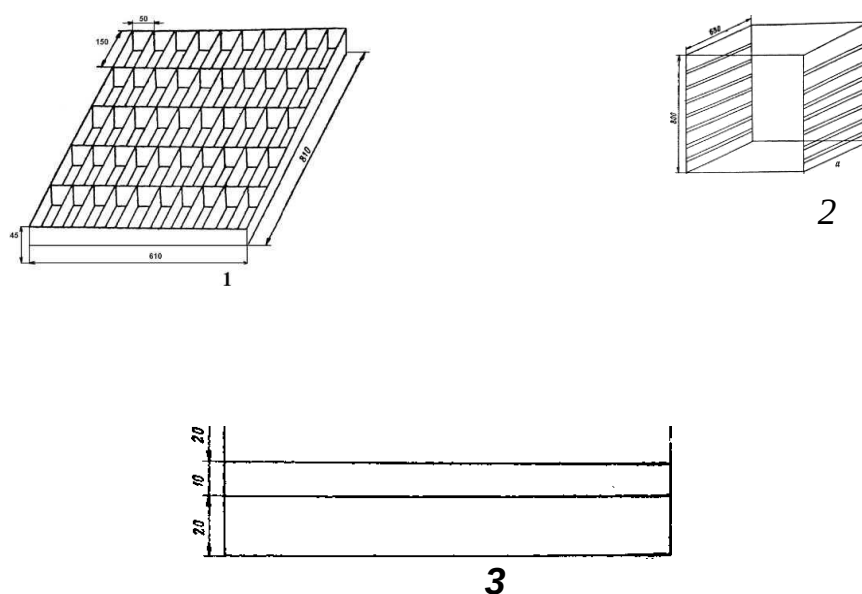


Рис. 27 - Схема устройства для выдерживания самок-икрянок:

1 - расположение ячеек; 2 - схема блока; 3 - дно ячейки

Содержание самок-икрянок и получение личинок. За 3-20 дней до начала выклева самок

пересаживают в аппараты ИРИК или индивидуально в садки, которые погружают в проточный бассейн для выклева молоди. Инкубационный аппарат ИРИК представляет собой ящик с набором ячеек (рис. 27), в каждую из которых помещается икряная самка.

Ячейка служит местом выдерживания личинок до первой линьки. Все размеры приводятся для устройства, изготовленного из деревянных реек толщиной в 1 см. Ячейки ИРИКа рассчитаны на самок средних размеров. Если используются крупные самки, то размеры ячейки увеличивают. Вместимость одного устройства - 50 самок-икрянок. Длина ячейки - 150 мм, ширина - 50 мм, высота - 45 мм. На дне ячейки имеется щель шириной 10 мм. Она предназначена для выхода личинок из ячеек после первой линьки. Сверху ячейки прикрываются крышками из расчета одна крышка на 10 ячеек. Для нормального водообмена в крышке над каждой ячейкой делается 15-20 отверстий диаметром 8-10 мм. Крышки должны легко открываться и закрываться, но исключать самооткрывание в воде. ИРИКи комплектуются в «блоки». Для этого применяется специальная стойка, в которую помещается до 7 устройств. Стойка - это каркас, изготовленный из деревянных реек 20×30 мм. К нему прикреплены направляющие планки для удержания устройств (20×20 мм). Чтобы

закрепить ИРИК в стойке, на его боковых стенках должны быть деревянные рейки 15×15 мм, входящие в пазы, образуемые направляющими планками стойки. Во время инкубации икры в устройствах ИРИК самок не кормят. Методика выдерживания самок в ячейках достаточно трудоемка, а выживаемость самок ниже, чем при свободном содержании их в лотках, ваннах, бассейнах. После выклева личинки в течение первых двух дней отделяют от самки очень простым способом: самку погружают в воду и осторожно стряхивают личинок или смывают их струей воды в подходящую емкость.

Выращивание посадочного материала. Посадочный материал можно получать двумя способами:

Подращивание личинок в бассейнах. Отделенных личинок пересаживают в пластмассовые проточные бассейны размером 2,0×2,0×0,8 м. Каждый бассейн имеет независимое водоснабжение с подачей воды не менее 20 л/мин на бассейн. На дно бассейна устанавливают сбросные решетчатые пластины с малым диаметром отверстий, на водовпуске - фильтры из мельничного газа, на выпускном сооружении - сетчатую решетку. Бассейны накрывают крышками. Оптимальная температура воды - 22-24°C. Начальная плотность посадки личинок в бассейн - 3000 шт/м. Кратность кормления - не менее 3-4 раз в сутки. Личинок обязательно кормят живыми кормами. Во время кормления подачу воды прекращают на 30 минут. Подращивание личинок проводят до достижения средней длины 25 мм и массы 350 мг.

Подращивание личинок в прудах. Личинок отсаживают в спускаемые проточные пруды площадью 10-20 м и глубиной 40-70 см. Удобренные пруды заливают примерно за 2 недели перед посадкой личинок с расчетом, чтобы успел развиваться зоопланктон. Берега прудов должны быть обкошены, покрыты гравием, дно - ровным, гравийным. В качестве укрытий используют кирпичи с отверстиями. Оптимальная плотность посадки рачков второй стадии - до 100 шт/м. Осенью пруды спускают и отбирают сеголетков.

Дорастивание раков до товарных размеров - промысловой длины 10 см. Сеголетков раков (возраст 3-4 месяца) для получения товарной продукции выпускают в естественные или искусственные водоемы. Считается, что дорастивание раков до товарных размеров выгоднее проводить в естественных водоемах с ежегодным зарачиванием их посадочным материалом. Основным недостатком полноциклического выращивания раков в контролируемых условиях является длительность технологического процесса. Возможно выращивание в прудах речных раков в поликультуре с карпом и

растительноядными рыбами. При такой схеме плотность зарыбления пруда личинками длиннопалого рака составляет 30-40 шт/м, годовиками - около 5 (4-6) шт/м. Расчет ведется на всю площадь пруда, а не на полезную, как это принято в естественных водоемах.

Кормление. К регулярному кормлению раков приступают в марте-апреле при температуре воды выше 7-8°C в количестве 0,5% от живой массы. В периоды интенсивного роста (после линьки) среднесуточная норма составляет 2-2,5% от живой массы. Корм задают с таким расчетом, чтобы он был весь съеден. Кормить раков удобнее на кормовых столиках. Кормовой столик представляет собой вбитый в дно столбик, по которому с помощью веревок перемещается платформа (столик) с бортиками размером 1×1 м или 0,5×0,5 м. Для удобства с обратной стороны столика вбивают длинные гвозди или устанавливают деревянные прутья. Животный корм (рыбу, мясо лягушек, моллюсков) нанизывают на прутья, растительный размещают между ними. По остаткам не съеденного корма определяют его поедаемость и регулируют уровень кормления.

Половозрелых раков кормят 2 раза в неделю, молодых - через день. Корм дают в сумерках в различных частях водоема. В качестве корма используют лягушек, головастиков, обрезки мяса, рыбу, остатки овощей, хлеба. Одним из путей повышения эффективности выращивания раков является разведение живых кормов (дафний, олигохет, хирономид). При наступлении холодной погоды уровень кормления раков снижают.

При выращивании раков в закрытых водоёмах раков кормят комбикормом собственного приготовления.

Самок с икрой в течении периода инкубации и личинок кормят сбалансированным кормом: отруби пшеничные – 28 %, пшеница - 14%, ячмень – 10 %, шрот подсолнечный – 20 %, шрот соевый - 5%, рыбная мука – 12 %, дрожжи гидролизные – 7 %, травяная мука – 1 %, масло растительное – 2 %, премикс – 1 %.

От личинок и до товарного вида кормят кормом: дрожжи гидролизные – 10 %, молоко сухое – 20 %, рыбная мука – 35 %, шрот соевый – 15 %, шрот подсолнечный – 15 %, масло растительное – 4 %, премикс ПМ-2 – 1 %.

Также есть хорошая добавка в корм – «соевый пептид» - 53 % протеина и менее 1 % жирности. Данная добавка получается путем закваски соевого текстурата лактобактериями с добавкой ферментов в течении 48 часов и затем сушкой при невысоких температурах. В результате получается легко усвояемый белок, и самое важное, не портящий воду.

Таблица 9 - Рецепты комбикормов для всей возрастной категории раков в % соотношении

Компоненты	Корма для сеголеток АС-1	Корма для взрослых раков	
		АД-1	АД-2
Отруби пшеничные	Нет	28	25
Пшеница	Нет	14	15
Ячмень	Нет	10	Нет
Шрот подсолнечный	16	20	20
Шрот соевый	15	5	19
Рыбная мука	35	12	5
Дрожжи гидролизные	10	7	5
Травяная мука	Нет	1	Нет
Мясокостная мука	Нет	Нет	5
Молоко сухое	20	Нет	5
Масло растительное	4	Нет	2
Премикс ПФ-1	1	1	1

Таблица 10 - Рацион корма для молоди раков по мере роста

Возраст (дни)	Средняя масса рака, мг	Рацион сырого корма		Рацион комбикормов	
		мг	% от массы	мг	%
Личинки, перешедшие на самостоятельное питание	34,65	13,39	38,50	4,5	13,0
Сеголетки	121,30	27,22	22,44	9,1	7,5

Сеголетки-24	238,20	39,09	16,41	13,0	5,47
Сеголетки-40	591	78,90	13,35	26,3	3,4
Сеголетки-60	1506	122,14	8,11	40,7	2,7
Сеголетки-90	2905	184,42	6,40	61,47	2,1
Сеголетки 120 (перед зимовкой)	5080	275,59	5,43	91,86 ≈ 92	1,81-2,0
Двухлетки	7710	457,97	5,94	152,65	1,98-2,0
Двухлетки	17820	559,55	3,14	186,51	1,04-1,0
Двухлетки	31992	642,29	2,01	214,1	0,67-0,7

Задание 1. Зарисуйте схему устройства для выдерживания самок-икрянок.

Контрольные вопросы:

1. Осенняя заготовка производителей, отличия от весенней.
2. Особенности содержания самок-икрянок?
3. Особенности кормления рака при разной температуре воды.

Тема 3 «Разведение пресноводных креветок, гигантских креветок, крабов, омаров, лангустов»

Цель занятия. Изучить способы разведения пресноводных креветок. Ознакомиться с разведением крабов, омаров, лангустов.

Материалы и оборудование.

Технология выращивания пресноводных креветок. Метод «зеленой воды» состоит в том, что часть воды в емкости с личинками регулярно заменяется «зеленой водой» с высоким содержанием фитопланктона (около 1 млн. клеток/л), состоящего в основном из зеленых водорослей, в частности морской хлореллы. Для цветения воды, ее удобряют суперфосфатом, мочевиной и фекалиями рыб или вносят четыре части карбамида на одну часть комплексного минерального удобрения (азот : фосфор : калий 15:15:15). Иногда используют монокультуру морской хлореллы. Использование

«зеленой воды» позволяет улучшить качество воды за счет быстрого поглощения водорослями аммония, даже если он присутствует в опасных для личинки концентрациях (0,6 мг/л).

Водоросли служат пищей науплиям артемии, которыми питаются личинки.

Главная функция «зеленой воды» - очистка от вредных веществ. Сразу после вылупления личинки помещаются в емкости (плотность посадки - 160 шт/л). затем, по прохождении примерно половины срока личиночного развития, их разреживают (плотность посадки до 40 шт./л). В одном из питомников ежедневно в емкостях с личинками половину воды заменяют «зеленой», в других - проводят подмену части воды на «зеленую» в определенные дни на ранних стадиях развития личинок, а затем доливают чистую воду. Например, между 3 и 6 днем 30 % воды заменяют «зеленой», затем между 7 и 9 -

40, между 10 и 13 – 50 % воды заменяются чистой, после чего доливается еще 100 % «зеленой воды». Таким образом, общий объем увеличивается вдвое, а плотность посадки уменьшается на 14 день после рассаживания личинок из одной емкости в две такие же (плотность посадки уменьшается еще вдвое), уровень воды в емкостях понижается на 50 %, и их доливают до полного объема чистой водой. Такие подмены воды продолжают до конца личиночного периода.

При такой системе очистки воды не наблюдается опасных уровней неорганических токсинов, пестицидов или тяжелых металлов. Также и основные метаболические токсины: аммиак, нитраты и нитриты не успевают накапливаться до опасных уровней (соответственно 10 и 2-3 мг/л) благодаря своевременной подмене воды и жизнедеятельности фитопланктона. Кроме того, таким образом, поддерживается pH в оптимальных для личинок пределах. Выживаемость при этом способе выращивания обычно составляет 50-70%, на каждые выращенные 100-500 постличинок использовалось около 1 м³ воды, средняя продукция постличинок - 30 шт./л.

В настоящее время во многих странах метод «чистой воды» вытеснил метод «зеленой воды».

Метод интенсивного выращивания личинок в чистой воде. Выращивание личинок проводится в закрытом помещении, где емкости располагаются в хорошо освещенных местах. Солоноватая вода готовится и хранится в четырех полиэтиленовых баках вместимостью 10 м. Бассейны для выращивания личинок на ранних стадиях имеют цилиндрикоконическую форму, объем - 2 м³ для более поздних стадий применяются V-образные длинные бассейны вместимостью 5 м³. Все бассейны изготовлены из фибerglassа, стоят на металлических стойках и окрашены в темный цвет, что необходимо для улучшения питания личинок. Распылители воздуха располагаются на дне, чтобы перемешивать воду и пищевые частицы для уменьшения каннибализма. В каждый бассейн подается воздух в объеме 2,6 м³/ч, размер ячейки фильтра на выходе соответствует размеру личинок. Личинки можно было собрать на выходе из бассейна в накопитель вместимостью 10 л.

Для содержания производителей и постличинок используются цилиндрические емкости вместимостью 2 м³ с плоским дном. Для механической и биологической фильтрации в работе замкнутой системы вместимостью 5 м³ используются следующие компоненты: 1) механический фильтр - фанерная коробка (1,3×0,7×0,5 м) с песчаным слоем толщиной 0,1 м (диаметр песчинок 0,1 мм) и система обратного протока для ежедневного промывания песка; 2) биологический фильтр

- разгороженная коробка (1,3×0,65×0,6 м) с обломками кораллов толщиной 0,15 м (Ø 3-5 см), которые при помощи бактерий утилизируют отходы жизнедеятельности (эффективность этого материала в биофильтрах очень высока из-за его сильной пористости и буферных качеств).

Циркуляция воды обеспечивается при помощи насоса, который подает воду через песчаный фильтр в биологический, а в емкость с личинками вода идет самотеком. Соленость воды составляет 12‰. В открытой системе вода обновляется в конце дня, чтобы обеспечить наилучшее ее качество ночью, когда личинки линяют и наиболее уязвимы. Температура поддерживается в пределах 30-31°C. Соленость регулируется добавлением морской воды, которую хлорируют, отстаивают и пропускают через фильтр из силикатного песка. Перед подменой воды концентрация аммония в баках достигает 1,5, NH₃ - 4 мг/л, но этот уровень не оказывает заметного влияния на рост и выживаемость личинок.

Важно следить за тем, чтобы весь свободный хлор испарялся из воды, так как даже небольшая его концентрация оказывает вредное влияние на личинки.

В замкнутой системе оборот воды происходит не чаще одного раза в час. Остаточная концентрация аммония и нитритов при этом составляет менее 0,1 мг/л. В конце периода выращивания уровень нитратов должен быть не более 5 мг/л N-NO₂, а изменения pH очень незначительными (7,8-8,2). Неблагоприятного воздействия этих факторов на личинки не наблюдалось.

Для кормления личинок используется науплии артемии и сухой корм, приготовленный по технологии, разработанной для морских креветок. Первые десять дней гранулированный корм дается

2 раза в сутки и регулируется его количество по видимому потреблению. Только что вышедших науплиев артемии дают ближе к вечеру со второго дня. На время кормления артемией в замкнутой системе останавливается циркуляция воды.

Чаще всего при промышленном выращивании личинки кормят 3-4 раза в течение дня различными неживыми кормами и один раз вечером, после смены воды, науплиями артемии. Последних дают в концентрации 1-15 шт/мл, в зависимости от системы выращивания, или рассчитывают исходя из количества и возраста личинок.

Более простым и дешевым является кормление неживым кормом, и большинство производителей личинок применяют различные виды таких кормов для частичной замены живых. Доказано, что сочетание кормления артемией и искусственными кормами дает лучшие результаты выращивания, чем кормление только

артемией. Чаще всего используется протертое мясо рыб, размеры частиц которого увеличивают по мере роста личинок. Этот корм дают личинкам уже со второго-третьего дня. Другие подходящие корма – мясо головоногих, икра рыб, яичная паста или порошок, пшеничная или соевая мука, сухое снятое молоко. Личинки кормят 4 раза в день через каждые 3-4 ч, чередуя рыбный фарш и яичную пасту. На ночь, на пятое кормление, дают науплии артемии. Неживые корма готовят один раз в два-три дня и хранят в замороженном виде. Дают их, разводя водой в соотношении 1:1 и концентрации 0,042-0,21 мл/л корма в день. В питомниках на Таити личинки, кроме науплиев

артемии с 12 дня кормят искусственным гранулированным кормом. Гранулы готовят из свежих сырых материалов (таблица 11).

Таблица 11 - Состав гранулированного корма для личинок

Ингредиенты	Сухое вещество
Мука:	
из кальмаров	27,6
из креветок	6,9
из икры рыб	6,9
Яичный порошок	14
Рыбий жир	2
Витаминно-минеральные добавки	1
Водорослевая мука	15
Сырой протеин (белок)	54,9
Сырой жир	19,7
Минеральные вещества	7,7
Сырые углеводы	7,7

Влажную смесь тонко мелют, чтобы достичь состояния одно- родной пасты, затем добавляют водоросли, смесь подсушивают, размалывают и просеивают, получая сухие, хорошо хранящиеся и удобные в применении гранулы. Эти гранулы дают в течение дня несколько раз, а в вечернее кормление - науплии артемии. Показано, что добавление в корм витамина С в дозе 175 мг на 100 г увеличивает выживаемость личинок на 40 %.

Подращивание постличинок. Первые постличинки креветок появляются обычно на 25 день выращивания, и примерно в течение недели 90% личинок проходят метаморфоз. При коммерческом выращивании невыгодно держать личинки дольше этого времени, и на 30-35 день выращивания фермеры проводят сбор постличинок.

Разделение личинок и постличинок основано на различиях в их поведении - личинки плавают в толще воды, а постличинки большую часть времени проводят на дне. Личинки обычно вычерпывают из верхних слоев воды, а постличинки сливают с донными слоями воды.

После отделения постличинок от личинок их обычно в течение 12 ч адаптируют к пресной воде, а затем помещают в земляные пруды для выращивания или подращивают в специальных емкостях. Необходимо следить, чтобы реакция среды в пруду была ниже pH 9, а плотность посадки постличинок не превышала 10 тыс./м³. Превышение плотности ведет к высокой смертности после следующей линьки. Перевозят постличинки в полиэтиленовых пакетах при плотности 300 шт./л, если перевозка длится меньше

суток, и 100 шт./л - если дольше суток, при этом желательна аэрация или заполнение части объема пакета кислородом.

В странах с тропическим и субтропическим жарким климатом постличинки помещают сразу в земляные пруды для товарного выращивания, при этом в первое время отмечается довольно высокая смертность, которая может быть уменьшена при соблюдении оптимальных условий выращивания. В странах с умеренным климатом, где сезон выращивания ограничивается несколькими месяцами, постличинки подращивают в контролируемых условиях в течение одного-трех месяцев. При этом начальная плотность посадки обычно составляет 1000-1500 шт./м², по мере роста молоди она уменьшается до 300-500 шт./м². Оптимальная для роста и выживания глубина воды в лотках, в которых содержатся креветки, 30-40 см. Значительной проблемой при такой большой плотности посадки является каннибализм. Для его уменьшения рекомендуется применять

избыточное кормление полноценными кормами, но главное - наличие убежищ. В качестве убежищ могут быть использованы пучки нитей, рыболовной лески зеленого или коричневого цвета. В емкости с рядами полосок, расположенными вертикально и горизонтально поочередно, можно содержать до 220-260 шт./м², или 3580-3719 шт./м³.

Обычно для посадки в пруды молодых креветок подращивают до массы 1-3 г. При таких размерах смертность за время выращивания обычно не превышает 10%. В условиях умеренного климата постличинки можно сразу пересаживать в пруды без предварительного подращивания при условии, что температура воды благоприятная (не ниже 20° С), а водоемы отличаются высокой биологической продуктивностью.

Выращивание в прудах и других емкостях. Для товарного выращивания креветок обычно используют земляные пруды площадью 0,1-1 га и глубиной 0,7-1,5 м. Пруды должны быть достаточно продуктивны - это необходимо для развития естественной кормовой базы и дает возможность снизить количество корма и удобрений. Высшая водная растительность не должна занимать более 20% площади пруда. Наличие убежища на дне прудов в виде пучков веток способствует лучшему выживанию креветок. Возможно выращивание креветок и в прудах с твердым дном, но в этом случае естественная кормовая база не развивается, поэтому должно быть увеличено количество искусственного корма. Лучшему росту креветок способствует небольшой проток воды, но и выращивание в непроточных прудах при восполнении испаренной воды также дает

хорошие результаты. Температура воды не должна падать ниже 20°С, иначе прекращается питание креветок и могут возникнуть различные заболевания, а при температуре ниже 13°С наблюдается их массовая гибель. Верхний предел температуры - 36°С, а оптимальная для роста и развития креветок температура - 28-32°С. Содержание растворенного в воде кислорода должно быть не менее 5 мг/л, уровень нитритов и нитратов не должен превышать 0,2-0,3 и 1-3 мг/л соответственно.

Выращивание креветок возможно также в небольших водоемах, каналах, на рисовых чеках с рисом или без него, а также в садках.

Гигантская пресноводная креветка считается наиболее подходящим видом для выращивания на рисовых чеках, причем выход бывает выше, если ее выращивают одновременно с рисом и подходящими видами рыб. Так, в поликультуре с индийским карпом на рисовых полях получали выход креветки 220-260 кг/га без затрат на ее кормление.

Наиболее интенсивные методы выращивания креветок в России возможны в фермерских хозяйствах при их культивировании в тепловодных хозяйствах, использующих водоемы-охладители ТЭЦ или теплые сбросные воды тепловых электростанций и других предприятий, а также геотермальные воды.

В тропическом, субтропическом, аридных районах креветки чаще всего выращивают в монокультуре при высокой плотности посадки - 60-100 тыс. шт./га. Пруды не спускают, проводят регулярные селективные обловы и периодически подсаживают постличинки. Кормят креветки различными искусственными кормами с содержанием протеина не менее 30% и липидов не менее 5%. Норма кормления до 30 кг/га в сутки. Продуктивность увеличивается во второй и третий годы эксплуатации пруда (по сравнению с первым годом) за счет повышения плодородия почвы дна и развития естественной кормовой базы. Урожай при таком методе выращивания колеблется от 500 до 4000 кг/га.

В странах с умеренным климатом обычно применяют системы культивирования креветок, подобные системе, разработанной для Южной Каролины (США):

- маточное стадо содержится с октября по май в закрытом помещении;
- с середины января по май в замкнутой системе с морской водой получают и выращивают личинки;
- с середины февраля по май в закрытом помещении подращивают постличинки;
- с мая по октябрь продолжается интенсивное прудовое выращивание креветок до товарного размера.

Таким образом, когда сезон выращивания ограничивается температурой воды, в пруды

обычно помещают уже подрошенную молодь с плотностью посадки 20-50 тыс. шт./га. Облов проводят один раз в конце сезона, спуская при этом пруды, но иногда практикуют еще и селективные обловы. Сезон выращивания может продолжаться от трех до шести месяцев при использовании посадочного материала 1-3 г. За это время есть возможность получить креветки товарного размера, но из-за свойственной этому виду неравномерности роста некоторая часть популяции не достигает товарной массы. На неравномерность роста влияют непродолжительные сроки выращивания и высокая плотность посадки. Существуют несколько способов, позволяющих добиться увеличения количества креветок крупного размера.

Один из способов - увеличение продолжительности сезона выращивания молоди в контролируемых условиях до посадки пруды. Но содержание молоди более трех месяцев становится слишком дорогим, так как требует больших объемов воды и площадей в закрытых помещениях, поэтому посадочный материал подращивают до массы не более 1-2 г.

Омары. В Российских водах омаров нет. В настоящее время омаров стало мало, и многие страны ввели строгий запрет на их лов, даже под угрозой конфискации судна. Поэтому в США, Канаде, Норвегии начали разводить омаров искусственно. Личинки омаров ведут пелагический образ жизни, их научились получать и подращивать, но родителей приходится содержать поодиночке, поскольку они охотно поедают друг друга. Это настоящие одиночки, проявляющие интерес друг к другу только в период спаривания.

Лангусты. Для разведения на фермах используют лангустов семейства Scyllaridae. Пойманную в море молодь доращивают в бассейнах и прудах до товарной массы.

Крабы. В Японии научились разводить королевского и другие виды крабов. Технология культивирования крабов следующая: самок крабов со зрелой икрой вылавливают в море и высаживают в бассейны, затем получают личинки и выкармливают их на хлорелле, других одноклеточных водорослях, личинках рачка артемии салина.

В России также начали воспроизводить камчатского (королевского) краба.

Задание 1. Законспектируйте табл. 11 «Состав гранулированного корма для личинок».

Задание 2. Составьте рейтинг источников белковых концентратов, используемых в кормлении аквакультуры. Отметьте их достоинства и недостатки.

Контрольные вопросы:

1. Особенности кормления пресноводных креветок гранулированными кормами.
2. Дайте характеристику земляным прудам для выращивания креветок.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Власов В.А. Пресноводная аквакультура [Электронный ресурс]: учебное пособие /В.А. Власов. - М.: Курс, НИЦ ИНФРА-М - 2015. - 384 с.
2. Догель, В.А. Зоология беспозвоночных: Учебник для университетов /Под ред. проф. Полянского Ю. И.- 7-е изд., перераб. и доп.- М.: Высшая школа, 1981, - 606 с., ил.
3. Зеликман, А.Л. Практикум по зоологии беспозвоночных. – М.: Высшая школа, 1969 – 335 с.
4. Рыжков, Л. П. Основы рыбоводства: учебник / Л. П. Рыжков, Т. Ю. Кучко, И. М. Дзюбук. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 528 с.
5. Седова, Н. А. Биологические основы культивирования морских моллюсков: учебное пособие / Н. А. Седова. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2019. – 159 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Тема 1.	Влияние загрязнения водоемов на раков и условия их обитания. Болезни и причины гибели раков.....	3
Тема 2.	Производственная база и производственные работы при искусственном разведении раков	6
Тема 3.	Разведение пресноводных креветок, гигантских креветок, крабов, омаров, лангустов.....	12
	Список использованной литературы	19

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

К.И. Шкрыгунов
Д.А. Ранделин
В.Н. Агапова
А.И. Новокщенова

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по изучению дисциплины

«Аквакультура позвоночных»

для обучающихся по направлению подготовки
35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура»
(программа подготовки – прикладной бакалавриат)

ЧАСТЬ 2

Компьютерная верстка Развозжаевой М. В.
Подписано в печать 15.02.2022. Формат 60х84/16.
Усл. печ. л. 1,63. Тираж 100. Заказ 55.
ИПК ФГБОУ ВО «Волгоградский ГАУ» «Нива»
400002, Волгоград, пр-т Университетский, 26

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И
РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФАКУЛЬТЕТ БИОТЕХНОЛОГИИ И ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ

КАФЕДРА «ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ И АКВАКУЛЬТУРА»

Д.А. РАНДЕЛИН
А.И. НОВОКЩЕНОВА
В.Н. АГАПОВА
Ю.В. КРАВЧЕНКО



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для проведения лабораторных работ по дисциплине
«Декоративное рыбоводство»
для обучающихся по направлению 35.03.08 - Водные биоресурсы и
аквакультура

Часть 1

Волгоград
2023 г.

УДК 639.2.04
ББК 47.2

Рецензент –

Советник Волгоградского отделения ФГБНУ «ВНИРО» Ю.Б.Долидзе;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Кормление и
разведение с.-х. животных» *Е.А. Липова*

Ранделин, Дмитрий Александрович

Декоративное рыбоводство: учебно-методическое пособие к
лабораторным занятиям / Д.А. Ранделин, А.И. Новокщенова, В.Н.
Агапова, Ю.В. Кравченко. – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ,
2023.

Методические указания являются руководством по изучению дисциплины
«Декоративное рыбоводство».

Рекомендованы обучающимся по направлению подготовки 35.03.08
«Водные биоресурсы и аквакультура»

Рекомендовано методической комиссией факультета биотехнологии и
ветеринарной медицины ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (протокол №
от _____ 2023г.)

УДК 575
ББК 28.4

© ФГБОУ ВО Волгоградский
государственный аграрный университет,
2023

© Д.А. Ранделин, А.И. Новокщенова,
В.Н. Агапова, Ю.В. Кравченко.

ВВЕДЕНИЕ

Декоративное рыбоводство сегодня — это своеобразный синтез популярнейшего хобби и прикладной науки. Начиная с азов, любители со временем неизбежно приходят к решению научных проблем, касающихся определения, создания и поддержания оптимальных, т. е. наиболее благоприятных, параметров среды для своих питомцев. В этом случае используются специальная литература, оборудование, научная документация и т. д. В учебных заведениях, в том числе и школах, живые уголки с рыбами, беспозвоночными и водными растениями — незаменимые дидактические «пособия», позволяющие наглядно и очень доходчиво объяснять многие вопросы биологии. Миниаквариумы все шире находят место на борту спутников и космических станций, где в них проводят опыты и эксперименты. В космосе побывали гуппи, икромечущие карпозубые, некоторые водные беспозвоночные и растения. Декоративное рыбоводство — неотъемлемая составная часть зоокультуры, которая занимается разработкой рациональных методов содержания и воспроизводства лабораторных гидробионтов, а также тест-объектов для интенсивных товарных технологий рыборазведения. В последние годы в реабилитационной деятельности передовых больниц, санаториев (особенно детских), наркологических диспансеров, клиник и других лечебных учреждений широко используют зоотерапию, и в частности аквариумы. Кроме положительного психотерапевтического и транквилизирующего действия они позволяют поддерживать влажность воздуха в помещениях на оптимальном для здоровья уровне. Увлечение декоративным рыбоводством с детских лет неизбежно приучает ребенка к систематическому выполнению определенных обязанностей (ведь за аквариумом и его обитателями требуется часто несложный, но ежедневный уход), существенно расширяет кругозор, ненавязчиво закладывая основы природоохранного восприятия мира, углубляет знания по биологии, химии, географии, воспитывает чувство ответственности перед «братьями нашими меньшими». Нередко увлечение декоративным рыбоводством проходит через всю жизнь.

ТЕМА 1 ФОРМИРОВАНИЕ СРЕДЫ АКВАРИУМА

Цель занятия. Ознакомиться со способами создания абиотических условий; методами контроля абиотических факторов; способами создания биотических условий.

Содержание занятия

Создание абиотических условий

Об оптимальном биологическом режиме свидетельствует кри- стально чистая вода, имеющая еле уловимый запах свежескошенной травы или морских водорослей. Уход за аквариумом состоит в поддержании этого оптимального режима и заключается в правильном кормлении, периодической чистке и регулярной подмене воды.

Температура воды. Для подогрева воды в аквариумах про- мышленность выпускает специальные подогреватели, которые имеют устройство, регулирующее температуру – терморегулятор. С его помощью подбирают требуемое значение температуры и оставляют систему включенной на сутки.

Для стабилизации температуры в узком диапазоне применяют термореле различных конструкций и контактные термометры.

Охлаждение воды:

1. Путем установки теплообменника в виде змеевика, по которому течет водопроводная вода;
2. С помощью холодильной установки. Соединив аквариумный змеевик с теплообменником холодильника (система предварительно заполняется антифризом), получают морозильную установку, которую приводит в действие специальный насос.

Жесткость воды. Смягчение:

1. Разбавление или замена водопроводной воды мягкой водой или водой с низким содержанием минеральных веществ, полученной из внешнего источника, например, дождевой водой, дистиллированной водой (ее можно приобрести в аптеках или в фирмах, торгующих лабораторным оборудованием), водой, полученной в результате обработки в установке обратного осмоса (ее можно приобрести в некоторых зоомагазинах);
2. Обработка воды с помощью установки обратного осмоса. Включает в себя угольный фильтр и фильтр тонкой очистки. Такая обработка позволяет удалить буквально все примеси и благодаря этому особенно полезна в случае, если домашняя водопроводная вода по качеству также не подходит для рыб. Принцип действия обратного осмоса: обычная водопроводная вода под давлением подаётся из водопровода в специальную мембрану с чрезвычайно мелкими порами. Эти поры настолько малы, что через них проходят только мелкие молекулы воды. Крупные молекулы вредных веществ, растворённые соли и формирующие жёсткость соединения напротив, отфильтровываются. Удаляются даже бактерии и вирусы. Результатом такой очистки является очень мягкая кристально чистая вода.
3. Обработка воды с помощью специальных ионообменных смол (если

карбонатная жесткость воды составляет не менее 80 % от общей жесткости). Используются только смолы, специально предназначенные для применения в аквариумистике.

4. Все ионообменные смолы имеют ограниченную емкость, которая зависит от степени жесткости исходной воды и количества применяемой смолы. После истощения смолы подлежат регенерации углекислотой (декарбонизация) или соляной кислоты с раствором едкого натра (полное обессоливание). Следует соблюдать осторожность в работе с этими химикатами. Регенерирующие жидкости являются химически опасными веществами, поэтому их нельзя сливать в канализацию.
 5. Смягчение воды с помощью сочетания различных ионообменных смол, позволяющее деминерализовать воду.
 6. Кипячение.
 7. Специальные химические вещества, предназначенные для смягчения воды (их можно приобрести в зоомагазине).
 8. Вода, полученная из растаявшего льда чистого водоема. Можно специально замораживать зимой водопроводную воду в ведрах или тазах, но таким образом, чтобы вода в сосуде промерзала не больше, чем наполовину. Затем оставшуюся воду выливают, а лед размораживают в эмалированной или пластмассовой посуде и заливают эту воду в аквариум, подогрев до нужной температуры.
 9. Специальное оборудование для регенерации веществ. Хотя оно и более дорогое, зато упрощает процесс регенерации и решает проблему отходов.
 10. Повышение жесткости воды бывает необходимо чаще всего тогда, когда содержащиеся в мягкой воде рыбы нуждаются в более высоких показателях жесткости воды, как, например, цихлиды из африканских котлованных озер или австралийские радужные рыбы.
 10. Фильтрация через мраморную крошку.
 11. Добавление порошкообразного карбоната калия равномерно повышает общую и карбонатную жесткость воды. Чтобы извести соответственно вводить в раствор и удерживать ее, необходим ввод CO_2 .
 1. Повысить остаточную жесткость (общая жесткость без карбонатной жесткости) можно с помощью сульфата кальция.
 2. Добавление в воду хлоридов кальция и магния.
 3. Добавление в воду специальных кондиционеров.
- Показатель pH. Поддержание на нужном уровне:
1. Разовое внесение в воду, либо буферно, путем включения в оформление аквариума или в фильтр веществ, помогающих сохранять постоянное значение pH. Наиболее распространенный тип буферирования – использование карбоната кальция, противодействующего естественному окислению, вызываемому органическими побочными продуктами.
 2. Применение водные кондиционеров позволяет создавать в ак- вариумах

условия, близкие к природным, включая наличие в ее составе рН-буферов, гуминовых кислот, антистрессовых компонентов и пр.

Подгонку рН к нужному значению производят плавно (0,3-0,5 в сутки).

Снижение рН:

1. Подкисление воды в аквариумах обычно соляной или орто- фосфорной кислотой.
2. Применение дигидроортофосфата натрия или калия (25-50 г/100 л) в совокупности с буферным торфяным фильтром.
3. Специальное дозирующее устройство, насыщающее воду углекислым газом.
4. В особых случаях снизить значение показателя рН можно с помощью фильтрации через торф. Однако это может происходить только в мягкой воде, поскольку в более жесткой воде кислоты торфа амортизируются за счет карбонатной жесткости. При этом нужно постоянно контролировать значение показателя рН.

Повышение рН (для повышения карбонатной жесткости):

1. Соответствующие препараты, продающиеся в магазинах.
2. Питательная, реже обычная кальцинированная сода (5-10 г/100 л).

Кислород. Недостаток:

1. Аэрация воды при помощи аэратора.
2. Вентиляцией аквариума (ночное вентилирование проводится посредством установленного на определенное время таймера). Вентилятор можно устанавливать на боковые стенки аквариумов. В стандартных аквариумах охлаждение может составлять 1-2 °С на 500 литров.

Применение препаратов, помогающих поддерживать уровень кислорода в аквариуме благодаря распадению активных ингредиентов и высвобождению кислорода из них (например, препарата Tetra Gold- fish OxySafe).

1. Оксидатор представляет собой устройство для обогащения воды в аквариуме чистым кислородом. Принцип его работы состоит в разложении перекиси водорода, находящейся в растворе, которым заправляют прибор, до воды и кислорода. Катализатором процесса является пористая керамика, из которой изготавливают стенки внутреннего стакана оксидатора. Выделяющийся газ повышает внутреннее давление, что приводит к постепенному выделению обогащенного кислородом раствора через специальное отверстие в аквариум. С увеличением температуры интенсивность процесса возрастает, что позволяет компенсировать уменьшение содержания растворенного кислорода в воде при ее нагревании и избежать условий замора.

Углекислый газ. При недостатке – обогащение воды CO₂ при помощи распылителя.

Понижение уровня – посредством интенсивного движения воды или усилением вентиляции.

Хлор. Уменьшить его содержание можно следующим образом:

1. Нужно пустить сильную струю воды в ведро (если после такой «обработки» все еще ощущается запах газа, лучше воспользоваться другим способом)
2. Оставить воду в ведре на ночь при интенсивной аэрации;
3. Патентованным дехлоратором (например, «Хлор минус». При этом воду подогревают, предварительно добавив требуемое количество «Хлор минус»).
4. Тиосульфатом натрия – 1 г на 10 литров воды.

Хлорамин. Это смесь хлора с аммиаком, применяемая некоторыми предприятиями водоснабжения вместо простого хлора. Хлорамин может также образоваться в результате взаимодействия хлора водопроводной воды и аммиака, содержащегося в воде аквариума. Соединение это стойкое, нелетучее и достаточно токсичное.

Хлорамин можно удалить только с помощью особого дехлоратора, специально предназначенного для удаления как аммиака, так и хлора.

Медь. В домашних условиях она может попадать в воду из водопровода, особенно в тех районах, где вода мягкая и в водопроводе не образуется защитное покрытие из карбоната кальция.

Перед наполнением аквариума вначале открывают кран на несколько минут, чтобы слить воду, застоявшуюся в трубах, и ни в коем случае не наливают в аквариум воду из крана с горячей водой.

При наличии меди:

Применяют специальное средство для удаления меди (продается в зоомагазинах 1. Пропускают воду через установку обратного осмоса.

2. Используют воду из другого источника.

Соединения азота. Удаление аммония:

Замена части воды, затем нормализация среды (например, путем фильтрации остатка препаратов через активированный уголь, меньше давать корма и, если необходимо, сократить количество рыб).

Удаление нитритов:

1. Регулярная замена части аквариумной воды.
2. Поменять как минимум четвертую часть воды. Добавить препарат, содержащий бактерии, способные окислять нитриты (например, «Нитривек»). Через 6 часов после добавления препарата, произвести подмену воды на четверть объема аквариума. Воду продолжают менять до тех пор, пока уровень нитритов не станет в пределах нормы, т.е. не выше 0,2 мг на 1 л воды.

Удаление нитратов:

1. Регулярная замена части аквариумной воды (проблемы могут возникнуть лишь там, где водопроводная вода уже содержит нитраты).
2. Денитрификация воды (способность различных бактерий вместо

кислорода, растворенного в воде, использовать для своего дыхания химически связанный в нитрате кислород, при этом образуется газообразный азот, который улетучивается в атмосферу).

Для удаления нитритов, нитратов и аммиака из пресной аквариумной воды применяют средство Nitra zorb. Средство не содержит фосфатов, не влияет на уровень pH, безопасно для пресноводных рыб, растений, беспозвоночных, подходит для большинства фильтров.

Фосфаты. Удаление фосфатов:

1. Смена воды.
2. Последовательная и хорошо отлаженная, продуманная фильтрация.
3. Использование для ухода за аквариумом продуктов, не содержащих фосфатов.
4. Обильный, здоровый рост растений также способствует снижению содержания фосфатов.

Для снижения до нуля комплекса веществ: аммиака, аммония, нитритов, нитратов, фосфатов, силикатов, хлора применяют комплексные ионообменные смолы (например, продукция компании Boyd Enterprises).

Пестициды можно удалить:

1. С помощью установки обратного осмоса.
2. Использованием воды из другого источника. Движение воды создается:
 1. С помощью аэратора.
 2. С помощью помпы. В современных аквариумах используют главным образом центробежные помпы с электрическим приводом.

Освещение. В качестве источников света применяют рефлекторы с лампами накаливания, люминесцентными трубками, ртутные, натриевые и ксеноновые осветители.

Для освещения лучше всего использовать люминесцентные лампы со спектром, близким к дневному. Лампы размещают в специальном светильнике сверху аквариума, – располагая их вдоль через каждые 10 см. Для обеспечения достаточного освещения аквариума люминесцентные лампы необходимо расположить возможно ближе к поверхности воды.

Ртутные лампы высокого давления способны эффективно освещать аквариум с высоты более 50 см, что позволяет выращивать растения, поднимающиеся над водой. Число светильников зависит от длины аквариума. На каждые 50 см при глубине аквариума 40-50 нужен один светильник. Большинство светильников с ртутными лампами высокого давления могут переключаться с мощности 80 Вт на 124, что позволяет обеспечивать необходимую яркость освещения на различных уровнях. Ртутные лампы высокого давления через год работы также надо заменять, поскольку яркость освещения снижается.

Паросветные ртутные лампы использовались до настоящего времени только в морской аквариумистике и могут устанавливаться на очень крупных пресноводных аквариумах, где требуется особо яр- кое освещение.

Контроль абиотических факторов

Контроль температуры. Измеряют температуру ртутными, спиртовыми термометрами, термометрами на жидких кристаллах и электронными цифровыми устройствами. Каждый новый термометр должен проверяться надежным эталонным

Контроль значений жесткости и рН проводят с помощью приборов, имеющихся в продаже в специализированных магазинах.

Измерение общей жесткости и карбонатной жесткости:

К пробе воды 5 мл добавляют раствор реагента до тех пор, пока при общей жесткости окраска с красной не поменяется на зеленую, а при карбонатной жесткости – с синей на желтую. Одна капля израсходованного реагента соответствует общей или карбонатной жесткости. Точность метода можно повысить, если объем пробы увеличить с 5 до 10 мл. 1. Специальные растворы-тесты, которые определяют жесткость воды. Принцип их основан, как и у лакмусовых бумажек, в изменении цвета раствора при различных показаниях жесткости. Эти растворы являются более точными в плане измерений, но не слишком удобны в использовании.

2. Прибор TDS-метр (рис.1), данный прибор проверяет общее количество ионов солей в воде и выводит показания в виде значений tds, которые затем при помощи таблицы можно перевести в общую жесткость.



Рисунок 1 – TDS-метр

3. В колбу к 100 мл исследуемой воды сначала добавляют 5 мл аммиачного раствора, а затем 10 капель раствора индикатора эриохрома черного Т. Вода становится бледно-розовой или темно-вишневой (чем выше жесткость, тем интенсивнее окраска). После этого титруют смесь трилоном Б, взбалтывая раствор после каждой капли. Появление сине-зеленоватого цвета – сигнал к окончанию титрования.

Дальнейший пересчет ведут по формуле:

$$X = (Q \times A \times 1000) / B,$$

где X – жесткость воды в немецких градусах; Q – количество затраченного трилона Б, мл; A – концентрация раствора трилона Б; B – объем исследованной воды, мл.

Измерение показателя рН:

1. Колориметрическим методом. Изменение цвета индикатора, добавленного в исследуемую воду, сопоставляют со специально откалиброванной цветной шкалой (прибор Алямовского, Тетра-тест). Это могут быть и бумажные индикаторы (Рифан, Мультифан, Универсальный и др.). Смоченную в воде полоску бумаги сравнивают с соответствующими цветными значениями рН (рис. 2).



Рисунок 2 – Тетра-тест

1. Потенциометрическим методом, основанным на непосредственном измерении специальными приборами, рН-метрами (рН-340, рН-47 и другие марки) разности электрических потенциалов, регистрируемых электродной системой, погруженной в анализируемую воду.

Измерение содержания кислорода:

1. С помощью наборов реактивов, содержащих четыре реагента.
2. Прибором для измерения содержания кислорода.

При нормальных условиях достаточно проводить измерение 1 раз в неделю.

Измерение содержания CO_2 .

1. При известной карбонатной жесткости и заданном значении показателя рН можно вычислить содержание CO_2 (при условии, что в воде нет больше других веществ, которые могут понижать значение показателя рН, например, гуминовых кислот).
2. С помощью набора тестов. В пробу воды добавляется индикатор, после чего туда по каплям вводится образцовый раствор до тех пор, пока в пробе воды не будет исчезать легкая розовая окраска. Обычно одна капля использованного измерительного раствора соответствует 2 мг CO_2 /л.

Измерение содержания аммония, нитритов и нитратов с помощью специальных тестов (рис. 3,4).



Рисунок 3 – Тест на содержание аммония и нитратов



Рисунок 4 – Тест на содержание нитритов

Диапазон измерений содержания аммония от 0,2 мг/л до 5-10 мг/л. При изменении содержания нитритов нижний предел должен составлять 0,05 мг/л.

Тест на обнаружение нитратов могут иметь относительно узкий диапазон измерения от 0,1 до 10 мг/л и более широкий – примерно от десяти до нескольких сотен мг/л.

Тест для определения нитритов и нитратов TROPIC MARIN можно использовать как в пресной, так и в морской воде.

Определение содержания нитритов. Перед использованием встряхивают емкость с реагентом, промывают стеклянный пузырек под краном, затем несколько раз аквариумной водой и наполняют его ей же до отметки 5 мл с помощью мерного шприца.

Добавляют 5 капель реагента А, закрывают пузырек приложенной пробкой и быстро встряхивают раствор. Через 3 минуты добавляют 2 капли реагента С, закрывают пузырек и снова быстро его встряхивают. Ставят открытый пузырек на белые внутренние круги цветового поля на цветовой нитритной диаграмме. Посмотрев сверху в открытый пузырек, сравнивают цвет раствора с окружающим его цветовым полем. Читают содержание нитрита под подходящим цветовым полем.

Определение содержания нитратов. Перед использованием встряхивают емкость с реагентом. Промывают стеклянный пузырек под краном, затем несколько раз аквариумной водой и наполняют его ей же до отметки 5 мл с помощью мерного шприца. Добавляют 10 капель реагента А, быстро помешивают и затем добавляют мерную ложку реагента В. Закрывают пузырек приложенной пробкой и встряхивают его, пока все твердые тела не растворятся. Добавляют 4 капли реагента С, закрывают пузырек и снова встряхивают его.

Через 5 минут ставят открытый пузырек на белые внутренние круги цветового поля на цветовой нитратной диаграмме. Посмотрев сверху в открытый пузырек, сравнивают цвет раствора с окружающим его цветовым полем. Читают содержание нитрата под подходящим цветовым полем.

Измерение содержания фосфатов:

1. С помощью тестов на обнаружение фосфатов для аквариумистики: концентрация фосфатов в воде в диапазоне 0,03-3 мг/литр определяется при помощи цветной шкалы. Реагентов хватает на проведение около 30 тестов.
2. С помощью наборов тестов (экспресс-анализов) для рыболовства, которые подходят и для аквариумистики.

В аквариуме значения от 0,5 до 1 мг/л могут еще рассматриваться как нормальные. Однако содержание фосфатов выше этих значений в течение длительного времени не должно иметь место.

Измерение содержания железа.

1. Тест на железо используются для того, чтобы контролировать дозировку железосодержащих препаратов в качестве удобрений. При этом важно, чтобы тест определял и железо, связанное хелатами (внутрикомплексными соединениями), поскольку все современные удобрения для водных растений содержат железо в форме хелатов. Это можно проверить, если поставить на несколько часов пробу воды с реагентами теста на железо. Если в течение этого времени интенсивность окраски пробы будет медленно усиливаться, тест для аквариумных целей не пригоден. Ориентировочным значением для аквариума может считаться содержание железа 0,1 мг/л. Тест должен обнаруживать дополнительно 0,05 мг/л. Одна упаковка наиболее ходовых тестов (анализов) рассчитана примерно на 50 измерений.

Измерение содержания меди.

1. Специальные тесты (индикаторы).

Контроль освещенности. С помощью люксметра (рис. 5).



Рисунок 5 – Люксметр

Экспресс-анализы качества воды основываются в большей степени на двух методах. При одном из них (титровании) концентрация находящихся в воде веществ устанавливается путем постепенного прибавления к пробе воды образцового раствора до момента окраски добавленной: туда индикатора. Число капель израсходованного образцового раствора свидетельствует об уровне содержащегося в воде вещества.

Другой метод основывается на том, что содержащиеся в воде определенные

вещества, вступая в реакцию с другими химическими соединениями, дают типичную окраску, яркость которой пропорциональна их концентрации. По окраске и определяется концентрация. Желательно записывать все результаты измерений и отмечать время суток, поскольку значения могут меняться в течение дня. Благодаря этому можно очень быстро распознавать изменения или тенденции и принимать соответствующие меры, если в этом будет необходимость.

Набор из тестов «Freshwater Master TestKit» Изготовитель – фирма «Aquarium Pharmaceuticals» (USA)

Набор титровальных жидких и колориметрических тестов для отслеживания активной рН-реакции воды, нитритов (NO_2), растворенных солей аммония (NH_3/NH_4), и нитратов (NO_3). С помощью набора можно осуществлять мониторинг наиболее значимых параметров среды обитания гидробионтов, кроме жесткости; отслеживать такие поражения химическими соединениями рыб и беспозвоночных, как алкалоз, ацидоз, отравление соединениями азота.

Создание биотических условий

Для создания биотической среды в аквариуме должна соблюдаться норма посадки рыб.

Допустимое количество рыб в аквариуме обычно подсчитывают путем определения соотношения между длиной тела рыбы (не считая хвоста) и площадью поверхности воды – это приблизительно эквивалентно потребностям рыб в кислороде по отношению к площади, на которой происходит газообмен. Обычная формула для тропических пресноводных рыб – 2,5 см тела рыбы на 64 см² площади поверхности. По массе рыб сажают не более 3 г/л. У некоторых рыб потребности в пространстве основываются на других критериях (например, они должны иметь свою территорию). Такие особые потребности обычно упоминаются в литературе, посвященной отдельным видам рыб.

Перед покупкой рыбок и других гидробионтов необходимо подобрать их по совместимости (таблица 1).

В создании биотических условий большую роль играют аквариумные растения.

Прежде, чем приступить к посадке растений, нужно разработать план аквариума, который представляет собой выполненный в масштабе 1:1 чертеж дна аквариума с нанесенными на него линиями, ограничивающими области, занимаемые видами растений, линиями прохождения террас, условными обозначениями камней, коряг и других декоративных и технических средств. Перед разработкой плана аквариумист должен знать, какие значения температуры, жесткости и рН воды он может обеспечить.

Сначала составляют таблицу, в которую вписывают виды рыб и растений желаемых иметь в аквариуме с указанием требуемых для них параметров воды, и необходимые примечания (наличие укрытий, коряг и т.п.). Затем из

них отбирают виды, подходящие к условиям аквариума.

Представив себе аквариум таким, каким он будет виден наблюдателю, в меру своих способностей делают рисунки нескольких вариантов. Чтобы не перегружают аквариум растениями, их число рекомендуется выбирать из расчета не более 1 вида на 2-3 дм² площади

Перед высадкой в аквариум растения следует тщательно промыть теплой (40 °С) водой. При необходимости их подвергают дезинфекции в растворах марганцовки – 10 мг/л – 30 мин, 3 % перекиси водорода – 5 мин, квасцов – 5 г/л – 10 мин, метиленовой сини – 0,5 г/л – 10 мин, антибиотиков (эрициклин) – 70 мг/л – одни сутки, хелатного комплекса сульфата меди или цинка – 100 см³/100 л из раствора 16 г/л – одни сутки и т. п.

Каждое растение после посадки теряет старые корни и образует новые, поэтому возникают трудности роста растений, которые испытали частую пересадку, чего следует избегать.

Концами пинцета зажимают корни растения или конец стебля черенка и вставляют в грунт, затем концы раскрывают и осторожно вынимают пинцет под углом к растению. Растения с укороченным стеблем сажают так, чтобы корневая шейка была бы только прикрыта грунтом, а черенки растений с удлиненным стеблем сажают на глубину 3-5 см, причем каждый черенок сажают отдельно на расстоянии не менее длины листа один от другого. У растений с корневищем, клубнем или луковицей можно почти полностью обрезать корни, растение будет жить за счет питательных резервных веществ, длинное горизонтально расположенное корневище дополнительно слегка вдавливают в грунт пальцами. Если же растение обладает большой подъемной силой и всплывает, то корневище предварительно привязывают нитью к камню, которую можно удалить после того как растение хорошо укорениться. Также прикрепляют к камню или коряге папоротник тайландский и ключевой мох, а болбитис и яванский мох можно просто положить на предназначенное для них место, и они прикрепятся сами. Клубень растения нельзя полностью погружать в грунт, он должен быть открыт сверху. Луковицу перед посадкой обертывают фильтровальной ватой или волокнами торфа, оставляя свободным место роста корней.

Плавающие растения пускают на воду после заполнения аквариума водой. Если необходимо, чтобы они занимали определенный участок, то его ограничивают нитью, привязанной к присоскам, прикрепленным к стенкам аквариума. Растения можно сажать в горшочки, наполненные специально подобранным для данного вида составом грунта. Лучше горшочки из необожженной глины, но можно и из пластмассы. В дне горшочка делают отверстия для вентиляции. Горшочки утапливают в грунт или маскируют.

На 1 м длины аквариума не должно приходиться более 10 видов растений со дна аквариума. Небольшие растения и растения с удлиненным стеблем располагают более или менее тесной группой из нескольких экземпляров, крупным же растениям обеспечивают достаточное место для их роста в ширину, особое внимание уделяют месту расположения солитеров (отдельно стоящее крупное растение с укороченным стеблем), которые выгодно окружить растениями с удлиненным стеблем или группой мелких растений, подчеркивающих их красоту. Располагая растения, используют контраст форм, размеров и окраски листьев и стремятся не перегружать аквариум растениями красного цвета, ибо он выглядел бы в этом случае беспокойно. Каждый вид растения, коряга или камень должны быть, хотя бы частично, видны наблюдателю. Пещеры лучше делать из камней и коряг. Положенные на бок цветочные горшки, с моей точки зрения, выглядят неестественно и пригодны лишь в аквариуме, предназначенном для разведения рыб. Технические средства маскируют и решают вопрос о конструкции декоративной задней стенки.

После того как сделаны рисунки нескольких вариантов, переходят к составлению соответствующих им планов, нанося на чертеж дна линии, ограничивающие области, занимаемые видами растений, линиями прохождения террас, контуры коряг, камней, пещер и т.д. Оценку планировок с декоративной точки зрения облегчит окраска областей, занимаемых растениями в цвет листьев, а также изображение их формы. В заключение сравнивают варианты и выбирают наиболее понравившейся. Пример планировки аквариума представлен на рисунке 6.

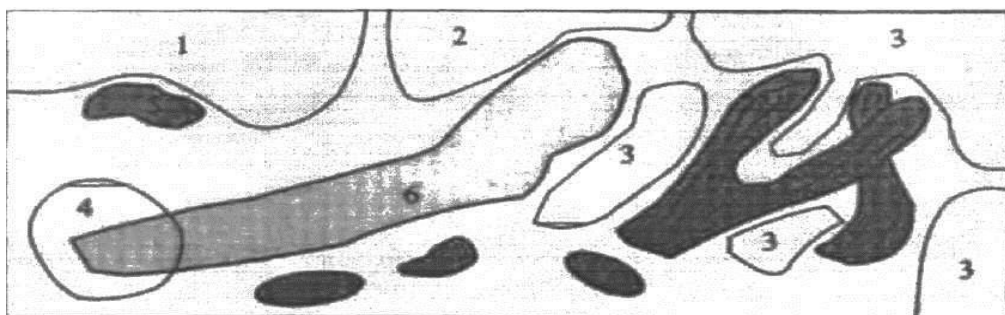


Рисунок 6 – Планировка аквариума:

- 1 – перистолистник хвостиковидный, 2 – людвигия ползучая,
3 – валлиснерия спиральная, 4 – папоротник тайландский, 5 – камень, 6 –
плита сланцевая, 7 – коряга

Интересным видом является голландский аквариум растений (рис. 7).

Признанные садоводы голландцы свой вековой опыт в этой области перенесли в аквариум, где умело используя контрасты в размерах, внешней форме и окраске растений, создали подводный сад, оживив его различными

видами рыб.

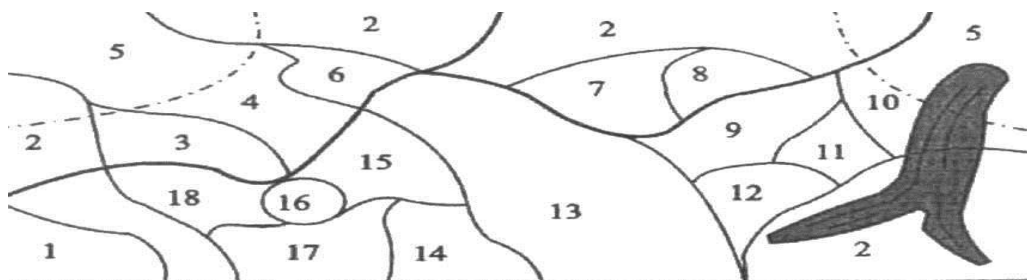


Рисунок 7 – План голландского аквариума:

1 – щитовистник белоголовый, 2 – мох яванский, 3 – людвигия дугообразная, 4 – лимонник, 5 – пистия, 6 – аммания сенегальская, 7 – гигрофила узколистная, 8 – ротала индийская, 9 – альтернантера лиловая, 10 – папоротник тайландский, 11 – людвигия ползучая, 12 – гетернатора остролистная, 13 – лобелия, 14 – криптокорина Бекетта, 15 – бутерлак двухтычинковый, 16 – нимфея тигровая, 17 – папоротник индийский, 18 – синема

Для голландского аквариума характерно:

- почти вся площадь дна аквариума засажена растениями;
- количество видов растений выбрано из расчета 1-1,3 вида на 10 см длины аквариума;
- отношение длины аквариума к его высоте, как правило, 3:1 и более, при этом ширина равна или больше высоты (обычно длина 120- 240 см, ширина 40-70 см, высота 40-55 см);
- в 1-2 сильных точках посажены солитеры или заменяющая их небольшая группа резко выделяющихся своей формой или окраской растений (сильные точки образуются пересечением двух вертикалей и горизонталей, разделяющих дно аквариума на 3 равные части по длине и ширине);
- кроме солитеров, остальные виды растений расположены отдельными, совершенно непроникающими друг в друга группами, в основном растений с удлиненным стеблем (растения с укороченным стеблем используют очень экономно);
- растения в группе располагают уступом, т.е. более низкие находятся ближе к наблюдателю, а за ними стоят все более и более высокие;
- у растений с прямостоячим стеблем не допускаются боковые побеги, которые постоянно обрезают;
- часто используют посадку растений, так называемой, «улицей», которая позволяет создать иллюзию большей ширины аквариума, как бы отодвигая заднюю стенку от наблюдателя. Это полоса не очень крупных растений (заурурус, бутерлак или лобелия), идущая уступом, широкая у переднего стекла и постепенно сужающаяся к задней стенке, обрамленная группами более высоких растений и расположенная вдоль направления взгляда наблюдателя;

- наличие декоративных задней и боковых стенок, расположенных внутри аквариума;
- рыбы разнообразны по форме и небольшой длины (до 8-10 см);
- рыбы равномерно населяют все слои воды: 25 % в верхнем слое, 50 % в среднем и 25 % в нижнем;
- количество рыб выбрано из расчета 1 г массы рыбы на 3 л воды (примерно 1 рыба на 7-10 л воды).

После того, как аквариум установлен на место, оборудован необходимой техникой, на его дно уложен грунт и другие декоративные средства (коряги, камни и т.п.), его на 2/3 заполняют водой и приступают к посадке растений. При выборе растений, в первую очередь, обращают внимание на развитие и состояние их органов. Корневая система должна быть белого или желтого цвета, упругая, без слизи и гнили. Стебли и листья желательны без искривлений, мозаичности окраски и взлохмаченности. На первых порах не стоит приобретать слишком мелкие, старые растения (в особенности после цветения) и семена. Оптимальный размер кустика – 1/3 взрослой формы. Приобретенные растения тщательно осматривают, удаляют больные и гниющие части, очищают корни от грязи и прополаскивают в воде. У растений с укороченным стеблем и мощной корневой системой корни разрезают, а оставшиеся обрезают до 2-3 см. У растений с небольшим количеством тонких корней их не трогают или обрезают очень умеренно (у анубиасов корни не трогают). У черенков растений с удлиненным стеблем удаляют нижнюю часть с корнями и листьями, но оставляют не менее 3-4 узлов. Дефектные листья удаляют, корни распрямляют и подравнивают (их длина должна быть меньше или равна высоте слоя грунта), загущенные кусты прореживают. Разбивка куста производится аккуратно только у сильных растений с учетом того, что отпрыск будет иметь не менее трех листьев (плохо переносят частое деление корневища таиландский папоротник и больбитисы). Для лучшего укоренения прикорневой участок у кабомб, лимнофил и перистолистников свивают в кольцо и прикапывают. Дополнительная фиксация растений осуществляется некрупной окатанной галькой или расщепами коряжника, где любят поселяться анубиасы, яванский мох, африканские папоротники и т. п.

Таблица 1 – Совместимость аквариумных пресноводных рыб

Вид рыб	Вид рыб															
	Скалярии	Барбусы	Петушки	Цихлиды африканские	Цихлиды южноамериканские	Сомы Коридорасы	Данио	Дискусы	Золотые рыбки	Гурами	Гуппи	Карпы Кои	Боции	Молинезии	Астронотусы	Пецилии
Скалярии	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Барбусы	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Петушки	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Цихлиды африканские	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Цихлиды южноамериканские	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Сомы Коридорасы	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Данио	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Дискусы	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Золотые рыбки	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Гурами	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Гуппи	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Карпы Кои	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Боции	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Молинезии	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Астронотусы	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Пецилии	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Сомы Плекостомусы	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Радужницы	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Расборы	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Лабео	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Меченосцы	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Тетры	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Креветки/крабы	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Растения	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

+ полностью совместимы; ± ограниченно совместимы; - абсолютно не совместимы

Задание 1. Перечислите и запишите абиотические факторы, влияющие на гидробионтов.

Абиотические факторы	Влияние факторов на гидробионтов	Приборы для измерения абиотических факторов

Контрольная работа.

1. Какие абиотические факторы определяют колориметрическим способом?
2. С какой целью контролируют гидрохимические показатели воды?
3. Может ли человек влиять на абиотические факторы среды, в которых обитают гидробионты?
4. С помощью каких приборов измеряют освещенность и содержание кислорода в аквариуме.
5. 3. Что такое голландский аквариум.

ТЕМА 2 БОЛЕЗНИ РЫБ

Цель занятия. Ознакомиться с причинами возникновения неза- разных и заразных болезней аквариумных рыб, признаками, их профилактикой.

Материалы и оборудование. Фиксированный материал аквариумных рыб, альбомы.

Содержание занятия.

I. Незаразные болезни

Болезни, вызванные изменением температуры.

Слишком низкая температура. У рыб наступает шоковое состояние. Они вялы, малоподвижны, лежат на дне (иногда на боку) или стоят, покачиваясь телом. Движения жаберных крышек замедляются или совсем прекращаются. Корм не принимают. В результате четверть рыб становятся более восприимчивыми к различного рода заболеваниям.

При содержании в воде с пониженной температурой рыбы плохо растут и развиваются, особенно молодь, органы размножения не продуцируют зрелые половые клетки и рыбы теряют способность к размножению. Если от них и получают потомство, то мальки часто погибают.

Характерные признаки простудного заболевания при содержании рыб при низкой температуре следующие: общая слабость, проявляющаяся малой подвижностью рыб; сжатие плавников; побледнение окраски тела; отказ от корма. Рыбы держатся около рефлектора или в верхних слоях воды возле обогревателя. Находясь на одном месте или медленно продвигаясь вперед, производят колебательные движения всем телом.

Необходимо повысить температуру до оптимальной.

Слишком высокая температура. Рыбы чрезвычайно активны, беспорядочно мечутся вверх и вниз, иногда пытаются выпрыгнуть из

ВОДЫ.

При значительном повышении температуры воды рыбы находятся в верхних слоях, жадно заглатывая атмосферный воздух. Это объясняется понижением содержания растворимого в воде кислорода, необходимого для дыхания.

При выращивании в условиях повышенной температуры рыбы рано достигают половой зрелости, потомство от них получается слишком слабым и почти неспособным к размножению.

Особенно опасно пересаживать рыб из холодной воды в теплую и наоборот: в первом случае рыбы начинают беспорядочно метаться по аквариуму и нередко выпрыгивают из него; во втором – у рыбнаступает шоковое состояние. Они медленно плавают на боку или неподвижно лежат на дне аквариума. Движения жаберных крышек замедляются или прекращаются совсем. Очень часто шоковое состояние оканчивается гибелью рыб.

Необходимо понизить температуру до оптимальной.

Болезни, вызванные недостатком или избытком растворенного в воде кислорода

Асфиксия или удушье. При длительном нахождении рыб в воде с недостаточным содержанием кислорода (менее 3 мг/л) наступает кислородное голодание (аноксия), которое завершается удушьем. У рыб учащается дыхание, что заметно по ускоренному движению жаберных крышек, они поднимаются к поверхности воды и жадно хватают ртом воздух. О пониженном содержании кислорода можно так же судить по поведению улиток меланий песчаных, которые выбираются из грунта, и их можно увидеть на стеклах аквариума и листьях растений.

Причиной нехватки кислорода служит неправильное содержание аквариума (редкая смена воды и чистка грунта, грязный фильтр и т.д.) и перенаселенность его рыбами (более 1 см длины рыбы на 1 л воды).

Временную помощь окажет вливание 15 % раствора перекиси водорода из расчета 1 мл на 1 л воды.

Необходимо своевременно сменять или подменять воду, чистить грунт, фильтр, соблюдать плотность посадки рыб в аквариум.

Эмболия газовая (рис. 8). Характерна закупоркой кровеносных сосудов, вызванная избытком кислорода, поступающего в кровеносную систему рыбы.

Избыток растворенного в воде кислорода может наступить:

- при вливании в аквариум большого количества неотстоянной водопроводной воды, содержащей в себе растворенный воздух, в т. ч. кислород, который выделяется в виде пузырьков, оседающих на стенках аквариума;
- при сильном солнечном освещении и мощной аэрации в густо засаженном растениями аквариуме скапливается слишком большое количество растворенного в воде кислорода.

Заболевшая рыба ведет себя беспокойно, у нее пробегает дрожь по всему телу и плавникам, темнеют жаберы. Иногда видны помутненные роговицы и хрусталики глаза, ерошение чешуи, появляются кровяные отеки.

При вскрытии из кровеносных сосудов, почек и селезенки выступает пенистая кровь.

Рыб с признаками болезни необходимо пересадить в сосуд с нормальным содержанием кислорода (до 15 мг/л).

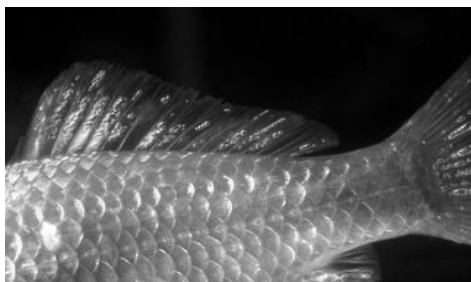


Рисунок 8 – Эмболия газовая



Рисунок 9 – Алкалоз

Заболевания при нарушении pH воды

Ацидоз или кислотная болезнь. При медленном переходе значения pH за граничное для данного вида рыб и продолжающемся его постепенном понижении рыбы становятся вялыми, малоподвижными и пугливыми, но едят хорошо. Время от времени резко расправляют плавники, и на теле иногда появляются беловатые пятна. Погибают, забившись в заросли растений.

При резком понижении pH, а также при пересадке рыб, привыкших к жесткой воде со щелочной реакцией в мягкую и слабокислую, рыбы пытаются выпрыгнуть из воды, плавают кругами, не берут корм, часто дышат, покрываются слизью и погибают, иногда свернувшись в кольцо.

После создания оптимальных условий выздоровление протекает очень медленно (до 1,5 мес.).

Алкалоз или щелочная болезнь (рис. 9). Вызывается длительным пребыванием рыб в воде с pH более 9. В аквариуме, густо засаженном растениями, с мягкой кислой водой при ярком солнечном освещении может произойти резкое повышение pH до 9-11.

У рыб наблюдается тусклость кожных покровов, беспокойное состояние, выражающееся в нарушении координации движений, судорожных явлениях, учащенном дыхании. Рыбы мечутся и нередко выпрыгивают из аквариума. Плавники растопыренные, клетки кожного покрова набухают и выделяют прозрачную, несвертывающуюся в отличие от слизи при заболевании рыб, находящихся в кислой воде, слизь. Жаберные лепестки также выделяют большое количество слизи. Нередко у рыб наблюдается помутнение роговицы глаза, и они слепнут. Плавники веерообразно расправлены.

Необходимо создавать оптимальный гидрохимический режим или рыб пересадить в свежую воду с pH 7,5-8 и затем медленно доводить до оптимального значения. Поправляются медленно. Выздоровление рыб наступает через 15-45 дней.

Заболевания при повышенном содержании CO₂

Повышенное количество углекислоты в воде вызывает интоксикацию организма рыбы; концентрация 28-30 мг/л – ее гибель.

При интоксикации наблюдаются общее беспокойство рыб с резким нарушением координации движений, учащенные дыхательные сокращения жаберных крышек, неестественное положение тела (брюшком вверх или плавание на боку), после чего наступает смерть. При вскрытии рыб, погибших от отравления углекислым газом, находят, что жаберные крышки плотно прилегают к телу в отличие от

случаев гибели рыб при асфиксии, когда они широко раскрыты.

Для предупреждения повышенного содержания углекислого газа в воде аквариума необходимо: не допускать скопления остатков несъеденного корма; обеспечить достаточное освещение; не перенаселять рыбами, моллюсками и другими водными организмами; сажать водную растительность.

Заболевания, связанные с повышенным содержанием аммиака

Ацидемия. Отравление рыб аммиаком. У рыб темнеет окраска, они стремятся выпрыгнуть из воды и, если не произвести ее замену свежей, то погибают. Велика опасность отравления в аквариуме со щелочной реакцией воды (pH больше 8), если не производят ее

регулярную частичную замену свежей при одновременной чистке грунта.

Заболевания, вызванные содержащимся в воде хлором

Хлороз рыб. Болезнь, вызываемая большим количеством хлора

в воде. Рыбы становятся беспокойными, пытаются выпрыгнуть из воды, жаберные лепестки покрываются слизью, светлеют. Затем рыбы успокаиваются, перестают реагировать на внешние раздражители и погибают.

Заболевших рыб перевести в свежую воду. Аквариумную воду отстоять 1-2 дня или профильтровать через фильтр с активированным углем при одновременной сильной аэрации или применить препараты для удаления хлора, выпускаемые зарубежными фирмами.

Болезни, вызванные неправильным кормлением

Ожирение внутренних органов (рис. 10). Болезнь характерна образованием жировой ткани на внутренних органах (печень, почки, сердце, наружные стенки кишечника) рыбы.

Чаще появляется в небольших аквариумах при большом количестве рыб, а также при однообразном кормлении, особенно сухим кормом.

Заболевшие рыбы малоподвижны, иногда у них увеличивается передняя часть брюха. Болезнь в большинстве случаев заканчивается смертью. При вскрытии рыбы внутренние органы покрыты жиром, кровь более светлого цвета.



Рисунок 10 – Ожирение

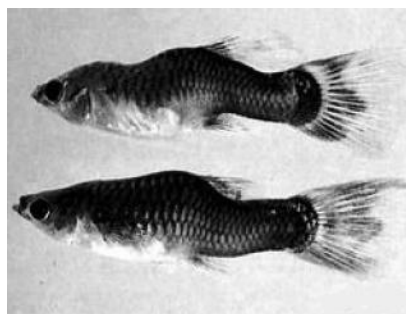


Рисунок 11 – Сколиоз

Воспаление желудочно-кишечного тракта. Причина: кормление однообразным или недоброкачественным кормом, частое кормление сухим кормом.

Заболевшие рыбы вялы, окраска тускнеет, краснеет анальное отверстие, кт нитевидной формы с большим количеством кровавистой слизи, может наблюдаться потеря аппетита, иногда покачивание.

Рыб неделю не кормят, затем умеренное кормление доброкачественным разнообразным кормом.

Киста половых желез. Киста (опухоль с жидким или полужидким содержимым) половых желез образуется в результате слишком длительного раздельного содержания самцов и самок, а также чрезмерного, однообразного кормления их сухими концентратами.

При заболевании икра и молоки превращаются в жижеобразную массу, из-за чего брюшко рыбы сильно увеличивается в объеме. Образовавшаяся жидкая масса, постоянно увеличиваясь, давит на половые органы, нарушая тем самым их функцию и обменные процессы в организме в целом.

Кисты в запущенной форме приводят к бесплодию рыб и к их гибели.

В начальной стадии заболевания кисту можно удалить. Предупреждение заболевания сводится к полноценному кормлению рыб разнообразным живым кормом и своевременному спариванию производителей.

Отравления. Живой корм, пойманный в водоемах, загрязненных ядохимикатами, может вызвать у

рыб отравления. Они теряют яркость окраски, отличаются судорожными движениями и в заключение гибнут. Различные химические средства для борьбы с насекомыми, ядовитая краска и замазка, недостаточно хорошо обработанная цементная стенка вызывают отравления рыб, которые становятся пугливыми, качаются, плавают скачками, их чешуя и жаберные крышки оттопыриваются, а плавники, особенно хвостовой, разрушаются.

Рыбы, получившие отравление от сильно насыщенной хлором воды, сначала ведут себя беспокойно, пытаются выпрыгнуть из воды, затем у них наступает отсутствие всякой реакции на внешние раздражители и смерть.

Коряги, применяемые для внутреннего оформления аквариума, могут выделять в воду значительное количество дубильных веществ, при этом рыбы начинают метаться, пытаются выпрыгнуть, а затем гибнут.

Медь, цинк, свинец и др. металлы, попав в воду, образуют вредные соединения. У рыб оттопыриваются жаберные крышки, они ведут себя беспокойно, затем жабры и кожа покрываются толстым слоем слизи, дыхание замедляется, и рыбы гибнут.

При отравлении соединениями азота рыбы плавают толчками, потом теряют равновесие, опускаются на грунт, где лежат широко раскрыв рот, растопырив плавники и жаберные крышки, и, наконец, гибнут. Если это происходит в аквариуме с pH выше 7, то возможно отравление аммиаком. Если у рыб замечены признаки отравления, их необходимо пересадить в другой аквариум, выздоровление происходит медленно и не всегда возможно.

Сколиоз (рис. 11) характеризуется искривлением позвоночного столба. Считается, что искривление является результатом либо тесного инбридинга, либо результатом нарушения нормального развития яйцеклетки при кормлении самок концентрированными и комбинированными сухими кормами, а также результатом различного рода травм в раннем возрасте (личинки, мальки); либо результатом недостатка минеральных солей и продолжительного кислородного голодания.

Признаки болезни у рыб чаще появляются в возрасте личинки и малька, реже у половозрелой рыбы. Иногда искривление позвоночника наблюдается у живородящих самок после выметывания мальков, что можно объяснить резким изменением внутрибрюшного давления.

Искривлен может быть любой участок позвоночного столба, иногда в нескольких местах, как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях.

Как правило, больные рыбы отстают в росте, хотя аппетит у них не понижен. Гибнут от сколиоза только личинки и мальки в первые две недели после рождения. С целью предупреждения болезни не следует допускать близкородственного скрещивания рыб. Начиная с раннего возраста надо создать и поддерживать оптимальные температурный, гидрохимический режимы и обеспечить полноценный рацион, необходимый для будущих производителей в период их выращивания. Не допускать перенаселения аквариума и травматизации рыб, особенно в возрасте личинки и малька. В аквариуме должно находиться достаточное количество водной растительности. Не реже одного раза в неделю добавлять в аквариум свежую, отстоявшуюся воду. Жесткость воды понижать только до норм, требующихся данному виду рыбы в период размножения, инкубации икры, жизни и развития личинок и мальков. Больных сколиозом рыб выбраковывают.

Механические повреждения рыбы могут получать от агрессивно настроенных особями во время драк или брачных игр, при нападении ихтиофагов (гидр, пиявок, личинок стрекоз и т. д.), эктопаразитов (аргулюсов, лерний, писциколов, дактилогирисов, гиродактилулов и т. д.) – возбудителей инвазионных болезней.

Причиной травматических повреждений рыб могут быть острые части грунта (камни, галька). Это случается также при транспортировке и во время пересадки рыб из одного аквариума в другой. Наиболее опасны такие травмы для личинок и мальков, так как часто приводят к искривлению позвоночника (сколиозу) и гибели рыб.

Нередки случаи выпрыгивания рыб из не покрытого стеклом аквариума или из сачка при отлове и пересадке. При этом они получают порой незаметные для наблюдателя травмы, которые иногда оканчиваются гибелью рыбы или выметыванием мертвых, в лучшем случае сколиозных, мальков.

Признаки заболевания: разрушение плавников, порезы, ранки, язвы, выпадение глазного яблока, потускнение окраски тела, утрата в местах повреждений чешуйного покрова, частичное разрушение жабр, подкожные кровоизлияния и т. д.

Рыбы в силу биологической особенности способны восстанавливать утраченные органы и ткани. Однако в случаях постоянного антисанитарного состояния аквариумов и неустановившегося биологического равновесия любое, даже самое незначительное, повреждение целостности кожного покрова, плавников или жаберного аппарата опасно для рыб, поскольку при этом открываются ворота для проникновения в организм инфекционного и инвазионного начала.

Для профилактики механических повреждений рыб следует избегать нанесения рыбам травм при тех или иных мероприятиях; удалять из аквариума особо драчливых рыб; регулировать количество

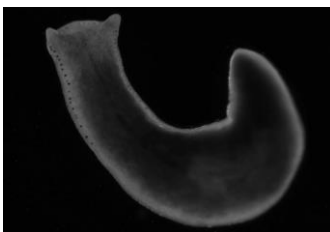
самцов (особенно некоторых видов лабиринтовых рыб); обязательно накрывать аквариум стеклом; тщательно сортировать живой корм, удаляя из него ихтиофагов; не допускать попадания в аквариум эктопаразитов рыб; убирать острые камни и гравий из грунта аквариума.

Враги рыб, попадающие в аквариум с живым кормом

Плоские черви, попадая в аквариум с живым кормом, уничтожают икру, личинок и мальков рыб. К ним относятся три вида планарий (рис. 12): бурая (рис. 12 а), черная (рис. 12 б) и реже встречающаяся крупная молочно-белая планария (рис. 12 в). В длину они достигают 2,5 см. Планария обладает большой способностью регенерации, так, вместо отделенной от тела головы вырастает новая. Размножается откладывая яйца на различный субстрат.



а



б



в

**Рисунок 12 – Планарии:
а – бурая; б – черная; в – молочно-белая**

Планарии – ночные хищники. Питаются мелкими живыми организмами, икрой рыб, в редких случаях нападают на рыб.

Для борьбы с ними применяют различные методы:

1. червей собирают пинцетом со стекол, растений и дна аквариума, или помещают на дно аквариума капроновый мешочек со свежим скобленным мясом. Планарий собираются на нем, довольно крепко прикрепляясь. Мешочек вынимают из аквариума и обрабатывают кипятком. Процедуру повторяют до полного удаления планарий из водоема.

2. в аквариум поселяют несколько макроподов или гурами, предварительно выдержав их в течение 2-3 дней на голодной диете. Проголодавшиеся лабиринтовые рыбы поедают планарий.

3. некоторые виды планарий не переносят высокой температуры, и их можно уничтожить, подняв на несколько дней температуру в аквариуме до 28-30 °С. Этот метод непригоден для борьбы с тропическим видом планарий, который отличается серо-белой до желтовато-серой окраской. кристаллы аммиачной селитры растворяют в

небольшом количестве воды из расчета 0,6-0,8 г на 100 л воды аквариума и затем вливают в аквариум над распылителем работающей аэрации, что позволяет раствору быстро распределиться в воде. Если успех не достигнут, то через 3-4 дня вновь добавляют раствор. Рыб перед операцией удаляют, а после ее окончания сменяют воду.

Если ничто не помогает избавиться от планарий, аквариум устраивают заново. Грунт кипятят, аквариум, приборы и растения держат 10 мин в уксусной воде.

Кольчатые черви – различные виды пиявок. Они снабжены 2-мя присосками, расположенными на концах тела.

В аквариум могут попасть: рыба-пиявка (рис. 13); пиявка улитковая (рис. 14), малая (рис. 15) и большая ложноконские пиявки (рис. 16), достигающие в длину соответственно 6 и 15 см, весьма прожорливые, способные нападать не только на молодь рыб, но и на взрослых особей. Длина тела их до 3 см, поедают моллюсков. В аквариуме они могут жить в слое грунта или на его поверхности. Их присутствие в значительном количестве является показателем плохой гигиены аквариума.

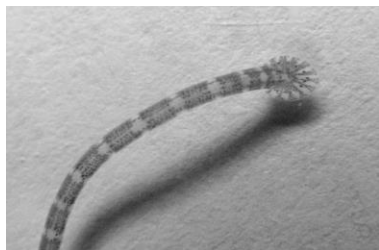


Рисунок 13– Пиявка рыба



Рисунок 14 – Пиявка улитковая



Рисунок 15 – Малая ложноконская пиявка



Рисунок 16 – Большая ложноконская пиявка

Гидра (рис. 17) – кишечнополостный организм, имеющий длинные щупальцы, снабженные стрекательными клетками. Гидры вредны тем, что уничтожают мальков и живой корм, а также вызывают порчу воды, т.к. убивают рачков больше, чем могут съесть, а также повреждают щупальцами кожу взрослых рыб.

Гидры попадают в аквариум с кормовыми ракообразными, растениями.

Способы борьбы с гидрами:

1. Используя стремление гидр к свету, аквариум затемняют, освещая лишь небольшой участок переднего стекла, к которому прикрепляют стеклянную пластинку. Через некоторое время пластинку вынимают из аквариума и счищают собравшихся на ней гидр.

2. Вливают в аквариум раствор сульфата меди из расчета 0,05 г на 1 л воды, что через 1 ч. приводит к гибели гидр. В этом случае нужно

предварительно удалить рыб, а затем несколько раз сменить воду в аквариуме.

3. Формалин в концентрации 4 мл на 100 л воды убивает гидр. Рыб перед его внесением удалить, воду сменить.

4. Сульфат аммония растворяют в сосуде из расчета 0,05 г на 1 л воды аквариума и вливают в него. Гидры погибают за 3-5 суток.

5. Бициллин-5 из расчета 500 000 ед. на 100 л воды аквариума растворяют в сосуде 200-250 мл при температуре 28 °С и вливают вечером в затемненный аквариум. Через 6-7 суток гидры погибают.



Рисунок 17 – Гидра



Рисунок 18 – Брюхоногий моллюск

Моллюски (рис. 18). Многие их виды, обитающие в естественных водоемах и прудах рыбоводных хозяйств, являются промежуточными хозяевами ряда возбудителей инвазионных болезней рыб, особенно улитковой пиявки.

Моллюски, кроме того, поедают икру рыб и при дыхании употребляют значительное количество кислорода. Рекомендуют ограничиться двумя-тремя экземплярами одного вида на аквариум.

Моллюсков (живородящую лужанку и обыкновенного прудовика и других), пойманных в естественных водоемах, содержать в аквариумах с экзотическими рыбами нельзя.

Членистоногие:

- **ранатра** (рис. 19), попав в аквариум, искусно прячется в зарослях растений, подстерегая добычу. Длина ее 3-4 см.



Рисунок 19 – Ранатра



Рисунок 20 – Плавт



Рисунок 21 – Гладыш

- **плавт** (рис. 20) достигает в длину 12-16 мм. Хорошо плавает. Обладает болезненным укусом, парализующим тело мальков. Добычу захватывает передней парой конечностей.

- **гладыш** (рис. 21). Их несколько видов. Длина тела до 3,5 см.

Также обладают болезненным укусом. Уничтожает молодь рыб.



Рисунок 22 – Жук-плавунец



Рисунок 23 – Личинка жука-плавунца

- **жук-плавунец и его личинка** (рис. 22, 23). Жуки и их личинки нападают не только на мальков, но и на крупных рыб. Длина взрослого жука 3,0-4,5 см, личинок – до 6 см.

- **личинки стрекоз** (рис. 24). Питаются водными животными, в том числе и молодь рыб. Прячется личинка в зарослях растений, подстерегая добычу. Ловит ее, выбрасывая вперед специальный орган – хватательную маску. В длину личинка достигает 3 см.

- **водяной клещ** (рис. 25), относящийся к классу паукообразных, нападает на мальков рыб.



Рисунок 24 – Личинка стрекозы



Рисунок 25 – Водяной клещ

Ракообразные:

- **рыбья вошь, или карпоед** (рис. 26), который является опасным паразитом аквариумных рыб.

- **бокоплав** (рис. 27) - хороший корм для взрослых рыб. Обитает в зарослях растений многих водоемов, длина 1,5 см. Однако присутствие его в аквариуме нежелательно, т.к. он является переносчиком инвазионных болезней рыб.



Рисунок 26 – Рыбья вошь



Рисунок 27 – Бокоплав

- **ракушковый рачок** (рис. 28) нападает на личинок и мальков, несмотря на небольшую величину – 2 мм.

- **щитень** (рис. 29) – крупный хищник, длина с усиками достигает 10 см.

Для предупреждения заноса в аквариум указанных врагов рыб необходимо тщательно просматривать и сортировать пойманный в водоемах живой корм. Не рекомендуется часто менять водоемы, из которых добывают живой корм, так как при этом увеличивается возможность заноса в аквариумы возбудителей опасных болезней – простейших, гельминтов и их личинок.



Рисунок 28 – Ракушковый рачок

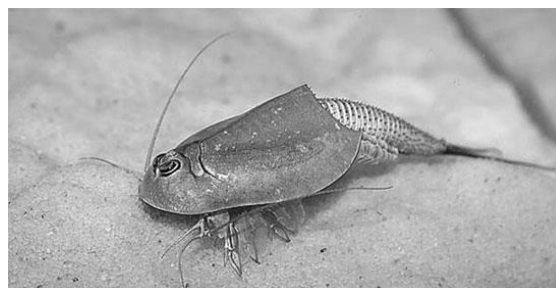


Рисунок 29 – Щитень

II. Заразные болезни

Инфекционные болезни

Болезни, вызываемые бактериями и вирусами

Микобактериоз или туберкулез (рис. 30). Возбудитель *Mycobacterium piscum* – неподвижная, толстая палочка длиной 2-12 мкм.

Поражает внутренние органы рыбы. Попадает в аквариум из водоема, где водятся рыбы вместе с кормом, растениями, грунтом, а также с рыбами, растениями, водой и инвентарем из зараженного аквариума.

Рыбы становятся вялыми, стоят тесно прижавшись в углах аквариума, хвостовой плавник опущен, не берут корм, лежат на боку у грунта с приподнятыми головой и хвостом, производят качающие движения со сложенными плавниками, истощены, окраска бледнеет, разрушаются лучи плавников, выпадает чешуя, и на ее месте образуются язвы, на теле шишковатые выступы, превращающиеся в нарывы, наблюдаются потемнение радужной оболочки глаза, пучеглазие, черные пятна на теле. Перечисленные признаки могут появляться как одиночно, так и в комбинациях.



Рисунок 30 – Микобактериоз



Рисунок 31 – Язвенная болезнь

Пять форм клинического проявления микобактериоза (не являются постоянными, иногда заболевание протекает в форме, не характерной для рыб данного семейства).

- Микобактериоз макроподов. У больных рыб наблюдаются повреждения кожи, ерошение (лепидортоз) и выпадение чешуи, нарушается целостность верхнего слоя кожи (эпидермиса) и соединительнотканной части кожи (дермы). Очаги поражения кожи воспалены, красноватого цвета. Кровоизлияний нет. Иногда бывает кератозный конъюнктивит глаз (бельмо), пучеглазие, после чего рыба слепнет. На всем теле или на отдельных его частях появляются черные точки.

У некоторых рыб через 8-30 дней после появления кожных повреждений начинает постепенно увеличиваться брюшко, одновременно наблюдается ерошение чешуи.

Болезнь длится от нескольких дней до нескольких месяцев и заканчивается гибелью рыб.

- Асцит петушков. У больных рыб наблюдается постепенное увеличение брюшка, кожа растягивается и через 1-2 месяца становится совершенно прозрачной; чешуйки отделяются друг от друга. К этому времени брюшко достигает размеров небольшого лесного ореха.

Движения у такой рыбы замедленные, короткие. Она отказывается от корма, забивается в угол аквариума, чаще на дне, через некоторое время движения рыбы становятся резкими, беспорядочными. Она плавает на боку у самого дна или брюхом вверх у поверхности воды. На этой стадии смерть наступает, как правило, через сутки.

- Пучеглазие данио. Болезнь поражает рыб в период нереста в возрасте 2-3 лет. При этом брюшко рыбы увеличивается, что в период нереста кажется естественным. Цвет тела не меняется. Постепенно, в течение двух недель, глаза (иногда только один глаз) все больше и больше выпячиваются из орбит, затем выпадает один глаз, а через 1-3 дня – второй. Слепшая рыба гибнет от истощения.

- «Творожистая» болезнь карповых рыб. Поражаются только старые особи. Больная рыба может жить очень долго, причем симптомы болезни нередко отсутствуют; единственный характерный признак

– увеличение брюшка в виде шишкообразного выступа.

- Истощение пецилидовых. Больная рыба отказывается от корма, держится в углах аквариума, постепенно худеет. Спинка ее изогнута, брюшко втянуто, глаза ввалившиеся; из-под кожи и чешуйчатого покрова выступают кости скелета. Через месяц рыба погибает.

Микобактериоз определяют на основании клинических Профилактика микобактериоза

заключается в создании оптимальных условий содержания рыб, в правильном кормлении, недопущении уплотненной посадки их и в поддержании чистоты в аквариуме.

Болезнь неизлечима. При обнаружении в аквариуме больных и подозрительных по заболеванию рыб уничтожают всех рыб; воду меняют, растительность обеззараживают. Аквариум дезинфицируют

3 %-ным раствором хлорамина или осветленным раствором хлорной извести с содержанием не менее 5 % активного хлора. Дезинфицирующие растворы кислот применять не следует ввиду устойчивости к ним возбудителя болезни. Грунт, хлопчатобумажные сачки обогреватели, кормушки и другой инвентарь стерилизуют кипячением в течение 30 минут.

За каждым аквариумом закрепляют индивидуальные орудия лова и предметы ухода.

Язвенная болезнь (рис. 31). Возбудитель – водные микробы *Pseudomonas fluorescens*.

Попадают в аквариум из водоема, в котором водятся рыбы вместе с кормом, растениями и грунтом, а также с рыбами, растениями, водой и инвентарем из зараженного аквариума. У заболевшей рыбы на теле мелкие темные пятна, переходящие в язвы красного цвета. При вскрытии может наблюдаться воспаление кишечника.

Ванны лечебные:

- общий аквариум: бициллин-5, биомицин, стрептоцид белый;
- отдельный сосуд: перманганат калия, хлоргидрат. Лечение помогает в начальной стадии болезни. Аквариум, растения, грунт и инвентарь дезинфицировать.

Лепидортоз (рис. 32). Возбудитель бактерии *Aeromonas punctata* и *Pseudomonas fluorescens*.

Попадают в аквариум из водоема, где водятся рыбы, вместе с кормом, растениями и грунтом, а также с рыбами, растениями, водой и инвентарем из зараженного аквариума.

У заболевшей рыбы наблюдается ерошение чешуи. В начальной стадии чешуя приподнимается только на отдельном участке тела, затем ерошение распространяется на все тело, происходит выпадение чешуи и рыба погибает.

Подъем чешуи происходит в результате образования под ней маленького пузырька, наполненного жидкостью пустулы.

Микроскопическое исследование пустул и прилегающих к ним тканей необходимо для определения болезни.

Излечить заболевшую рыбу можно лишь в начальной стадии. Ванны лечебные: общий аквариум – бициллин-5, биомицин,

стрептоцид белый; в отдельном сосуде – хлоргидрат.

Если лечение безуспешно, то рыб уничтожают, аквариум, растения, грунт и инвентарь дезинфицируют.



Плавниковая гниль (рис. 33). Возбудитель палочкообразная бактерия из группы *Pseudomonas*.

Болезнь в большинстве случаев начинается после слишком холодного содержания рыб, а у мальков еще при редкой смене воды. Часто происходит массовая гибель молоди, взрослые рыбы погибают значительно реже.

В начале заболевания видно (только при хорошем освещении) голубовато-белое помутнение краев плавников и в редких случаях роговицы глаз. Затем начинают отпадать концы лучей плавников, края

плавников становятся растрепанными, линия распада ткани хорошо видна благодаря белой окраске. У молоди "С" отпадает полностью. И наконец, у основания разрушенных плавников образуются язвы бело-го цвета, после чего рыба гибнет.

Ванны лечебные в отдельном сосуде: малахитовый зеленый, бициллин-5, хлоргидрат.

Аквариум, инвентарь и грунт дезинфицировать. Растения обработать бицилином-5.

Лимфоцистоз, или клеточная гипертрофия (рис. 34). Характеризуется появлением узелков или плоских разрастаний серого цвета на плавниках, а также на кожном покрове рыбы.

Возбудитель – фильтрующий вирус.

Наиболее восприимчивы к заболеванию макроподы, хромисы, фундулусы, гурами и другие виды этих семейств.

На плавниках и кожном покрове рыбы появляются лимфоцисты

– сероватые узелки или плоские разрастания, образующие скопления в лимфатических щелях кожи; они могут быть обнаружены в стенках желудка, в селезенке или яичниках, а также в жаберной полости, где они прикрепляются к эпителию жабр и располагаются между жаберными лепестками.

Лимфоцисты, локализуясь только на плавниках рыб, после удаления их путем прижигания вновь на тех же плавниках не образуются.

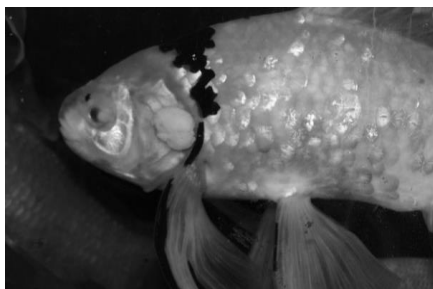


Рисунок 34 – Лимфоцистоз



Рисунок 35– Папилломы

Папилломы – разрастания сосочкового слоя кожи, ведущие к образованию сидящих на ножках опухолей на различных участках тела.

Причиной болезни служит инфекционное начало вирусного происхождения. Чаще других бывают поражены рыбы семейства лабиринтовые. В аквариумной практике случаи образования у рыб

папиллом встречаются относительно редко. Гибели рыб не наблюдается.

Признаки: по краям ротового отверстия, на плавниках и в области жаберных крышек образуются опухолевые разрастания серо-белого цвета, величиной от просыаного до чечевичного зерна.

Лечение и профилактика не разработаны. Рыб, имеющих опухолевидные разрастания, выбраковывают.

Болезни, вызываемые паразитическими грибами (микозы)

- Ихтиоспоридиоз (ихтиофоз) — одна из наиболее распространенных и опасных микозных болезней аквариумных рыб.

Возбудитель – гриб *Ichthyosporidium hoferi* из группы фико-мицетов. Паразит встречается во всех органах и тканях рыб, за исключением кожи, хрящевой и костной ткани.

Ихтиоспоридиозом болеют аквариумные рыбы всех возрастных групп. Массовая гибель рыб наблюдается редко. Споры с экскрементами рыб попадают в воду и заглатываются здоровыми рыбами. Попадая в желудочно-кишечный тракт, оболочки спор через сутки растворяются, из них выходят микроскопически малого размера дочерние паразиты, которые проникают в кровеносные сосуды и током крови занесены во все органы, где начинают расти и размножаться.

Особую опасность представляют погибшие и начавшие разлагаться рыбы. При этом в аквариуме образуется резервуар заразного начала. Беспозвоночные животные, в частности ракообразные, которыми кормят рыб, могут быть переносчиками возбудителей болезни.

Возбудитель болезни может быть распространен с вновь приобретенной рыбой, не прошедшей карантинирования, с больной рыбой, водой, грунтом и водной растительностью из аквариума, неблагополучного по ихтиоспоридиозу, с водой, грунтом, водной растительностью, живым кормом и другими водными организмами, попадающими в аквариум из естественных водоемов, а также в результате использования общих для всех аквариумов сачков, скребков, кормушек и другого рыбоводного инвентаря.

При ихтиоспоридиозе наблюдается:

- нарушение координации движений рыб при поражении нервной системы. При этом выражено скачкообразное плавание; рыбы производят шатающиеся движения всем телом; опускаются на дно и подолгу лежат, принимая боковое положение. Иногда наблюдаются судороги всего тела и дрожание плавников;

- пучеглазие и кератозный конъюнктивит при локализации возбудителя в глазном яблоке;

- шишкообразные возвышения, язвы и раны, образующиеся на отдельных участках тела в результате поражения грибом подкожной соединительной ткани;

- при развитии язв на корнях плавников (особенно на хвостовом) – полное или частичное разрушение последних. От пораженных плавников остаются одни только ости;

- нарушение обмена веществ и воспаление кишечника при поражении печени и других органов пищеварения. Рыбы отказываются от корма и крайне истощены, несмотря на разнообразное и полноценное кормление;

- дегенерация гонад, вследствие чего наступает бесплодие;

- ерошение чешуи и водянка полости тела (асцит) при поражении почек;

- открытая пасть при поражении соединительной ткани ротовой полости;
- появление у цихлид пятен черного цвета;
- потемнение и крупчатое строение радужной оболочки глаз у скалярий.

Заболевшие ихтиоспоридиозом рыбы погибают.

Клинические признаки при ихтиоспоридиозе во многом совпадают с симптомами при микобактериозе (туберкулезе) рыб, поэтому необходимо проводить патологоанатомическое, микробиологическое исследование с выделением чистой культуры гриба, посевами для исключения микобактериоза.

Профилактика состоит в том, что больных и подозрительных по заболеванию рыб уничтожают. В аквариумах создают оптимальные условия содержания и кормления рыб, недопускают уплотненных посадок, поддерживают чистоту. Вновь приобретенных рыб подвергают карантинированию в течение месяца. Водную растительность из неблагополучного по ихтиоспоридиозу аквариума обеззараживают растворами бициллина-5. Грунт, распылители, кормушки, сачки и другой рыбоводный инвентарь обеззараживают кипячением в течение 30 минут. Аквариум дезинфицируют 3 %-ным раствором хлорамина, 5 %-ным раствором кислоты или осветленным раствором хлорной извести с содержанием не менее 5 % активного хлора. За каждый аквариум закрепляют орудия лова и предметы ухода.

Дерматомикоз, или сапролегния (рис. 36). Возбудитель плесневые грибы группы сапролегния. Гриб внедряется в наружные ткани кожного покрова и жабр, иногда проникает в мышцы и внутренние органы. Грибы поселяются чаще всего на рыбе, ослабленной болезнью или при плохих условиях содержания.

На отдельных участках кожи, плавниках, жабрах рыбы вначале появляются белые тонкие нити, которые вскоре образуют ватообразный налет белого или светло-желтого цвета. Если не принять меры, то грибок поражает внутренние органы и рыба гибнет. Если грибок поселился на рыбе, пораженной другой болезнью, то нужно определить и лечить от нее. Если это результат неправильного содержания, то применяют лечебные ванны: в общем аквариуме – стрептоцид белый, бициллин-5 (дозу вносят каждые 12 ч); в отдельном сосуде – сульфат меди, перманганат калия, бициллин-5, малахитовый зеленый, формалин, хлоргидрат, соль поваренная, риванол.

Грибковое заболевание икры (биссус) (рис. 37). В аквариумной практике в нерестовых водоемах часто наблюдают гибель икры рыб в результате поселения на ней плесневых грибов родов *Saprolegnia* и *Achlya*.

На икре появляются белые нити, перпендикулярно отходящие от поверхности икринки. Это – гифы грибов. В первую очередь гифы гриба поселяются на неоплодотворенной и бедной питательными веществами (желтком) икре. Затем грибок переходит на оплодотворенную икру, предварительно отняв у нее кислород, в результате чего она погибает.

Профилактика состоит в создании в нерестилище нужного гидро-химического (особенно жесткости и pH), температурного режима, освещенности, уровня воды, не избыточного количества органических веществ.



Рисунок 36 – Дерматомикоз

Рисунок 37 – Биссус

Бранхиомикоз. Возбудители грибы *Branchiomyces sanguinis* и *demigrans*, которые локализуются в просветах кровеносных сосудов и в соединительной ткани жаберных лепестков.

Заболевшие рыбы малоподвижны, не реагируют на внешние раздражители, их легко поймать руками. Они лишаются аппетита, держатся около грунта или стоят в углах аквариума, наклонив тело вниз. На жабрах появляются серые полосы, затем начинает отмирать жаберная ткань.

При микроскопическом исследовании жаберных лепестков в них видны гифы гриба со спорами.

Болезнь развивается и протекает очень быстро, за 3-7 суток могут погибнуть 30-70 % рыб.

Рыб лечат в отдельном сосуде (ванны) раствором сульфата меди и риванолом.

В аквариуме основательно чистят грунт, производят полную замену воды свежей, включают аэрацию.

Инвазионные болезни

Болезни, вызываемые простейшими (протозойные болезни)

Болезни, вызываемые жгутиконосцами

Костиоз, или ихтиободоз (рис. 38). Возбудитель жгутиконосец ихтиободо (*Ichthyobodo necatrix*), овальной или каплевидной формы, длиной 10-12 мкм, с 2 жгутиками, с помощью которых плавает и прикрепляется к коже и жабрам рыбы.

Попадают в аквариум из водоема, где водятся рыбы вместе с кормом, растениями и грунтом, а также с рыбами, растениями, водой и инвентарем из зараженного аквариума.

Пораженная рыба сначала начинает тереться о различные предметы (камни, растения и др.), затем отказывается от корма, на теле появляются голубовато-серые пятна, переходящие в вуаль, иногда – пятна нежно-красного цвета, жабры покрываются слизью, плавники склеены, рыба производит качающиеся движения и, наконец, погибает.

Ванны лечебные: общий аквариум – трипафлавин, метиленовая синь, бициллин-5; в отдельном сосуде (предпочтительнее) – перманганат калия, соль поваренная, риванол, сульфат меди, малахитовый зеленый, хлоргидрат, формалин, бициллин-5.

При отсутствии рыб в аквариуме жгутиконосцы погибают в течение суток.

Оодиниумоз (рис. 39). Возбудитель: жгутиконосцы рода *Oodinium*. *O. pillularis* снабжен двумя жгутиками, прикрепляется к рыбе, паразитирует в коже, плавниках, жабрах и слизистой оболочке ротовой полости в течение 2-4 дней. *O. imneticum* – также снабжен двумя жгутиками. Паразитирует на коже и плавниках, где и размножается. Попадают в аквариум вместе с рыбами, растениями, водой и инвентарем из зараженного аквариума.

Заболевшие рыбы трутся о твердые предметы и растения или стоят в углах аквариума, их тело покрывается мелкими узелками золотистого или серого цвета. Отдельные участки кожи и плавников с увеличением количества паразитов приобретают серовато-бурый оттенок, плавники склеены, межлучевая ткань разрушается. При осмотре в лупу отдельные чешуйки окаймлены мелкими бугорками золотистого цвета, которые при сильном поражении сливаются в сплошной налет.

При микроскопическом исследовании соскобов с кожи и плавников видны паразиты.

Ванны лечебные:

- общий аквариум: бициллин-5, малахитовый зеленый с сульфатом меди.

- отдельный сосуд: малахитовый зеленый, сульфат меди, бициллин-5, хлоргидрат, поваренная соль из расчета 30-50 г на 1 л воды в течение 3-5 мин, все время следя за состоянием рыбы.

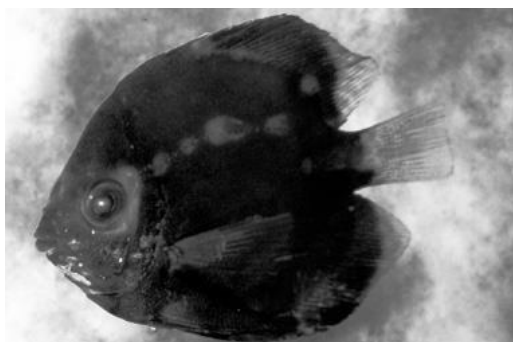


Рисунок 38 – Костиоз



Рисунок 39 – Оодиниумоз

Октомитоз (гексамитоз) (рис. 40). Возбудитель жгутиконосец *Hexamita* (*Octomitus*) *truttae* с 4 парами жгутиков. Поражает желчный пузырь и кишечник рыб.



Рисунок 40 – Октомитоз

Попадает в аквариум из водоема, где водятся лососевые рыбы вместе с кормом, растениями и грунтом, а также с рыбами, растениями, водой и инвентарем из зараженного аквариума.

Рыбы не отказываются от корма, но сильно истощены, анальное отверстие воспалено, иногда частично выпадают прямая кишка и мочевой пузырь. Обычно рыба погибает. Паразиты локализуются в кишечнике и желчном пузыре.

Лечение в отдельном сосуде эритроциклином (40-50 мг/л) с добавлением гризеофульвина или трихопола (10 мг/л) в течение 10-12 дней. Можно лечить подмешивая каломель к сухому корму в течение 4 дней (0,5 г на 250 г корма).

Жгутиконосец не выдерживает температуры 35 °С, продержав рыбу 1-2 дня в такой воде, можно избавиться от болезни. Но не все виды рыб выдерживают эту температуру.

Криптобиоз – протозойная болезнь, вызываемая жгутиконосцами, паразитирующими в крови и жаберном аппарате экзотических, промысловых и прудовых рыб.

Возбудитель – одноклеточные паразиты, относящиеся к классу жгутиконосцев, отряду *Bodonidea*, семейству *Bodonidae*, роду *Cryptobia*. Из рода *Cryptobia* – *C. cyprinif* и *C. branchialis* – являются паразитами аквариумных рыб.

Жгутиконосцы паразитируют в крови рыб, поэтому у них нет ротового отверстия и пищеварительных вакуолей. Питаются криптобии осмотически.

Восприимчивы к криптобиозу рыб рода караси (золотая рыбка, шубункин, вуалехвост, телескоп, львиноголовка и другие их разновидности). Взрослые рыбы болеют реже, являясь носителями криптобии, а у молоди болезнь часто протекает в острой форме, вызывая массовую гибель.

Больные рыбы становятся вялыми, держатся у поверхности воды, жадно заглатывая воздух, от

называются от корма.

При криптобхозе, вызываемом *C. surpini*, жабы у рыб анемичные (бледные). На теле иногда образуются мелкие, диаметром 0,3-0,5 см, пузыри, заполненные прозрачным с розовым оттенком экссудатом.

C. branchialis вызывает ненормально яркое окрашивание жаберных лепестков. Тело рыбы приобретает серый или матовый цвет, что объясняется защитной реакцией организма и избыточным слизевыделением, затем оно темнеет. На этой стадии болезни рыба погибает.

Болезни, вызываемые споровиками

Плстифороз (неоновая болезнь) (рис. 41). Возбудитель гриб *Plistiphora hyphessobryconis*. Поселяется в мускулатуре рыбы. Особенно подвержены заболеванию неоны, хеммиграммусы и брахидактилы. Попадает в аквариум с рыбами, растениями, водой, грунтом, моллюсками и инвентарем из зараженного аквариума.

У неонов сначала светящаяся полоса на отдельных участках тела теряет окраску, затем становится бледной. У других рыб тускнеет окраска. Стайные рыбы держатся по одиночке. Рыбы перестают

корм, худеют, держатся вниз хвостом под углом до 60°, совершают скачкообразные движения, позвоночный столб искривлен, иногда разрушаются плавники. Заболевшие рыбы погибают.

В пораженном болезнью аквариуме рыб и растения уничтожают, аквариум, грунт и инвентарь дезинфицируют.



Рисунок 41 – Плстифороз



Рисунок 42 – Глюгеоз

Глюгеоз (рис. 42). Инвазионная болезнь. Возбудитель – споровики из рода *Glugea*. Споры образуют цисты в виде узелков молочно-белого цвета, поселяются в тканях, внутренних органах, жабрах и роговице глаза.

Заболевшая рыба плавает на боку, на различных участках тела видны шишковидные выступы, бывают беловатые, а иногда кровавистые вскрывающиеся пятна и опухоли, наблюдается одно- или двустороннее пучеглазие.

Рыб и растения уничтожают, аквариум, грунт, принадлежности и инвентарь дезинфицируют.

Узелковая болезнь – это инвазионное заболевание. Возбудитель – споровики нескольких видов.

Молодые особи более восприимчивы к данной инвазии. Одним из факторов, способствующих возникновению заболевания, является содержание теплолюбивых видов рыб в воде с пониженной температурой.

На жабрах и коже рыб образуются яйцевидные, шаровидные, полушаровидные узелки фарфорово-белого или желтоватого цвета, размером от макового зерна до булавочной головки. В случае поражения жаберного аппарата и нарушения в связи с этим газообмена в организме у рыб появляются признаки асфиксии.

Лечение узелковой болезни не разработано.

Профилактика состоит поддерживать постоянный температурный режим; не допускать содержания

теплолюбивых рыб в воде низкой температуры.

Контрольные Вопросы:

- 1.Какие инвазионные болезни рыб вы знаете.
- 2.Перечислите болезни рыб, вызываемые гельминтами.
- 3.Опишите симптомы заболевания Лерниозом.
4. Перечислите вирусные болезни амфибий и рептилий.
- 5.Какие факторы среды вызывают пневмонию?
- 6.Какие признаки указывают на места локализации гельминтов?

Задание 1.

Установите соответствие:

Стоматит	Переохлаждение
Пневмония	Воспаление слизистой
Ринит и ринопатии	Гнойное воспаление кожи
Пиодермия	Заболевание слизистой

Задание 2.

Заполните таблицу. Опишите сходство и отличие в заболеваниях у рыб.

Наименование заболевания рыб	Основные признаки заболевания.	Сходство протекания болезни	Различие протекания болезни.
Ринит и ринопатии			
Пневмония			

Задание 3.

Установите соответствие:

Незаразные болезни	Хилодонеллез,Триходиоз,Ихтиофтириоз.
Заразные болезни	Дактилогироз, Гиродактилез, Диплостоматоз.
Болезни, вызываемые инфузориями	Микобактериоз, Лепидороз, Плавниковая гниль.
Болезни, вызываемые гельминтами	Асфиксия, Газовая эмболия, Ацидоз.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Тема 1 Формирование среды аквариума	5

Тема 2 Болезни рыб	20
СОДЕРЖАНИЕ	43

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Д.А. Ранделин
А.И. Новокщенова
В.Н. Агапова
Ю.В. Кравченко

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по изучению дисциплины

«Декоративное рыбоводство»

для обучающихся по направлению подготовки
35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура»
(программа подготовки – прикладной бакалавриат)

Часть 1

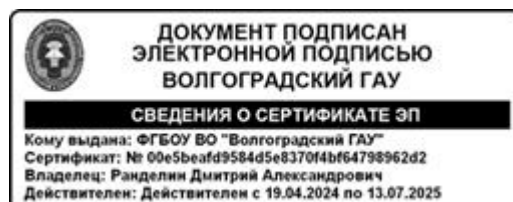
Компьютерная верстка Развозжаевой М. В.
Подписано в печать 15.02.2021. Формат 60х84/16.
Усл. печ. л. 1,63. Тираж 100. Заказ 55.
ИПК ФГБОУ ВО «Волгоградский ГАУ» «Нива»
400002, Волгоград, пр-т Университетский, 26

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И
РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФАКУЛЬТЕТ БИОТЕХНОЛОГИИ И ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ

КАФЕДРА «ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ И АКВАКУЛЬТУРА»

А.И. НОВОКЩЕНОВА
Д.А. РАНДЕЛИН
В.Н. АГАПОВА
Ю.В. КРАВЧЕНКО



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для проведения лабораторных работ по дисциплине
«Декоративное рыбоводство»
для обучающихся по направлению 35.03.08 - Водные биоресурсы и
аквакультура

Часть 2

Волгоград

2023 г.

413

УДК 639.2.04
ББК 47.2

Рецензент –

Советник Волгоградского отделения ФГБНУ «ВНИРО»

Ю.Б.Долидзе; кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
кафедры «Кормление и разведение с.-х. животных» *Е.А. Липова*

Д.А. Ранделин,

Декоративное рыбоводство: учебно-методическое пособие к лабораторным занятиям / Д.А. Ранделин, А.И. Новокщенова, В.Н. Агапова, Ю.В. Кравченко. – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2023.

Методические указания являются руководством по изучению дисциплины «Декоративное рыбоводство».

Рекомендованы обучающимся по направлению подготовки 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура»

Рекомендовано методической комиссией факультета биотехнологии и ветеринарной медицины ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (протокол № _____ 2022г.)

УДК 575
ББК 28.4

© ФГБОУ ВО Волгоградский государственный аграрный
университет, 2023

© А.И. Новокщенова, Д.А. Ранделин, В.Н. Агапова, Ю.В.
Кравченко.

ТЕМА 1 ДЕКОРАТИВНЫЕ РЫБЫ

Цель занятия. Ознакомиться с основными представителями семейств: Цихловые, Лабиринтовые, Харациновые, Карповые, Пецилиевые, Панцирные сомы, Кольчужные сомы.

Материалы и оборудование. Фиксированные и живые декоративные рыбы, атласы декоративных рыб.

Содержание занятия Условные обозначения:

dH – постоянная жесткость, dKH – временная жесткость, А – анальный плавник, С – хвостовой плавник, D – спинной плавник, Р – грудной плавник, V – брюшной плавник, 11 – число чешуи в продольной боковой линии.

Семейство Цихловые Род Скалярии - *Pterophyllum*

Скалярия Дюмервиля, или острорылая, или горбатая (рис. 8). Длина до 10 см. Самец крупнее, лобастее и с более развитыми плавниками. Самка более полная и окраска бледная по окраске. Перед нерестом окраска рыб становится контрастнее, у самца появляется заостренный семяпровод, у самки – грушевидный яйцеклад. Мирные. Корм – живой (80 %), растительный (20 %). Для рыб необходим аквариум объемом около 100 л, высокий, с укрытиями из коряг, местами плотно засаженный растениями, со свободным местом для плавания. Температура воды 22-27 °С; dH до 20°; pH 6,5-7,5. Желательны аэрация и фильтрация. Половозрелость наступает в возрасте 10-12 мес.



Рисунок 8 – Скалярия Дюмервиля



Рисунок 9 – Скалярия обыкновенная

Скалярия обыкновенная (рис. 9). Длина до 20 см, обычно до 15 см, высота до 26 см. Окраска рыбок серебристая, спина золотисто-желтая или золотисто-коричневая, по серебристо-серой чешуе с обеих сторон проходят поперечные черные полосы (от 4 до 7) различной ширины и длины. Спинной и анальный плавники очень высокие, концы грудных плавников нитевидно вытянуты. Все плавники прозрачные, с различными оттенками. Половой диморфизм не выражен. У старых самцов на голове

имеется небольшой жировой бугорок. Пугливы. Мирные. Корм – живой, дополнительно сухой. Аквариум объемом не менее 40 л, но лучше 80-100 л и более. Он должен быть высоким, засаженным широколистными растениями. Температура воды 24-26 °С. dH до 15°; pH 6,4-7,5. Желательны фильтрация и аэрация воды.

Существует около 12 цветовых форм скалярий: мраморная, дымчатая, золотая, двуцветная, получерная, черная (встречается реже остальных), альбиносная (с красными глазами) и др. Имеются формы как с простыми, так и с удлинёнными плавниками.

Род Дискусы

Дискус коричневый, или желтый. Длиной до 20 см. Имеется несколько вариантов окраски:

- основной фон коричневый, верхняя часть D, нижняя часть A, P, лоб и жаберные крышки исчерчены голубовато-зелеными зигзагообразными линиями, на теле 6-7 вертикальных нерельефных темных полос;
- основной фон желто-оранжевый, на лбу, жаберных крышках, верхней части спины, A и P голубовато-зеленые полосы, поперечных полос темно-коричневого цвета от 7 до 9;
- основной фон серо-желтый, на D, A, P, лбу и жаберных крышках голубовато-зеленые черточки, вертикальных полос 8-9.

Половой диморфизм выражен слабо. Самцы крупнее самок, линия лба у них круче, плавники развитее, свободные задние края A и D острее. В период размножения спермиепровод самца приобретает заостренную шиловидную форму, а яйцеклад самки – кеглеобразную или грушевидную. Мирные, но лучше их содержать отдельно. Аквариум объемом не менее 100 л. Температура воды 24-30 °C; dH до 15° (лучше до 10°); pH 5,8-7,5. Необходимы фильтрация, аэрация и регулярная подмена воды. Воду желательно слегка торфовать. Половозрелости достигают в возрасте 15-18 мес.

Дискус красный, или дискус настоящий, или дискус простой, или помпадур (рис. 10). Длина до 20 см, обычно до 15 см. Основной фон тела и головы может быть от красно-коричневого или бордового до серебристо-бежевого. На него накладываются продольные и зигзагообразные яркие голубые полосы. Поперечных темных полос 9, но 6 из них могут быть выражены слабо. Характерным признаком является наличие обычно 3 ярко выраженных поперечных темно-синих полос: посредине тела, у основания хвостового стебля и на голове (проходит через глаз). Имеется также альбиносная форма с красными глазами - основной цвет светло-оранжевый с вкраплениями голубовато-красных точек на плавниках. Иногда у самца V свисают вниз и загибаются назад в виде серпа или полумесяца, а у самки их концы делают большой изгиб вниз, образуя форму латинской буквы S, задние края D и A у самок округлее. Окраска самок менее яркая, в ней больше желтоватых тонов. В период размножения у рыб хорошо виден анальный бугорок. У самки он имеет форму кегли, а у самца – конуса. Мирные, но лучше их содержать отдельно. Корм – живой, дополнительно мясной; он должен быть свежим и разнообразным – мотыль, дафния, коретра, хорошо отмытый и выдержанный не менее 6 сут. трубочник, желательно иногда замачивать его в витамине E, дополнительно свежее или свежемороженое нежирное говяжье мясо (в том числе сердце), энхитреус (1-2 раза в неделю). Рыбы очень прихотливы к условиям среды и плохо переносят наличие в воде органических веществ. Аквариум объемом не менее 100 л на пару. Температура 24-30 °C; dH 2- 12°; pH 5,5-7,2. Необходимы фильтрация (фильтр с торфяным наполнителем), аэрация и еженедельная подмена $\frac{1}{3}$ - $\frac{1}{2}$ объема воды, а лучше $\frac{1}{10}$ объема ежедневно водой с такими же

характеристиками. Аквариум с негусто посаженными криптокоринами, эхинодорусами и др.

Дискус зеленый (рис. 11). Длина до 15 см. Имеется несколько вариантов окраски:

- основной фон бордовый, А зеленый с зигзагообразными зелено-голубыми линиями, на теле 9 темных поперечных полос;
- основной цвет кобальтово-голубой, на жаберных крышках вишневый узор, глаза красные;
- основной фон оранжевый, А зеленый, тело и плавники в изумрудных линиях и вишнево-красных точках, темных полос 8...9;
- основной фон серебристый с зеленоватым отливом, на голове и плавниках мелкие красные точки, глаза красные.

Мирные рыбы, но лучше их держать отдельно. Содержание, кормление аналогичны дискусам коричневым и красным.

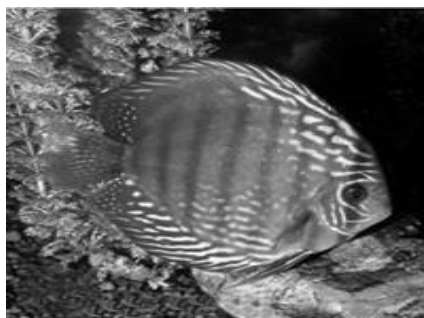


Рисунок 10 – Дискус красный

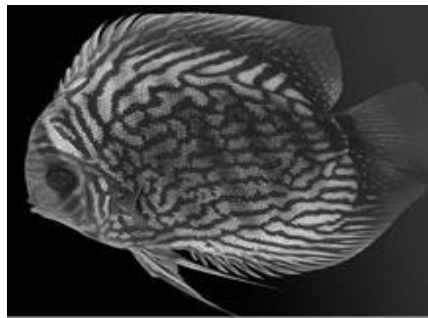


Рисунок 11 – Дискус зеленый

Дискус голубой. Длина до 20 см, чаще до 12 см. Имеется несколько вариантов окраски:

- основной цвет коричневый, третья часть туловища сверху и снизу покрыта голубыми штрихами, по телу проходят 7-9 поперечных темных полос;
- основной цвет красно-коричневый, тело и плавники покрыты искрящимися голубыми полосами, на теле 8-9 неярких поперечных темных полос – так называемая королевская форма, или дискус голубой королевский. Различия полов, условия содержания, кормления и разведения аналогичны дискусу коричневому и красному. Химический состав воды и корм влияют на появление в окраске красного и зеленого цветов. Наиболее яркими бывают рыбы, полученные от хорошо окрашенных родителей, выращенные в воде, содержащей железо не менее 1 мг/л, и питающиеся разнообразным животным кормом. Плохо влияет на окраску дистиллированная вода.

Семейство Лабиринтовые (Ползуновые, Анабасовые) Род Гурами

Гурами жемчужный (рис. 12) Самец длиной до 12 см, самка несколько мельче. Спина желто-коричневая, в падающем свете с сильным фиолетово-перламутровым блеском, бок и непарные плавники голубоватые, с многочисленными округлыми, беловатыми до желтоватых отливающими

перламутром пятнами. По середине тела от рыла до основания С проходит темная неровная продольная полоса. Горло, грудь и передняя часть А у самца во время возбуждения оранжево-красноватые.

Мирные и довольно пугливые. Корм-живой, сухой, дополнительно растительный (водоросли). Аквариум длиной не менее 50 см, с темным грунтом, плотно засаженный растениями, включая мелколистными и плавающими, с корягами в качестве укрытий и со свободным пространством для плавания. Температура воды 23-27 °С; dН до 12°; рН 6,0-7,0. Рыбы этого вида требуют более чистую воду, чем другие представители семейства, и любят солнечное освещение.



Рисунок 12 – Гурами жемчужный



Рисунок 13 – Гурами лунный

Гурами лунный (рис. 13). Длина в аквариумах до 12 см. Самка мельче самца на 1-2 см. Тело голубовато-серебристое, грудь при возбуждении красновато-желтая. Нити V у самца оранжевые, у самки желтые. У самца передняя кромка А с оранжевым оттенком, отсутствующим у самки, а нитевидные V оранжево-красные, у самки они желто-оранжевые. У самца D длиннее и острее. Мирные и довольно пугливые.

Корм-живой, сухой, растительный. Аквариум длиной не менее 50 см, с темным грунтом, местами засаженным мелколистными плавающими растениями, с корягами, свободным пространством для плавания. Температура воды 23-26 °С; dН до 20°; рН 6,8-7,0.

Род Макроподы

Макропод обыкновенный (рис. 14). Самец длиной до 12 см, самка до 8 см. Тело вытянуто в длину, немного высокое, уплощено с боков, гибкое. Основная окраска самца серо-зеленая до серого или коричневого цвета. По бокам серовато-зеленого тела макроподов видны поперечные красноватые и зеленые полосы. На жаберной крышке пятно от черного до темно-коричневого цвета с оранжевой до красной окантовкой. У самца D, А и С удлинены; окраска ярче, чем у самки. D и А большей частью синеватые, но встречаются красного и даже черного цвета. С красный. Самка окрашена светлее, только красные поперечные полосы.

Драчливые. В одном аквариуме можно содержать только особей, выращиваемых с раннего возраста совместно с другими рыбами, особенно крупными (гурами), или с мелкими, но быстро плавающими (данио, кардинал). С вуалевыми формами их содержать нельзя. Корм – живой, мороженный, сухой. Неприхотливы к качеству воды. Пара некрупных рыб может существовать даже

в 3-литровой банке. Часто выпрыгивают из воды, поэтому аквариум должен быть накрыт.

Температура воды 20-24 °С. Половозрелость наступает в 5-7 мес.

Имеется альбиносная форма – с желто-розоватым телом, поперечными красными полосами, красными глазами и плавниками, а также голубой вариант и у основной, и у альбиносной форм и черно-зеленая разновидность.

Макропод черный (рис. 15). Тело серо-коричневое до красновато-серого с сетчатым рисунком, образованным черной каймой чешуи. Непарные плавники желтоватые с темными лучами и пятнами. Д с бело-голубой каймой. В период нереста самец становится почти черного цвета, у самки появляются неправильной формы коричневые поперечные полосы. Самец длиной до 12 см, самка до 8 см. У самца Д, А и С длиннее, чем у самки. Условия содержания и кормления аналогичны с основной формой, но аквариумы для содержания и разведения требуются более просторные, температура воды 20-25 °С.



Рисунок 14 – Макропод обыкновенный

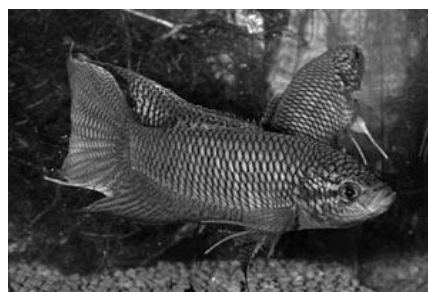


Рисунок 15 – Макропод черный

Род Бетты

Петушок (рис. 16). Длина до 5-6 см. Окраска дикой формы обычно темно-коричневая с рядами блестящих зеленых пятнышек. Самец с крупными плавниками красно-коричневого цвета с лучами блестящей зеленой или голубой окраски. Самка с короткими плавниками, на теле, кроме периода нереста, часто видны темные поперечные полосы.

В результате селекции выведены формы петушков с различной окраской (синяя, зеленая, красная и др.) и вуалевыми плавниками. Самец окрашен значительно ярче. Д, А и С у него крупнее.

Можно содержать в общем аквариуме с мирными рыбами средних размеров и с мелкими подвижными видами, особенно если петушки выращивались совместно с ними. Не следует содержать петушков с вуалевыми формами рыб, в частности с самцами гуппи, у которых они обкусывают плавники. Корм – живой (ограничивать дачу трубочника и энхитрей), можно изредка давать мороженный, дополнительно сухой, комбикорм (в т.ч. овсяные хлопья).

Аквариум для содержания взрослых рыб может быть небольшим. Чтобы самцы не дрались и не рвали друг другу плавники, он должен быть удлиненной формы и разделен прозрачными перегородками, так как, если самцы видят одного другого, они выглядят эффектнее. Температура воды 22-30 °С, однако, рыбы

хорошо переносят кратковременное снижение до 18 °С. dН 2-12°; рН 6,0-7,5. Половозрелыми становятся в 3-4 мес. при хороших условиях содержания и кормления, при нарушениях этих условий – в 4-6 мес.

Петушкам свойственна протогиния, то есть сначала молодые рыбы развиваются как самки, а затем часть рыб под влиянием внутренних и внешних факторов превращается в самцов.

В результате селекции был выведен петушок вуалевый, или рыбка бойцовая вуалевая. От основной формы она отличается удлиненными плавниками и более яркой и разнообразной окраской. Несколько более теплолюбива, чем исходная форма.

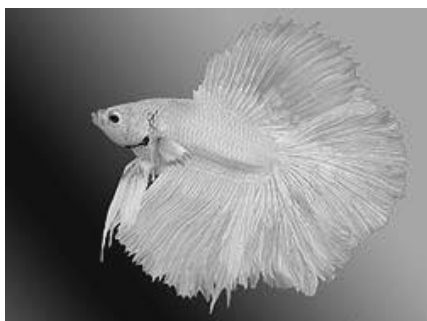


Рисунок 16 – Петушок

Существует много вариантов петушков, отличающихся окраской (красные, зеленые, голубые, желтые и др., имеется и альбиносная форма) и размерами плавников. При длительном разведении «в себе» могут ухудшаться окраска и вуаль, поэтому периодически нужно «обновлять кровь», либо проводить межвариететные скрещивания (учитывая доминантность или рецессивность окраски) с последующим поглотительным скрещиванием межвариететных гибридов с чистовариететными особями.

Эффективность окраски петушков в значительной степени зависит от условий среды, в частности от температуры и особенно от эмоционального состояния рыб. Если самцы видят друг друга через прозрачные стенки перегородок или себя в зеркале, то они принимают угрожающие позы: расправляют плавники, оттопыривают жаберные крышки и как бы «наливаются краской». В аквариумах, где содержатся вуалевые самцы, не должно быть острых и шероховатых предметов, а также жестколистных растений, о которые

рыбы могут поранить плавники.

Семейство Харациновые Род Копеллы

Копелла Арнольда (рис. 17). В аквариумах самец достигает длины 6 см, самка – 5 см. Тело вытянуто в длину, с боков немного уплощено, профили спины и брюха почти прямые. Рот верхний. D высокий, отнесен назад. Верхняя лопасть С удлинена. Спина желто-коричневая, бок красно-коричневый с зеленоватым до желтовато-зеленого цвета отливом. Через глаза вокруг рыла идет черная полоса. Темная окантовка чешуи образует на теле продольную полосу. Жаберная крышка с зелено-золотистыми пятнами. У основания D белое, а над ним черное пятно. У взрослого самца окраска ярче, верхняя лопастью С удлинена. Лопастей С с кроваво-красными концами. Мирные. Самцы часто конфликтуют друг с другом.

Корм – живой (кроме обычных, желательно давать мух), сухой. Аквариум длиной не менее 40 см, с темным грунтом, с участком, густо засаженным растениями, с достаточной площадью открытой поверхности. Температура воды 21-25 °С, dH до 20° (лучше мягкая вода, так как при длительном содержании в жесткой воде окраска рыб становится блеклой, на жабрах появляются наросты); pH от 5,5-7,0. Освещение рассеянное. Рыбы выпрыгивают из воды, поэтому аквариум должен быть накрыт.



Рисунок 17 – Копелла Арнольда



Рисунок 18 – Тернеция

Род Гимнокоримбусы

Тернеция (рис. 18). Самец длиной до 3 см, самка до 4 см. Тело умеренно вытянуто в длину, довольно высокое, яйцевидной формы, с боков сильно уплощено, боковая линия полная. Имеется жировой плавник. С двухлопастной. Спина оливково-зеленая, бок серебристый с желтоватым до голубоватого цвета блеском. В передней части тела три черные поперечные полосы (через глаз, за жаберной крышкой и от начала D), которые с возрастом становятся серыми. Самец может сохранять черную окраску, С с беловатым кончиком. Самка крупнее.

Выведена вуалевая форма с удлиненными плавниками.

Мирные. Корм – живой, сухой. Аквариум длиной не менее 30 см, местами плотно засаженный растениями, с укрытиями. Температура 22-26 °С; dH до 17°; pH 6,8-7,0; вода слегка торфованная. Примерно $\frac{1}{5}$ ее объема нужно заменять каждые 7-15 сут. Половозрелыми становятся в 8-10 мес.

Род Хемиграммусы

Тетрагоноптерус (тетра-плотвичка) (рис. 19). Длина в аквариумах до 6-

7 см. Спина оливково-зеленая, бок серебристый с желтоватым до голубовато-зеленого отливом, брюхо серебристое. На конце хвостового стебля черное ромбовидное пятно, переходящее на С. Плавники, кроме Р, желтовато-красные. Самец мельче, стройнее и интенсивнее окрашен, D и A у него несколько длиннее и острее. Имеется альбиносная форма розовато-золотистого цвета с красными глазами.

Мирные, иногда задиристые: могут гонять других рыб, а у малоподвижных обкусывать плавники. Альбиносы ведут себя значительно спокойнее по отношению к другим рыбам, хотя самцы дерутся между собой, не причиняя, впрочем, один другому вреда. Корм – живой, сухой, растительный (салат, шпинат, капустный лист и др.). Стайные. Могут повреждать растения, объедая нежные молодые побеги. Не трогают яванский мох, папоротники, больбитис, микрозориум. Альбиносы по отношению к растениям более лояльны. Аквариум должен быть длиной не менее 40 см, засаженный жестколиственными растениями, со свободным местом для плавания. Температура воды 18-24 °С, для альбиносов – на 3-4 °С выше. Желательна нейтральная реакция воды; аэрация воды, особенно для альбиносов, так как рыбы чувствительны. Половозрелости достигают в возрасте около 6 мес.



Рисунок 19 – Тетра-плотвичка



Рисунок 20 – Тетра огненная

Эритрозонус (тетра огненная, грацилис, тетра-светлячок) (рис. 20). Самки достигают длины 5 см, самцы – 3,5-4 см. Основная окраска тела от серо-зеленой до охряно-желтой. Начинаясь над глазом, через все тело идет ярко-красная продольная полоса. Плавники от бесцветного до нежно-розового цвета, первые лучи красные, кончики A, D и V белые. У самца кончики плавников более интенсивного белого цвета, Самцы стройнее, самки значительно полнее.

Мирные, стайные. Корм – живой, сухой, дополнительно растительный (салат и др.). Аквариум длиной 30-50 см, засаженный растениями, со свободным местом для плавания. При темном грунте окраска рыб ярче. Температура 23-25 °С; dH 5-10°; pH около 7,0. Воду желательно торфовать. Освещение не слишком яркое. Половозрелыми становятся в возрасте около 6 мес.

Костело (неон зеленый) (рис. 21). Достигают длины 4-5 см. Верхняя часть тела от желто- до оливково-зеленого цвета, нижняя – серебристо-зеленоватого. От жаберной крышки вдоль тела идет блестящая зеленая или коричневая полоса, которая оканчивается на корне хвоста крестовидным рисунком, лежащим на золотисто-красном блестящем пятне. Плавники

бесцветные. Самка полнее и крупнее самца.

Мирные. Корм – живой, сухой. Стайные рыбы, предпочитающие средние и верхние слои воды. Аквариум длиной не менее 30 см, плотно засаженный растениями, со свободным пространством для плавания, желательно с темным грунтом и хорошим освещением. Температура воды 20-24 °С; dН до 12°; рН 6,0-7,0. Воду нужно регулярно подменивать, но небольшими порциями.



Рисунок 21 – Неон зеленый



Рисунок 22 – Фонарик

Фонарик (рис. 22). Длина 4,5-6 см. Тело довольно высокое. Основная окраска от нежно-коричневого до желто-зеленого цвета, более темная на спине. По середине тела, начинаясь под D и оканчиваясь у С, проходит неясная темная продольная полоса. За жаберной крышкой черное пятно в золотистом окаймлении. Верхняя половина радужной оболочки глаза красная. Плавники бесцветные, D, А и V с бело-голубыми кончиками. Самец стройнее и мельче самки, у него при просматривании в проходящем свете хорошо различим весь плавательный пузырь, а у самки – лишь часть его. Перед нерестом у самца на А появляется мелочно-белая полоска.

Мирные стайные рыбы. Корм – живой, сухой, дополнительно растительный (салат и др.). Продолжительность жизни до 6 лет. Аквариум длиной не менее 30 см, с грунтом из темного песка, плотно засаженный растениями, но со свободным местом для плавания. Температура воды 22-25 °С; dН до 20°; рН 6,0-7,0. Вода старая. Рекомендуются регулярно подменивать $\frac{1}{5}$ - $\frac{1}{4}$ объема, но небольшими дозами. Половозрелыми становятся в возрасте 6-10 мес., самки раньше, самцы позже.

Род Хифессобриконы

Каллистус, тетра кровавая (рис. 23). Достигают длины 4 см. Тело вытянуто в длину, умеренно высокое, с боков уплощено. Спина оливково-коричневая, бок коричневатого-красного, брюхо светло-красное. Сзади жаберной крышки черное пятно в форме запятой. D с крупным черным пятном и белым кончиком. Остальные плавники, за исключением жирового, красные. А с черной каймой, расширяющейся к задней части. Самец в период нереста приобретает кроваво-красную окраску, у самки полнеет брюхо. Самка плотнее, крупнее, ее красная окраска менее интенсивна, темная кромка на А уже, чем у самца.

Мирные, но могут откусывать плавники у малоподвижных рыб. Корм – живой, сухой, дополнительно растительный (салат и др.). На D имеется темный рисунок, за жаберной крышкой у большинства находится плечевое пятно.

Аквариум длиной не менее 30 см, с темным грунтом, хорошо засаженный растениями и со свободным пространством для плавания. Температура 22-25 °С; dH до 14°; pH 6,2-7,0. Вода должна быть старая и торфованная.



Рисунок 23 – Тетра кровавая



Рисунок 24 – Тетра пламенная

Тетра фон Рио (тетра пламенная) (рис. 24). Длиной до 4,5 см. Тело умеренно высокое, уплощено с боков. Спина серо-зеленая, бок блестящего латунного цвета, который переходит в красный на задней части тела, брюхо беловатое. За жаберной крышкой расположены друг за другом 2 вытянутых в вертикальном направлении темных пятна. Непарные плавники красные. Окраска у самцов и самок одинаковая, но у самца она интенсивнее. Самцы мельче, стройнее, по нижнему краю А у него тянется яркая черная окантовка (у самки она отсутствует или слабо выражена), V – кроваво-красные.

Мирные стайные рыбы. Корм – живой, сухой, дополнительно растительный (салат, овсяные хлопья и др.). Аквариум длиной не менее 30 см, хорошо засаженный растениями, со свободным местом для плавания. Температура воды 20-25 °С; dH до 20°; pH 6,8-7,0.

Грими (тетра зеркальная) (рис. 25). Достигают длины 3,5-4 см. Тело умеренно высокое, с боков уплощено. Основная окраска тела коричневая, при возбуждении темно-красная. За жаберной крышкой на золотистом фоне при ярком освещении отливающие голубизной расположены друг за другом 2 вытянутых в вертикальном направлении темных пятна, причем переднее выражено слабее. Самец немного мельче и интенсивнее окрашен, чем самка. По наружному краю А у него проходит яркая серебристо-белая полоска, у самки белый лишь кончик плавника.

Мирные стайные, но бывают и агрессивны. Корм – живой, сухой, дополнительно растительный (салат и др.). Условия содержания и разведения схожие с тетра фон Рио. Окраска ярко-красная. Имеется 2 плечевых пятна, в виде запятой, которые находятся в желтой зоне. Аквариум длиной не менее 30 см, плотно засаженный растениями, со свободным местом для плавания. Температура 20-25 °С; dH до 20°; pH 6,5-7,0. При темном грунте окраска рыб ярче.



Рисунок 25 – Тетра зеркальная



Рисунок 26 – Неон черный

Хифессобрикон Аксельрода (неон черный) (рис. 26). Длина самца 3,5 см, самки до 4 см. Тело вытянуто в длину, невысокое, уплощено с боков. Основная окраска тела оливково-зеленая. От жаберной крышки до С идут две продольные полосы: верхняя, более узкая – серебристая, отливающая голубым или желтовато-золотистым цветом, нижняя – широкая, черная. Верхняя половина радужной оболочки глаза блестящая, красная. Непарные плавники желтоватые до бесцветных. Самка крупнее и полнее самца. Самец стройнее, с голубовато-белесыми окончаниями плавников.

Мирные стайные. Корм – живой, сухой, дополнительно растительный (салат и др.). Условия содержания и разведения схожи с представителями рода *Hyphessobrycon*. Аквариум длиной не менее 30 см, с темным грунтом, плотно засаженный растениями, со свободным местом для плавания. Температура воды 22-24 °С; dH до 15°; pH около 6,5. Вода может быть старая, но ее периодически порциями нужно подменивать.

Пульхрипиннис (тетра лимонная) (рис. 27). Длина до 4,5 см. Тело яйцевидной формы, уплощено с боков. Первые лучи А удлинены. Основная окраска тела серо-желтая с серебристым блеском, при хорошем состоянии – насыщенного лимонно-желтого цвета. Верхняя часть радужной оболочки глаза кроваво-красная. Плавники желто-зеленые, прозрачные. Самец стройнее и ярче окрашен. Верхняя часть D черная, кончик лимонно-желтый, А в передней части желтый. У самца по краю А проходит широкая черная кайма, у самки идет тонкая черная полоска и часто лишь до половины.

Мирная стайная рыба. Корм – живой, сухой, дополнительно растительный (салат и др.). Содержать лучше стайно. Аквариум длиной не менее 35 см, с темным грунтом, хорошо засаженный растениями, со свободным местом. Освещение переднее верхнее. Температура воды 23-25 °С; dH до 10°; pH 6,5. Вода может быть старая, слегка торфованная. Любят чистую воду. Половозрелыми становятся в возрасте около года.



Рисунок 27 – Тетра лимонная



Рисунок 28 – Тетра королевская

Род Нематобриконы

Тетра королевская (императорская, пальмери) (рис. 28). Длина самца до 5,5 см, 4,0-4,5 см. Тело вытянуто в длину, с боков слабо уплощено, профиль спины выгнут сильнее чем брюха. С двухлопастной. Спина оливково-коричневая. На боку две широкие блестящие полосы, верхняя светло-зеленого до зелено-голубого цвета, нижняя темно-коричневая до черного цвета переходит на средние лучи С. Брюхо желтовато-белое. Радужная оболочка глаза зелено-голубая. Плавники от желтоватого до зеленоватого цвета. Д и С на внешнем крае коричнево-красные. А со светлой желто-зеленой каймой, под которой идет узкая темно-фиолетовая полоса. У самца Д удлинен, средние лучи С вытянуты в виде косицы, А желтое и темная оторочка по его краю выражена ярче, чем у самки.

Мирные стайные. Корм – живой, сухой, концентрированный (овсяные хлопья). Часто держатся под углом 45° головой вниз. Самцы могут демонстрируют друг другу угрожающие позы, но обходится без серьезных стычек, особенно в крупном аквариуме. Доминирующий самец часто занимает определенное пространство, куда допускает только самок, особенно готовых к нересту. Если он очень агрессивен, рекомендуется на время его отсадить. Аквариум длиной не менее 40 см, с грунтом из темного песка, плотно засаженный растениями, со свободным пространством для плавания. На поверхности должны быть плавающие растения. Температура 23-30 °С; dH до 12°; pH 6,0- 7,5. Вода старая, торфованная. Половозрелость наступает в 5 мес.

Род Парахеиродоны

Неон красный (рис. 29) – в аквариумах достигают длины 5,5 см, обычно до 4 см. Спина серо-фиолетовая. От глаза до жирового плавника идет блестящая зеленого или голубого цвета полоса, под которой тело, за исключением горла и беловато-желтого края брюха, окрашено в красный. Зрелая самка заметно полнее. У самца кромка А выпуклая, а у самки вогнутая.

Мирные стайные. Корм – живой (охотнее едят куколок комаров, циклопа, мелкую дафнию, коретру, хуже – мотыля, трубочника), дополнительно сухой. Кормить лучше вечером. Нерестятся в естественных условиях в ночное время на протяжении 8-12 сут. Размножение происходит при очень низком содержании Ca++ Mg++, pH 5,0-5,8. Длина аквариума длиной 40-50 см, с темным грунтом и сильно затененными участками, густо засаженными таиландским папоротником, мириофиллумом, эхиндорусами и другими растениями, способными расти в мягкой и кислой воде. Температура 21-26 °С; dH до 5°; pH 6,0- 6,5. 1-2 раза в месяц 1/3 объема воды нужно подменивать небольшими порциями. Половозрелости достигают в 8-10 мес.



Рисунок 29 – Неон красный



Рисунок 30 – Неон голубой

Неон обыкновенный, или голубой (рис. 30). Самки достигают длины 3,0-3,5 см, самцы – 2,5-3,0 см. Спина оливково-зеленого цвета. По телу проходит широкая продольная зелено-голубая до голубого цвета полоса. Самка полнее. У самца на D красноватый оттенок, неоновая линия прямее.

Мирные стайные. Корм – живой, сухой, крупяной (рекомендуется ошпаренная кипятком манная крупа), дополнительно растительный, хлеб. Корм должен быть мелким. Аквариум нужен длиной не меньше 30 см, с темным грунтом, плотной растительностью, со свободным местом для плавания. Температура 19-23 °С; dH до 20°; pH 5,0-7,8. Вода может быть старая, торфованная, 1-2 раза в месяц 1/10-1/5 подменивать. Освещение должно быть умеренное, с тенями. Половозрелость наступает в возрасте 5-7 мес.

Род Микралестесы

Конго обыкновенный (рис. 31). Длина самца до 10 см, самки 6 см. Тело удлинённой яйцевидной формы, уплощено с боков. Боковая линия неполная. Имеется жировой плавник. D высокий, С с удлинёнными средними лучами. Спина оливково-коричневая, бок переливается всеми цветами радуги, которые могут образовывать продольные полосы. Плавники серо-голубые до красноватых, частично с белой каймой. самца окраска ярче, плавники удлинены, между лопастями С имеются лентовидные выступы.

Мирные стайные. Корм – живой, сухой, дополнительно растительный (салат и др.). Охотнее едят с поверхности. Полное развитие плавников зависит от оптимальности среды обитания. Аквариум длиной не менее 60 см, с темным грунтом, хорошо засаженный группами растений и со свободным пространством для плавания. Температура воды 23-25 °С. Предпочтительнее содержать этих рыб в воде с малой или средней жесткостью (dH до 10°), слегка кислой, торфованной. Плохо переносят свежую воду, подмениваемую в больших количествах. Поэтому подменивать ее надо понемногу, из расчета 1/10-1/5 объема в месяц. Должна быть аэрация и фильтрация воды. Освещение должно быть рассеянным. Могут выпрыгивать из воды, поэтому аквариум должен быть накрыт, а между поверхностью воды и покровным стеклом желательно оставить пространство не менее 6-8 см. Половозрелыми становятся после 8-9 мес.



Рисунок 31 – Конго обыкновенный



Рисунок 32 – Наннобрикон эквес

Род Наннобриконы

Наннобрикон эквес (пецилобрикон) (рис. 32). Длина до 5 см. Тело сильно вытянуто в длину, профиль спины выгнут, брюха – почти прямой. Рот конечный. Жировой плавник очень маленький или отсутствует. D расположен по середине тела. Окраска сильно изменяется в зависимости от времени суток, самочувствия или возбуждения рыбы. Обычно спина от темно-коричневого до серебристого цвета с пятью рядами темных точек. На боку проходят две полосы: верхняя от золотистого до бежевого цвета, нижняя – широкая черно-коричневая, простирается на нижнюю лопасть С. Эта полоса может распадаться на верхнюю зигзагообразную и нижнюю, состоящую из точек, а также быть только на хвостовом стебле. Брюхо беловатое с голубым отливом или серебристо-белое. D и верхняя лопасть С прозрачные. А черный с красным пятном и белой каймой.

У самца окраска интенсивнее, концы V бело-голубые. Самка полнее и менее интенсивно окрашена.

Мирные. Содержать их нужно с мелкими безобидными рыбами. Корм-живой (мелкий), сухой. Предпочитают питаться с поверхности воды. Рыбы плавают под углом около 45° головой вверх, за что их называют "рыбы-карандаши". В темноте окраска меняется с продольной полосатой на поперечную, что можно увидеть, внезапно включив свет. Пугливые, стайные. Аквариум длиной не менее 40 см, с темным грунтом, хорошо засаженный растениями, со свободным пространством для плавания в верхних слоях воды. Освещение должно быть умеренным. Температура 22-28 °C; dH до 14°; pH 6,5-7,0. Вода старая, слегка торфованная.

Род Астианаксы

Астианакс фасциатус мексиканус (рис. 33). **Слепая форма** – рыба слепая пещерная. Длина 8-9 см. Окраска розовато-телесная с серебристым отливом. Глаза отсутствуют. Плавники почти бесцветные, в нерестовый период у самца они становятся красноватыми. Самка несколько крупнее, полнее, с более острым нижним углом А. Личинки имеют нормальные глаза с черной пигментацией, которые постепенно редуцируются и в возрасте около 52 сут. зарастают хрящевидной оболочкой.



Рисунок 33 – Астианакс (слепая форма)



Рисунок 34 – Астианакс «мексиканус»

Рыба прекрасно ориентируется в аквариуме с помощью органов 1.1. и особенно ее элементов, развитых на голове, воспринимающих колебания низкой частоты. У рыб хорошо развиты органы обоняния, вкуса и осязания. Мирные. Всеядны: корм живой, сухой, растительный, мороженный, крупяной, хлеб. Температура 18-24 °С. Химический состав воды особого значения не имеет, но она должна быть свежей, богатой кислородом, dH более 12° и слегка щелочной. Желательны аэрация и фильтрация воды.

Зрячая форма (условное название «мексиканус») (рис. 34). Форма тела и головы с крупным глазом такая же, как у слепой рыбы. Окраска: спина темная, бока и брюхо серебристые. Вдоль осевой линии тела темная полоса, размытая в передней части, более яркая у хвоста; у основания хвоста темное ромбовидное пятно. А бледно-розовый, но в зависимости от физиологического состояния рыбы может становиться ярко-розовым, лимонным или желтым; глаза голубовато-зеленые, как бы светящиеся. В аквариумах длина до 12 см. Самка полнее и крупнее. Корм – живой, растительный, сухой, мороженный, крупяной, хлеб. Пугливы. Содержать желательно в 100-литровом аквариуме при температуре примерно 25 °С, dH 12°, pH около 7. Половозрелости достигают в возрасте около 7 мес.

Семейство Карпозубые

Афиоземион оранжево-голубой, или Амиега (рис. 35). Длина до 8 см. У самца верхняя половина тела зеленая, брюхо желтое, по середине тела проходит широкая красная полоса из сливающихся пятнышек, на голове такие же косые полосы. Желтоватая окраска брюха продолжается полосой на С, остальная часть тела зелено-голубая. Все тело покрыто красными пятнами. Д зеленый с красными пятнами и штрихами. А с красными пятнами, с зелено-голубым краем, над которым идет красная полоса. Самка коричневатая с несколькими красными пятнами на боку.

Мирные, но самцы конфликтуют друг с другом. Оптимально отдельное содержание от другого вида афиоземионов. Держать можно попарно, но лучше гнездом – 1 самец и 2-4 самки. Корм – живой, предпочтительнее мотыль. При временном отсутствии живых кормов можно воспользоваться скобленным мясом – нежирная говядина, филе морских рыб. Аквариум от 30 л цельностеклянный или из оргстекла, с низким (до 25 см) уровнем воды, с грунтом толщиной около 2 см (смесь торфяной крошки, мелкого темного обкатанного морского песка – чистых либо в смеси с дробленым активированным углем), хорошо засаженный растениями, в том числе плавающими, с укрытиями из коряг, со свободным пространством для плавания. Температура воды 22-25 °С; dH до 12°; pH 5,5-6,8. Рекомендуется ежедневная подмена воды $\frac{1}{10}$ объема аквариума

Афиоземион южный (рис. 36). Самец длиной до 6 см, самка немного

мельче. Тело длинное, слегка сжатое с боков. Самец с удлинненными плавниками, лопасти хвостового плавника в виде небольших косиц. Спина коричнево-серая, бока светло-голубые с зеленоватым отливом. Все тело и голова покрыты рядами кроваво-красных пятен. Спинной, и анальный плавники необычайно живописны: здесь последовательно выражены красные, коричневые, фиолетовые, бурые, белые полосы. Похожую радужную окраску имеет и хвостовой плавник. Самка окрашена скромнее, у нее меньше заметен зеленоватый оттенок с боков тела. Уживчивые, но лучше их держать отдельно. Корм – живой, дополнительно сухой. Предпочитают держаться в нижних и средних слоях воды. Вид не сезонный. Аквариум нужен длиной. 30-40 см. Температура воды 22-25 °С. Вода должна быть старой, dH до 12°; pH 5,5-6,8. Освещение нормальное с наличием в аквариуме затененных участков. Половозрелыми становятся после 3 мес.

В аквариумах встречается желтая форма с более крупными плавниками. Условия содержания и разведения ее аналогичны.



Рисунок 35 – Афиоземион
оранжево-голубой



Рисунок 36 – Афиоземион южный

Афиоземион Гарднера (рис. 37). Длина до 6 см. Тело самца, насыщенного голубого до зеленого цвета, с металлическим блеском, та же окраска на большей части плавников. На боку большое количество разной формы красных пятнышек. Выделяют два типа рисунка на плавниках:

- плавники с широкой золотистой каймой, на А широкая продольная красная полоса по середине или у основания и зеленое основание;
- плавники с бело-голубой каймой, на А ряд красных точек по середине или 1-2 ряда у основания.

"С" с красным лировидным рисунком. Тело самки коричневого цвета с большим количеством темных точек, брюхо и нижняя часть хвостового стебля от розоватого до оранжевого цвета, плавники бесцветные с темными точками.

Довольно уживчивые, но иногда и задиристые рыбы, поэтому лучше держать их отдельно. Корм – живой, дополнительно сухой. Предпочитают средние слои воды. Аквариум нужен длиной 30-40 см. Температура воды 21-24 °С. Условия содержания аналогичны для афиземиона южного, но вода может быть более жесткой.

Фазан голубой (рис. 38). Длина до 12 см, обычно мельче. Самец окрашен ярче, плавники крупные, его С в виде трезубца, с вуалеобразными удлиннениями,

у самки плавники закругленные. Окраска сильно варьирует в зависимости от места происхождения и самочувствия рыб. Спина красно-коричневая с оливково-зеленым блеском, бок голубой, зелено-голубой до фиолетового, брюхо голубовато-зеленое до голубого. Красно-карминные пятнышки на теле могут сливаться в продольные линии в передней части и в поперечные – в задней. D от зелено-голубого до желто-зеленого цвета. А зелено-голубой, у основания желтоватый с красными пятнышками. Сверху с зелено-голубой полосой, в середине с желтой и снизу с голубой. Самка красно-коричневая до зеленоватой, с красными пятнышками на боку. Плавники желто-зеленые.

Уживчивые, но лучше держать отдельно. Самцы драчливы между собой, и нередко слабейший, спасаясь от соперника, выпрыгивает из аквариума. Поэтому самцов лучше держать отдельно. Корм – живой (в том числе личинки насекомых, мелкие рыбы), дополнительно сухой (сбалансированные корма). Рыбы предпочитают нижние и средние слои воды. Сезонный вид. Аквариум нужен длиной 50-60 см. Температура воды 20-24 °C; dH до 7°; pH 6,0-6,8. Воду нужно подсаживать (1 чайная ложка на 10 л). Освещение должно быть нормальное, с тенями.

Имеется искусственно выведенная оранжевая форма данного вида, меньших размеров и более мирная.



Рисунок 37 – Афиземион Гарднера



Рисунок 38 – Фазан голубой

Род Нотобранхиусы

Нотобранхиус Гюнтера (рис. 39). Самец длиной до 5 см, самка до 4 см. Тело самца голубовато-зеленое, края чешуи окаймлены красной полосой. С ярко-красный с коричневой каймой. D и А желтовато-зеленые с красными пятнышками. Самка зеленоватая, плавники бесцветные.

Мирные, но могут отгрызать плавники у медлительных рыб, поэтому лучше их содержать отдельно или с представителями своего же семейства. Корм – живой (предпочтительно мотыль), мясной (скобленные говядина, филе морских рыб и др.), дополнительно сухой. Продолжительность жизни обычно не более одного года.

Аквариум длиной 30-50 см, с уровнем воды до 25 см, но можно разводить и в 10-литровом аквариуме. Он должен быть засажен растениями. Температура воды 20-23 °C; dH 2-13°; pH 5,0-6,8. Вода нужна старая, торфованная, вместо

торфа можно класть 3-5 ольховых шишек на 10 л воды. Освещение должно быть нормальное, с затененными участками, лучше естественный свет, не очень яркий.

Половозрелости достигают в 1-1,5 мес., после чего размножаются до конца жизни.



Рисунок 39 – Нотобранхиус Гюнтера



Рисунок 40 – Нотобранхиус Пальмквиста

Нотобранхиус Пальмквиста (рис. 40). Самец длиной до 8 см, самка до 7 см, чаще длина не более 6 см. Тело самца зелено-голубое с красным сетчатым рисунком, образованным цветным краем чешуи. D и A желтовато-зеленые с красно-коричневыми точками, С красный.

Самка оливково-серая, плавники бесцветные.

Уживчивы, но лучше их содержать отдельно. Корм – живой (в том числе, мальки рыб), дополнительно сухой. Живым кормом следует кормить обильно. Аквариум должен быть длиной 30-40 см, с грунтом из торфяной крошки, с корягами, умеренно засаженный растениями, с открытым пространством для плавания. В крупном аквариуме, если в нем нет самок, можно совместно содержать несколько самцов. Избегают течения. Содержание и разведение схоже с нотобранхиусом Гюнтера. После достижения половозрелости икрометание непрерывное.

Нотобранхиус Рахова (рис. 41). Длина до 7 см, чаще до 6 см. Тело самца оранжево-красное со множеством голубых пятнышек на боку. D и A голубые с красными линиями, С с черной каймой, перед которой широкая оранжевая полоса. Самка серовато-коричневая, плавники бесцветные.

Держать лучше отдельно или в обществе родственных видов. Корм – живой. Кормить следует обильно. Продолжительность жизни обычно не превышает одного года. Самцы дерутся между собой и нередко гоняют самок, обрывая у них плавники. Условия содержания и разведения схожи с нотобранхиусами Гюнтера и Пальмквиста. Есть два способа содержания: в старой и в часто подмениваемой воде. Оба дают удовлетворительные результаты. Половозрелости достигают в 3-4 недели.



Рисунок 41 – Нотобранхиус Рахова



Рисунок 42 – Эпиplatис факельный

Род Псевдоэпиplatисы

Эпиplatис факельный (фундулос факельный, или пламенный) (рис. 42). Самец длиной до 5 см, обычно до 4 см, самка мельче. Тело вытянуто в длину, невысокое, в передней части слабее, в задней сильнее уплощено с боков. Д отнесен к хвостовому стеблю. С факельный. Желтоватое до розового цвета тело пересекают 4 широкие поперечные полосы черного цвета. Плавники за исключением С коричневые до желтоватых, у разных популяций эта окраска комбинирует с голубым, красным или коричневым цветом. У самца С с оранжево-красным полем посередине, ограниченным темно-красными линиями на голубоватом фоне.

Мирные, но лучше их держать отдельно, в крайнем случае в обществе безобидных рыб, ведущих донный образ жизни. Корм – живой (дрозофила, мелкие мотыль, коретра, иногда дафния, циклоп), дополнительно сухой. При кормлении трубочником или энхитреями могут терять окраску и отставать в развитии. В естественных условиях питаются в основном насекомыми, поэтому лучше едят плавающий или падающий корм. Предпочитают верхние слои воды. Аквариум следует накрывать, так как могут выпрыгивать. Он должен быть объемом не менее 15 л, невысокий, густо засаженный растениями, обязательны плавающие растения. Температура воды 21-24 °С, предпочтительнее мягкая или средней жесткости, но в слишком мягкой воде чувствуют себя хуже. dH 5-6°, pH 5,5-7,0. Вода нужна торфованная, для профилактики болезней в нее следует добавлять 1 чайную ложку поваренной соли на 10 л воды. Освещение должно быть нормальное, с затененными участками. Желательно, чтобы некоторый период на аквариум падал солнечный свет.

Семейство Карповые Род Барбусы

Барбус огненный (рис. 43) обладает овальным, вытянутым и сжатым по бокам телом. Усики нет. Эта рыбка имеет очень интересную и яркую расцветку. В передней части хвостового стебля расположено темное пятно с золотистой окантовкой. Спинка самца окрашена в блестящий оливково-зеленый цвет, бока и брюхо с огненным отливом (за это рыбка и получила название барбус огненный). Самец мельче и стройнее самки, во время нереста становится красным. Плавники медно-красные. Спинной, анальный и брюшные с черной вершиной. Окрас самки менее яркий чем у самца и варьируется от серо-бурого до бронзового цвета. Плавники почти бесцветные. Самец мельче, стройнее самки и имеет более яркую окраску, особенно в нерестовый период.

Длина в аквариумах обычно не более 8 см. Мирные. Корм – живой, сухой, дополнительно растительный (салат, шпинат и др.). Чтобы рыбы размножались, содержать их нужно в просторных аквариумах, длиной не меньше 60 см, засаженных растениями, но со свободными участками для плавания. Температура воды 18-22 °С; dН предпочтительнее не более 15°; рН около нейтральной. Необходима еженедельная подмена около 1/4 объема воды. Любят чистую прозрачную воду и яркий свет. Половозрелость наступает в 6-8 мес.

Барбус-клоун (барбус Эверетта) (рис. 44). Длина до 10 см. Тело вытянуто в длину, профиль спины более выгнут, чем брюха, боковая линия полная. Рот конечный, 2 пары усиков. Спина от красно-коричневого до коричневого цвета, бок серебристый, блестящий с желтоватым, голубоватым или красноватым отливом, с черно-голубыми, вытянутыми в поперечном направлении пятнами. Плавники от красноватого до насыщенно-красного цвета. Самец стройнее, немного меньше и слегка интенсивнее окрашен. Мирные. Их лучше держать с крупными видами и стайно. Корм – живой, сухой, дополнительно растительный (салат и др.). Предпочитают нижние слои воды.



Рисунок 43 – Барбус огненный



Рисунок 44 – Барбус-клоун

Аквариум длиной не менее 50 см с большим свободным пространством для плавания. Температура воды 22-25 °С; dН до 12°; рН 6,6-7,0. Вода нужна старая, с периодической подменой.

Барбус черный (рис. 45). Длина 5-6 см. Самец желтовато-серый, с 3-4 поперечными серо-черными полосами. Во время нереста его передняя часть тела становится пурпурно-красной, задняя – бархатно-черной, D черный, A красно-черный. Имеется селекционная форма, у которой красная только голова, а плавники и тело черные. Мирные рыбы.

Корм – живой, сухой, дополнительно растительный (салат и др.). Стайные рыбы, предпочитающие нижние и средние слои воды. Для этих рыб нужен аквариум длиной не менее 50 см, с темным песчаным или гравийным грунтом, растениями по бокам, 1-2 кустами в центре, плавающими растениями, корягами, с большим свободным пространством для плавания. Температура воды 18-24 °С; dН до 20°; рН 6,5-7,0. Воду необходимо периодически подменивать.

В результате селекции выведена вуалевая форма.



Рисунок 45 – Барбус черный



Рисунок 46 – Барбус зеленый

Барбус зеленый (рис. 46). Длина до 7 см. Тело вытянуто в длину, с боков умеренно уплощено, профиль спины выгнут несколько сильнее чем брюха, боковая линия полная. Рот конечный, 1 пара очень коротких усиков. Спина красно-коричневого до оливкового с желтизной цвета. Бок зеленоватый, блестящий, в нижней части тела латунно-желтый. Брюхо беловатое, во время нереста оранжево-красное. На боку 7 черных, прерывистых, поперечных полос. Чешуя с темной каймой образует на теле сетчатый рисунок. У основания С темное пятно. Непарные плавники от красноватого до кирпично-красного цвета. Самец мельче самки, стройнее, в период нереста его окраска становится оранжево-золотистой.

Мирные стайные рыбки, предпочитающие средние и нижние слои воды. Корм – живой, сухой, растительный (салат и др.). Аквариум длиной не менее 50 см, с грунтом из песка или гравия, растениями по краям и несколькими отдельными прочными растениями с большим свободным пространством для плавания. Температура воды 19- 24 °С.

Барбус суматранский (суматранус) (рис. 47). Тело у рыб высокое, сильно сжатое с боков. Усов нет. Общая окраска золотисто-розовая, спинка более темная с красным оттенком, брюшко – желтовато-белое. По бокам проходят четыре вертикальные чёрные полосы. Первая проходит через глаз, вторая – за грудным плавником, третья – позади спинного плавника и последняя – в начале хвостового плавника. Спинной плавник чёрный с ярко красной каймой, остальные плавники розовые или красные. Самки крупнее самцов с более полным брюшком. Окраска самцов более яркая, красный цвет плавников более насыщенный. Длина до 5 см.

Мирные, но их не следует держать с малоподвижными видами и вуалевыми формами, у которых они могут обкусывать плавники. Корм – живой, сухой, дополнительно растительный (салат и др.). Добавка растительных кормов необходима, чтобы предотвратить ожирение, к которому рыбы склонны. Стайные рыбы, предпочитающие средние слои воды. Аквариум объемом не менее 50 л, с темным дном из крупного песка или мелкого гравия, растениями по краям и несколькими кустами в центре, с большим открытым пространством для плавания. Освещение нужно нормальное, с затененными плавающими растениями участками. Температура воды 21-25 °С, dH до 17°; pH 6,5- 7,0. Желательны аэрация и фильтрация, еженедельная подмена $\frac{1}{3}$ объема воды на свежую.

Половозрелости достигают в возрасте 8-12 мес.



Рисунок 47 – Барбус суматранский

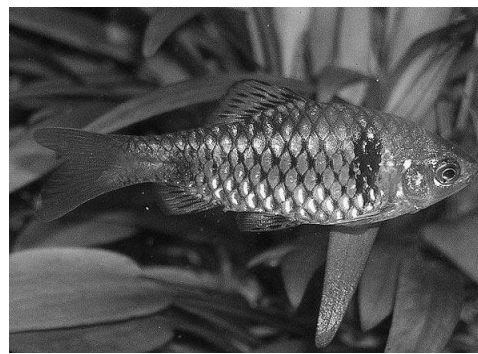


Рисунок 48 – Барбус алый

Самец должен быть наиболее окрашенным, энергичным и старше самки на 1-3 мес. На нерест сажают пару. В случае малой активности самца его нужно заменить. Для большей надежности лучше посадить самку с двумя самцами. Перед этим, производителей полезно подержать 7-10 сут. отдельно, на хороших и разнообразных кормах. В нерестовик производителей нужно садить вечером и не кормить. Утром аквариум нужно ярко освещать, после чего обычно начинается нерест, который длится 2-3 ч. Если он проходит вяло, его можно активизировать, долив в аквариум стакан воды, в которой недавно произошел нерест рыб. По окончании икрометания производителей отсаживают, сетку удаляют, стряхнув с нее икринки, аквариум затемняют.

Барбус алый (барбус тикто) (рис. 48). Длиной до 10 см. Тело – вытянутый в длину овал, с боков уплощено, боковая линия не полная, чешуя крупная. Рот конечный, усиков нет. Спина серо-зеленая, бок блестит серебристым цветом с металлическим отливом, брюхо белое. Над Р и на хвостовом стебле по черному пятну с золотистой окантовкой. Темная кайма чешуи образует на теле сетчатый рисунок. У самца D с темными пятнами, V красноватые. Самка полнее и окрашена менее интенсивно. В естественных условиях у самцов окраска ярко- красная, а в аквариумах она розовая.

Корм - живой, сухой. В зимний период можно снижать температуру воды до 14-16 °С.

Барбус вишневый (рис. 49). Длина до 4 см. Тело более продолговатое, чем у других представителей рода. Рот нижний, 1 пара усиков. Спина зеленовато-коричневая, бок желтоватый, красноватый или малиново-красный. От рыла до С идет черная полоса, над ней расположены спереди золотистая, сзади зелено-голубая полосы, задняя может иметь снизу красную кайму. Под черной полосой иногда видны ряды темных точек. Радужная оболочка глаза сверху кроваво-красная. Плавники желтоватого до красного цвета.

Самец стройнее, окрашен ярче самки, плавники его, особенно А, красные, с узкой темной каймой. У самки плавники желтые. Мирные, но самцы между собой часто ссорятся. Корм – живой, сухой. Стайные, предпочитающие средние слои воды, несколько пугливы, поэтому в аквариуме должны быть грунт из темного крупного песка или мелкого гравия и затененные места. Аквариум длиной не менее 30 см, с растительностью по краям, несколькими кустами в центре, со свободным пространством для плавания. Температура воды 23-25 °С средней жесткости, от слабо кислой до нейтральной, периодически

подмениваемая. Половозрелости достигают в возрасте 6-8 мес.



Рисунок 49 – Барбус вишневый



Рисунок 50 – Данио-рерио

Род Брахиданио

Данио рерио (данио-зебра) (рис. 50). Длина 4,5 см. У рта расположены две пары усиков. Есть вуалевая форма с сильно увеличенными С, А и Р. Спина оливковая, остальная часть тела от серебристого до золотистого цвета с четырьмя черно-синими продольными полосами, переходящими на А и С. У самца тело золотистое, у самки – серебристое. Самец стройнее самки и имеет более интенсивную окраску.

Мирные стайные. Корм – живой, сухой. Могут выпрыгивать из воды, аквариум следует накрывать. Для стайки рыб нужен аквариум длиной не менее 30 см, засаженный растениями, со свободным пространством в верхней части для плавания. Температура воды 18-24 °С; рН 6,5-7,0. Желательно, чтобы на аквариум падал солнечный свет, в этом случае окраска рыб наиболее привлекательна. Половозрелости достигает в 3,5-6 мес. в зависимости от полноценности питания и температуры.

Данио розовый или жемчужный (рис. 51). Длина самца до 5 см, самки до 6 см. Тело вытянутое, слегка уплощенное с боков. У рта расположены две пары усов. Основной окрас туловища серо-оливковый с голубым (фиолетовым) оттенком. Бока данио розового, в зависимости от освещения, могут отливать либо серебристым, либо серовато-зеленым цветом, вдоль них проходит красная линия обрамленная голубой окантовкой. Присутствует она, как правило, у молодых особей, с возрастом может исчезнуть. Спинной и хвостовой плавники окрашены в зеленоватый цвет, анальный с красноватым оттенком. Половые отличия: самец окрашен более ярко, в середине хвостового плавника пятно вишневого цвета, по размеру он меньше самки. Самец стройнее, окраска его немного интенсивнее.

Мирные стайные, предпочитают верхние и средние слои воды. Корм – живой, сухой. Выпрыгивают из воды, поэтому аквариум следует накрывать. Аквариум длиной не менее 30 см, засаженный растениями, но со свободным местом для плавания. В качестве грунта можно использовать крупный песок, мелкий гравий, неострые камни. Температура воды 21-25 °С; рН 7,0-7,2. Любят чистую, богатую кислородом воду, а также солнечный свет, при котором окраска рыб наиболее эффектна. Воду регулярно следует подменивать.

Данио Керра (данио голубой) (рис. 52). Имеет вытянутое тело длиной до 5 см, приплюснuto по бокам. Имеются две пары усиков. Брюшко у этого данио

голубоватое; бока голубо-зеленые, блестящие со сверкающими золотистым (красновато-золотистым) тонкими полосками. Плавники серовато-желтые, иногда зеленоватые. Самец мельче, стройнее самки, но окрашен ярче. Самка вида данио голубой серая.

Мирные. Корм – живой, сухой. Условия содержания такие же, как и для данио розового, но данный вид несколько более теплолюбив. К составу воды неприхотливы, но она должна быть чистой и насыщенной кислородом. Имеется форма с вуалевыми плавниками.



Рисунок 51 – Данио розовый



Рисунок 52 – Данио Керра

Род Караси

В настоящее время имеется четыре основных формы золотой рыбки (вакин, демекин, риукин и ранчу), от которых затем с помощью отбора, подбора и гибридизации произошли существующие породы и вариететы.

Вакин (рис. 53) (японская золотая рыбка) отличается от обычной золотой рыбки удлиненным (до 30 см) телом и коротким раздвоенным хвостом. Существуют красные, красно-белые и белые вариететы. Вакины содержатся главным образом в декоративных прудах садов и парков.



Рисунок 53 – Вакин



Рисунок 54 – Демекин

Демекин (рис. 54) – тело в виде удлиненного яйца. Хвостовой плавник удлиненный, раздвоенный, глаза выпуклые. Эта рыбка является прототипом телескопа.

Риукин (рис. 55) – тело яйцевидной формы. Все плавники несколько удлинены, а раздвоенный хвостовой равен длине тела. Прототип вуалехвоста.



Рисунок 55 – Риукин



Рисунок 56 – Ранчу

Ранчу (рис. 56) (корейская львиноголовка) – тело короткое, спинной плавник отсутствует, остальные маленькие, хвостовой – раздвоенный. На 2-3-м году жизни на голове появляются кудрявые наросты.

Тело у нее бесцветное, с разбросанными мелкими цветными пятнами, но глаза, губы, жаберные крышки и плавники должны быть окрашенными.

Рыбы рода Караси достигают половозрелости в возрасте после одного года, но лучше, особенно в селекционных целях, разводить их в возрасте 2-3 лет. К этому времени организм рыб окончательно формируется, и в нерестовый период (к марту-апрелю) у самки брюшко становится округлым, у самцов на жаберных крышках и внешних краях грудных плавников появляются мелкие белые бугорки, кроме того, у самцов на передних лучах грудных плавников появляются мельчайшие зазубринки, различимые через лупу. Самцы в этот период начинают активно преследовать самок. В это время их следует рассадить и разнообразно кормить.

Мирные рыбы. Аквариум для них нужен просторный, низкий и широкий, с грунтом из гальки или крупного гравия, так как в песке рыбы роются и сильно взмучивают воду. Требуется хорошая фильтрация. Температура воды 15-24 °С. Летом температура воды должна быть выше, но повышать ее нужно постепенно. Химический состав воды особого значения не имеет. dН лучше не ниже 8°. ‰, а при постепенном увеличении (по 0,5-1 ‰ в день) – до 18 ‰. Содержание кислорода должно быть высоким. В аквариуме объемом 40-50 л со слоем воды не более 30 см можно содержать 6-8 рыб при непрерывном продувании воды воздухом. Площадь дна продуваемого аквариума рассчитывается следующим образом: короткотелым рыбам (телескопы, вуалехвосты и др.) необходимо 1,5 дм² на каждые 10 см длины тела, длиннотелым – по 2 дм². Если аквариум не продувается воздухом, площадь должна быть вдвое больше, и часть воды ($\frac{1}{3}$ - $\frac{1}{2}$ объема) нужно ежедневно подменивать свежей, отстоянной.

Золотые рыбки всеядны, но корм должен быть разнообразным. На поверхности аквариума желателен участок с плавающими растениями (риччия, ряска), которыми рыбы подкармливаются. В рацион обязательно должны входить мелко нарезанные листья салата и других растений, в противном случае они могут начать поедать укорененные растения. Эти рыбы прожорливы, и во избежание ожирения их не следует перекармливать. Избыток сухих кормов может вызвать воспаление пищеварительного тракта. Взрослых рыб при температуре выше 21 °С лучше кормить 2 раза в сутки. При температуре ниже 21

°С рыб желательно кормить 1 раз в сутки, чередуя естественные корма с

искусственными.

Комета (рис. 57) – тело вытянутой формы с длинным и раздвоенным ленточным хвостовым плавником, D хорошо развит. Все плавники несколько удлинены, С одинарный, лентовидный, должен быть длиннее тела и чем больше, тем лучше. В основном рыбки имеют красно-оранжевый оттенок с желтыми или белыми оттенками, но желательно, чтобы цвет тела и плавников был различным.

Шубункин (калико) (рис. 58) – золотая рыбка с удлиненными плавниками и нежной прозрачной чешуей, поэтому рыбу иногда называют бесчешуйной. Длина до 16 см. Тело удлиненное, с боков уплощенное. Хвостовой плавник с крупными лопастями, нераздвоенный. Ценится за свою оригинальную окраску, в которой сочетаются красные, белые, черные, желтые и синие цвета. Такую окраску называют ситцевой. Особенно ценятся особи, у которых преобладает синий или сине-фиолетовый цвет. Окраска проявляется у рыб только по достижении года. Синие тона обычно появляются на третьем году жизни.



Рисунок 57 – Комета



Рисунок 58 – Шубункин

Вуалехвост (рис. 59) – тело короткое, яйцеобразное. Глаза немного крупнее обычного. Цветовые вариации могут быть различными, включая и разноокрашенные тело, голову, плавники. Плавники длинные, тонкие, почти прозрачные. А раздвоенный, С состоит из 2, а иногда 3-4 сросшихся лопастей, свисающих в виде вуали со складками, длина которой может превышать длину тела в 6 раз.

Телескоп (водяной дракон) (рис. 60) – тело короткое, яйцеобразное, вздутое. Имеется D, А и С раздвоенные. Все плавники удлиненные и чем больше, тем лучше. С может иметь вид ленты (ленточный телескоп) или юбки (юбочный телескоп), что более ценно, и должен круто ниспадать вниз. Своеобразие рыбе придают телескопические выпуклые (чем выпуклее, тем лучше) огромные глаза диаметром около 1,5 см. Глаза могут иметь шарообразную, цилиндрическую или конусообразную форму. Правый и левый глаз должны быть симметричными, иметь одинаковый размер и прозрачную радужную оболочку. Полное развитие организма у телескопов обычно наступает в возрасте 2 года. При разведении, чтобы не выкармливать всех мальков, им в возрасте 2 мес. делают первую отбраковку по глазам, а с течением времени – еще несколько.



Рисунок 59 – Вуалехвост



Рисунок 60 – Телескоп

Вариететы могут быть различными: оранжево-золотистые, красные, пятнистые, ситцевые, полусерые с золотистым отливом, бархатно-черные и др. Советский селекционер В.И. Дамаскин вывел варианты: черно-бархатный с рубиновыми и золотыми глазами, с жемчужной и жемчужно-красно-черной окраской. Черные и ситцевые телескопы более теплолюбивы и нежны, чем другие варианты, и при низкой температуре воды подвержены заболеваниям.

В емкости, где содержатся телескопы, не должно быть острых и шершавых предметов (цветочных горшков, необработанных камней, гротов, раковин, а также растений с жесткими листьями – сагиттарии и др. и особенно «пальмочек» телореза), о которые они могут поранить глаза, получить бельмо и ослепнуть.

Оранда (шишигашира, львиноголовка) (рис. 61) – тело короткое, яйцеобразное, вздутое. Д есть. А и С раздвоенные. Формой тела и плавников похожа на вуалехвоста. Характерной особенностью данной породы являются кудрявые наросты на голове и верхней части жаберных крышек. Цветовые варианты могут быть разнообразными: красными, оранжевыми, белыми, черными, ситцевыми и др. Но при этом наросты должны иметь контрастную окраску с окраской тела. Очень эффектно белотелая оранда с ярко-красными наростами, так называемая «красная шапочка».

Буйвологоловка (ранчу) (рис. 62) – тело короткое, яйцеобразное, вздутое. Предхвостье резко обрывается от спины. Д отсутствует, а остальные плавники короткие. А и С раздвоенные. На голове и жаберных крышках массивные наросты, делающие голову почти квадратной, иногда в виде шлема или капора, контрастные окраске тела (по японским стандартам – ярко-красные при лимонной окраске тела). Полностью наросты оформляются после двух лет, а особенно эффектны в возрасте 4-5 лет у рыб, достигших предельных размеров.

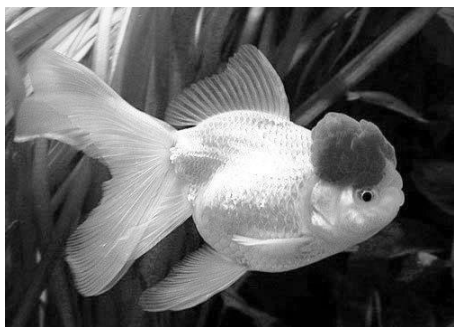


Рисунок 61 – Оранда
(львиноголовка)

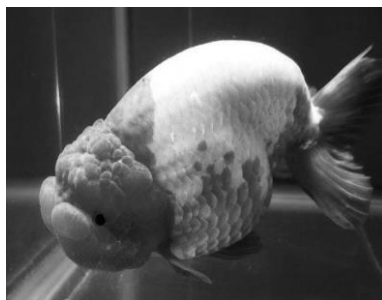


Рисунок 62 – Буйвологоловка
(ранчу)

Звездочет (верхогляд, небесное око) (рис. 63) – имеются две вариации: с коротким, как у телескопа, и с удлинненным телом. Глаза телескопические, выпуклые, как у телескопа, но направлены не вбок, а вверх и слегка вперед. D отсутствует, а остальные плавники короткие, но есть вариация с длинным С; А и С раздвоенные.

Глаза этих рыб следует оберегать от травмирования.



Рисунок 63 – Звездочет



Рисунок 64 – Водяные глазки

Водяные глазки (рис. 64) – по форме тела и плавников эта порода напоминает звездочета (D не должно быть), но отличается от него более крупными глазами, которые в виде больших, как бы наполненных водой пузырей (размером иногда до 1/4 длины тела) свисают по обе стороны головы. При разведении этой породы очень трудно подобрать рыб с симметричными, одинаковой формы и размера глазами. Глаза этих рыб очень уязвимы, и, чтобы они не травмировались, рыб надо содержать отдельно с соблюдением тех же предосторожностей, и даже в большей степени, чем при содержании телескопов. Необходимо быть очень осторожным при пересадке рыб.

Жемчужинка (рис. 65) – тело короткое, яйцеобразное, вздутое. D есть. Все плавники короткие, особенно Р и V, А раздвоен, С находится на одном уровне с телом. Примечательной особенностью этой породы являются крупные, выпуклые, похожие на жемчужинки чешуйки.



Рисунок 65 – Жемчужинка

Род Лабео

Лабео двухцветный (рис. 66). Длина до 15 см. Самец стройнее. Тело D, A и V бархатисто-черные, С красный. Окраска полов одинаковая. Иногда у самки С может иметь кирпичный оттенок, в то время как у самца он ярко-красный.

Драчливы между собой и с рыбами, имеющими сходную окраску, особенно на хвосте. Возможно совместное содержание с непохожими рыбами. Корм - живой (предпочтительнее мотыль, трубочник и др., так как рот у рыб нижний и они предпочитают брать корм со дна), растительный (листья салата, одуванчика, водоросли, которые они соскабливают с растений и стенок аквариума), сухой. Аквариум длиной от 100 см, засаженный растениями.

Хотя эти рыбы предпочитают умеренное освещение, в аквариуме оно должно быть ярким, чтобы его стенки, растения, коряги и другие предметы покрылись водорослями, но при этом должны быть затемненные места в виде многочисленных укрытий – участки, плотно заросшие растениями, цветочные горшки без дна, лежащие на боку, щели между камнями, керамические трубы, коряги и др. Температура воды зимой 22-24 °С, летом 24-27 °С, dH до 10°, pH 6,5-7,2. Нужны регулярная подмена воды и продувка воздухом. Воду желательно торфовать. Половозрелость рыб наступает в 1-2 года.

Лабео зеленый (рис. 67). Длина 9-12 см. Тело серо-коричневое с зеленоватым отливом, по рылу через глаз до заднего края жаберной крышки идет темная полоса, на корне С через пятно. Плавники красновато-желтые. У самца А может быть с черной каймой.

Драчливые, особенно между собой, но в просторном аквариуме можно содержать совместно с быстро плавающими рыбами. Аквариум должен быть засажен растениями и иметь укрытия: цветочные горшки, керамические трубы и др. Условия содержания схожи с лабео двухцветным. Вода нужна мягкая, торфованная. Корм – живой, сухой, растительный.

Имеется альбиносная форма, мирная и более нежная, чем исходная. Температура при ее содержании 24-32 °С; dH до 15°; pH 6,5- 7,5. Желательны аэрация и фильтрация воды. Не следует допускать недоедания. Альбиносов не следует содержать совместно с дикими формами лабео.



Рисунок 66 – Лабео двухцветный



Рисунок 67 – Лабео зеленый

Род Расборы

Расбора краснохвостая (рис. 68) имеет вытянутое тело, сжатое по бокам. Спина рыб имеет оливковый цвет, брюшко серое, бока желто-зеленые. Чешуя рыб имеет темную окантовку, поэтому смотря на рыбу, кажется, что вся она покрыта мелкой сеткой. Вдоль всего тела проходит желто-черная полоса. Все плавники рыбы у своего основания имеют красноватый цвет. Хвостовой плавник красного цвета. Самцы более стройные и имеют более контрастную окраску. Самки полнее и больше самцов. Длина самца до 4 см, самки до 5 см. Мирные активные стайные рыбы. Корм – живой, сухой. Аквариум длиной не менее 40 см, умеренно засаженный растениями, с открытым пространством для плавания по всей длине. Температура воды 22-26 °С; dН до 12°; рН 6,4-7,2. Желательны аэрация, фильтрация, торфование воды и ее частичная регулярная подмена.

Половозрелости достигают в возрасте 8-10 мес.

Расбора гетероморфа (клинопятнистая) (рис. 69). Тело ее шире, чем у других расбор, при взгляде сбоку напоминает ромб. Тело рыбки достигает 4,5 см. Самец стройнее самки. Оно короткое, розоватой окраски, высокое, сильно сжатое с боков. Хорошо выражено темное треугольное пятно, которое начинается в середине корпуса и достигает хвостового плавника. Оболочка глаз красноватая, грудные и брюшные плавники прозрачные и бесцветные, спинной и хвостовой ярко- красного цвета. Темное треугольное пятно на теле самца имеет более заостренный нижний угол. Этот треугольник доходит до конца брюшка, а не до его середины, как у самки.

Мирные стайные. Корм – живой, сухой. Можно подкармливать ошпаренной кипятком манкой, овсяными хлопьями, белым хлебом. Аквариум длиной не менее 30 см, но лучше содержать стаю в более просторном аквариуме, не сильно заросшим, с темным грунтом. Температура воды 22-25 °С; dН до 10°; рН 6,0-7,5. Предпочтительней старая мягкая кисловатая вода. Половозрелости достигают в возрасте 7-8 мес.



Рисунок 68 – Расбора краснохвостая



Рисунок 69 – Расбора гетероморфа

Расбора пятнистая (колибри) (рис. 70) имеет вытянутое, длинное тело и тонкий хвост. Окраска может варьироваться от бледного красного до алого. Основной фон тела желтовато-красный с пурпурным отливом. Спинка коричнево-красная, а основной окрас тела красновато-розоватый. Грудная часть тела окрашена в серебристо-желтые тона, бока желтовато-красные, брюшко желтоватое. По телу разбросаны темные пятна общим числом, обычно не превышающим пять. За жаберными крышками – большое черное пятно, у основания анального и спинного плавников мелкие темные пятна фиолетового цвета, на спинном плавнике две темные полосы. Плавники красноватые. А у самца двухцветный – красный с черной оторочкой, а у самки прозрачный. Самцы с прямой линией брюха, стройнее, с преобладанием красного цвета в окраске, анальный плавник красный с черной оторочкой. Самка более желтоватого цвета, линия брюха выгнута несколько сильнее, анальный плавник прозрачный. Длина самки до 2,5 см, самцы мельче. Самец стройнее.

Мирные стайные. Корм – живой (мелкий), сухой. Содержать следует только с мелкими безобидными видами (карликовый сомик, нанностомус и др.) или отдельно. Аквариум нужен объемом не менее 15 л и длиной от 25 см, с темным грунтом, засаженный растениями, но со свободным участком для плавания, с ярко освещенными и затененными участками. Температура воды 23-25 °С; dH 2,5-10°; pH 6,0-6,8. Вода старая, торфованная. Половозрелыми становятся в возрасте 2-6 мес.



Рисунок 70 – Расбора пятнистая

Семейство Пецилиевые (Гамбузиевые) Род Пецилии
Моллинезия лятипinna (лятипinna, моллинезия широкоплавничная)

(рис. 71). Длинной тела самки до 10-11 см, самца – 8-9 см. Тело мощное, удлиненное. С широким хвостовым стеблем. Исходная форма имеет серебристо-серую окраску с продольными темными пятнами в верхней половине. Селекционерами выведены различные декоративные формы – черные, белые, золотистые, голубые, красные, пятнистые и другие. Наиболее популярная среди аквариумистов – угольно-черная моллинезия без единого светлого пятнышка. Спинной плавник очень широкий, начинается на уровне грудных плавников и доходит почти до хвостового плавника, трапецевидный, высокий, хвостовой плавник веерообразный. Самец отличается от самки более крупным парусообразным спинным плавником.

Для содержания необходим аквариум с длиной от 80 см. На каждую особь должно приходиться около десяти литров объема аквариума. Аквариум засаживают растениями: апоногетоном жестколистным, вольфией, гигрофилой многосеменной, криптокоринами, эхино-дорусами, номафилами, людвигиями, роголистником, элодеей. Температура воды 25-27 °C, dH 10-25°, pH – 7,5-8,5. В аквариуме желательно установить верхний осветитель. Аквариум необходимо накрывать покровным стеклом. Аквариум необходимо оборудовать аэратором и фильтром. Раз в неделю производят замену $\frac{1}{3}$ воды на свежую, отстоянную. Корма – растительные (70 %), животные корма (мотыль, ко-ретра, циклоп), а также сухие (дафнии, циклоп, гаммарус). Моллинезии не рекомендуется кормить трубочником, т.к. рыб часто наблюдается расстройство пищеварения. Мирные. Обитают в средних и верхних слоях воды.

Моллинезия лапситина является живородящей рыбкой. Половая зрелость наступает в возрасте 1 года

Моллинезия парусная (рис. 72) имеет плотное, вытянутое в длину и сжатое с боков тело. Голова небольшая, рот вздернутый, глаза крупные. Хвостовой плавник округлой формы, хвостовой стебель широкий. Окрас тела от нежно-голубого до зеленовато-голубого, по бокам расположены продольные ряды блестящих бледно-зеленых пятен, грудь желтовато-оранжевая. Хвостовой и спинной плавники голубоватого цвета со сверкающими пятнышками и черной или оранжевой окантовкой. Длина самца до 10 см самки – до 16 см. Половые отличия: у самца высокий спинной плавник, в высоту может достигать 4,5 см (во время брачных игр он раскрывает его как парус). Продолжительность жизни 2-3 года.

В результате селекции от этих моллинезий получено много цветовых вариаций: пятнистая, или крапчатая, полосатая, желто-оранжевая, красная, альбиносы (с красными глазами), радужная, черная с обычным (черная молли) или лировидным (лира-молли) хвостом и др. В Сингапуре выведена молли с укороченным телом (шаровая молли). У рыб с лировидными хвостами основание D короткое.



Рисунок 71 – Молинезия широкоплавничковая



Рисунок 72 – Пецилия Велифера (молинезия парусная)

Мирные. Корм – живой, растительный (водоросли, салат, шпинат, одуванчик, овсяные хлопья), сухой. Растительная пища обязательна, ее недостаток приводит к недоразвитости рыб, особенно самцов, у которых плавники становятся укороченными. Максимального размера D достигает обычно в возрасте около 1,5 лет. Продолжительность жизни до 8 лет. Аквариум длиной не менее 80 см. Объем аквариума рекомендуется подбирать так, чтобы для взрослых рыб 1 л воды приходился на 1 см их длины. Температура воды 23-26 °C; dH 15- 25°; pH 7,5-8,0. Необходимы еженедельная подмена воды на $\frac{1}{5}$ - $\frac{1}{3}$, аэрация круглосуточно или ночное время) и фильтрация. Аквариум следует накрывать, так как рыбы выпрыгивают из воды.

Половозрелость самок наступает в 5-6-мес., самцы созревают в возрасте 8-12 мес. Содержать рыб лучше группой с преобладанием самок.

Гуппи (рис. 73). Исходные формы гуппи не имеют увеличенных плавников. Хвостик у них небольшой и круглый. Тело самца вытянуто в длину, стройное, несколько уплощено с боков. Тело самки также вытянуто в длину, с более уплощенной с боков задней частью. Самцы у гуппи намного ярче, в то время как у особей женского пола, окраска слабая. У самцов анальный плавник превратился в орган оплодотворения – гоноподиум. В аквариумах самки бывают длиной до 6 см, самцы – до 4 см. Мирные.

Всеядны, но нельзя допускать перекорма, в результате чего рыбки заболевают и перестают размножаться. Взрослых рыб кормят не менее 2 раз в день, лучше 3 и даже 4 раза, небольшими порциями. Корма должны быть разнообразными и не слишком крупными, и их следует чередовать. Лучше живые корма – мелкие мотыль, дафния, артемия, хотя рыбы охотно поедают и коретру, мою (живородку), циклопа, трубочника (он содержит много белков, но мало других необходимых веществ, и для беременных самок его рекомендуется исключать из меню), дрозофилу (особенно бескрылые формы). Энхитреи (полезнее разведенные с морковным соком) давать часто не рекомендуется, так как при постоянном кормлении ими у рыб начинается ожирение, а в результате теряется способность к воспроизводству. Зимой рыб можно кормить замороженными (дафния, циклоп, мотыль), хранящимися в морозильной камере холодильника, либо солеными кормами (перед дачей корма его надо вымочить в воде, несколько раз меняя ее). Дополнительно к живому корму или временно вместо него можно давать мелко нарезанное или скобленное

говяжье мясо (без жира), печень, сердце, филе морских рыб и их мелкую икру, нежирный не кислый творог, неострые тертые сыры, омлет. Необходимо добавлять растительные корма, желательны зеленые и диатомовые водоросли. Периодически нужно давать белый хлеб, слегка разваренную манную крупу, геркулес и др. Сухой корм (дафния, гаммарус и др.) должен быть только дополнительным. Перед дачей его нужно смешать с тривитамином (масляный раствор витаминов А, D и Е) – 2- 3 капли на спичечный коробок, или витаминизированным рыбьим жиром – 1-2 капли. Этот корм нужно скормить в течение 2-3 сут. При постоянном кормлении сухим кормом у молоди исчезает яркая окраска, получаются плохие вуалевые плавники и возникают заболевания желудочно-кишечного тракта. У взрослых рыб такое кормление приводит к бесплодию. Давать сухие корма следует в таком количестве, чтобы рыбы съедали его полностью за 10-15 мин.



Рисунок 73 – Гушпи



Рисунок 74 – Меченосец обыкновенный

В отношении объема аквариума рыбы неприхотливы, одна пара может жить и размножаться даже в 2-3-литровой емкости, правда при этом молодые рыбы в таких условиях никогда не достигнут крупных размеров как тела, так и плавников. Для содержания селекционных форм аквариум должен быть длиной не менее 40 см, а высота его не должна значительно превышать ширину. В качестве грунта в декоративных аквариумах лучше использовать темные крупный песок и мелкий гравий. Температура воды 20-25 °С; dH 8-15°; pH 7,0-7,5.

Слой воды в аквариуме должен быть 35...40 см, а если в нем же рождаются мальки – 20-25 см. Освещать аквариум зимой нужно в течение 10-12 ч, летом – 12-13 ч. Растения использовать мелколистные, не густо насаженные.

Гушпи выпрыгивают из воды, поэтому ее уровень не должен на 5-6 см доходить до краев аквариума, или его следует накрывать, особенно если он разделен перегородками, за которыми содержатся различные линии или разновидности.

Продолжительность жизни самцов 2,5-3 года, самок – 3-4 года, но размножаться они прекращают на 1-1,5 года раньше. Половозрелости достигают в возрасте 3-5 мес.

Род Меченосцы

Меченосец Геллера, или обыкновенный (рис. 74) имеет тело вытянуто в длину, уплощено с боков. Природный фоновый окрас самцов светло-

коричневато-оливковый, на спинке с зеленым отливом. Вдоль боков проходит красная двухмиллиметровая полоса, а ниже и выше ее еще две более узкие красные полосы. Длинный нижний луч хвостового плавника (меч) имеет черную четкую окантовку. Окрас самки намного бледнее, тело с серебристым отблеском, середину тела занимает широкая полоса, а ниже и выше этой полосы проходят еще две узкие полосы шириной 0,5 мм, не имеют «меча». У взрослых самок хорошо заметно «пятно зрелости», расположенное перед анальным плавником.



рис. 75 – Меченосец с вилочным хвостом



рис. 76 – Меченосец с шарфовым хвостом

Создано более 30 декоративных форм меченосцев, отличающихся окраской и формой плавников: красные, рубиновые, тигровые (полосато-красно-черные), черные, ситцевые (черно-красно-белые), лимонные, крапчатые и многие другие, как с удлиненным в виде косицы или паруса D (шарфовые или флаговые) (рис. 75), так и с лировидным или трехлопастным С (вилочные) и с совокупностью этих признаков (вилочно-шарфовые, вилочно-флаговые) (рис. 76), нередко с вуалеподобным хвостом.

Самцы могут достигать длины 9 см (без меча), самки – 12 см при содержании в очень просторных аквариумах, но чаще мельче.

Мирные, но их не рекомендуют держать с вуалевыми самцами гуппи, у которых они нередко обрывают плавники. Кроме того, если в аквариуме находится несколько самцов, то доминирующий может избивать и отгонять от корма других. Если убрать доминирующего самца, его место занимает другой и начинает вести себя таким же образом. Спокойнее ведут себя самцы, когда их много и, если нет самок. Корм – живой, мясной, растительный (водоросли, салат и др.), крупяной, сухой. Активные стайные рыбы. Аквариум может быть длиной не больше 40 см, но тогда рыбы вырастут мелкими, а удлиненные плавники не достигнут крупных размеров. Аквариум должен быть хорошо засажен растениями, с открытым пространством для плавания. Температура воды 20-25 °С; dH 10-25°; pH 7,0-7,5. Рыбы любят свежую воду, поэтому ее нужно регулярно подменивать. Они выпрыгивают из воды, поэтому аквариум следует накрывать.

Пецилия (пятипещилия) пятнистая (рис. 77) имеет удлиненное тело, высокое (у самки более высокое, чем у самца), приплюснуто с боков. Основная форма отличается оливково-бурой спинкой, серо-голубым брюшком с темными

пятнышками по бокам и 1-2 темными пятнами на хвосте. Встречаются также красноватые и черно-пятнистые формы. В настоящее время имеется более 30 декоративных форм, выведенных в результате селекции: черно-крапчатая с белым фоном (пульхра), зелено-черная (шварц), золотистая (аурата), ярко-красная (рубра), черная с металлическим отливом (нигра), черно-крапчатая с желтым фоном (мраморная), черноплавничная с красным и желтым телом, красноплавничная с лимонным телом, желтая с голубоватым отливом (зеркальная) и другие разновидности, в том числе с удлинением в D, а также с лирообразным C или удлинёнными его средними лучами. Самец длиной до 2,5-3 см, самка – 5,5-6 см.

Мирные. Корм – живой, мясной, растительный (водоросли, салат и др.), крупяной, сухой. Условия содержания и разведения такие же, как и для меченосцев, но аквариум может быть длиной 30-50 см. Пецилии – более мирные и нежные рыбы, чем меченосцы. Температура воды 20-25 °С; dH 8-25°; pH 7,0-7,5. Необходима регулярная подмена воды на свежую с такими же характеристиками.

Самки могут метать мальков уже в возрасте 3-4 мес., но лучше дать им несколько подрасти, в этом случае и пометы будут крупнее, и мальки жизнеспособнее.



Рисунок 77 – Пецилия (пятипецилия) пятнистая



Рисунок 78 – Пецилия трехцветная

Пецилия трехцветная (многоцветная или изменчивая) (рис. 78). В результате селекции выведено несколько эффектных цветовых форм. Одна из них, у которой самцы имеют оранжево-красный C и ярко-желтый или оранжевый D, простой или удлинённый, спадающий вниз в виде шарфа, в обиходе нередко ошибочно именуется "лимией". Самец достигает длины 4-5,5 см, самка – 5,5-7 см. Мирные. Условия содержания, кормления такие же, как для пецилии пятнистой, но температура воды должна составлять 22-26 °С, особенно для шарфовой формы.

Семейство Панцирные сомы (Каллихтовые) Род Коридорасы

Сомик крапчатый (обыкновенный) (рис. 79) имеет коренастое и укороченное тело, по бокам проходят два ряда перекрывающихся костных пластинок, спинной и грудные плавники снабжены жесткими шипами, на верхней губе две пары усов. Фонový окрас бледно-коричневый, переходящий на брюшке в розовато-золотистый. Спинка и плавники покрыты многочисленными темными пятнами. Длина самки до 7 см. Самец стройнее и

мельче длиной до 5,5 см, его D выше и острее. В окраске преобладают серовато-коричневые цвета. Если смотреть сверху, то форма тела самца торпедообразная с покатыми боками, у самки бока вздутые, ее тело имеет бочонковидную форму. Мирные донные. Содержать их лучше группой. Корм – живой, сухой, растительный (растительные остатки). Имеется альбиносная форма с розовой окраской тела и красными глазами. Самый неприхотливый и наиболее легко разводимый вид рода.

Аквариум нужен длиной не менее 40 см, можно с грунтом из обкатанной гальки, так как рыбы в нем постоянно роются в поисках остатков пищи, не съеденной другими рыбами. Лучше, если грунт из обкатанного речного песка, а для избавления от мути воду нужно фильтровать. В аэрации особой необходимости нет, так как рыбы обладают дополнительным кишечным дыханием и используют кислород воздуха. Аквариум должен быть плотно засажен растениями сзади и по бокам, обязательны широколистные растения (эхинодорусы и др.), желательно, чтобы часть поверхности воды была покрыта плавающими растениями. Грунт нужно декорировать крупными камнями и корягами, служащими укрытиями. Температура воды 16-20 °C; dH 2-25°; pH 6,0-8,0. Рекомендуются еженедельная $\frac{1}{10}$ - $\frac{1}{3}$ ее подмена. Освещение должно быть нормальное, с тенями.



Рисунок 79 – Сомик крапчатый



Рисунок 80 – Сомик золотой

Сомик золотой (золотистый, или изменчивый) (рис. 80) имеет золотистую полосу вдоль спинки. Различают несколько цветовых форм: номинальную с бронзовым отливом, альбиносную, черную и другие. Самка длиной до 7 см, самец немного мельче. У самки брюшко полнее, у самца D острее и выше.

Мирные донные рыбы, живущие обычно стаями. Корм – живой, сухой, растительный (растительные остатки). Им нужен аквариум длиной не менее 40 см, с широколиственными растениями, крупными камнями, корягами. Температура воды 22-26 °C; dH до 25 °; pH от слегка кислой до слегка щелочной. Вода нужна выдержанная, периодически часть ее следует подменивать. Половозрелость наступает в возрасте 8-15 мес.

Сомик карликовый (глазчатохвостый, сомик-воробей, воробышек) (рис. 81) ведет не только донный, но и пелагический образ жизни, как бы перепархивая с одного растения на другое. Самка длиной до 3,5 см, самец до 2,5 см. Самец стройнее и окрашен интенсивнее, его D немного заострен, а у самки он более округлый. Встречается шарфовая форма – с удлиненным D и у самца, и у самки.

Мирные стайные. Содержать их рекомендуют с мелкими безобидными рыбами, но лучше отдельно. Корм – живой (мелкий), сухой, растительный (растительные остатки). Питаться предпочитают со дна. Аквариум нужен длиной не менее 40 см, с грунтом из обкатанного речного песка, плотно засаженный по бокам растениями, с освещенными и слегка затененными участками. Лучше держать стайку из 1-2 десятков рыб. Температура воды 22-25 °С; pH 7,0-7,2. Вода нужна отстоянная, и периодически часть ее следует подменивать. Необходима фильтрация. Половозрелости достигают после 7-8 мес., но лучше разводить после года.



Рисунок 81 – Сомик карликовый



Рисунок 82 – Анциструс обыкновенный

Семейство Кольчужные сомы (Лорикариевые) Род Анциструсы

Длина рыб не превышает 15 см, в аквариумах они мельче. Самцы стройнее самок. Окраска изменчива: от бурого до черного с синеватым металлическим отливом и темными пятнами. Брюхо светло-бурое. Щетинкообразные выросты на рыле стального цвета, у самцов они длиннее, чем у самок. Плавники черно-синие с белыми пятнышками. Внешний край спинного плавника белый. Мирные по отношению к другим видам, не являющимся для них пищевыми конкурентами. Корм – растительный (водоросли, молодые побеги мягколистных водных растений, а также ошпаренные листья капусты, салата, шпината и др.), сухой, живой, (мотыль, трубочник и др.), а также комбикорма (тетрафил, тетрамин). Растительная пища, особенно в молодом возрасте, должна составлять не меньше 60 % рациона. Живой корм берут только со дна. Рот рыб в виде присоски с вытянутыми губами, снабженный роговидными скребками, позволяющими сдирать обрастания со стенок аквариума, коряг, листьев растений. Они также доедают остатки животной и растительной пищи, не съеденной другими рыбами, и таким образом выполняют роль санитаров. Один анциструс может очистить от водорослей 100-литровый аквариум. С возрастом они хуже начинают соскребать обрастания, особенно при избыточном кормлении живым кормом. Рыбы, особенно самцы, конфликтуют друг с другом при недостатке растительной пищи, чаще это бывает в маленьком аквариуме, а также в случае, если их кладки расположены на расстоянии менее 50 см.

Продолжительность жизни в неволе 5-6 лет.

Аквариум длиной не менее 50 см, густо засаженный растениями, с укрытиями из камней, коряг, керамических труб и др., где они обычно прячутся днем и покидают их с наступлением сумерек, когда активность рыб возрастает.

Температура воды 22-24 °С; dH 2-15°; pH 6,0-7,0. Любят текущую воду, желательна аэрация, особенно при температуре выше 24 °С. Рекомендуется ежедневно подменивать $\frac{1}{10}$ объема воды. Эти рыбы предпочитают слабое освещение, но для того чтобы хорошо развивались водоросли, необходим яркий свет, поэтому должно быть достаточное количество укрытий.

Половозрелость наступает в возрасте 1-1,5 года.

Анциструс обыкновенный (рис. 82). Длина до 15 см. Тело от темно-коричневого до черноватого с сине-черным отливом и темной пятнистостью, брюхо светлее, выросты на рыле беловато-голубоватые, плавники черно-синие с белыми пятнышками, внешняя кромка D белая.

Анциструс темный. Длина до 11-13 см. Окраска тела темная, оливково-коричневая, брюхо ярче – от серо-зеленого до желто-коричневого, с многочисленными светлыми пятнышками, D с темными пятнышками и крупным темным пятном в передней части его основания, C, V и P с 3-4 рядами темных пятнышек.

Анциструс звездчатый. Длина до 8 см. Самец ярче и стройнее, с кожными выростами на кончике рыла. Нерестовик должен быть размером 60×40×40 см.

Анциструс мультиспиннис. Длина до 14 см. У самцов на рыле длинные и густые выросты, а у самок они развиты плохо. Плавники с темными пятнышками.

Анциструс звездный. Тело черное, и на нем разбросаны ярко-белые точки. У плавников молочно-белая окантовка. Половозрелыми становятся при длине 7-10 см. Разводить нужно при dH 10-12°; pH 7,0. Нерест стимулируется частой подменой воды и понижением ее температуры с 26 до 20 °С.

Задание 1.

Установите соответствие между семействами и родами:

Цихловые	Гурами, Макроподы.
Лабиринтовые	Копеллы, Гимнокоримбусы.
Харациновые	Нотобранхиусы, Псевдоэпиplatисы.
Карпозубые	Склярии, Дискусы.

2. Заполните таблицу

Наименование рыб	температура воды	жесткость воды	водородный показатель	объем аквариума
Скалярии				
Барбусы				
Петушки				
Данио				
Дискусы				

Контрольные вопросы:

1. Перечислите представителей семейства Цихловые.
2. Опишите слепую и зрячую форму Астианакс фасциатус мексиканус.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Блохин, Г. И. Зоокультура / Г. И. Блохин, Н. А. Веселова, К. А. Матушкина. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 508 с.
2. Декоративное рыбоводство : учебное пособие / Г. Ш. Гаджимурадов, Е. М. Алиева, Б. И. Шихшабекова, А. Д. Гусейнов. — Махачкала : ДагГАУ имени М.М.Джамбулатова, 2018. — 104 с
3. Полонский, А.С. Содержание и разведение аквариумных рыб / Под ред. В.С. Радионова. Электронное издание – Самара, 2014. – 372 с.
4. Тарнуев, Д. В. Декоративное рыбоводство. Формирование водной среды в аквариуме / Д. В. Тарнуев. — (полноцветная печать). — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 100 с
5. Степанова, М. В. Аквариумистика : учебно-методическое пособие / М. В. Степанова. — Ярославль : Ярославская ГСХА, 2019. — 90 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Тема 1 Декоративные рыбы	3
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	39
СОДЕРЖАНИЕ	186

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

А.И. Новокщенова
Д.А. Ранделин
В.Н. Агапова
Ю.В. Кравченко

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по изучению дисциплины

«Декоративное рыбоводство»

для обучающихся по направлению подготовки
35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура»
(программа подготовки – прикладной бакалавриат)

Часть 2

Компьютерная верстка Развозжаевой М. В.
Подписано в печать 15.02.2021. Формат 60х84/16.
Усл. печ. л. 1,63. Тираж 100. Заказ 55.
ИПК ФГБОУ ВО «Волгоградский ГАУ» «Нива»
400002, Волгоград, пр-т Университетский, 26

Министерство науки и высшего образования РФ
Департамент координации деятельности организаций
в сфере сельскохозяйственных наук
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Волгоградский государственный аграрный университет»

Факультет биотехнологий и ветеринарной медицины

Кафедра «Водные биоресурсы и аквакультура»



**В.Н. Агапова, Д.А. Ранделин,
Ю.В. Кравченко.**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению курсовой работы
по дисциплине «Технология кормления рыб»
для обучающихся по направлению подготовки
35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура»

**Волгоград
Волгоградский ГАУ
2024**

УДК
ББК
М-

Рецензент –
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Кормление и
разведение сельскохозяйственных животных» ФГБОУ ВО
«Волгоградский ГАУ» *Е.А. Липова*

**М- Методические указания к выполнению курсовой работы по
дисциплине «Технология кормления рыб» для обучающихся по
направлению подготовки 35.03.08 «Водные биоресурсы и
аквакультура» / В.Н. Агапова, Д.А. Ранделин, Ю.В. Кравченко. –
Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2024. – 44 с.**

В методических указаниях по отдельным главам рассматривается
весь процесс подготовки курсовой работы по дисциплине «Технология
кормления рыб». Приводятся правила написания и оформления
курсовой работы

УДК
ББК

© ФГБОУ ВО Волгоградский
государственный аграрный университет,
2024/
© Авторы, 2024

Введение

Искусственное кормление является управляемым процессом: в руках человека рецептура, форма и способ изготовления корма, его продуктивные качества, а также распределение корма, определяющее его продуктивное действие. Выращивание рыбы на естественных кормах позволяет получить 2–3 ц/га, а при интенсивном рыбоводстве благодаря кормлению – до 30 ц/га и более. За счет кормления рыбы можно значительно уплотнить посадку, сохраняя в прудах благоприятные условия питания и роста.

Дальнейшее развитие интенсивных форм рыбоводства и последовательное повышение его эффективности наряду с решением технических проблем настоятельно требует самого серьезного внимания к процессу кормления и использования полноценных и экономически годных кормов для всех возрастных групп разводимых рыб.

Кормление оказывает значительное влияние:

1) на уровень продуктивности рыб. Корма и кормление оказывают гораздо большее влияние, чем порода и происхождение. Низкая калорийность и нехватка отдельных элементов питания задерживают рост, снижают продуктивность и плодовитость рыб, ослабляют здоровье. Чем больше корма рыба поедает, тем большая часть его используется на образование продукции;

2) на качество продуктов рыбоводства: соотношение жира и белка, аромат и вкус мяса. Содержание аминокислот в мясе различается при использовании разных кормов;

3) на формирование телосложения и развитие внутренних органов. Обильное кормление увеличивает массу и ускоряет рост рыб. Недостаточное кормление молодняка не только сказывается на живой массе и росте, но и изменяет формы телосложения. Недостаток питания молодежи вызывает недоразвитие скелета, отдельные части которого сохраняют особенности, свойственные молодому возрасту;

4) на важнейшие экономические показатели производства продукции рыбоводства. Кормление рыб является ведущим фактором эффективного развития товарного рыбоводства. В прудовых хозяйствах за счет искусственного кормления производится 70–80 % рыбопродукции, в хозяйствах индустриального типа – практически 100 %. В структуре стоимости производства рыбы на долю кормов приходится около половины общих затрат.

1. Задания для курсовой работы и правила ее оформления

Курсовая работа по дисциплине «Технология кормления рыб» является частью этапа творческой и учебной подготовки студентов по данному курсу. Выполнение этой работы обязательно, так как она является итоговым

заключением курса. Успешная защита курсовой работы дает возможность выявить подготовку студента по изученному курсу, определить его умение логически мыслить и связывать теоретическую подготовку и знания с практикой. Качество курсовой работы зависит от умения студента ориентироваться в теоретическом материале по исследуемому объекту, правильного полного ответа на поставленные вопросы и умение правильного оформления работы автором. Курсовая работа должна быть написана в соответствии с требованиями, изложенными в данных методических указаниях. Работа оценивается по ее теоретическому уровню, структуре, форме изложения материала, а также к качеству оформления и практической значимости.

2. СТРУКТУРА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Студенту выдаётся индивидуальное задание для выполнения курсовой работы. Курсовая работа имеет следующую структуру:

Титульный лист

Задание для выполнения

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

1. Рыбоводно-биологическая характеристика объекта аквакультуры (объем 5-7 стр.)

2. Структура хозяйства, биотехника выращивания и рыбоводно-биологические нормативы (объем 8-10 стр.)

3. Нормы кормления и рационы при выращивании личинок, малька, взрослой рыбы (объем 8-10 стр.)

4. Описание и расчеты (объем 4-5 стр.)

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ (объем 1-2 стр.)

6. СПИСОК ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Во «**Введении**» дается характеристика и обосновывается актуальность проблемы, к которой относится тема работы, дается краткий обзор современного состояния данной проблемы (критический анализ изученной литературы и заключение по этому анализу), ставится цель исследования и задачи, позволяющие достичь поставленной цели. Введение должно составлять 1-2 страницы текста.

В разделе «**Рыбоводно-биологическая характеристика объекта аквакультуры**» необходимо обосновать выбор вида рыбы, как объекта аквакультуры для данного хозяйства (доказательства правильности выбора).

Краткие сведения по биологии объекта разведения – его особенности (максимальные размеры, масса, сроки наступления половой зрелости, плодовитость, время размножения, нерестовые температуры, оптимальные температуры выращивания, соотношение полов, отношение к нерестовому

субстрату, продолжительность эмбриогенеза, устойчивость к внешней среде, характер питания, темп роста и т. д.).

Обоснование необходимости и выбор объектов поликультуры исходя из спектра питания объекта аквакультуры. Краткие сведения по биологии объектов поликультуры. Обязательно привести латинские названия рыб, разводимых на хозяйстве и иллюстрации в виде рисунков или фотографий разводимых рыб.

В разделе **«Структура хозяйства, биотехника выращивания и рыбоводно-биологические нормативы»** нужно расписать биотехнику выращивания объекта аквакультуры, добавочной рыбы по следующей схеме.

Способы получения потомства. Преднерестовое содержание производителей. Использование стимулирующих препаратов при заводском, полужаводском и прудовом способах получения потомства. Получение половых продуктов и подготовка икры к инкубации. Типы аппаратов для инкубации икры. Проведение инкубации. Подготовка нерестовых прудов при естественном методе получения потомства. Формирование гнезд и посадка производителей на нерест. Контроль за развитием икры и личинок. Выдерживание предличинок. Размещение личинок на дальнейшее выращивание.

Контроль при выращивании сеголетков, двухлетков – при двухлетнем обороте, и трехлеток – при трехлетнем обороте. Наблюдение за темпом роста всех выращиваемых рыб. Обловы прудов. Сортировка рыбы и профилактические мероприятия. Проведение зимовки сеголетков и двухлетков (при трехлетнем обороте), а также маточного и ремонтного стада рыб. Облов зимовалов и выращивание товарной рыбы. Отлов товарной рыбы, ее размещение в живорыбных садках и реализация. Особенности проводимой работы при выращивании рыбы в УЗВ.

Перед описанием приводится таблица бионормативов выращивания рыб для той рыбоводной зоны, в которую входит хозяйство. Необходимые показатели студенты выбирают из справочных данных для рыбоводной зоны, в которую входит хозяйство. Биотехника выращивания объекта аквакультуры в хозяйстве описывается по плану, приведенному ниже:

- содержание и выращивание ремонтно-маточного стада;
- процесс получения потомства (естественный или заводской) и все показатели по этому этапу;
- подращивание молоди;
- выращивание сеголеток;
- зимовка сеголеток;
- выращивание двухлеток;
- зимовка двухлеток (при трехлетнем обороте);
- выращивание трехлеток.

Показатели необходимые для : плотность посадки, масса в начале и конце выращивания, прирост за лето, выживаемость, рыбопродуктивность (естественная и за счет удобрений), кратность посадки и т. п.

В разделе **«Нормы кормления и рационы при выращивании личинок, малька, взрослой рыбы»** указываются нормы кормления определённого вида рыб и характеристики комбикорма.

Обоснованная система нормирования комбикорма построена на зависимости суточных рационов рыбы от их массы, температуры воды и среднесезонных изменений естественной кормовой базы водоема (если рыбы выращиваются в естественных водоемах). Поэтому правильное нормирование должно обеспечивать не только потребности рыб в пище, но и экономное расходование комбикормов, а также способствовать поддержанию нормальных гидрохимических условий.

Суточный рацион – это количество корма, задаваемое рыбе в течение суток. Он выражается в весовых единицах или в процентном отношении к массе рыб. Если калорийность комбикорма отличается от указанной в кормовой таблице, суточная норма может быть скорректирована. При низкой калорийности комбикорма суточную норму увеличивают, при высокой – снижают относительно величин, указанных в таблицах.

Чтобы правильно распределить корм в течение вегетационного периода для районов средней полосы РФ, применяют следующую структуру расхода кормов по месяцам (для двухлетков карпа) в % от общего количества корма: май – 5 %, июнь – 25 %, июль – 30 %, август – 35 %, сентябрь – 5 %.

Таким образом, большую часть корма дают рыбе в июне-августе, когда карп питается наиболее интенсивно. При понижении температуры воды в прудах до 10° и ниже интенсивность питания карпа резко снижается; позднее он совсем перестает брать корм.

Количество кормовых мест для кормления рыбы определяют путем деления общего осеннего выхода рыб на среднее число рыб, рассчитываемых на одно кормовое место. Суточные нормы кормления рыб комбикормами на примере карпа приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Суточные нормы кормления карпа полноценными комбикормами

Масса рыбы, г	Температура воды °С			
	22-25		26-30	
	Количество корма			
	%	г	%	г
0,5-1,5	30	0,23	40	0,3
1,5-2,5	22,5	0,45	30	0,6
2,5-5	15	0,6	20	0,8

5-10	11,3	0,9	17	1,4
10-20	8,2	1,2	14	2,1
20-35	7,5	2,1	10	2,7
35-50	7,1	3,1	9,5	4,1
50-70	6,7	4	9	5,4
70-90	6,2	4,9	8,5	6,8
90-100	5,8	5,8	8	8
110-130	5,4	6,5	7,5	9
130-150	5,3	7,4	7	9,8
150-200	4,5	7,8	6,5	11,4
200-250	4,2	9,4	5,6	12,6
250-300	3,7	10,1	4,9	13,8
300-350	3,4	11	4,4	15
350-400	3,2	11,2	4	15
450-500	2,9	12,3	3,4	15,4
500-550	2,7	12,8	3,1	17,2
550-600	2,5	13,1	2,8	14,7
600-650	2,3	13,2	2,5	14
650-700	2,2	13,7	2,3	13,7
700-750	2,0	13,5	2,1	13,6
750-800	1,8	13,5	1,8	13,5

Пример ингредиентов (химический состав), используемых в кормлении карповых приведён в таблице 2.

Таблица 2 – Ингредиенты и химический состав кормов

Корм	БЭВ, %	Сыро й прот еин, %	Сыро й жир, %	Сыра я клет чатка , %	Минеральные вещества, г			Аминокислоты, г			Три пто фан
					Са	Р	Na	лизин	метионин	цистин	
Кукуруза желтая	66	10,0	4,1	2,2	0,1	2,6	0,3	2,9	1,9	1,0	0,8
Пшеница	66,8	11,5	1,1	3,5	0,4	4,7	1,1	3,9	2,1	2,0	1,6
Овес	58,7	11,0	4,8	10,3	1,2	3,5	1,7	3,6	1,6	1,6	1,5
Рожь	68,4	12,0	2,1	2,2	0,7	3,0	1,0	4,4	1,7	1,8	1,1
Ячмень	65,7	11,6	2,8	5,5	0,6	3,4	0,4	4,4	1,8	1,8	1,3
Соя	30,2	33,2	16,9	5,0	2,1	5,9	3,4	21,9	4,6	5,3	3,6
Отруби пшеничные	53,2	12,0	4,2	9,1	1,3	11,1	1,3	5,7	1,9	2,2	2,0
Шрот:											
арахисовый	25,5	43,1	11,5	7,5	1,4	5,6	0,1	16,6	6,3	9,1	-
льняной	32	33,1	9,9	9,4	3,1	7,1	0,6	11,5	5,3	5,3	5,2
соевый	31,9	43,0	0,5	6,2	5,5	7,0	5,1	27,8	5,7	6,2	5,9
подсолнечный	25	36,0	3,5	15,0	3,0	8,2	9,4	13,8	9,	6,9	4,6

хлопчатни ковый	28	37,0	7,2	10,7	2,4	11,5	2,5	18,4	4,8	6,4	5,1
Дрожжи:											
кормовые	34	52,1	0,85	-	-	-	-	38,4	6,5	5,5	6,0
гидролиз ные	33	45,0	1,24	0,73	20,3	12,6	1,3	32,6	6,3	5,1	6,3
Рыбная мука:											
жирная	1,7	46,0	11,6	-	80,0	64,0	27,0	39,3	12,8	13,9	5,0
обезжире нная	1,5	59,4	1,9	-	80,0	64,0	27,0	50,7	16,5	10,8	6,2
Мука:											
кровяная	2,1	82,0	2,5	-	0,2	1,8	8,5	67,2	9,8	15,6	10,6
мясокост ная	3,6	37,0	12,8	-	71,0	43,0	17,0	20,0	5,5	2,6	3,4
Молоко сухое обезжире нное	46	34,0	1,0	-	12,9	9,8	5,4	29,8	8,6	5,6	4,3
Жир кормовой	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-

Показатель оплаты корма увеличивается при кормлении рыбы недоброкачественными и плохо приготовленными кормами, при закладке корма в заросли водной растительности, на заиленных местах, при слишком завышенной норме, когда весь корм на кормовых местах не поедается рыбой, остается на кормушках и загнивает, а также при заболевании рыбы и неблагоприятных факторах внешней среды.

Таблица 3 – Питательность комбикормов (%) для взрослого карпа

Содержание основных питательных веществ, %	
Питательность кормов	Взрослый карп
Сырой протеин	23,0
Сырой жир	2,5
Сырая клетчатка	9,5

Необходимо составить рацион для молоди согласно вашему заданию учитывая питательность кормов из таблицы 3, выбирая ингредиенты из таблицы 3. Полученные данные необходимо внести в таблицу 4.

Таблица 4. Рецепт кормов для прудового карпа

Наименование ингредиентов	Питательность ингредиентов, %	Ввод ингредиентов, %

Итого		100

Если в вашем индивидуальном задании выращивание личинок и молоди использование стартовых кормов является одной из наиболее трудоемких операций в рыбоводной практике. Проведенные исследования позволили разработать нутриентный состав стартовых комбикормов для личинок и молоди карповых рыб (таблица 5).

Корм следует вносить не менее 4 раз в час на протяжении светлого времени суток (при искусственном освещении – круглосуточно). Использование кормораздатчиков различного типа существенно сокращает трудовые затраты.

Суточную норму корма нужно распределять равномерно. При раздаче кормов вручную их следует медленно рассыпать в местах скопления личинок. Постоянно нужно следить за тем, чтобы личинки не испытывали недостатка в корме, так как даже кратковременное голодание вызывает массовую гибель рыб.

Таблица 5 – Питательность комбикормов (%) для личинок и молоди карпа

Содержание основных питательных веществ, %		
Питательность кормов	Личинки	Молодь
Сырой протеин	45,2	42,1
Сырой жир	9,8	10,2
Сырая клетчатка	3,4	2,2

В таблице 6 приведены суточные нормы внесения корма для личинок и молоди карпа, выращиваемых при разной температуре воды.

Таблица 6 – Суточная норма кормления личинок и мальков карповых рыб, % массы тела

Масса личинок и мальков, мг	Температура воды, °С		
	20-25	25-28	29-32
< 3,0	50	50	50
3-10	50	60	75
11-50	70	90	80
51-100	50	70	80
101-300	25	30	40
301-1000	25	30	40

Указанные нормативы кормления личинок и молоди ориентировочны и подлежат корректировке в зависимости от местных условий. При соблюдении всех перечисленных требований за 30 сут. выращивания масса молоди карпа увеличивается с 1,0...1,5 мг до 1,0-1,2 г при выживаемости не менее 60 %.

При снижении температуры ниже 20 °С на 1° величину суточной дачи уменьшают на 10 %, на 2 °С – на 20 %, и т.д. При уменьшении содержания кислорода в воде в утренние часы до 3-4 мг\л величина суточной нормы уменьшается на 30...40 %, при 2,6...2 мг\л – на 60...70 %, при дальнейшем снижении содержания кислорода кормление следует временно прекратить

В прудовых карповых хозяйствах с двухлетним оборотом на выращивание товарной рыбы затрачивается до 80...90 % от общего количества расходуемых комбикормов. В связи с этим объем производимой товарной продукции, и экономическая эффективность работы хозяйств во многом определяются физиологической обоснованностью подбора рецептур комбикормов и технологии кормления применительно к уровню интенсификации.

Начало кормления годовиков в весенний период следует определять по температуре воды и состоянию естественной кормовой базы. При ее нормальном развитии и плотности посадки годовиков до 3,5 тыс./га кормление можно начинать при температуре 17...18 °С, а при оскудении кормовой базы или в случае посадки годовиков свыше 5 тыс./га — при 15...16 °С.

В первые дни количество задаваемого корма должно составлять около 0,5...1,0 % от массы рыб в пруду. По мере привыкания рыб к корму и хорошего поедания, его следует довести до нормы, соответствующей температуре.

Нормы комбикормов для двухлеток рассчитывают, как и для сеголеток, по трем периодам (таблица 7).

Суточные нормы гранулированных комбикормов СБС-РЖ, МБП, МБЯ для двухлеток карпа, выращиваемых в прудовых хозяйствах, % массы рыб

Таблица 7 – Суточные нормы дачи комбикормов

Т воды, °С	Средняя масса двухлеток карпа, г									
	25	50	75	100	150	200	300	400	500	>700
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Начальный период (май – июнь); при хорошем развитии естественной кормовой базы (более 20 мг/л зоопланктона) нормы можно применять в начале основного периода										
15	1,9	1,8	1,8	1,7	1,6	1,5	1,3			
17	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	1,8			
19	3,3	3,0	2,9	2,8	2,7	2,6	2,4			
21	4,1	3,6	3,5	3,4	3,2	3,1	2,9			
23	4,9	4,4	4,3	4,1	3,9	3,7	3,4			
25	5,7	5,2	4,9	4,7	4,5	4,3	4,0			
>26	6,2	5,6	5,3	5,1	4,9	4,7	4,4			
Основной период (июль – август)										
16		3,1	3,1	2,9	2,8	2,7	2,5	2,3	2,1	1,9
17		3,6	3,5	3,3	3,2	3,1	2,9	2,6	2,4	2,2
19		4,6	4,4	4,1	4,0	3,9	3,6	3,3	3,1	2,9
21		5,6	5,4	5,1	4,9	4,7	4,4	4,1	3,9	3,7

23		6,6	6,4	6,1	5,9	5,5	5,2	4,8	4,6	4,4
25		7,8	7,5	7,1	6,8	6,3	6,0	5,6	5,4	5,2
>27		9,1	8,7	8,2	7,8	7,3	6,9	6,5	6,3	6,1
Заключительный период (сентябрь – октябрь)										
10				0,9	0,8	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4

*Для рецептов серий К-111, 112-1, нормы увеличивают на 10 %, умножая на 1,1.

Исходными величинами для расчета зарыбления нагульных прудов является рыбоводнобиологические нормы массы посадочного материала, товарных двухлетков и их выживаемости.

Таблица 8 – Рыбоводно-биологические нормы при совместном выращивании двухлетков карпа и растительноядных рыб

Показатель	Норма							
	Общая	Для зон						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Выход продукции из одамбованных нагульных прудов площадью 100-150га:								
Всего, кг/га*;	800-2500	800	1000	1450	1900	2150	2350	2500
В том числе:								
Карпа	800-1400	800	100	1200	1300	1350	1400	1400
Белого толстолобика	300-600	-	-	-	300	450	560	690
Гибрида толстолобика	200	-	-	200	-	-	-	-
Белого амура	50-100	-	-	50	50	50	90	110
Плотность посадки годовиков на нагул при выходе 75% шт\га:								
Всего:	3100-4000	3100	3600	4000	4000	3900	3800	3800
В том числе:								
Белого толстолобика	1150-1050	-	-	-	1150	1050	1050	1050
Пестрого толстолобика	800-600	-	-	800	800	800	700	600
Гибрида толстолобика	800	-	-	800	-	-	-	-
Белого амура	200-150	-	-	200	170	150	150	150
Выход двухлетков карпа и растительноядных рыб от посадки годовиков, % **								
В одамбованных прудах, площадью, га:								
До 50	85	Для всех зон						
От 51 до 100	80							
От 101 до 150	75							
Свыше 150;	65							
В русловых прудах площадью, га								
До 50	80	Для всех зон						
От 51 до 100	75							
От 101 до 150	70							
От 150 и более	65							
Средняя масса товарных двухлетков, г:								
Карпа	350-500	350	370	400	430	460	500	500
Белого толстолобика	350-900	-	-	-	350	600	750	900

Пестрого толстолобика	350-700	-	-	350	400	500	600	700
Гибрида толстолобика	350	-	-	350	-	-	-	-
Белого амура	350-1000	-	-	350	400	500	800	1000
Количество дней нормированного кормления	90-140	90	95	105	115	125	130	140

ХАРАКТЕРИСТИКА НОРМ КОРМЛЕНИЯ И РАЦИОНОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РЕМОНТА И ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ КАРПА Репродуктивные качества производителей во многом определяются условиями их содержания в период нагула и непосредственно перед нерестом. Особое значение для нормального развития половых продуктов имеет обеспеченность рыб необходимым минимумом естественной пищи. Весьма важным становится соблюдение нормативных плотностей посадки рыб в маточные пруды и проведение в них мелиоративных и удобрительных мероприятий.

Составление рецептов комбикормов для различных половозрастных групп прудовых рыб с учетом необходимого уровня питательных веществ в составе кормосмеси основано на потребности в питательных веществах

Таблица 9 – Потребность в питательных веществах для карповых рыб, %

Питательные вещества	Масса особи				
	1-100 мг	100-1000 мг	1-40 г	40-150 г	Более 150 г
Протеин (включая животный)	55-60	45-55	40-45	35-40	30-38
Жир сырой	3-8	3-7	2-7	2-5	2-5
БЭВ	10-20	15-20	20-30	25-35	30-40
Клетчатка сырая	0,3-0,6	0,6-1,5	1,5-3	3-5	4-7
Триптофан	0,5-0,6	0,4-0,5	0,3-0,4	0,2-0,3	0,2-0,3
Метионин	0,8-1	0,6-0,8	0,5-0,6	0,4-0,5	0,4-0,5
Лизин	3,6-4	2,8-3,5	2,1-2,7	1,8-2,1	1,8-2
Зола сырая	5-12	5-14	5-14	5-15	5-15

На основании примерных рецептов, приведенных в таблице, можно составить рецепты комбикормов для производителей.

ХАРАКТЕРИСТИКА НОРМ КОРМЛЕНИЯ И РАЦИОНОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЛИЧИНОК И МАЛЬКОВ ОСЕТРОВЫХ РЫБ. Кормление осетровых начинают с момента завершения резорбции желточного мешка у 60...70 % личинок при массе 20...40 мг.

К настоящему времени экспериментально определено, что оптимальными по протеину для личинок и мальков осетровых являются корма, содержащие не менее 410...420 г/кг переваримого протеина. Эта величина соответствует уровню сырого протеина в комбикормах в пределах 48...53 % и зависит от его аминокислотного состава, который определяет его полноценность.

Однако кормить рыб только живым кормом не рекомендуется. При разработке стартовых комбикормов учтен состав питательных веществ естественной пищи молоди осетровых рыб, отличающийся наличием протеина с низкой молекулярной массой, а также высоким содержанием незаменимых жирных кислот линолевого ряда. В состав стартового комбикорма входят: рыбная мука, гидролизаты из рыбы, дрожжи, витазар, поливитаминный премикс и другие компоненты.

Суточные нормы кормления осетровых рыб разной массы гранулированными кормами при выращивании в условиях оптимального температурного режима приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Суточные нормы кормления молоди осетровых рыб стартовыми комбикормами в индустриальных хозяйствах, % от массы рыб

Температура воды, °С	Масса рыб, г				
	до 0,1	0,1-0,3	0,3-0,5	0,5-1,5	1,5-3,0
12	14	12	11	8	6
14	16	14	13	9	7
16	18	16	15	11	8
18	21	19	16	12	10
20	23	21	18	14	12
22	25	23	20	16	13
24	27	25	22	17	14
26	30	27	24	17	14
28	27	24	21	15	12

В первые сутки из-за низкой пищевой активности происходит потеря части комбикормов, поэтому суточная норма должна быть увеличена до 50 % массы рыб. При выращивании личинок, наряду со стартовыми кормами, в течение первых 2...3 сут. целесообразно использовать живые корма (дафний, декапсулированные яйца и науплии артемии) — до 15...20 % рациона. Отечественные стартовые комбикорма выпускаются в виде крупок. В виде микрогранул производятся в основном импортные корма.

Размер крупки должен соответствовать размеру ротовой полости и глотки рыб. Поскольку рост отдельных личинок также, как и все биологические процессы происходит неравномерно, то переход на более крупный размер корма нужно осуществлять постепенно, путем добавления более крупной фракции к мелкой. Как правило, живые корма задают личинкам

в течение первых 10...15 сут., после чего применяют только стартовые комбикорма.

Продукционные комбикорма предназначены для молоди массой более 3...5 г; они вырабатываются в виде гранул и тонущих экструдатов.

Для интенсивного роста необходима высокобелковая и калорийная пища. Поэтому для рыб первого года жизни мы выделяем особый вид кормов. Это продукционные, так называемые «ростовые» комбикорма.

Рецепты продукционных комбикормов ОТ-6 и ОТ-7 имеют набор сырьевых компонентов, сходный со стартовыми, а именно рыбную и кровяную муку, соевый шрот, витазар, пшеницу, кормовые дрожжи, рыбий жир и витаминно-минеральный премикс ВМП-ПО-5. Качественные показатели «ростового» продукционного корма для молоди следующие: протеин – 43-47 %, жир – 9-14 %, БЭВ – до 30 %, зола – до 9 %, клетчатка – до 3 %.

По сравнению с кормами для лососей осетровые комбикорма содержат меньшее количество липидов.

Суточные нормы кормления рыб сухими гранулированными кормами в усредненном виде составляют от 8 до 2...3 % в сут. (к концу сезона выращивания).

ХАРАКТЕРИСТИКА НОРМ КОРМЛЕНИЯ И РАЦИОНОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ГОДОВИКОВ И ДВУХЛЕТОК ОСЕТРОВЫХ РЫБ Для кормления осетровых на втором и последующих годах выращивания используются два варианта, которые в России распространены приблизительно в одинаковой степени. Это кормление пастообразными и полнорационными сухими комбикормами.

Таблица 11 – Суточные нормы кормления осетровых рыб продукционными комбикормами

Масса тела, г	Суточная норма, % в зависимости от температуры воды			
	12-17	17-20	20-24	24-27
3-50	8-6	10-5	10-8	8-6
50-100	4	5-4	5	3-4
150-200	3	5-4	5	3-4
200-250	3	4-3	4	3-2
250-300	3	4-3	4	3-2
350-400	2	4-3	4	3-2
450-500	2	3	4	3-2
500-800	1,5	2	3	1
800-1500	1,5	2	3	1
Более 1500	0,5-1,0	1	1,0-1,5	0,5-1,0

Нормы кормления товарных рыб сухими гранулированными кормами следует снижать со второго года выращивания с 2 % и более в начале, до 1 % от массы тела – в конце. В среднем они колеблются около 1,2...1,5 %, но не более 2 %. Кормовые коэффициенты при этом достигают 1,2...1,5 ед.

Нормы должны уточняться в зависимости от вида осетровых рыб, качества корма и условий рыбоводных хозяйств.

ХАРАКТЕРИСТИКА НОРМ КОРМЛЕНИЯ И РАЦИОНОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РЕМОНТА И ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ОСЕТРОВЫХ РЫБ Для кормления производителей и ремонтно-маточного стада осетровых рыб во ВНИИПРХ был создан и прошел испытания рецепт репродукционного комбикорма АК- 9ПО. В его состав входит рыбная мука, витазар, кукурузный глютен, сухой обрат, рыбий жир. За счет высокого содержания рыбной муки, а также ввода витазара и кукурузного глютена уровень протеина в диете доведен до 50 %. Однако рыб, содержащихся в маточном стаде, предпочтительнее кормить влажными пастообразными кормами или использовать совместно (чередую кормления) сухие и влажные корма.

Нормы кормления производителей в течение года в зависимости от температуры и физиологического состояния рыб колеблются в пределах 0,4...3,0 % от их массы. При определении среднего значения за год с учетом зимних и ряда других периодов, когда рыб не кормят вообще получается около 0,6...0,8 % в сут.

Рыб ремонтно-маточного стада кормят аналогично товарными кормами, которые имеют улучшенный качественный состав протеина, липидов и обогащены биологически активными веществами.

ХАРАКТЕРИСТИКА НОРМ КОРМЛЕНИЯ И РАЦИОНОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЛИЧИНOK, МАЛЬКОВ И СЕГОЛЕТOK ЛОСОСЕВЫХ РЫБ В составы комбикормов и кормосмесей для выращивания разновозрастных групп лососевых рыб в обязательном порядке вводятся рыбий жир и растительные масла в количестве 11...23 % для повышения калорийности кормов и одновременно обеспечения жирными кислотами. Жиры для кормления форели, лососей и сигов должны быть высокого качества. При увеличении жира в кормах в количестве с 7 до 16 % увеличивается масса рыб и содержание жира в тканях. При производстве комбикормов для выращивания лососевых рыб в качестве источника энергии вместо жиров используют растительные (зерновые) компоненты, обработанные экстракционным методом.

Лососевые, как хищные рыбы, нуждаются в корме, состоящем из компонентов животного происхождения: рыбной муки, мясокостной муки и других, их в составе комбикормов и кормосмесях должно быть до 50 % и более.

Нормирование и техника скармливания кормов форели при ее выращивании должны отвечать этапам ее постэмбрионального развития и соответствовать периодам кормления личинок, мальков, сеголеток, годовиков, товарных двухлеток и производителей. Кормление следует проводить стартовыми гранулированными комбикормами.

Стартовые комбикорма РГМ-6М и С-112-лат предназначены для выращивания молоди стальноголового лосося, радужной форели и форели Дональдсона до массы 5 г; ЛК-5С – для личинок и молоди атлантического лосося до массы 2 г; ЛК-5П — для атлантического лосося массой от 2 до 30 г; РГМ-8М - для атлантического лосося от личинки до смолта; РГМ-9М, ЛС-НТ – для выращивания тихоокеанских лососей до стадии смолта.

Также для форели используются комбикорма АК-1ФГ, АК-6ММ для выращивания до массы 10...15 г. Комбикорм ЛК -1ФС состоит из следующих компонентов: мука рыбная, муки кровяная, витазар, рыбий жир, премикс ПФ-ЗВ; АК-6ММ: мука рыбная, мука кровяная, шрот соевый, дрожжи, пшеница, рыбий жир, премикс ПФ-ЗВ.

Сухой корм раздается 10...12 раз в сутки в светлое время.

Суточные нормы сухих гранулированных комбикормов для выращивания личинок, мальков, сеголеток, товарной форели устанавливаются для каждого этапа их выращивания в зависимости от температуры воды, массы тела и питательности комбикормов.

На основании собственных данных применительно к нашим условиям выращивания форели Канидьев и Гамыгин разработали уточненные суточные нормы кормления лососевых с учетом массы рыбы и температуры воды, которые представлены в таблице 19.

Кормление форелей необходимо проводить по соответствующим нормам, согласно разработанным потребностям для выращивания личинок и мальков с учетом массы рыбы, температуры воды, содержания в комбикорме протеина и энергии в нем. Суточные нормы кормления молоди форели сухими гранулированными комбикормами составлены из расчета кормового коэффициента – 1...2 кг корма на 1 кг прироста массы форели.

Таблица 12 – Суточная норма кормления лососевых рыб (радужная форель, стальноголовый лосось, кижуч), % от массы тела (по Канидьеву А.И. и Гамыгину Е.А.)

t, ВОДЫ, °C	Стартовые			Продукционные							
	Масса рыб, г										
	до 0,2	0,2 – 2	2 – 5	5 – 12	12 – 25	25 – 40	40 – 60	60 – 100	100 – 150	150 – 200	200 и выше
2	2,7	2,3	1,8	1,5	1,2	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5
3	2,9	2,4	1,9	1,6	1,3	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5

4	3,2	2,6	2,1	1,8	1,4	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
5	3,4	2,8	2,3	1,9	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7
6	3,7	3,5	2,5	2,2	1,7	1,4	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8
7	4,0	3,3	2,7	2,3	1,8	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9
8	4,4	3,6	2,9	2,6	2,0	1,6	1,5	1,3	1,2	0,1	1,0
9	4,7	3,9	3,2	2,8	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1
10	5,1	4,4	3,4	3,0	2,3	1,9	1,7	1,5	1,4	1,3	1,2
11	5,6	4,7	3,8	3,3	2,5	2,0	1,9	1,6	1,5	1,4	1,3
12	6,0	5,0	4,1	3,5	2,7	2,1	2,0	1,8	1,6	1,5	1,4
13	6,5	5,5	4,4	3,8	2,9	2,4	2,2	1,9	1,8	1,6	1,5
14	7,0	5,9	4,7	4,2	3,1	2,5	2,3	2,1	2,0	1,7	1,6
15	7,5	6,3	5,1	4,6	3,4	2,8	2,5	2,2	2,1	1,8	1,7
16	8,0	6,7	5,4	5,0	3,9	3,1	2,7	2,4	2,2	2,1	1,9
17	8,6	7,1	5,8	5,5	4,1	3,4	2,8	2,6	2,3	2,2	2,1
18	9,1	7,6	6,2	6,0	4,4	3,5	3,0	2,7	2,4	2,3	2,2
19	9,6	8,1	6,6	6,1	4,6	3,6	3,1	2,7	2,6	2,4	2,3
20	10,1	8,4	7,1	6,3	4,7	3,7	3,2	2,8	2,6	2,5	2,4

Суточные нормы скармливания комбикормов при выращивании сеголеток форели комбикорма типа РГМ указаны в таблице 15.

Таблица 13 – Суточные нормы кормления сеголеток форели сухими гранулированными комбикормами типа РГМ, %.

Содержание протеина – 41,0, энергии – 18,1 МДж/кг

Температура воды, °С	Масса форели, г		
	5-12	12-25	25-40
1	2	3	4
2	1,5	1,2	0,9
3	1,6	1,3	1,0
4	1,8	1,4	1,2
5	1,9	1,5	1,3
6	2,2	1,7	1,5
7	2,3	1,8	1,5
8	2,6	2,0	1,6
9	2,8	2,1	1,8
10	3,0	2,3	1,9
11	3,3	2,5	2,0
12	3,5	2,7	2,2
13	3,8	2,9	2,4
14	4,2	3,1	2,5
15	4,6	3,4	2,8
16	5,1	3,9	3,1
17	5,5	4,1	3,4
18	6,0	4,4	3,5
19	6,1	4,6	3,6
20	6,3	4,7	3,7

**ХАРАКТЕРИСТИКА НОРМ КОРМЛЕНИЯ И РАЦИОНОВ
ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ГОДОВИКОВ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ** Для

выращивания годовиков и товарной форели используют гранулированные и пастообразные кормосмеси, которые составлены с учетом возрастных особенностей обмена веществ форели в этот период ее развития.

По питательности производственные комбикорма должны отвечать таким показателям (в %): сырой протеин – 38...43; сырой жир – 7...9; углеводы – 25...30; клетчатка – 3...5; минеральные соли – 10...15; энергии – 4000...4500 ккал/кг или 16,7...18,8 МДж/кг.

В составы рецептов комбикормов вводятся качественные компоненты животного, растительного и микробного происхождения, хорошо измельчены, перемешаны и загранулированы или проэкструдированы.

Таблица 14 – Суточные нормы кормления годовиков и товарной форели производственными сухими гранулированными кормами РГМ, %

Температура воды, °С	Масса форели, г				
	40-60	60-100	100-150	150-200	200 и более
2	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5
3	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
4	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
5	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7
6	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8
7	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9
8	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0
9	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1
10	1,7	1,5	1,4	1,3	1,2
11	1,9	1,6	1,5	1,4	1,3
12	2,0	1,8	1,6	1,5	1,4
13	2,2	1,9	1,8	1,6	1,5
14	2,3	2,1	2,0	1,7	1,6
15	2,5	2,2	2,1	1,8	1,7
16	2,7	2,4	2,2	2,1	1,9
17	2,8	2,6	2,3	2,2	2,1
18	3,0	2,7	2,4	2,3	2,2
19	3,1	2,7	2,6	2,4	2,3
20	3,2	2,8	2,6	2,5	2,4

Для кормления форели массой свыше 10-15 г используют производственные экструдированные корма РГМ-1ФЭМ, РГМ-1ФП, а для рыбы массой свыше 50 г – РГМ-2ФП. Размер гранул комбикормов – от 3 мм и выше.

Таблица 15 – Показатели качества производственных кормов

Показатели	РГМ-1ФЭМ	РГМ-1ФП	РГМ-2ФП
Обменная энергия не менее, ккал/кг	3730	3780	3570
Сырой протеин не менее, %	42	45	40
Лизин не менее, %	2,4	2,4	2,1
Метионин + цистеин не менее, %	1,3	1,3	1,2
Сырой жир не менее, %	14	14	13
Клетчатка не более, %	3,0	2,0	3,0
Фосфор не менее, %	0,8	0,8	0,8

Зола не более, %	10	10	10

ХАРАКТЕРИСТИКА НОРМ КОРМЛЕНИЯ И РАЦИОНОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ТОВАРНЫХ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ По питательности производственные комбикорма должны отвечать таким показателям (в %): сырой протеин – 38...43; сырой жир – 7...9; углеводы – 25...30; клетчатка – 3...5; минеральные соли – 10...15; энергии – 4000...4500 ккал/кг или 16,7...18,8 МДж/кг.

В составы рецептов комбикормов вводятся качественные компоненты животного, растительного и микробного происхождения, хорошо измельчены, перемешаны и загранулированы или проэкструдированы. Размер гранул комбикормов - от 3 мм и выше.

В разделе «**ОПИСАНИЕ И РАСЧЕТ НЕОБХОДИМОГО**

КОЛИЧЕСТВА КОРМОВ» описывается выбранный вид комбикорма. К искусственным кормам для карпа предъявляются строгие требования. В первую очередь корма должны быть сбалансированными по основным питательным веществам – протеину, жирам и углеводам. Потребность карпа в названных питательных веществах на разных этапах развития даже в течение одного года выращивания качественно меняется, поэтому состав кормов, применяемый для кормления карпа разного возраста, подвержен изменениям.

Для определения расхода кормов за весь сезон необходимо знание количества рыбы и ее среднесуточный прирост по каждой декаде. Эти данные должны быть приведены в таблице.

Расход кормов за каждую декаду рассчитывается путем умножения общей массы всех особей на норму скармливания комбикорма (берется из характеристики выбранного комбикорма).

Таблица 16 - Количество рыбы, средняя масса и расход кормов для выростных прудов

Месяц	Декады	Кол-во рыбы на нач. декады шт.	Отход		Кол. рыбы на конец декады, шт.	Средняя масса одной особи, г	Кол. пит-ся рыб, шт.	Расход кормов, кг
			%	шт.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	3	A	20	$0,2 \times A$	$A - 0,2C = A_1$	1	$(A + A_1) / 2$	
VI	1	A ₁	20	$0,2 \times C$	$A_1 - 0,2C = A_2$	2	$(A_1 + A_2) / 2$	
	2	A ₂	10	$0,1 \times C$	$A_2 - 0,1C = A_3$	4	$(A_2 + A_3) / 2$	
	3	A ₃	3,8	$0,038 \times C$	$A_3 - 0,038C = A_4$	6	$(A_3 + A_4) / 2$	
VII	1	A ₄	3,8	$0,038 \times C$	$A_4 - 0,038C = A_5$	8	$(A_4 + A_5) / 2$	

	2	A ₅	3,8	0,038 × C	A ₅ -0,038C=A ₆	10	(A ₅ +A ₆) / 2	
	3	A ₆	3,8	0,038 × C	A ₆ -0,038C=A ₇	12	(A ₆ +A ₇) / 2	

Окончание таблицы 24

1	2	3	4	5	6	7	8	9
VIII	1	A ₇	3,8	0,038 × C	A ₇ -0,038C=A ₈	15	(A ₇ +A ₈) / 2	
	2	A ₈	3,8	0,038 × C	A ₈ -0,038C=A ₉	20	(A ₈ +A ₉) / 2	
	3	A ₉	3,8	0,038 × C	A ₉ -0,038C=A ₁₀	25	(A ₉ +A ₁₀) / 2	
IX	1	A ₁₀	3,8	0,038 × C	A ₁₀ -0,038C=A ₁₁	30	(A ₁₀ +A ₁₁)/2	
	2	A ₁₁	3,8	0,038 × C	A ₁₁ -0,038C=A ₁₂	35	(A ₁₁ +A ₁₂)/2	
	3	A ₁₂	3,8	0,038 × C	A ₁₂ -0,038C=A ₁₃	37	(A ₁₂ +A ₁₃)/2	
X	1	A ₁₃	3,8	0,038 × C	A ₁₃ -0,038C=A ₁₄	40	(A ₁₃ +A ₁₄)/2	
	2	A ₁₄	3,8	0,038 × C	A ₁₄ -0,038C=A ₁₅	42	(A ₁₄ +A ₁₅)/2	
	3	A ₁₅	4,4	0,044 × C	A ₁₅ -0,038C=A ₁₆	45	(A ₁₅ +A ₁₆)/2	
ИТОГО		-	-		-	-		

Таблица 17 – Количество рыбы среднесуточные приросты и расход кормов для нагульных прудов

Месяц	Декады	Кол-во рыбы на нач. декады, шт.	Отход		Кол. рыбы на конец декады, шт.	Средняя масса одной особи, г	Кол. питающейся рыб, шт.	Расход кормов, кг
			%	шт.				
V	3	Агод.	20	0,2 × C	Агодов. 0,2C=A ₁	40	(A+A ₁)/2	
VI	1	A ₁	20	0,2 × C	A ₁ -0,2C= A ₂	45	(A ₁ +A ₂)/2	
	2	A ₂	10	0,1 × C	A ₂ -0,1C= A ₃	55	(A ₂ +A ₃)/2	
	3	A ₃	3,8	0,038 × C	A ₃ -0,038C= A ₄	70	(A ₃ +A ₄)/2	
VII	1	A ₄	3,8	0,038 × C	A ₄ -0,038C= A ₅	90	(A ₄ +A ₅)/2	
	2	A ₅	3,8	0,038 × C	A ₅ -0,038C= A ₆	120	(A ₅ +A ₆)/2	
	3	A ₆	3,8	0,038 × C	A ₆ -0,038C= A ₇	150	(A ₆ +A ₇)/2	
VIII	1	A ₇	3,8	0,038 × C	A ₇ -0,038C= A ₈	200	(A ₇ +A ₈)/2	
	2	A ₈	3,8	0,038 × C	A ₈ -0,038C= A ₉	250	(A ₈ +A ₉)/2	
	3	A ₉	3,8	0,038 × C	A ₉ -0,038C=A ₁₀	300	(A ₉ +A ₁₀)/2	
IX	1	A ₁₀	3,8	0,038 × C	A ₁₀ -0,038C= A ₁₁	340	(A ₁₀ +A ₁₁)/2	
	2	A ₁₁	3,8	0,038 × C	A ₁₁ -0,038C= A ₁₂	380	(A ₁₁ +A ₁₂)/2	
	3	A ₁₂	3,8	0,038 × C	A ₁₂ -0,038C= A ₁₃	420	(A ₁₂ +A ₁₃)/2	

Х	1	A ₁₃	3,8	0,038 × С	A ₁₃ -0,038С= A ₁₄	450	(A ₁₃ +A ₁₄)/ 2	
	2	A ₁₄	3,8	0,03 × С	A ₁₄ 0,038С= A ₁₅	480	(A ₁₄ +A ₁₅)/ 2	
	3	A ₁₅	4,4	0,044 × С	A ₁₅ 0,038С= A ₁₆	500	(A ₁₅ +A ₁₆)/ 2	
ИТОГО								

Расход кормов за каждую декаду рассчитывается путем умножения общей массы всех особей на норму скармливания комбикорма (берется из характеристики выбранного комбикорма).

Определение кормового коэффициента

Кормовой коэффициент (КК) – это число, показывающее, какое количество корма в весовых единицах (мг, г, кг) надо скормить рыбе, чтобы получить одну весовую единицу прироста выращиваемой продукции, т.е. он показывает количество съеденного рыбой корма на единицу прироста рыбы за вегетативный период, сверх прироста за счет естественной пищи.

Определяется по формуле:

$$КК = К/П,$$

где КК – кормовой коэффициент; К – количество съеденной пищи; П – прирост массы тела за определенный промежуток времени.

Кормовой коэффициент зависит от состава (пищевого качества) корма, содержания в нем протеинов (белков), жиров, углеводов, витаминов и минеральных веществ.

В зависимости от условий водной среды (температурный и гидрохимический режимы и т. п.), а также от возраста, состояния здоровья рыб, качества и способа приготовления корма, техники кормления и некоторых других условий кормовой коэффициент одного и того же корма может изменяться и в довольно широких пределах. Например, кормовой коэффициент соевого жмыха колеблется от 3...4 до 6, хлопчатникового – от 4...5 до 7 и т. д.

У всех рыб есть оптимум температуры, при котором КК наибольший. Например, карп лучше всего потребляет и усваивает корм при температуре воды 20...27°C. При понижении температуры воды до 14...15 °С, как и при дефиците кислорода (0,2...0,5 мг/л) кормовой коэффициент увеличивается вдвое.

Для установления эффективности использования кормов в прудовых хозяйствах пользуются определенным показателем – оплатой корма (кормовые затраты), т. е. отношением количества, внесенного (заданного) в водоем корма, к весовому приросту рыбы.

Расчет необходимого количества кормов

Планируя промышленное выращивание рыбы, необходимо иметь представление об общем требуемом количестве кормов на всех этапах выращивания. Принцип планирования потребности в кормах состоит в последовательном расчете количества рыб с учетом данных о выживаемости на каждом технологическом этапе выращивания, определении прироста биомассы рыбы на этапе и вычислении требуемого количества корма по планируемым кормовым затратам.

Под технологическим этапом выращивания здесь понимается период использования комбикорма определенной марки и размера кормовых частиц.

Исходными данными служат общая планируемая масса выращенной рыбы и средняя планируемая навеска товарной рыбы, по которым рассчитывается количество товарной рыбы в штуках в конце последнего этапа выращивания.

Расчеты должны быть выполнены в табличной форме.

Расчет производится в несколько этапов.

В графе 1 из раздела 2.5. выписывается марка комбикорма и его кормовой коэффициент.

В графы 2–4 из раздела 2.5 таблицы по рекомендуемым соотношениям размеров кормовых частиц массе выращиваемой рыбы.

В графе 5 и 6 указывается отход (по рыбоводно-биологическим нормативам), он делится на этапы. При этом необходимо учитывать, что в первые сутки отход максимальный.

Графы 7–10 оформляются аналогично таблице с рыбоводными расчетами.

Прирост (графа 11) получают разностью между графами 10 и 9.

Определение потребности в кормах каждой марки и размера частиц, используемых на отдельных этапах выращивания: произведение прироста биомассы и коэффициента кормовых затрат.

Здесь следует также учесть возможные потери кормов, величина которых зависит от технологии выращивания рыбы в хозяйстве, опыта обслуживающего персонала (например, известно, что потери кормов при выращивании рыбы в садках могут составлять до 5 %).

РЕКОМЕНДАЦИИ К НАПИСАНИЮ ЗАКЛЮЧЕНИЯ ПО КУРСОВОЙ РАБОТЕ. В заключении подводится итог всей работы, т.е. приводится краткое содержание (подводится итог) каждого пункта работы, обычно не более 1-2 абзацев. Заключение зачитывается при защите работы перед комиссией.

3. ОФОРМЛЕНИЕ ТЕКСТОВОГО И ГРАФИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛОВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Общий объем курсовой работы 25-35 стр. Недостатком считается значительно увеличенный или уменьшенный объем. Превышение объема интерпретируется как неумение студента выделять существенную

информацию, отсутствие способности кратко излагать мысли. Малый объем работы свидетельствует о поверхностно проведенном исследовании и недостаточной глубине раскрытия темы.

Курсовую работу представляют к защите в переплетенном виде с обязательной нумерацией страниц.

Написание и оформление курсовой работы должно проводиться в строгом соответствии с требованиями к оформлению текстовой документации. Общими требованиями к работе являются:

- четкость и логическая последовательность изложения материала;
- убедительность аргументации;
- корректность формулировки задач и выводов;
- краткость и точность формулировок, исключающих возможность неоднозначности толкования;
- конкретность изложения результатов работы;
- обоснованность рекомендаций и предложений.

Текст работы должен быть четким и кратким, не допускающим неоднозначных толкований. Не разрешается произвольное сокращение слов, замена слов буквенными обозначениями и математическими знаками. Работа должна быть написана научным языком в строгом, классическом научном стиле и тщательно отредактирована. Следует избегать повторений и логических пропусков.

Курсовая работа должна быть напечатана на стандартном листе формата А4 с соблюдением следующих требований:

Параметры страницы: поле слева – 30 мм, справа – 20 мм, сверху и снизу – 20 мм, переплет – 0, от края до колонтитула (верхнего и нижнего) – 1,27.

Формат абзаца: выравнивание для основного текста – по ширине, для заголовков и подписей иллюстраций – по центру. Отступ для основного текста – 1,25. Междустрочный интервал – полуторный. Отступы справа, слева, до и после абзаца – 0.

Формат шрифта: шрифт Times New Roman, для основного текста – 14 пт, для заголовков глав – 14 пт, для содержимого таблиц, подписей к иллюстрациям – 14. Масштаб шрифта – 100 %, интервал – обычный, смещение – нет.

Поставьте автоматическую расстановку переносов, переносы в словах из прописных букв запретите. Наименование структурных элементов (заголовков) следует располагать по центру строки без точек в конце, без подчеркивания, отделяя от текста междустрочным интервалом.

Нумерация страниц, начиная с содержания обязательна. Каждый структурный элемент работы – с новой страницы. Титульный лист, задание – учитываются в нумерации страниц, но номера на них не проставляются.

Заголовки должны четко и кратко отражать содержание раздела, печатаются симметрично тексту прописными буквами и отделяются от текста пропуском одной строки. Переносы слов в заголовках не допускаются. Точку в конце заголовка не ставят. Если заголовок состоит из двух предложений, то их разделяют точкой.

Все заголовки должны быть выделены жирным шрифтом. Наоборот, по тексту никаких выделений нет.

Иллюстративный материал, к которому относят рисунки, фотографии, схемы, графики, чертежи, диаграммы и т. п. Иллюстрации следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице, если в указанном месте они не помещаются. На все иллюстрации должны быть даны ссылки в работе. Иллюстрации должны быть расположены так, чтобы их было удобно рассматривать без поворота работы или с поворотом по часовой стрелке. Все рисунки и таблицы должны иметь названия. Использованные на них обозначения должны быть пояснены в подписях.

Цифровой материал, как правило, должен оформляться в виде таблиц. Каждая таблица должна иметь заголовок и слово «таблица». Слово «таблица» обычно пишется вверху над таблицей. Непосредственно под ним располагается заголовок таблицы. Заголовок и слово «Таблица» начинают с прописной буквы, точка в конце заголовка не ставится. Заголовок не подчеркивают.

Таблицу размещают после первого упоминания о ней в тексте таким образом, чтобы ее можно было читать без поворота работы или с поворотом по часовой стрелке. Если цифровые или иные данные в какой-либо строке таблицы не приводят, то в ней ставят прочерк. Таблицы нумеруют последовательно арабскими цифрами. При переносе таблицы ее заголовков можно не повторять, переносится шапка таблицы и над ней размещают слова «Продолжение таблицы» с указанием ее номера, например: Продолжение таблицы 2. Если все показатели, приведенные в таблице, выражены в одной и той же единице измерения, то ее обозначение помещается в конце заголовка после запятой.

В тексте обязательны ссылки на **литературный источник** или нормативный документ, которые приводятся в квадратных скобках. Ссылки на литературу, должны содержать номер источника в библиографическом списке. Например: «Распространен в Бассейне Амура от лимана до верховьев, встречается в Шилке, Аргуни, Ононе Сунгари, Уссури и оз. Ханка [10]».

Пример оформления:

Книги

Пономарев, С.В. Корма и кормление рыб в аквакультуре/ С.В. Пономарев, Ю.Н.Грозеску, А.А. Бахарева. - М.:Моркнига, 2013.-417 с.

Статьи в периодических изданиях (журналах)

Грозеску, Ю.Н. Оценка качества половых продуктов осетровых рыб/ Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева // Вестник Кабардино-Балкарского государственного университета. Серия: Биологические науки.- 2016 .-вып. 8.- С. 54-56.

Ссылки на интернет ресурсы

Министерство здравоохранения и социального развития Российской Федерации [Офиц. сайт]. URL: <http://www.minzdravsoc.ru/> (дата обращения: 12.03.2016).

4. ПОРЯДОК АТТЕСТАЦИИ ПО КУРСОВОЙ РАБОТЕ

Законченный и полностью оформленная курсовая работа в бумажном виде представляется руководителю для проверки и предварительной оценки. Преподаватель проверяет работу и дает заключение о допуске к защите. Курсовая работа допускается к аттестации руководителем при условии законченного оформления и соответствия содержания работы установленным требованиям. Работа, не отвечающая установленным требованиям, возвращается для доработки с учетом сделанных замечаний и повторно предъявляется на кафедру.

Аттестация курсовой работы проводится в форме публичной защиты. Защита состоит в коротком докладе обучающегося по выполненной курсовой работе и в ответах на вопросы. Вопросы задаются присутствующими на защите преподавателями. Обучающийся должен при защите курсовой работы дать все объяснения по существу работы. По результатам защиты курсовой работы выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Решение об оценке курсового проекта работы принимает комиссия с учетом мнения руководителя.

Обучающийся, не представивший в установленный срок курсовую работу к защите по неуважительной причине или не защитивший его, считается имеющим академическую задолженность.

5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «КОРМА И КОРМЛЕНИЕ РЫБ»

1. Аксенова, Е. И. Индустриальное культивирование стартовых живых кормов для рыб. Результаты и перспективы/ Е.И. Аксенова, Э.В. Макаров. – Ростов-на-Дону: ООО «Деловой мир», 2001. – 196 с.

2. Богуцкая, Н. Г. Каталог бесчелюстных рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями/ Н.Г. Богуцкая, А.М. Насека. – М.: ЗИН РАН, КМК научных изданий, 2004.

3. Васильева, Л. М. Биологические и технологические особенности товарной аквакультуры осетровых в условиях Нижнего Поволжья/ Л.М. Васильева. – Астрахань: Нова, 2000. – 190 с.

4. Власов, В. А. Рыбоводство : учеб. пособие / В. А. Власов. - СПб. : Лань, 2010. – 352 с.
5. Гарлов, П. Е. Искусственное воспроизводство рыб управление размножением: учеб. пособие / П. Е. Гарлов, Ю. К. Кузнецов, К. Е. Федоров. - СПб. : Лань, 2014. - 256 с.
6. Иванов, А. А. Физиология рыб : учеб. пособие для вузов / А. А. Иванов. - 2-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2011. - 288 с.
7. Классификатор в области аквакультуры (рыбоводства)/ МСХ РФ. - М. : Росинформагротех, 2015. - 28 с.
8. Козлов, В. И. Аквакультура/ В.И. Козлов, А.Л. Никифоров-Никишин, А.Л. Бородин. – М.: МГУТУ, 2004. – 433 с.
9. Магомаев Ф. М. Теоретические основы и технологические принципы рыбоводства в Дагестане/ Ф.М. Магомаев. – Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2003. – 407 с.
10. Магомаев Ф. М. Товарное рыбоводство/ Ф.М. Магомаев. – Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2007. – 600 с.
11. Мишанин, Ю. Ф. Ихтиопатология и ветеринарно-санитарная экспертиза рыбы : учеб. пособие для вузов / Ю. Ф. Мишанин. - СПб. : Лань, 2012. – 560 с.
12. Мухачев, И. С. Озерное товарное рыбоводство: учебник для вузов / И. С. Мухачев. - СПб. : Лань, 2013. – 400 с.
13. Остроумова, И. Н. Биологические основы кормления рыб / И.Н. Остроумова. – Санкт-Петербург, 2001.
14. Пономарев, С. В. Индустриальное рыбоводство/ С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева. – М.: Колос, 2006. – 320 с.
15. Пономарев, С. В. Осетроводство на интенсивной основе / С.В. Пономарев, Д.С. Иванов. – М.: Колос, 2009. – 312 с.
16. Пономарев, С.В. Корма и кормление рыб в аквакультуре / С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева. – М.: Моркнига, 2013. – 417 с.
17. Пономарев, С.В. Индустриальное рыбоводство / С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева. – СПб: Лань, 2013. – 420 с.
18. Пономарев, С. В. Осетроводство на интенсивной основе : учебник/ С. В. Пономарев, Д. И. Иванов. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - СПб. : Лань, 2013. – 352 с.
19. Привезенцев, Ю.А. Рыбоводство / Ю.А. Привезенцев, В.А. Власов. – М.: Мир, 2004. – 456 с.
20. Рыбоводство : учебник для вузов / И. В. Моружи [и др.] ; Ассоц. "Агрообразование". - М. : КолосС, 2010. – 295 с.

21. Рыбоводство. Основы разведения, вылова и переработки рыб в искусственных водоемах : учеб. пособие / Л. В. Антипова [и др.]. - СПб. : ГИОРД, 2009. – 472 с.

22. Рыжков, Л. П. Основы рыбоводства : учебник для вузов / Л. П. Рыжков, Т. Ю. Кучко, И. М. Дзюбук. - СПб. : Лань, 2011. – 528 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1.Задания для курсовой работы и правила ее оформления	
2. Структура курсовой работы.....	4
3. ОФОРМЛЕНИЕ ТЕКСТОВОГО И ГРАФИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛОВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ	32
4. ПОРЯДОК АТТЕСТАЦИИ ПО КУРСОВОЙ РАБОТЕ.3 Оформление библиографического списка.....	37
5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «КОРМА И КОРМЛЕНИЕ РЫБ»	37

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Агапова Василина Николаевна
Ранделин Дмитрий Александрович
Кравченко Юрий Владимирович
Новокщенова Анна Ивановна

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению курсовой работы
по дисциплине «Технология кормления рыб»
для обучающихся по направлению подготовки 35.03.08. «Водные биоресурсы и
аквакультура»

В авторской редакции

Компьютерная верстка *Плещенко Т.В.*

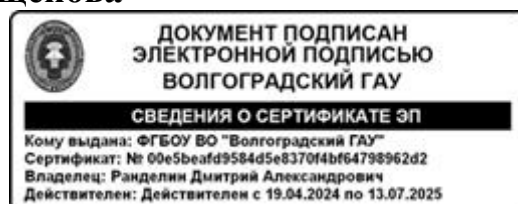
Пописано в печать --. --. 2018. Формат 60х84 ^{1/16}.

Усл. печ. л. 2,56. Тираж __. Заказ __.

ИПК ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ «Нива».
400002, Волгоград, пр. Университетский, 26.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Департамент координации деятельности организаций
в сфере сельскохозяйственных наук
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования
«Волгоградский государственный аграрный университет»
Факультет «Биотехнологии и ветеринарной медицины»

В.Н. Агапова
Д.А. Ранделин
А.И. Новокщенова



Корма и кормопроизводство

Методические указания
По проведению лабораторных работ для обучающихся
По направлению подготовки 35.03.08 Водные биоресурсы
И аквакультура (программа подготовки-прикладной бакалавриат)

Часть 1

Волгоград
Волгоградский ГАУ
2023

УДК
ББК

Рецензент-

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Кормление и разведение с.-х. животных»- Брюшно О.Ю.

Ранделин, Дмитрий Александрович

Корма и кормопроизводство

: методические указания по проведению лабораторных работ для обучающихся по направлению подготовки 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура профиля 2 Управление водными биоресурсами и рыбоохрана» программа подготовки-прикладной бакалавриат). Часть 1 / Д.А. Ранделин, Ю.В. Кравченко, В.Н. Агапова – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2023. – 32 с.

Методические указания являются руководством по изучению дисциплины «Информационные технологии в рыбном хозяйстве»

Рекомендовано методической комиссией факультета биотехнологии и ветеринарной медицины ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (протокол № от _____ 2023г.)

УДК
ББК

© ФГБОУ ВО Волгоградский
государственный аграрный
университет, 2023

ВВЕДЕНИЕ

Питание одна из важнейших функций организма. За счет энергетических веществ, изученных с пищей, осуществляются все основные функции организмов: развитие, рост, (размножение и др.). Все функции организма осуществляется за счет энергетических веществ, полученных с пищей. По характеру потребляемой пищи (размерному составу и систематической принадлежности жертв) рыбы сильно отличаются друг от друга. По разнообразию потребляемой пищи рыбы стоят на первом месте среди других групп животных. Каждый вид рыбы приспособлен к питанию определенным кормом, его органы чувств приспособлены к отысканию этого корма, ротовое отверстие - к захватыванию, кишечник - к перевариванию.

Для нормального развития и роста рыбы, как и другие животные, нуждаются в определенном наборе питательных веществ. В связи с этим, при разработке рецептов сбалансированных кормовых смесей, комбикормов необходимо учитывать спектр питания рыб в природных условиях, индивидуальные потребности рыб в питательных веществах и химический состав пищи.

Задачей лабораторной практики является закрепление основных разделов теоретического курса, ознакомление студентов с методикой проведения зоотехнических анализов кормов и оценкой полученных результатов.

Знания об энергетической и питательной ценности компонентов кормов необходимы для составления сбалансированных рационов, используемых при кормлении различных культивируемых видов рыб, составления планов по кормлению на определенные промежутки времени

Кроме общепринятых методов зоотехнического анализа кормов, алгоритма практического выполнения лабораторных работ, в пособии представлены теоретические и справочные материалы, необходимые для глубокого изучения процесса кормления рыб.

По каждой теме предусмотрены: минимум теоретического материала, ход выполнения работы, перечень необходимого оборудования, пример расчета, форма записи и список литературы

РАЗДЕЛ 1 Основы кормления гидробионтов в

аквакультуре Тема 1. Зоотехнический анализ

кормов

Цель практического занятия: изучить схему проведения зоотехнического анализа образца кормового сырья и комбикормов.

В зоотехническом анализе кормов все соединения, входящие в состав кормов, принято определять по группам. Основой разделения является сходство по составу и функциональным свойствам. На рисунке 1. представлена схема разделения по группам питательных веществ, входящих в состав кормового сырья и комбикормов для гидробионтов.

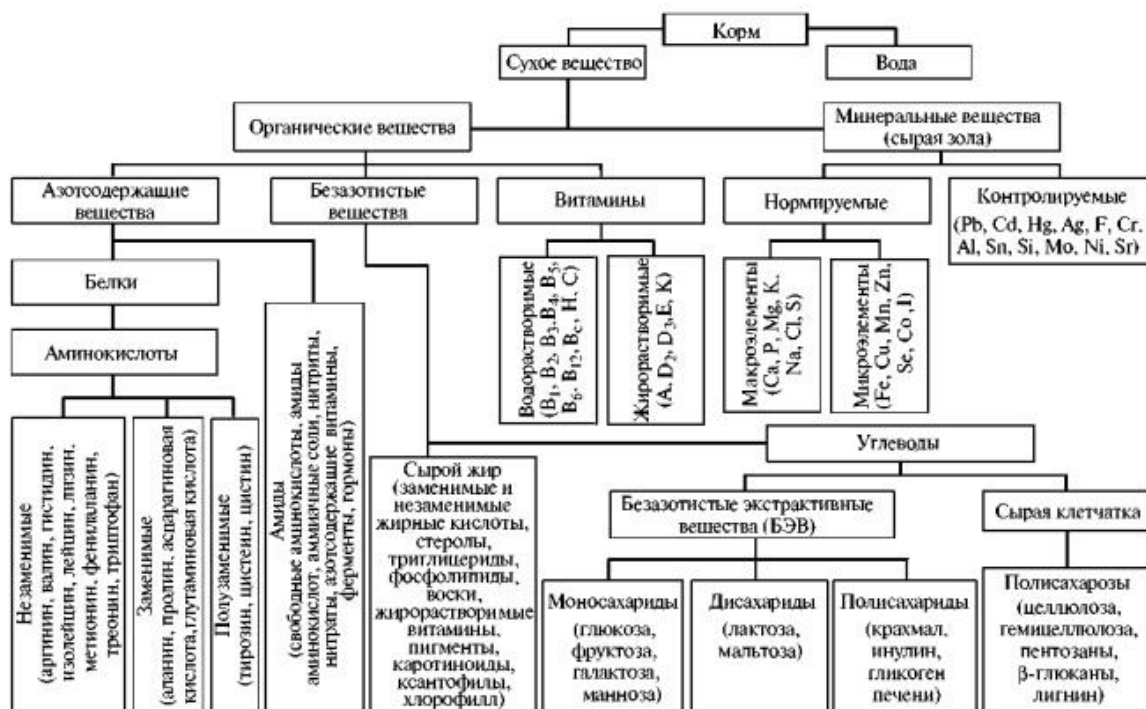


Рисунок 1. – Основные питательные вещества, входящие в состав кормового сырья и комбикормов

При проведении зоотехнического анализа необходимо знать рецептуру кормов, поступающих на рыбоводное предприятие, их химический состав, уровень основных органических веществ, включающий аминокислотный состав белков, количество и соотношение незаменимых аминокислот, содержание ненасыщенных жирных кислот, энергетическую ценность.

Зоотехнический анализ включает:

- отбор проб поступившего сырья на комбикормовые заводы или комбикормов на рыбоводные предприятия;
- органолептическое, токсикологическое обследование кормов и компонентов сырья.
- химический анализ отобранных проб.

Химический анализ включает определение сухого вещества, уровня минеральных веществ, белковых и небелковых веществ липидов и углеводов (клетчатка, моно и полисахариды).

В зоотехническом анализе для всех этих групп питательных веществ принято использовать следующие термины и понятия.

Все минеральные вещества, входящие в состав пищи гидробионтов, принято обозначать термином «сырая зола». Данный термин включает несгораемый остаток кормового сырья или комбикорма и может содержать все элементы таблицы Менделеева за исключением кислорода, водорода, углерода и азота. По количественному содержанию они подразделяются на макро- и микроэлементы.

Азотсодержащие вещества подразделяются на амиды и белковые вещества. В свою очередь белковые вещества подразделяются на белки, полипептиды, олигопептиды и аминокислоты. Эта группа веществ обозначена термином «сырой протеин».

Вещества, не содержащие азот, подразделяются на:

- безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ), представленные легкорастворимыми веществами углеводной природы (моносахариды, дисахариды, полисахариды);
- целлюлозу, гемицеллюлозу и лигнин, совокупно обозначаются термином «сырая клетчатка»;

- термин «сырой жир» включает широкий спектр веществ – это в основном простые и сложные липиды, каротиноиды и стерины. В свою очередь липиды подразделяются на простые (жиры, воска), состоящие из жирных кислот, и сложные (гликолипиды, фосфолипиды, лецитины, кефалины, сфингомиелины). Все эти вещества обозначаются термином «сырой жир».

$$A = A_{\text{св}} \cdot 100 - \text{вл} / 100$$

$$A_{\text{св}} = A \cdot (100) / (100 - \text{вл})$$

Определение индекса незаменимых аминокислот рассчитывается по формуле:

$$\text{ИНАК} = \sqrt[n]{\frac{б}{э} \times \frac{б1}{э1} \dots}$$

где n – число аминокислот;

б – содержание аминокислот в изучаемом белке;

э – содержание аминокислот в эталонном белке.

Зоотехнический анализ начинают с отбора проб.

При отборе проб оперируют следующими понятиями:

- проба, отобранная однократно в партии корма, сырья, поступившего на анализ, принято называть «разовая проба»;
- несколько отобранных разовых проб, объединенных и тщательно перемешанных, называют «общая проба»;
- часть общей пробы, отобранной для анализа, называют «средняя проба».

Отобранный образец сырья (корма) направляют в лабораторию для обследования на соответствие указанным показателям химического состава (корма) или качества сырья, планируемого для изготовления комбикорма. При этом необходимо в сопроводительном документе указать вид сырья, дату получения, источник получения. Если образец корм, требуется указать марку производителя и заявленный химический состав.

Пробы отбирают щупом. В автомашинах берут несколько разовых проб с последующим их объединением. Площади насыпи условно делят на секции по 80-100 м². Из каждой секции берут 5 проб в разных точках на разных глубинах. Все объединяют в одну среднюю пробу, перемешивают и помещают в бумажный пакет с сопроводительным документом.

На основе демонстрационных (видеоматериалов и наглядных пособий) и практических материалов (проведение камеральной обработки образцов) студенты должны изучить

правила отбора проб и методы проведения химического анализа кормового сырья или комбикормов.

Далее зоотехнический анализ продолжается в лабораторных условиях и включает органолептическое, токсикологическое обследование образцов комбикормов и сырья, а также анализ их химического состава.

Задача 1. АМК состав хозяйственного комбикорма для форели.

Лизин, %	3,3
Гистидин, %	1,5
Аргинин, %	5,7
Треонин, %	3,2
Метионин, %	1,4
Валин, %	2,9
Фенилаланин, %	2,8
Изолейцин, %	2,3
Лейцин, %	8,6

1. Рассчитайте величину скоровлимитирующих аминокислот.
2. Определите в каком диапазоне «качества» располагаются незаменимые кислоты.
3. Определите соотношение содержания НАК в комбикорме по отношению к «идеальному» белку
4. Определим индекс незаменимых
5. Вывод

Содержание незаменимых аминокислот в «идеальном» белке для карпа и форели

Аминокислота	Карп (1)	Форель (3)
Лизин	6,6	6,1
Гистидин	2,4	1,6
Аргинин	5,8	5,9
Треонин	3,9	3,5
Метионин	2,2	2,9
Валин	4,6	3,1
Фенилаланин	4,6	3,0
Изолейцин	3,7	2,4
Лейцин	6,2	9,1
Триптофан	0,8 (2)	-

Вопросы для самоконтроля:

1. Что включает зоотехнический анализ кормового сырья и

комбикормов?

2. По каким группам питательных веществ сырья и комбикормов проводится зоотехнический анализ?
3. Как отбирается разовая проба?
4. Как отбирается общая проба?
5. Что представляет средняя проба и как проходит ее отбор?
6. Что требуется указать в сопроводительной документации отобранной пробы?
7. Что включает понятие «сырая зола»?
8. Какие вещества входят в понятие «сырой протеин»?
9. Какие свойства присуще органическим веществам, входящим в группу «сырой жир»?

Тема 2. Расчет питательных веществ корма по таблицам химического состава сырья

Цель практического занятия: получить навык расчета питательных веществ корма по таблицам химического кормового сырья и научиться применять их на практике.

Основными положениями при разработке рыбных комбикормов являются:

- комбикорма по качественному составу должны быть доступны пищеварительной системе рыб;
- питательные вещества должны быть сбалансированы по основным питательным веществам;
- сбалансированные комбикорма помимо питательной ценности должны быть экономически выгодными для их использования при выращивании гидробионтов.

Для приготовления кормов используют широкий спектр компонентов различного происхождения. Это растительное сырье (зерно, отруби, жмыхи и шроты), продукты переработки мясной, рыбной и молочной промышленности, продукты микробиального производства. Каждый отдельный компонент не пригоден для кормления рыбы. Для достижения физиологической полноценности комбикормов требуется использование наиболее разнообразного кормового сырья. Как правило, оптимальным является ввод в комбикорма не менее 13 ингредиентов, включая различные добавки органической (биологически активные вещества) и минеральной природы (различные соли). Чем больше ингредиентов в кормосмеси, тем

выше вероятность достижения оптимального удовлетворения потребности гидробионтов в нутриентах.

Расчет нутриентов в комбикормах по планируемой рецептуре проводят по формуле:

$$\Sigma = V_{s1} + V_{s2} + V_{s3} + V_{s4} + V_{s5} + \dots + V_{sn}$$

(1.2)

где Σ – сумма питательного вещества всех компонентов корма, кг V_s – содержание питательного вещества в каждом компоненте, %

Калорийность корма проводят по формуле

$$\text{Калорийность} = (23,66 \times \text{Б} + 17,17 \text{ У} + 39,57 \text{ Ж}) / 100 =$$

кДж/г

(1.3) где Б – содержание в корме белка, г/кг;
У – содержание в корме углеводов, г/кг;
Ж – содержание в корме липидов (жира), г/кг

БЭВ – 17,17 кДж/г, липиды – 39,57 кДж/г, протеин – 23,66 кДж/г.

Для того чтобы приступить к разработке рационов кормления гидробионтов следует изучить химический состав кормового сырья, представленный в справочных пособиях. Для выбора оптимальной композиции необходимо проанализировать химический состав сырья животного, растительного и микробиального происхождения, выявить различия в количественном содержании основных питательных веществ.

При приобретении комбикормов для выращивания рыб в сертификате корма должна предоставляться информация о химическом составе кормов. Если комбикорма создаются по индивидуальным рецептурам непосредственно на рыбоводных хозяйствах и при наличии на хозяйстве лаборатории химический

состав кормов можно определить аналитическими методами. Состав кормов планируемой рецептуры можно рассчитать по данным химического анализа кормового сырья, используя справочные таблицы химического состава.

В данной практической работе предлагается алгоритм расчета химического состава по справочным таблицам химического состава сырья различного происхождения, представленным в Приложении.

Для примера будет проведен расчет химического состава комбикорма рецептуры РГМ-5В для выращивания молоди форели (таблица 2 Приложения).

Расчет химического состава комбикорма РГМ-5В проводится следующим образом. Зная процент содержания каждого кормового сырья в корме (таблица 1 Приложения) рассчитывается доля питательных веществ по каждому компоненту в корме. Расчеты проводятся следующим образом.

Согласно рецептуре, доля ввода рыбной муки в комбикорм рецептуры РГМ-5В составляет 46,0 %. Из таблицы 1 Приложения выбирается из предложенных образцов рыбной муки рыбная мука из балтийской салаки. Содержание воды в образце составляет 8,5 %. Высчитывает содержание воды в доле (46 %) выбранного образца.

Так, в 100 % образца (или в 100 г) содержится 8,5 % воды (или 8,5 г).

Следовательно, в 46 % (или 46 г) содержится 3,91 г.

$$X = (46 \times 8,5) / 100 = 3,91 \text{ (г)}$$

Значение 3,91 записываем в таблицу 2 в колонку «Вода», строку

«рыбная мука». Далее проводится расчет остальных нутриентов. Полученные данные заносятся в таблицу 3 Приложения.

Сумма питательных веществ всех компонентов является расчетной величиной показателей химического состава (сухое вещество, сырой протеин, сырой жир и т.д.) комбикорма по заданной рецептуре.

Используя предложенный алгоритм, требуется рассчитать все показатели. Получив суммарное значение показателей химического состава корма, следует определить калорийность (КДж/кг) корма по формуле 1.3.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие компоненты относятся к кормам животного происхождения?
2. Какие компоненты относятся к продуктам микробиального синтеза?
3. Назовите отличительные особенности сырья микробиального синтеза.
4. Перечислите сырье микробиального синтеза, используемое в комбикормовой промышленности в современный период.
5. Назовите кормовое сырье, относящееся к кормам богатым белком, и дайте характеристику этой группе компонентов.
6. Назовите кормовое сырье, относящееся к кормам богатым крахмалом, и дайте характеристику этой группе компонентов.

Задания для самостоятельного

решения Задание № 1

Рассчитать химический состав и энергию комбикорма для выращивания молоди карпа. Рецептúra представлена в таблице 1. Исходные данные кормового сырья различного происхождения представлены в таблице 1 Приложения. Решение оформить по форме выполненного примера.

Таблица 1. – Рецептúra комбикорма.

Компонент	Содержание, %
Мука рыбная	21
Мука мясокостная	11
Белково-витаминный концентрат	21
Меласса	3
Шрот подсолнечный	18
Дрожжи кормовые	10
Пшеничная мука (пшеница дробленая)	16

Задание № 2

Рассчитать химический состав и энергию комбикорма РК-С для выращивания личинок и мальков карпа. Рецептúra представлена в таблице

2. Исходные данные кормового сырья различного происхождения представлены в таблице 1 Приложения. Решение оформить по форме выполненного примера.

Таблица 2. – Рецепттура стартового комбикорма РК-С

Компонент	Содержание, %
Мука рыбная	35
Эприн	50
Сухой обрат	6
Мука пшеничная	5
Продолжение таблицы 1.2	
Компонент	Содержание, %
Масло растительное	1,5
Премикс ПМ- 1*	1,5
Премикс ПФ-1В*	1
Примечание – основа для создания премикса являются пшеничные отруби, на которые наносятся минеральные добавки и витамины	

Задание № 3

Используя данные химического состава сырья различного происхождения, представленные в таблице 1 Приложения, предлагается рассчитать химический состав комбикорма и энергию по рецептуре 16-80 (таблица 3) для выращивания сеголетков карпа массой от 40 г в бассейнах и садках в тепловодных хозяйствах. Решение оформить по форме выполненного примера.

Таблица 1.3 – Рецепттура комбикорма 16-80

Компонент	Содержание, %
Мука рыбная	10
Дрожжи гидролизные	20
БВК	14
Шрот подсолнечный или соевый	30,5
Пшеница дробленая	19
Меласса	3
Фосфат неорганический	1
Премикс П5-1 + Мел	2

Тема 3. Особенности липидного обмена рыб

Цель практического занятия: получить знания структуры, роли метаболизм липидов в организме гидробионтов. Приводится оптимальное соотношение белка и жира в комбикормах для основных видов аквакультуры.

Жиры, или липиды, входят в состав всех живых клеток и играют важную роль в жизненных процессах:

- являются одним из основных компонентов клеточной мембраны, влияющей на проницаемость клеток и активность мембраносвязанных ферментов;
- участвуют в передаче нервного импульса, мышечном сокращении;
- участвуют в транспорте питательных веществ в крови;
 - в качестве питательных веществ жиры являются важнейшим источником энергии.

Жиры подразделяются на простые или нейтральные, представляющие собой эфиры жирных кислот и спиртов (триглицериды), и сложные (фосфолипиды, сульфолипиды, гликолипиды).

Продуктами распада простых и сложных жиров, сохраняющих общие свойства с жирами (жирные кислоты, моноглицериды, диглицериды, стерин и др.). Жирные кислоты в свою очередь делят на насыщенные и ненасыщенные. К насыщенным жирным кислотам относятся капроновая, каприловая, каприновая, лауриновая, миристиновая, пальметиновая, стеариновая, арахиновая, бегеновая, лигноцериновая и другие. К ненасыщенным жирным кислотам относятся пальмитолеиновая, олеиновая, эруковая, линолевая, линоленовая, арахидоновая, эйкозапентаеновая, докозапентаеновая, докозагексаеновая и другие.

Основной функцией простых липидов является запас энергии в организме. Запасные липиды являются подвижной составной частью тканей. Их уровень накопления напрямую зависит от упитанности.

Сложные липиды являются структурными и плазматическими липидами, играют важную физиологическую роль в регуляции проницаемости клеточных мембран, фосфорилирования в митохондриях, межклеточном обмене, адаптации организма к изменяющимся условиям среды. Их содержание относительно стабильно и не зависит от упитанности.

В организме рыб жиры гидролизуются ферментами липидного обмена (липазами, фосфолипазами) и используются в основном в энергетических целях. Характерной особенностью липидов рыб является

наличие большого количества полиненасыщенных жирных кислот, содержащих 20-22 атома углерода с пятью или шестью непредельными связями. Поэтому сбалансированный рацион рыб должен содержать в основном мягкие жиры, которые усваиваются на 90-95 %. Твердые жиры обладают невысоким биологическим эффектом и усваиваются значительно хуже – на 60-70 %.

Насыщенные и мононенасыщенные жирные кислоты могут синтезироваться в организме рыб из углеводородных остатков углеводов и белков. Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) в организме рыб не синтезируются и должны поступать с пищей. У рыб, по сравнению с теплокровными животными, доля ненасыщенных жирных кислот в составе липидов значительно выше, что связано с относительно низкой температурой обитания. Рыбы, обитающие в разных условиях среды при уровнях различных температуры и солености, отличаются разным соотношением полиненасыщенных кислот. Содержание полиненасыщенных жирных кислот у морских рыб выше, чем у рыб, обитающих в пресных водоемах. У пресноводных холодолюбивых видов рыб содержание полиненасыщенных жирных кислот выше, чем у теплолюбивых рыб.

Морские виды > пресноводные холодолюбивые > пресноводные теплолюбивые

Недостаток жиров и незаменимых жирных кислот приводит к нарушению физиологических функций организма, замедлению роста, ослаблению пигментации, некрозу лучей плавников, перерождению печени и почек, обводнению тканей и повышению смертности, снижению репродуктивной функции.

Потребности рыб в жире и белке взаимосвязаны. Жиры как источник энергии обладают белоксберегающим действием. При составлении рационов следует соблюдать соотношение уровня протеина с уровнем жира. Если это соотношение нарушено и в комбикормах доля протеина превышает оптимальное соотношение протеин/жир, то протеин будет расходоваться на энергетические нужды. При составлении рецептов комбикормов стремятся сократить использование белка для энергетических трат, сохраняя его для роста и обновления тканей. Для лососевых рыб при уровне протеина 50 % уровень жира должен достигать 15 %, а при уровне 30 % количество жира не должно превышать 5 % (таблица 1.).

Таблица 1. – Оптимальное соотношение белка и жира в комбикормах для радужной форели, %

Возраст рыбы	Белок	Жир
Молодь	50	15
	45	12
	40	10
	30	8
Взрослая рыба	40	8
	35	6
	30	5

Жиры в комбикормах легко окисляются и при длительном хранении кормов становятся токсичными. Окисленные жиры в корме разрушают витамины и оказывают канцерогенное действие. Для предотвращения окисления жиров в корм при его изготовлении добавляют антиокислители. В качестве источника жира в комбикорм вводят фосфатиды, растительные масла, рыбий жир и жир млекопитающих.

Задача 1. В корме для молоди форели содержится 48 % СП , какое оптимальное количество жира должно содержаться в этом корме в % и гр.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какую роль играют липиды в организме рыб?
2. На какие группы разделяют липиды?
3. Существуют ли различия в составе липидов у различных видов рыб?

Тема 4. Особенности углеводного обмена у рыб

Цель практического занятия: получить знания структуры, роли метаболизм углеводов в организме гидробионтов. Приводится оптимальное соотношение белка и углеводов (клетчатки) в комбикормах для основных видов аквакультуры.

Углеводы являются менее значимыми питательными веществами в метаболизме рыб. Это объясняется тем, что большая часть гидробионтов не приспособлена ассимилировать углеводы кормовых объектов. Как правило, потребности в энергии удовлетворяется за счет липидного и белкового обмена.

Углеводная питательность кормов характеризуется следующими показателями:

- содержанием в корме общего количества сахаров, а так же наличием сахаров разного рода - лактозы, маннозы, галактозы, раффинозы и др.;
- содержанием в корме крахмала;
- содержанием в корме клетчатки и её фракций – нейтрально-детергентной клетчатки (НДК) и кислотно-детергентной клетчатки (КДК).

Углеводы кормов классифицируются по трем показателям:

1) по физико-химическим свойствам:

- моносахариды (глюкоза, фруктоза, галактоза, манноза, рибоза, ксилоза, арабиноза);
- дисахариды (сахароза, мальтоза, лактоза, целлобиоза);

- трисахариды (раффиноза и др.);
- полисахариды (крахмал, целлюлоза (клетчатка), декстрин, инулин, пектиновые вещества и др.);

2) по превращениям углеводов под действием ферментов в пищеварительном тракте животных - легкоусвояемые (все моносахариды, дисахариды и из полисахаридов - крахмал) и трудноусвояемые (все полисахариды за исключением крахмала);

3) по роли, которую углеводы играют в обмене веществ - энергетические (крахмал, сахароза, глюкоза, мальтоза, фруктоза и др.) и структурные (лактоза, манноза, галактоза, раффиноза, рибоза и др.).

По питательности углеводы подразделяют на легкогидролизуемые и трудногидролизуемые углеводы. Первая группа представлена моносахаридами, дисахаридами (глюкоза, сахароза, фруктоза, рибоза, мальтоза и другие). Вторая группа состоит из сложных углеводов полисахаридов (крахмал, гликоген, хитин, целлюлоза). Из легкогидролизуемых углеводов наибольшее значение в питании рыб имеют пентозы и гексозы. Из трудногидролизуемых – олиго- и полисахариды.

Углеводный обмен у рыб складывается из 5 этапов:

1. Гидролиз поступающих с кормом полисахаридов до моносахаридов и всасывание их в кровь.
2. Образование и отложение в печени гликогена.
3. Расщепление гликогена в печени до глюкозы, образование в печени глюкозы из метаболитов жирового (глицерин) и белкового (аминокислот) обмена и поступления его в кровь.
4. Расщепление в клетках глюкозы до молочной и пировиноградной кислоты (анаэробный процесс) и дальнейшее окисление в цикле Кребса до углекислоты и воды (аэробный).
5. Выведение продуктов распада.

Углеводный обмен у рыб идет менее эффективно, чем у теплокровных животных. За счет низкого продуцирования инсулина углеводный обмен у многих видов рыб, особенно хищников, носит характер диабетического и если рыба получает избыток углеводов, развивается синдром перегрузки печени гликогеном, водянка брюшной полости, увеличение смертности. Максимальный уровень углеводов в корме для молоди лососевых составляет 30-35%. Для других рыб, особенно карповых и канального сома возможен более высокий уровень углеводов.

Углеводы перевариваются рыбами значительно хуже, чем теплокровными животными. Степень их переваримости у рыб зависит от их строения. Простые сахара моносахариды усваиваются у форели гольца, карпа до 99 %. Для дисахаридов (сахароза, фруктоза) этот показатель варьирует у разных видов в пределах 52-73 %. Лактоза усваивается форелью на 60 %, осетрами – на 36 %. Полисахариды расщепляются и всасываются слабее сахаров. Лососевые рыбы переваривают 40 % углеводов, поступающих с кормом, карповые – 17-84 %. Сырая клетчатка лососевыми рыбами вообще не переваривается. Карп способен

переваривать ее на 25-50 %. Расщепление сырой клетчатки происходит под действием ферментов, выделяемых панкреатической железой и кишечной микрофлорой карпа.

Способность переваривать углеводы зависит от температуры. Высокая температура создает условия теплолюбивым рыбам для более эффективного усвоения углеводов. В холодный период, когда температура воды не превышает 8-10 °С переваримость углеводов незначительна. При температуре выше 15 °С углеводы хорошо усваиваются и утилизируются, принимая участие в энергетическом обмене, а избыточное их количество трансформируется в липиды и аккумулируется в тканях. При повышении температуры до 30 °С происходит активное жиронакопление в теле карпов, а переваримость клетчатки у карпа может достигать 90-99 %.

Для форели, сига, лосося верхняя граница температурного оптимума не превышает 12-16 °С. Усвоение и переваривание углеводов у них проходит плохо, зачастую негативно влияя на скорость прохождения пищевого кома по кишечнику и усвоение питательных веществ корма.

Задача 1. Рассчитайте какое количество клетчатки будет содержаться в ингредиенте, если общее содержание БЭВ 82%.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какую роль играют углеводы в метаболизме рыб?
2. На какие группы разделяют углеводы?
3. Назовите основные этапы метаболизма углеводов у рыб?
4. От чего зависит степень переваримости углеводов?

Тема 5. Особенности минерального обмена рыб.

Цель практического занятия: *изучение особенностей усвоения минеральных веществ у гидробионтов, значимости микроэлементов и макроэлементов в минеральном обмене и функциях наиболее значимых элементов в питании рыб.*

Минеральные вещества не являются питательными веществами, однако необходимы гидробионтам для нормального функционирования метаболизма. Особенность минерального питания рыб является поступление макроэлементов и микроэлементов организм не только с пищей, но и из воды осмотическим путем из воды через жабры, слизистые покровы ротовой полости и кожу. По количественному содержанию (более и менее 100 мг/кг) в живой материи их подразделяют на макро- и микроэлементы. В среднем общая сумма минеральных элементов в теле рыб составляет 2,5-8,0 %, из них доля макроэлементов составляет более 95,5 %.

Минеральные вещества выполняют многочисленные и разнообразные функции. Макроэлементы выполняют следующие функции:

Фосфор входит в состав разнообразных органических соединений – нуклеотидов, ферментов, коферментов, АТФ, АДФ, фосфолипидов, участвует во всех синтетических и биоэнергетических процессах, принимает участие в передаче наследственной информации, транспорте липидов. Работе антиоксидантной системы. Фосфор поступает в организм рыб главным образом

с пищей. Основным поставщиком фосфора с комбикормами является рыбная мука. Однако степень усвоения его из рыбной муки составляет 15 %, где фосфор находится в малодоступной форме в составе трудно растворимых гидроксиапатитов скелетных тканей. Наиболее эффективно рыбы утилизируют фосфор из неорганических соединений. Дефицит фосфора вызывает снижение скорости развития и роста рыб, повышение кормовых затрат.

Кальций участвует в процессах регуляции проницаемости клеточных мембран, проведении нервного импульса, сокращении мышц, свертываемости крови, активирует работу многих ферментов. Потребность рыб в кальции в значительной степени удовлетворяется осмотическим путем.

Магний наряду с кальцием и фосфором входит в состав костных и покровных тканей, а также является внутри клеточным катионом, катализирует процессы окислительного фосфорилирования в митохондриях, стимулирует нуклеиновый обмен. Общее содержание магния в организме рыб составляет 0,3 %. Магний поступает в организм рыб путем осмоса из воды, при содержании его в воде ниже 5 мг/л рыбы должны получать его с пищей. Основные признаки дефицита магния – потеря аппетита, снижение скорости роста, появление вялости, судорог, высокая смертность.

Натрий, хлор, калий принимают участие в осморегуляции рыб,

Сера входит в состав серосодержащих аминокислот метионина и цистина, которые принимают участие в образовании белка. Основное поступление серы в организм происходит с пищей (белками и витаминами).

Микроэлементами, необходимыми для жизнедеятельности рыб являются – железо, медь, марганец, цинк, йод, кобальт, селен, хром. Имеются сведения о положительном влиянии микродоз никеля, молибдена, ванадия. К токсичным микроэлементам относят ртуть, кадмий, свинец, мышьяк.

Железо входит в состав дыхательного пигмента гемоглобина, гемосодержащих ферментов, катализирующих тканевое дыхание, принимает участие в окислительно-восстановительных процессах.

Медь принимает активное участие в обмене веществ, регулируя клеточное дыхание.

Марганец, цинк входят в состав ферментативных систем, осуществляющих белковый, липидный и углеводный обмен, синтез простагландинов, нуклеиновых кислот.

Кобальт в составе витамина В₁₂ стимулирует синтез витаминов группы В, участвует в синтезе белков, накоплении в печени естественных антиоксидантов каротиноидов.

Селен участвует в регуляции перекисного окисления липидов и в антиоксидантной системе организма, защищая клетки от повреждающего действия перекисей.

Йод входит в состав гормонов щитовидной железы, участвует окислительно-восстановительных процессах в клетках.

Следует знать, что отдельные элементы вступают в антагонистические взаимоотношения: магний, стронций, барий, медь, цинк подавляют усвоение

кальция. Молибден – антагонист меди. Серноокислая медь несовместима с йодистым калием. У рыб, испытывающих недостаток микроэлементов, отмечается снижение аппетита и темпа роста, вялость мышц, угнетение роста, судороги, снижение устойчивости к неблагоприятным воздействиям, высокая смертность. Потребность рыб в минеральных веществах составляет 4-5% от массы корма (таблица 1.).

Таблица 1. – Потребность молоди радужной форели и карпов в некоторых макро- и микроэлементах

Элементы	Потребность рыбы, мг/кг в сутки	Необходимое содержание, в 1 кг корма
Фосфор	20-600	0,4-12 г
Кальций	до 700	до 14 г
Магний	15-30	до 600 мг
Железо	До 8	до 160 мг
Цинк	До 5	до 100 мг
Медь	0,3	6 мг
Марганец	0,1	2 мг

Вопросы для самоконтроля:

1. Назовите отличительную особенность минерального питания у рыб?
2. На какие группы разделяют минеральные вещества?
3. Какую функцию выполняют макроэлементы?

Тема 6. Значение витаминов в питании рыб

Цель практического занятия: изучение значения витаминов в метаболизме рыб, описание их функции в биохимических процессах в организме. Дается представление об антиоксидантах и их роли в искусственных кормах для гидробионтов.

Витамины – важная группа незаменимых факторов. По химической природе они представляют собой низкомолекулярные, биологически активные органические вещества, необходимые для нормальной жизнедеятельности организма.

Основной биологической функцией витаминов является участие в биохимических процессах при образовании ряда ферментов и ферментативных комплексов. К ним относятся свыше 50 различных химических соединений, объединенных по функциональной активности в родственные группы – каротиноиды (витамины группы А), кальцеферолы (витамины группы Д), токоферолы (витамины группы Е), филлохиноны (витамины группы К), комплекс ненасыщенных жирных кислот (витамин F), витамины группы В, никотиновая кислота (витамин РР), аскорбиновая кислота (витамин С), цитрин (витамин Р), пантотеновая кислота, биотин, фолиевая кислота и другие. Большинство витаминов не синтезируются в

организме рыб и должны поступать с пищей. Витамины в кормах поступают с основными компонентами корма, но их главным их источником являются витаминные премиксы. Концентрация витаминов в тканях живых организмов и суточная потребность в них невелики. Наличие достаточного количества витаминов в кормах способствует нормальному развитию, росту и размножению рыб, высокой устойчивости к стрессам и болезням. При отсутствии того или иного витамина в корме у рыб возникают гиповитаминозы. Но при длительном недостаточном поступлении их в организм наступают характерные и опасные патологические изменения.

По физическим свойствам витамины подразделяются на жирорастворимые и водорастворимые.

Жирорастворимые витамины должны поступать с пищей. К жирорастворимым витаминам относятся А, Д, Е.

Витамин А (ретинол) принимает участие в обмене белков и минеральных веществ, оказывает влияние скелетообразование, плодовитость, зрение, обеспечивает нормальное состояние эпителия, является природным антиоксидантом. Для рыб провитамином А служат ксантофиллы (астаксантин, кантаксантин, зеаксантин), которыми богаты водные беспозвоночные. Наибольшее количество астаксантина содержат ракообразные являющиеся пищей рыб в молодом возрасте, а для многих и в течение всей жизни.

Всасывание витамина А и каротиноидов происходит в тонком кишечнике с участием желчи, обеспечивающей их эмульгирование. Основным депо в организме является печень. Отсутствие ретинола в пище тормозит рост рыб.

Витамин Д – группа веществ, объединенных под названием кальциферолы. Витамин Д способствует всасыванию кальция и фосфора в кишечнике, поддерживает их уровень в крови, активизирует переход из крови в костную ткань, непосредственно влияя на минерализацию скелета, улучшает усвоение магния. Дефицит его вызывает патологические изменения в мышечной и костной тканях. При дефиците его потребность в кальции и фосфоре увеличивается.

Витамин Е (α-токоферол) представляет группу токоферолов. Витамин Е стабилизирует клеточные мембраны, предохраняя от окисления содержащие селен белки, подавляет самоокисление ненасыщенных жирных кислот, витаминов, регулирует развитие и функционирование половых желез, стимулирует процесс образования антител. Дефицит его вызывает патологические изменения в мышечной и костной тканях. При дефиците его вызывает нарушение целостности клеточных мембран, функций кроветворения и размножения, ожирение и некроз печени.

Витамин F представляет собой группу незаменимых полиненасыщенных [жирных кислот](#) линолевого, линоленового, арахидонового ряда. Принимает участие в синтезе жиров, обмене холестерина, способствует снижению уровня насыщенных жиров теле и предотвращает отложение холестерина в сосудах и

артериях; обеспечивает нормальное состояние кожных покровов; стимулирует иммунную защиту организма; влияет на процесс сперматогенеза; участвует в образовании простагландинов; во взаимосвязи с витамином Д содействует усвоению [фосфора](#) и [кальция](#), которые необходимы для костной ткани.

Водорастворимые витамины (витамины группы В, С, Н).

Витамины группы В синтезируются главным образом, растениями, бактериями, дрожжами и входят в состав основных ферментов, катализирующих различные реакции белкового, липидного и углеводного обменов.

Витамин В₁ (тиамин) является кофактором трех важнейших ферментов, участвующих в ключевых реакциях обмена углеводов – окислительном декарбоксилировании, в цикле трикарбоновых кислот и пентозофосфатном пути окисления углеводов. При его недостатке у рыб нарушается координация, снижается потребление корма.

Витамин В₂ (рибофлавин) осуществляет реакции дегидрирования, входит в состав флавиновых ферментов, участвует в углеводном обмене, способствует образованию гликогена в печени.

Витамин В₃ (пантотеновая кислота) является кофактором ферментов клеточного обмена.

Витамин В₄ (холин) участвует в жировом обмене, входит в состав лецитина, поставляет метильные группы в реакциях метилирования.

Витамин В₅ (никотиновая кислота) активизирует действие инсулина, влияет на уровень холестерина в крови и нормализует водно-солевой обмен.

Витамин В₆ (пиридоксин) участвует в белковом и жировом обменах при переаминировании, декарбоксилировании и метилировании аминокислот улучшая использование незаменимых жирных кислот.

Витамин Н (биотин) является коферментом реакции карбоксилирования в липидном, белковом и углеводном обмене.

Витамин В₈ (инозитол) входит в состав фосфолипидов, регулирует липидный обмен, предотвращая жировую дегенерацию печени.

Витамин В_с (фолевая кислота) **В₁₂** (цианкобаламин) стимулируют синтез гемоглобина, катализируют белковый и липидный обмен.

Витамин С участвует в окислительно-восстановительных процессах, обладает антиоксидантным свойством, способствует синтезу кортикостероидных гормонов.

Антиоксиданты – химические вещества, которые задерживают или прекращают окисление органических веществ.

С развитием аквакультуры возросла и роль комбикормов. В связи с этим стабилизация отдельных компонентов или всей кормовой смеси приобрела особое значение. Наиболее важна стабилизация жиров, используемых в рыбных комбикормах, так как они в основном представлены ненасыщенными жирными кислотами $\omega 3$, $\omega 6$ и $\omega 9$, которые больше всего подвергаются окислению и разрушению. Эта склонность к окислению объясняется присутствием в кормах фермента – липоксидазы, катализирующей окисление жиров. Окислителем является кислород воздуха

- постоянный агент при хранении или приготовлении кормов. Для предотвращения окисления (прогоркания) жиров в корма и непосредственно в жиры при длительном хранении добавляют вещества, обладающие антиокислительными свойствами (антиоксиданты). Антиоксиданты тормозят окисление жиров и других ненасыщенных органических соединений, в том числе витаминов, за счет разрыва цепи окислительных реакций или предотвращения их образования в субстрате.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какое значение выполняют витамины в организме рыб?
2. На какие группы можно разделить витамины?
3. Что такое антиоксиданты?
4. Какую функцию выполняют антиоксиданты в кормах?
5. Назовите витамины, участвующие в жировом обмене?
6. Назовите витамины, участвующие в белковом обмене?
7. Назовите витамины, участвующие в углеводном обмене?
8. Перечислите источники жирорастворимых витаминов?

Задание 1. Опишите механизм всасывания витамина А.

Задание 2. Заполните таблицу

Жирорастворимые витамины	Водорастворимые витамины

РАЗДЕЛ 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОТЕЧЕСТВЕННОГО КОРМОВОГО СЫРЬЯ

Для приготовления кормов используют широкий спектр компонентов животного и растительного происхождения, продукты микробиального и химического синтеза, а также разнообразные побочные продукты и отходы пищевой промышленности. Каждый отдельный компонент не пригоден для кормления рыбы, даже рыбная мука, так как не обладает всеми необходимыми питательными и биологически активными веществами.

По аналогии с сельскохозяйственной технологией компоненты комбикормовой промышленности называют корм. Смесь кормов по рецепту называют кормосмесью. Кормосмесь, представленную в гранулированном виде, называют комбикормом.

Современный комбикорм для рыб представляет собой смесь из 9-12 компонентов или кормов различной природы, а также добавок, витаминов, минеральных солей и других веществ. Установлено, что максимальной эффективностью обладает кормовой белок, представляющий сумму белков животного, растительного и микробиального происхождения.

Кормовое сырье подразделяют на сырье животного и растительного происхождения, а также продукты микробиального синтеза.

Тема 1. Классификация и виды кормового сырья

Кормовое сырье животного происхождения

***Цель практического занятия:** изучение ассортимента отечественного сырья животного происхождения и дается краткая характеристика его питательной ценности.*

Кормовое сырье животного происхождения является аналогом высокобелковых компонентов растительного происхождения и характеризуется большим содержанием протеина (до 80 %), жира (до 22 %), а также зольных элементов (до 11 % кальция и до 5 % фосфора). Протеин его отличается более высокой полноценностью по сравнению с сырьем растительного происхождения.

В группу кормового сырья животного происхождения входят продукты переработки рыбной продукции мясной, молочной, переработки птицы и другие. Продуктами переработки рыбной промышленности являются – рыбная мука, концентрат рыбного бульона, крабовая, крилевая мука, гидролизаты из рыбы и отходов ее переработки.

Рыбная мука является наиболее ценным в пищевом отношении компонентом комбикормов. Должна содержать не менее 55 % протеина, не более 12 % жира, не более 5 % хлористого натрия и 28 % фосфорнокислого кальция. Протеин рыбной муки имеет полноценный набор незаменимых аминокислот.

Крилевая мука хороший источник каротиноидов и других биологически активных веществ. Она содержит 58-62 % сырого протеина и в отличие от рыбной муки придает мясу выращенных рыб специфическую розовую окраску. Крилевая мука используется в основном в комбикормах для производителей лососевых и карповых рыб.

Концентрат рыбного бульона – продукт переработки рыбного сырья, получаемый в результате сушки подпрессовых бульонов. Содержит высокий уровень протеина (50-78 %), жира (до 20 %) и золы (4-15 %). Растворимость белковых веществ достигает 95 %, которые представлены низкомолекулярными веществами. Такой состав белковой фракции способствует лучшей усвояемости белковых веществ личинками рыб. аминокислотный состав достаточно схож с аминокислотным составом продуктов из рыбы.

Гидролизаты из рыбы и отходов ее переработки характеризуются высоким уровнем сырого протеина (58-75 %), представленным водорастворимыми белковыми веществами с содержанием низкомолекулярных пептидов. Недостатком таких гидролизатов является повышенный уровень жиров с высоким уровнем гидроперекисей, образующихся в результате гидролиза сырья повышенной жирности.

Продуктами переработки мясной промышленности являются – мука мясокостная, мясная, костная, кровяная, мука из шкварок (остаток после выпаривания жиров).

Мясокостная мука хороший источник животного белка. Ее вырабатывают из отходов, получаемых при забое животных на мясокомбинатах из отходов производства (малоценные субпродукты, непищевая обрезь). Питательная ценность этой муки зависит от исходного сырья. В мясокостной муке 1 и 2 сорта, используемой в производстве комбикормов для рыб, должно быть не менее 43 % протеина, и не более 16 %. Мука богата незаменимыми аминокислотами, однако в ней много жира, представленного в основном предельными жирными кислотами, плохо усвояемыми рыбой. Поэтому уровень этой муки в комбикормах следует ограничивать 10 %.

Мясная мука – белковый корм высокого качества, вырабатывается из внутренностей животных, эмбрионов крупного рогатого скота и других мясных отходов. В ней содержится 50-60 % сырого белка и 12-15 % жира. Эта мука, как и мясокостная, имеет те же ограничения к использованию.

Кровяная мука вырабатывается из крови, фибрина и шлема. В ней должно содержаться не менее 70 % протеина и не более 5 % жира. Питательная ценность ее не велика из-за дисбаланса аминокислотного состав. Кровяная мука плохо переваривается. Однако не

небольшое количество кровяной муки в составе комбикормов для рыб оказывает положительное действие и усиливает пищевую реакцию рыб.

Костная мука вырабатывается из костей животных путем измельчения их на специальных дробилках. Содержит большое количество минеральных веществ (особенно кальция и фосфора). Белок костной муки уступает по качеству вышеперечисленных компонентов. Количество в кормосмеси обычно не превышает 15 %.

Продуктами переработки молочной промышленности являются – сухой обрат, сухое обезжиренное молоко.

Сухой обрат и сухое обезжиренное молоко служит хорошим источником сбалансированного белка и легкоусвояемых углеводов. Содержание протеина составляет 25-34 %. Уровень ее в кормах для рыб не должен превышать 12 % из-за возможности отклонений углеводного обмена.

Продуктами переработки птицы является **мясо-перьевая мука**. Она вырабатывается на птицеперерабатывающих комбинатах из перьев и тушек домашней птицы. Она содержит до 50 % белка, но в ней мало триптофана, лизина, метионина и гистидина. В состав комбикорма ее обычно вводят не более 10 %.

Из редко встречаемых компонентов можно привести муку из **куколки тутового шелкопряда** является высокобелковым компонентом комбикорма. Однако ее применение ограничено высоким содержанием жира (до 25 %), способного к быстрому окислению.

Задача 1. В порядке уменьшения перечислите ингредиенты которые лучше

усваиваются у рыб: кровяная мука, рыбная мука морская, шрот соевый, рыбная мука речная, и почему?

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие компоненты относятся к кормам животного происхождения?
2. Перечислите продукты переработки рыбной промышленности.
3. Перечислите продукты переработки мясной промышленности.
4. Перечислите продукты переработки молочной промышленности.

2.1 Перечислите продукты переработки птицы.

Кормовое сырье растительного происхождения

Приводится химический состав основных традиционных и новых компонентов отечественного сырья растительного происхождения и дается краткая характеристика его питательной ценности.

С целью снижения стоимости искусственных гранулированных кормов в рационе рыб в качестве дешевого источника протеина используют растительное сырье. Уровень белка в них варьирует от 8 до 45 %. Однако рациональное сочетание растительных ингредиентов позволяет успешно использовать их в качестве дополнительного источника протеина в кормосмесях.

Продукты растительного происхождения в зависимости от состава основных питательных веществ разделяются на три группы – богатые крахмалом, белком и жиром.

К **богатым крахмалом** компонентам относится зерно злаковых культур, в которых содержится до 75 % углеводов, 8-20 % белков, 2-6 % жира и небольшое количество минеральных веществ. Это пшеница, ячмень, овес, рожь, кукуруза.

Пшеница по сравнению с другими злаковыми содержит протеин до 15 %, жира – 2,1-3,5 %, содержание углеводов составляет 69-85 %, из которых преобладают легкогидролизуемые углеводы.

Ячмень в среднем содержит 11,6 % сырого протеина, 2,7 % жира, углеводов свыше 64 %.

Рожь отличается более низкой питательной ценностью. Уровень протеина составляет 12-13 %, углеводов – 60-65 %, сырого жира – не более 3 %.

Помимо зерна в состав комбикормов для рыб используют и продукты его переработки. Это – отруби пшеничные, ржаные, кукурузные. Также используют продукты комплексной переработки – витазар, глютен, мучную пыль.

Пшеничные отруби – побочный продукт, получаемый при помоле зерна. В отрубях содержится 12-13 % сырого протеина, 70 % углеводов и 7- 10 % клетчатки и жира – до 4 %.

Витазар – жмых зародышевых лепестков пшеницы. Содержит 29-35 % сырого протеина, 4-9 % жира, и 2-5 % золы. Уровень углеводов достигает 40-50 %, в том числе 11-20 % сахаров, 21-32 % легкогидролизуемых углеводов и 2,0-8,5 % клетчатки.

Глютен побочный продукт получения кукурузного крахмала. Содержание в нем сырого протеина около 42 %, жира – 5-6 %, золы – 3-3,5 %, углеводов – 21-28 %, из которых на долю сахаров приходится не более 0,2 %, легкогидролизуемых углеводов – 20-26 % и клетчатки – 1,01,5 %.

К кормам **богатым белком** относятся горох, фасоль, соя, люпин, чечевица, вика, чина и продукты их переработки – шроты и жмыхи. Содержание белка и жира в 2-3 раза выше, чем в злаковых. Особенностью протеина бобовых является высокая растворимость в воде, что и обуславливает легкую усвояемость его аминокислот рыбами. Но содержание антипитательных веществ (ингибиторы, алкалоиды) снижают питательную ценность этой группы кормового сырья, и частично ограничивает их использование. Для устранения ингибирующего действия семена бобовых до введения в корма подвергают тепловой обработке.

Среди бобовых культур по питательности первое место занимает соя. Ее аминокислотный состав близок к белкам животного происхождения. Однако семена используются редко. Обычно применяют продукты переработки сои на маслобойных предприятиях – жмыхи и шроты, получаемые после выделения масла. Горох как высокобелковое сырье традиционно используется в комбикормовой промышленности. В нем содержится 18-24 % протеина, до 5 % клетчатки, 2-3 % жира. Из минеральных веществ содержит высокий уровень фосфора. Горох отлично потребляется и легко переваривается рыбой. Однако наличие веществ, подавляющих действие трипсина, требует предварительной тепловой обработки.

Люпин, вика, чечевица используются редко. Вика содержит токсические соли синильной кислоты и неохотно потребляется рыбами.

К кормам богатым жиром и белками относятся отходы масложировой промышленности – жмых и шроты являются высокопротеиновым ценным кормовым сырьем, в котором примерно 95 % азота приходится на белковый азот. Ряд таких отходов по своему качеству приближается к кормам животного происхождения, хотя и уступает им по многим показателям. Количество протеина в них составляет 35-45 %, а по общей питательности они близки к лучшим зерновым кормам. Наиболее богаты белками соевый и подсолнечниковый шроты и жмыхи.

Подсолнечниковый жмых содержит до 40 % сырого протеина, 6-8 % жира, 10-12 % – клетчатки. Среди всех минеральных веществ жмых наиболее богат фосфором. Исходя из аминокислотного состава, подсолнечниковый жмых можно считать хорошим компонентом для балансирования аминокислотного состава комбикормов с включением сырья из кукурузы. Растворимость его протеина зависит от режима тепловой обработки в процессе извлечения масла и при соблюдении технологических норм достигает 30 %. Режимом тепловой обработки обусловлена и доступность отдельных аминокислот. Подсолнечниковый шрот содержит до 38 % протеина, 4 % жира, 44 % углеводов.

Вопросы для самоконтроля:

1. Назовите кормовое сырье, относящееся к кормам богатым белком, и дайте характеристику этой группе компонентов.
2. Назовите кормовое сырье, относящееся к кормам богатым крахмалом, и дайте характеристику этой группе компонентов.
- 2.2 Назовите кормовое сырье, относящееся к кормам богатым жиром и белками, и дайте характеристику этой группе компонентов.

Кормовое сырье микробиального синтеза

Приводится химический состав продуктов микробиального синтеза применяемого в комбикормовой промышленности.

Помимо сырья животного и растительного происхождения в комбикормовой промышленности широкое распространение получили продукты микробиального синтеза. Для них характерны высокое содержание сырого протеина (48-79,5 %), включающего до 28-42 % белка с высокой переваримостью и аминокислотным составом, уступающим только сырью животного происхождения по содержанию метионина, цистина и триптофана, жира не более 1-5 %, 20-40 % безазотистых экстрактивных веществ и 6-12 % золы. Отличительной чертой продуктов микробиального синтеза является уровень содержания витаминов, превышающий практически сырье растительного, так и животного происхождения. Ранее для отечественной комбикормовой промышленности поставлялся широкий ассортимент продуктов микробиального синтеза – кормовых дрожжей и белко-витаминных концентратов на основе использования углеводов нефти, синтетических спиртов, а также отходов лесной и деревообрабатывающей промышленности и сельскохозяйственного производства. Среди продуктов микробиального синтеза наибольшей питательностью характеризуется **эприн**. Его получали выращиванием технически чистых культур дрожжей рода *Candida* – *C. utilis* при культивировании на питательной среде, содержащей синтетический этиловый спирт. Продукт содержит 58-61 % сырого протеина, 30-37 % безазотистых экстрактивных веществ, в том числе легкогидролизуемых углеводов 30-33 %, до 15 % нуклеиновых веществ. Белок эприна на 15 % представлен водорастворимыми белковыми веществами, представленными олигопептидами.

Продуктами культивирования *C. guilliermondii* на очищенных жидких парафинах является **паприн**, а на древесном спирте (метаноле) – **меприн**. В Содержание сырого протеина в них находится на уровне 48-56 %, жира – не более 5 %, нуклеиновых кислот 8-10 %. Белок на 13-15 % представлен водорастворимыми белками, состоящими почти на половину олигопептидами.

Дрожжи кормовые – продукт культивирования *C. utilis*, *C. tropicalis* на

субстратах гидролизно-дрожжевых гидролизатах древесины, подсолнечной лузги и камыша, спиртовых и ацетонобутиловых производств, а также на предприятиях целлюлозно-бумажной промышленности.

Однако, несмотря на широкие технологические возможности и практически неограниченную сырьевую базу для развития производства различных белково-витаминных концентратов на углеводородных и органических синтетических субстратах, ввиду ряда экономических причин, были прекращены.

В современный период выпускаются лишь кормовые дрожжи на отходах сельскохозяйственного производства. Эти продукты микробиального синтеза **биотрин, биокорн, белотин и кормовые дрожжи**, получаемые при культивировании бактерий рода *Candida* – *C. utilis*, *C. tropicalis* и *C. guilliermondii*.

При удовлетворительном уровне сырого протеина (не более 38,2-41 %) минеральных веществ и витаминов, по питательности это сырье уступает используемому ранее сырью микробиального происхождения в рыбной комбикормовой промышленности, а уровень растворимых белков не превышает 15 % с преобладанием полипептидов.

Литература [1]

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие компоненты относятся к продуктам микробиального синтеза?
2. Назовите отличительные особенности сырья микробиального синтеза.
3. Перечислите сырье микробиального синтеза используемое в комбикормовой промышленности в современный период.

РАЗДЕЛ 3 ИСКУССТВЕННЫЕ КОРМА ДЛЯ РЫБ

Тема 1. Принципы составления рецептуры кормов

Приведены основные принципы, составления рецептур полноценных рационов для различных видов и возрастных групп гидробионтов, выращиваемых на искусственных кормах.

Рыбы, как объект разведения неодинаковы по типу и характеру питания разделяются на следующие группы: мирные и хищные, животоядные, растительноядные и всеядные, планктоноядные и бентосоядные. Однако на ранних стадиях развития все они проходят фазу питания различными формами зоопланктона. У взрослых в процессе эволюции пищеварительная система приобрела способность адаптироваться к качеству пищи, что дало рыбам возможность осваивать различные экологические ниши. В связи с этим рецептура комбикормов для различных видов и возрастов рыб предполагает вариабельность качественного состава и количественного сочетания сырьевых источников. В комбикормовой промышленности условно искусственные корма подразделяют на кормосмеси и комбикорма. Кормосмесь – простая однородная смесь измельченных компонентов до необходимой крупности, которая приготавливается перед кормлением рыб,

как правило, в тестообразном виде. В состав кормосмеси входит от 1 до 2-3 компонентов. Кормосмеси используют при прудовом выращивании и достаточном уровне живых кормов.

Комбикорм – сложная однородная смесь очищенного измельченного кормового сырья и ростостимулирующих веществ, обеспечивающая полноценное кормление рыбы для получения высокой продуктивности в различных условиях выращивания. Как правило, гранулированная. В состав комбикормов входит от 5 до 12 компонентов сырья. Все это наиболее полно удовлетворяет потребности выращиваемых рыб в условиях дефицита живых кормов при садковом и бассейновом выращивании. Изготавливают гранулированные комбикорма на комбикормовых предприятиях.

Основное требование – корма должны быть сбалансированы и содержать необходимые питательные вещества в нужном количестве и оптимальном сочетании и обеспечить реализацию потенциальных способностей организма рыб к росту, нормальное развитие и хорошее физиологическое состояние, что является необходимым условием для быстрой адаптации рыб к изменяющейся среде и стрессам в процессе выращивания. В зависимости от стадии развития рыб или целей их выращивания (посадочный материал, производители, товарная продукция) комбикорма разделяют на стартовые, продукционные, лечебные и лечебно-профилактические комбикорма.

Стартовые комбикорма предназначены для кормления личинок и молоди карпа. Они содержат высокий уровень белка, обеспеченный в достаточном количестве липидами, биологически активные вещества. Они должны не только удовлетворять потребность личинок в питательных веществах, но и содержать их в форме доступной развивающейся пищеварительной системе. Разделяю на две группы – для ранней молоди с еще несформированной ферментативной системой и для старшей молоди при выращивании сеголетков в прудах. Изготавливаются в виде крупки и гранул.

Продукционные комбикорма предназначены для кормления взрослых рыб при товарном выращивании и при содержании ремонтно-маточного стада. Специализированные корма применяются с конкретной целью в ограниченный период. Подразделяются на: лечебные, лечебно-профилактические, антистрессовые, пигментирующие и т.д.

Для создания сбалансированных кормов необходимо:

- знание пищевой потребности рыб в питательных веществах;
- знания о химическом составе и специфических свойствах сырья;
- знание особенности переваривания каждого кормового сырья рыбами;
- учитывать влияние технологии подготовки сырья и способов изготовления на питательность компонентов корма.

Пищевая потребность основных объектов выращивания определяется на основе физиологических исследований питания рыб, химический состав кормового сырья – на основе лабораторных исследований, особенности переваривания отдельных компонентов сырья и их композиции – на основе опытов по выращиванию рыб при различных условиях содержания.

Изменения, происходящие в опытных кормах после их изготовления – на основе биохимических исследований опытных партий кормов. При составлении рецептуры комбикорма используют несколько подходов:

1. Составление рецептуры на основе имеющихся вариантов, и использованием доступного кормового сырья по экономичным ценам.
2. Составление рационов с учетом пищевой потребности на основе данных химического состава сырья или переваримости сырья.

Однако после применения того или иного способа изготовления кормов в химическом составе комбикормов происходят изменения качества сырья и его доступности.

В зависимости от цели исследования можно как составлять собственные рецептуры, так и использовать уже разработанные, которые, как правило, оказывают заведомо лучший эффект.

При составлении рационов учитывают основные составляющие кормов: белок и незаменимые аминокислоты, жир и ненасыщенные жирные кислоты, углеводы, витамины, минеральные вещества и энергию.

Как правило, моноорма не могут полностью удовлетворить потребность рыб в питательных веществах, и чем больше ингредиентов в составе комбикормов, тем вероятней достижение удовлетворения потребности рыб в питательных веществах.

При этом следует учитывать особенности каждого вида кормового сырья – присутствие антипитательных факторов, наличие аттрактантов веществ или репелентных свойств, органолептические особенности. Кроме того, должны избираться способы устранения нежелательных эффектов, посредством предварительной подготовки сырья или использования способа производства кормов, введения антиоксидантов, премиксов и других специфических добавок.

Основная балансировка комбикормов ведется по белку. Компоненты с учетом норм и ограничений ввода подбирают по содержанию сырого протеина в пределах диапазона их оптимальных и избранных доз.

При выборе компонентов основное значение придается незаменимым аминокислотам, а в стартовых комбикормах и фракционному составу водорастворимых белковых веществ.

Соотношение аминокислот в кормах должно сохранять их соотношение в идеальном белке. За идеальный белок принимают такое соотношение незаменимых аминокислот, при котором удовлетворяет потребность вида и обеспечивает его оптимальный рост. Для основных объектов аквакультуры установлены потребности в незаменимых аминокислотах и приводятся в справочной литературе. Для ориентировочных расчетов используются данные о количественном соотношении незаменимых аминокислот в икре рыб. Скор для аминокислот рассчитывается по формуле:

$$\text{Скор АК} = (\text{АК}_1/\text{АК}_2) \times 100 \quad (3.1)$$

где AK_1 – аминокислоты в кормовом белке; AK_2 – аминокислоты в идеальном белке.

Оптимальное соотношение аминокислот в корме должно на 100 % соотношению их содержанию в идеальном белке. Превышение уровня 100% или ниже приводит к неэффективному использованию белка. В индустриальном хозяйстве допускается снижение его до 80-95%, а в прудовом – до 70-80 %. Если одна или нескольких аминокислот в корме ниже требуемого уровня то вступает в силу правило минимума, наблюдается повышенное потребление белка пропорциональное недостатку первой лимитирующей кислоты. При этом повышается синтез и отложение жира в теле рыб.

При комбинировании различных видов сырья следует помнить, что в растительных источниках наблюдается лимитирование лизина, метионина триптофана, фенилаланина и изолейцина. В животном белке – фенилаланин, гистидин. В продуктах микробиального синтеза – метионин, фенилаланин, гистидин. Эффективное использование белка в организме рыб при достаточном обеспечении его синтеза энергией за счет жиров и углеводов.

При создании стартовых кормов для личинок с короткой и средней продолжительностью эмбрионального периода (карповые, осетровые, сиговые) помимо аминокислотного состава необходимо осуществлять подбор фракционного состава белка. Личинки этих видов не способны на ранних этапах расщеплять высокобелковые молекулярные вещества рыбной муки и других продуктов животного происхождения. Для них в этот период доступна растворимая белковая фракция, которую могут предоставить продукты микробиального синтеза.

Жир и незаменимые жирные кислоты. Для рыб питательное качество жира определяется в основном составом ненасыщенных жирных кислот. Недостаточное количество их в комбикормах можно компенсировать липидными добавками растительного и рыбного происхождения. Высоконенасыщенные жирные кислоты (эйкозапентаеновая, эйкозагексаеновая, докозагексаеновая) в количестве 10-12 % от общего состава жирных кислот содержится в жирах морских рыб, арахидоновая – в жирах теплолюбивых пресноводных видов. В качестве энергетической добавки обычно используют растительные масла и животные жиры, богатые ненасыщенными жирными кислотами.

Углеводы также как и жир не балансируются, а лишь корректируются. Углеводы по своему происхождению (животные, растительные, микробиальные) различаются по структуре, химическому составу и степени доступности для рыб. Поэтому они рассматриваются лишь как источники доступной безбелковой энергии. Переваримость их в зависимости от химического состава варьирует от 10- до 35%.

Одним из путей повышения их питательности является гидробаротермическая обработка. Трудногидролизуемые углеводы

называемые в диетологии «пищевые волокна» в комбикормовой промышленности придают объемность концентрированным комбикормам и усиливают перистальтику кишечника. Основные источники пищевых волокон являются жмыхи и шроты. Оптимальный уровень ТГУ в комбикормах для форели составляет 2-3 %, переносимый – 10-15 %. У карпа эти показатели значительно выше.

Минеральные вещества. Удовлетворение потребности в минеральных веществах у рыб осуществляется двумя путями – алиментарно и осмотически (через жабры, слизистую рта, покровные ткани). Основное количество вводится с сырьем. Дополнительно требуется лишь введение тех элементов, которые находятся в дефиците в воде (йод, марганец, молибден, кобальт). Как правило, коррекцию недостающих микроэлементов осуществляют добавлением в корм премиксов, наиболее важно при выращивании рыб в промышленных условиях с рециркуляционным водообменом. При подборе минеральных премиксов для рыб большое значение имеет форма солей. Хлориды и сульфаты хорошо усваиваются рыбами, но интенсивно вымываются в воде и способствуют разрушению витаминов при хранении. Карбонатные формы и окислы не содержат в своем составе воды и практически нерастворимы, и плохо усваиваются в организме.

Витамины. Набор витаминов и их количество определяется содержанием их в кормовом сырье. Однако при изготовлении кормов и их хранении часть витаминов разрушается. Особенно сильное разрушение наблюдается при экструдировании кормов. Поэтому заранее предполагается, что содержание витаминов не может удовлетворять потребности и в комбикорма для промышленного выращивания вводятся премиксы вне зависимости от используемых компонентов. Для прудовой аквакультуры благодаря присутствию естественной пищи в рационах должен содержаться пониженный уровень витаминов группы В или полностью отсутствовать.

Энергия. Потенциальная энергия формируется за счет перевариваемой части корма. Ее коррекция проводится за счет липидных добавок или используются технологии кормопроизводства повышающие питательность углеводов. Основным критерием для оптимизации энергии рационов служит сохранение оптимального соотношения протеин/энергия. Это соотношение выражается в количестве переваримого белка (мг) на 1 кДж перевариваемой энергии. Расчет проводят по формуле:

$$П/Э = ПБ / ПЭ \quad (3.2)$$

где П/Э – энерго-протеиновое соотношение ПБ – переваримый белок в 100 г корма, мг;

ПЭ – переваримая энергия в 100 г корма, кДж;

Для карпа при условии аминокислотной сбалансированности комбикормов П/Э находится в пределах 19-24 мг переваримого белка на 1 кДж переваримой энергии. Для молоди лососевых оптимальные соотношения в кормах от 19 до 25 мг, для старших возрастных групп 21- 23 мг, для молоди

канального сома – 24-30 мг переваримого белка на 1 кДж.

При создании рецептуры комбикормов надо учитывать, что эффективность различных источников энергии в кормлении рыб зависит от особенности биологии вида и температурных условий выращивания. В питании холодноводных рыб основной источник энергии – липиды, триацилглицерины и белки. Углеводы не играют существенной роли, как у тепловодных видов, у которых белки и углеводы корма дают почти равное количество переваримой энергии, а жиры – меньше в 2-3 раза.

Способы расчета состава рецептов комбикормов. Расчет рецептов строится на основе табличных данных химического состава сырья, а также сведений о переваримости главных компонентов и наличии в доступной форме незаменимых аминокислот и жирных кислот, фосфора и других элементов. Подбор компонентов и балансировка состава рецептур можно проводить путем подсчета доли всех питательных веществ в планируемом наборе сырья вручную или с помощью компьютера. Количество питательного вещества, вводимого с определенным компонентом, рассчитывают по формуле:

$V_s = V_{1...n} \times K_{1...n} / 100$ (3.3) где V_s – количество питательного вещества в объеме вносимом в корм, кг;

$V_{1...n}$ – содержание питательного вещества в компоненте, кг; $K_{1...n}$ – процент внесения компонента в корм, %.

Общее количество вещества выражается как сумма питательных веществ:

$$\Sigma = V^1 + V^2 + V^3 + V^4 + V^5 + \dots + V^n \quad (3.4)$$

где Σ – сумма питательного вещества всех компонентов корма, кг

V_s – содержание питательного вещества в каждом компоненте, %

Для более точной балансировки кормов ведут определения доступной для рыб доли питательного вещества из всех вносимых компонентов, вводя в формулу коэффициенты переваримости ($A_{1...n}$):

$$\Sigma = 1/100 \times [(V_s^1 \times A_2) + (V_s^2 \times A_3) + (V_s^3 \times A_4) + \dots + (V_s^n \times A_1)] \quad (3.5)$$

Также все расчеты проводят с использованием различных программ.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что общего в питании гидробионтов различающихся по типу питания?
2. Что такое комбикорм?
3. Назовите основное требование к составлению рецептур комбикормов?
4. Для чего предназначены стартовые комбикорма?
5. Для чего предназначены продукционные корма?
6. Какие знания нужны для создания сбалансированных кормов?
7. Какие существуют подходы для составления рецептур?
8. Как проводится основная балансировка комбикормов ?

9. Как рассчитываются рецептуры комбикормов?

3.2 Технологические способы изготовления комбикормов

Представлены технологические способы изготовления комбикормов. Описаны способы предварительной обработки кормового сырья, принципиальная технологическая схема производства комбикормов для рыб и технологии сухого прессования (гранулирования), экструдирования и экспандирования.

Особенности строения пищеварительного аппарата рыб, форма и размеры рта, видовой и возрастной характер их питания определяют требования к структуре, консистенции комбикорма и размерами их частиц. Личинки всех видов рыб питаются в толще воды мелким зоопланктоном в толще воды. Соответственно для личинок частицы комбикорма, помимо соответствия размерам ротового отверстия глотки, должны иметь хорошую плавучесть, медленно опускаться на дно и быть защищенными от экстракции в воде. Подростая молодь и взрослые пелагические хищники с порционным питанием, способны заглатывать корм с поверхности и в толще воды. Для них комбикорм должен иметь овальную шарообразную форму не очень твердую консистенцию и быть как тонущим, так и плавучим медленно погружаться, чтобы рыбы могли взять корм в толще воды. Осетровые – придонные хищники и бентосояды, медленно подбирают пищу со дна. Для осетровых рыб корм должен тонущим. Корма должны обладать достаточной водостойкостью, которая препятствует механическому размыванию корма и экстракции питательных веществ в воде, способствовать сохранению формы гранул в процессе набухания. Карп – бентосоядная рыба, с выдвижным сосущим ртом и глоточными зубами, дробящими и перетирающими пищу. Крупные объекты ему приходится неоднократно дробить, выплевывая и подбирая вновь, и только после этого проглатывать. Для бентосоядных рыб корм должен быть тонущим с высокой водостойкостью. Такое различие в способе захвата пищи требует различных подходов к созданию кормов для различных видов рыб.

Современное кормопроизводство характеризуется достаточно широким спектром способов технологической обработки кормового сырья и изготовления готовой продукции, которые включают сложные ступени обработки сырья – механическую, термическую, гидротермическую и гидробарическую. В разной степени эти технологии воздействуют на физико-термическую структуру и качество сырья. С одной стороны – повышается растворимость корма за счет разрушения клеточных оболочек, изменение структуры крахмала, разрушения токсинов, с другой – разрушение белков и аминокислот, витаминов, окисление липидов. Поэтому **основное требование к технологии** изготовления кормов – технология **не должна снижать питательности кормов.**

Кормовое сырье растительного происхождения зачастую содержит структурные соединения, вызывающие токсические эффекты, ядовитые вещества, образуемые микрофлорой при неправильном хранении. К

структурным ядам и антипитательным факторам относятся ингибиторы протеолитических ферментов бобовых и ингибиторы амилаз злаковых, танины сорго, алкалоиды люпина и другие вещества.

Поэтому по современным представлениям, предварительная подготовка сырья перед включением в комбикорма должна быть направлена на повышение питательности растительного сырья. Это должно происходить за счет превращения сложных высокомолекулярных веществ в более простые, легкоусвояемые.

Для обеспечения полноценности, питательности и безопасности кормов требуется специальная обработка сырья и обеспечение доступности кормов гидробионтам. Существующие способы специальной обработки сырья группируются по трем главным видам – термические, гидротермические и термомеханические (гранулирование, экструдирование, экспандирование).

Термическая обработка осуществляется конвективным, кондуктивным методами и тостированием. Принцип *конвективного* метода и заключается в обработке сырья сухим горячим воздухом при температуре

200-300°C. Принцип *кондуктивного* – поджаривание зернового сырья на нагретой металлической поверхности. При всех температурных режимах снижается растворимость белков. При *тостирования* обработка сырья, преимущественно шротов осуществляется горячим воздухом или сухим паром. Применяется для подавления анти питательных факторов (ингибиторов ферментов, ядовитых алкалоидов). Получаемый положительный результат этих способов – повышение переваримости углеводов, разрушение антипитательных факторов отрицательный – снижение переваримости протеина.

Гидротермическая обработка включает флакирование и микронизацию. Принцип *флакирования* заключается в механическом сдавливании сырья после предварительного пропаривания, приводящее к образованию хлопьев. Эффект гидротермической обработки достигается благодаря воздействию воды и тепла пара. Под воздействием механического тепла влага переходит в пар и под его давлением зерно вспучивается, происходит разрыв оболочек крахмальных зерен и идее клейстеризация крахмала. При этом протеин подвергается минимальному разрушению.

Принцип *микронизации* заключается в воздействии инфракрасного излучения на сырье. Этот способ дает наилучший результат применительно к зерну злаков и соевым бобам. Лучи проникают в зерно, вызывают вибрацию молекул и при трении выделяется тепло. В течение нескольких секунд зерно становится мягким, разбухает и растрескивается. После вспучивания и пластификации его подвергают плющению. При этом изменяются физические и химические свойства зерна и его питательность.

Принципиальная технологическая схема производства комбикормов для рыб включает следующие основные стадии:

- подача кормового сырья от мест складирования в рабочую зону;

- очистка сырья от посторонних примесей;
- дозирование и смешивание компонентов;
- измельчение кормовой смеси;
- изготовление комбикормов;
- охлаждение (сушка);
- орошение кормов липидными добавками;
- крошение и рассеивание крупок (для линии стартовых кормов);
- расфасовка и упаковка готовой продукции;
- размещение на складе и отгрузка комбикормов.

Технология сухого прессования (гранулирования). Сущность метода гранулирования заключается в обработке рассыпной кормосмеси сухим паром и продавливанием ее через матрицу пресс – гранулятора при повышенных температуре и давлении с последующим охлаждением образовавшихся гранул до комнатной температуры в охлаждающих колонке.

Технология экструдирования. В пресс-экструдерах под воздействием высокого давления и температуры происходят структурно-механические и химические преобразования продукта, что повышает степень усвоения животными питательных веществ, улучшает санитарно-гигиенические, диетические и вкусовые свойства. К преимуществам экструзии относится возможность обработки любого сырья индивидуально или в различных композициях. По сравнению с другими способами влаготепловой обработки экструзия дает более ощутимое повышение питательности исходного сырья, в основном углеводов. Особенно это технология эффективна для комбикормов с высоким уровнем зерновых, сои, жмыхов и шротов.

Отличительной особенностью конструкции экструдера от гранулятора является наличие вращающегося шнека перемещающего кормовую смесь. Процесс экструзии разделяют на следующие технологические зоны – загрузка, сжатие, гомогенизация, экструзия. происходит вспучивание комбикорма, резкое увеличение его объема и формирование пористой структуры. С помощью экструдеров можно вырабатывать корма как плавающие, так и тонущие с различной скоростью.

Недостатком экструзии является разрушение витаминов и снижение питательных свойств комбикормов.

Технология экспандирования включает в себя процесс воздействия влагой, давлением и температурой. Увеличение объема происходит благодаря резкому перепаду давления. В отличие от экструдера на экспандере вырабатывается рассыпной продукт, который в дальнейшем гранулируется. Под воздействием тепла, влаги и давления в зерновых происходит декстринизация крахмала, разрушение клеточных стенок. На выходе из экспандера из-за перепада давления зерно взрывается и становится более доступным для действия пищеварительных ферментов.

Экспандер предназначен для термодинамической обработки рассыпных продуктов, таких как рассыпной комбикорм, измельченные

соевые бобы, жмых, шроты. Принцип действия экспандера аналогичен экструдеру, но отличается выпрессовыванием полученной смеси через автоматически регулируемое кольцевое сопло вместо проталкивания сквозь матрицу с фиксированной площадью отверстий (фильер). На рисунке 3.5 представлен внешний вид вращающего шнека в экспандере.

Экспандирование кормового сырья осуществляется при повышенной до 35% влажности против 27% при экструдировании. Выходной продукт при такой обработке обеспечивает сохранность витаминов, аминокислот и других биологически активных веществ. Основные преимущества экспандеров — широкий выбор рецептов, повышенная производительность, меньшая энергоемкость — 10...40 против 60...150 кВт·ч/т при экструдировании, более долгий срок службы рабочих органов, возможность использования в корме большого количества жидких компонентов. Как и при экструдировании, полностью уничтожаются колиобразные бактерии и сальмонелла, кишечная палочка, плесневый грибок, однако глубина структурных преобразований питательных веществ несколько ниже. Процесс уплотнения корма в экспандере можно разделить на четыре зоны:

- 1-я – перемешивание, перемещение кормовой смеси вдоль шнека и начала уплотнения; (в нее подается рассыпная смесь из бункера накопителя дозирующим шнеком);
- 2-я – нарастание давления, прессование и разрушение частиц; (Здесь происходит предварительное кондиционирование с помощью пара в смесителе-кондиционере при температуре 80-90°C и влажности 18 %, время кондиционирования до 2 минут);
- 3-я – дальнейшее повышение давления, температуры и перехода корма в вязкопластичное состояние; (гидробарическая обработка комбикорма при температуре 100-140 °С, давлении 20-40 бар, влажности 18-20 %);
- 4-я – продавливание массы через отверстия выходной головки машины.

Далее корм подвергается:

- измельчению в структураторе для получения однородного продукта;
- прессованию в грануляторе при стандартных параметрах;
- охлаждению гранулированного или рассыпного корма, снижение влажности до 10-12 %.

Рациональные технологические параметры работы экструзионных машин варьируются в широком интервале и зависят от вида и соотношения компонентов, конструктивных особенностей рабочих органов, требований к качеству конечного продукта.

Эффективность рабочего процесса экспандера зависит от геометрических форм и размеров прессовальной камеры (шнека и поверхности корпуса), физико-механических свойств материала и кинематических режимов работы.

Экспандированный структурированный корм может быть получен из любого

монокомпонента или зерновой культуры, белкового концентрата, или готового к употреблению корма. Этот вид может заменять следующие кормовые продукты:

- обычный рассыпной корм,
- гранулированный,
- крупку.

Преимущества данной технологии:

- низкий уровень пыления;
- длительный срок хранения;
- сохранение свойств продукта при транспортировке.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие существуют способы технологической обработки кормового сырья и изготовления готовой продукции?
2. Назовите преимущества и недостатки существующих методов обработки сырья.
3. Опишите сущность метода гранулирования кормов
4. Опишите сущность метода экструдирования кормов

Приведите отличительные особенности экспандирования кормов

3.3 Показатели качества кормов

Приводятся методы определения качества гранулированных кормов органолептические, химические, токсикологические

Комбикорм для выращивания рыбы, особенно, стартовые, поступающие с комбикормовых предприятий, а также после определенного срока хранения должны быть доброкачественными. От доброкачественности скармливаемых комбикормов и кормосмесей зависит рыбопродуктивность.

При приобретении корма необходимо знать:

- какие компоненты входят в состав кормов,
- химический состав кормов,
- аминокислотный состав и соотношение незаменимых аминокислот (Скор),
- биологически активные вещества и незаменимые жирные кислоты,
- энергетическая ценность комбикорма,
- агрегатное состояние кормов.

Зная химический состав комбикормов можно определить их питательность, энергетическую ценность.

Целью контроля качества комбикормов является определение их доброкачественности химическими и микробиологическими методами по следующим направлениям:

- органолептическая оценка кормов (внешний вид, цвет, запах и вкус);
- химический анализ состава кормов;
- токсикологическое обследование.

Органолептическая оценка. Изменение цвета и внешней фактуры корма может означать различать различную степень порчи продукта. Доброкачественное сырье не должно иметь никаких несвойственных ему запахов. Появление запах плесени означает начало порчи поверхностных слоев продукта в результате поражения их, прежде всего, плесневыми грибами. *Затхлый* запах сопровождает порчу более глубоких его слоев в результате развития наряду с плесневыми грибами различных микроорганизмов. *Гнилостный* запах свидетельствует о уже длительном микробиологическом разложении продукта, которое сопровождается его самосогреванием и прогорканием. Вкус определяют обычно, когда по запаху трудно установить свежесть продукта. Для каждого вида сырья и комбикормов эти показатели стандартизированы, что отражено в соответствующих нормативных документах.

Корм содержит основные группы веществ, которые в его составе выражается в процентах к навеске корма или в граммах на 1 кг корма:

$$100 = \text{ОВ} + \text{СП} + \text{СЖ} + \text{БЭВ} + \text{СК} + \text{СЗ} \quad (3.6)$$

где ОВ – общая влага; СП – сырой протеин; СЖ – сырой жир;

БЭВ – безазотистые экстрактивные вещества; СК – сырая клетчатка;

СЗ – сырая зола.

Химический анализ состава кормов. Химический состав комбикормов дается на основании зоотехнического анализа согласно общепринятой классификации по следующим группам веществ:

- вода,
- сырой протеин ($N \times 6,25$),
- сырой жир (эфирный экстракт),
- зола,
- сырая клетчатка и безазотистые экстрактивные вещества. Сумма всех этих групп должна составлять 100 %.

Первые 4 показателя определяются гравиметрическим и химическим путем по стандартным методикам. Безазотистые экстрактивные вещества можно рассчитать по разности.

Определение **воды** основано на гравиметрическом определении свободной воды высушиванием пробы корма или биологического образца при температуре 105 °С.

Определение **сырого протеина** в кормах основано на минерализации его навески в присутствии концентрированной серной кислоты, в результате которого органические вещества окисляются, а выделяющийся аммиак связывается серной кислотой. Затем количество аммиака определяют колориметрическим методом с использованием реактива Несслера и умножают полученный результат на коэффициент 6,25.

Определение **сырого жира** основано на растворимости жиров в различных органических растворителях и количественном определении

экстрагированного жира.

Определение **сырой клетчатки** основано на экстракции сахаром растворителями, кислотном гидролизе легкорастворимых углеводов и гравиметрическом определении. Сумма сырой клетчатки и безазотистых экстрактивных веществ представляет собой общие углеводы.

Определение **золы** также основано на гравиметрическом определении неорганического остатка биологического образца, полученного в результате его озоления при температуре 550 °С.

Аминокислотный состав и соотношение незаменимых аминокислот определяется на основании данных аминокислотного состава кормов, определяемого на аминокислотном анализаторе. Помимо количественного перечисления аминокислот важно знать:

- количественное содержание незаменимых аминокислот, особенно лимитирующих – лизина, триптофана, метионина и суммы серосодержащих
- метионина, цистина, цистиина, а также тирозина,
- аминокислотный химический скор аминокислот – отношение содержания каждой незаменимой аминокислоты в корме к содержанию этой же аминокислоты в идеальном белке или в стандартном белке в процентах.

Биологически активные вещества и незаменимые жирные кислоты определяются соответствующими химическими методами, либо их содержание пересчитывают, используя данные их содержания в премиксах на объем корма. Из биологически активных веществ обязательно надо знать уровень всех витаминов и основных макро- и микроэлементов в кормах. Жирнокислотный состав кормов определяется на анализаторе. Из общего состава жирных кислот рассчитываются суммарные количества насыщенные, моновенасыщенные, полиненасыщенные, $\Sigma\omega 6$, $\Sigma\omega 3$, соотношение незаменимых аминокислот.

Определение валового содержания энергии комбикормов. Энергетическую оценку корма дают по содержанию в нем валовой энергии, которая представляет собой потенциальную энергию всех входящих в его состав питательных веществ. Валовую энергию определяют двумя способами:

- сжиганием корма в калориметрической бомбе;
- расчетным методом путем суммирования средних показателей теплоты сгорания трех содержащих энергию компонентов (углеводы – 17,17 кДж/г, липиды – 39,57 кДж/г, протеин – 23,66 кДж/г).

Расчет калорийности по химическому составу проводится по следующим формулам:

$$\text{Калорийность} = (5,65 \times \text{Б} + 4,10 \times \text{У} + 9,45 \times \text{Ж}) / 100 = \text{ккал/г} \quad (3.7)$$

$$\text{Калорийность} = (23,66 \times \text{Б} + 17,17 \times \text{У} + 39,57 \times \text{Ж}) / 100 = \text{кДж/г} \quad (3.8)$$

где Б – белки;

У – углеводы; Ж – жир.

Токсикологическое обследованное кормов и компонентов.

Источником токсичности кормов может быть:

- семена шрот клещивины, сои, горчицы, рапса, хлопчатника. При введении таких компонентов их необходимо прогревать для уничтожения ядовитых веществ;
- плесневые грибы, гнилостные бактерии и микотоксины (афлотоксины и другие), которые вызывают алиментарные заболевания;
- агрохимикаты, которые применяются в растениеводстве как удобрения, средства защиты;
- высокий уровень продуктов небелкового азота, нитратов и нитритов, пестицидов.
- продукты окисления ненасыщенных жирных кислот, образующиеся в течении хранения;

Первые 3 группы проверяются в специализированных лабораториях. Степень окисления жирных кислот определяется регулярно при хранении кормов по следующим показателям:

- кислотное число жира определяет степень гидролиза жира;
- перекисное число определяет степень окисления жировой фракции – ненасыщенных жирных кислот.

Допустимые нормы перекисного числа жира в комбикормах для рыб должно быть не более 0,3 % йода, а кислотное число – не превышать 50 мг КОН в продукционных кормах и 30 мг КОН – в стартовых.

Агрегатное (физическое) состояние кормов.

Под агрегатным состоянием кормов понимают тип кормов и способ их приготовления.

Комбикорма имеют следующее агрегатное состояние:

- рассыпные с последующим замешиванием на воде или растворах связывающих веществ,
- гранулы сухого прессования,
- гранулы сухого прессования с введением связывающих веществ,
- гранулы влажного прессования,
- инкапсулированные частицы,
- экструдированные корма,
- экспандированные корма.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие показатели надо знать при покупке кормов?
2. Какие применяются методы определения доброкачественности кормов?

3. Какие показатели включает химический анализ кормов и как они определяются?
4. По каким органолептическим показателям определяется качество кормов?
5. Как определяется валовое содержание энергии?
6. Для чего проводят токсикологический анализ кормов?
7. Что такое агрегатное состояние кормов?

3.4 Показатели питательности кормов

Приводятся основные показатели питательности кормов и формулы их расчета.

Переваримые вещества. Питательность кормов определяется степенью переваримости корма, которая определяется соответствием питательных веществ виду и возрасту объектов выращивания. К переваримым веществам относят то количество питательных веществ корма, которое расщепилось и всосалось в пищеварительном тракте гидробионтов. Понятие об их количестве дают показатели «видимой» и «истинной» переваримости. Показатель (коэффициент) «**видимой**» переваримости представляет собой разность между количеством питательных веществ в корме и экскрементах, отнесенную к потребленному корму и выраженную в процентах.

$$K_{\text{вп}} = \frac{P_{\text{к}} \times C_{\text{к}} - P_{\text{э}} \times C_{\text{э}}}{P_{\text{к}} \times C_{\text{к}}} \times 100\% \quad (3.9)$$

где $K_{\text{вп}}$ – показатель «видимой» переваримости, %;

$P_{\text{к}}$, $P_{\text{э}}$ – содержание питательных веществ в корме и экскрементах, %; $C_{\text{к}}$, $C_{\text{э}}$ – количество съеденного корма и выделенных экскрементов, г.

Применение термина видимая переваримость связано с тем, что экскременты, помимо непереваренных остатков корма содержат микрофлору, пищеварительные секреты, ферменты, эндогенные выделения, слущивающийся эпителий кишечника, которые занижают действительную переваримость. Для определения показателей видимой переваримости у рыб обычно применяют два метода:

- балансовый – прямой учет количества съеденной пищи и выделенных экскрементов,
- индикаторный, который предусматривает введение в корм непереваримых инертных веществ.

При индикаторном методе расчеты ведут по формуле:

$$K_{\text{вп}} = 100 - \frac{P_{\text{э}}}{P_{\text{к}}} \times \frac{I_{\text{к}}}{I_{\text{э}}} \times 100\% \quad (3.10)$$

где $K_{\text{вп}}$ – показатель «видимой» переваримости, %;

$P_{\text{к}}$, $P_{\text{э}}$ – содержание питательных веществ в корме и экскрементах, %; $I_{\text{к}}$, $I_{\text{э}}$

– содержание инертного вещества в корме и экскрементах, %.

Показатель «**истинной**» переваримости находят по разности между количеством питательных веществ, потребляемых с кормом, и выделенных с экскрементами, из которых, также вычитают эндогенные вещества, поступающие в пищеварительный тракт:

$$K_{\text{ип}} = \frac{P_{\text{к}} \times C_{\text{к}} - (P_{\text{э}} \times C_{\text{э}} - O_{\text{эф}} \times C_{\text{к}})}{P_{\text{к}} \times C_{\text{к}}} \times 100\% \quad (3.11)$$

где $K_{\text{ип}}$ – показатель «истинной» переваримости, %;

$P_{\text{к}}$, $P_{\text{э}}$ – содержание питательных веществ в корме и экскрементах, %; $C_{\text{к}}$, $C_{\text{э}}$ – количество съеденного корма и выделенных экскрементов, г; $O_{\text{эф}}$ – фракция эндогенных веществ, % от съеденного корма.

Таким образом, величина истинной переваримости больше видимой.

Однако для оценки питательности корма показатель видимой переваримости более объективен, так как помимо учета количества непереваренных веществ, он отражает общую реакцию организма на специфические особенности корма, то есть учитывает изменения в интенсивности секреции пищеварительных соков и ферментов, выделении продуктов обмена, интенсивности отторжения кишечного эпителия и развития микрофлоры. Следовательно, величина видимой переваримости является выражением конечных результатов процессов расщепления, всасывания и обмена, происходящих в пищеварительной системе и организме в целом. Для соединений, которые не подвергаются в пищеварительном тракте расщеплению, а всасываются в неизменном виде (аминокислоты, жирные кислоты, минеральные вещества, витамины), термин

«переваримость» заменяется термином «доступность». По приведенным формулам можно рассчитать переваримость сухого вещества корма или сумму переваримых питательных веществ, переваримость сырого протеина и доступность аминокислот, сырого жира с детализацией переваримости отдельных фракций липидов, различных групп углеводов, зольных элементов и других веществ, входящих в состав корма.

К усвоенным веществам относят переварившиеся и всосавшиеся вещества за вычетом той части корма, которая подверглась лишь частичному превращению и в недоокисленном виде выделилась через почки и жабры. Для определения количества **усвоенных веществ оперируют** также показателями «видимого» и «истинного» усвоения. Показатели «**видимого**» усвоения рассчитывают по формуле:

$$K_{\text{в}} = \frac{P_{\text{к}} \times C_{\text{к}} - P_{\text{э}} \times C_{\text{э}} - M \times C_{\text{к}} - Ж \times C_{\text{к}}}{P_{\text{к}} \times C_{\text{к}}} \times 100\% \quad (3.12)$$

где $K_{\text{в}} - \text{показатель видимого усвоения корма, \%}$;

$P_{\text{к}}, P_{\text{э}} - \text{содержание питательных веществ в корме и экскрементах, \%}$; $C_{\text{к}}, C_{\text{э}}$ – количество съеденного корма и выделенных экскрементов, г;

$Ж, М - \text{фракции недоокисленных питательных веществ, выделенных через жабры и почки, \% от съеденного корма.}$

Показатель видимого усвоения может быть рассчитан для азотсодержащей, углеродной и минеральной частей корма, энергии и сухого вещества. По зоотехнической терминологии показатель видимого усвоения энергии характеризует обменную энергию, а показатель видимого усвоения азота – видимую биологическую ценность протеина или видимую утилизацию чистого белка. Показатель «истинного» усвоения рассчитывают по формуле:

$$K_{\text{и}} = \frac{P_{\text{к}} \times C_{\text{к}} - (P_{\text{э}} \times C_{\text{э}} - O_{\text{эф}} \times C_{\text{к}}) - (M \times C_{\text{к}} - O_{\text{мф}} \times C_{\text{к}}) - (Ж \times C_{\text{к}} - O_{\text{жф}} \times C_{\text{к}})}{P_{\text{к}} \times C_{\text{к}}} \times 100\% \quad (3.13)$$

где $K_{\text{и}} - \text{показатель «истинного» усвоения, \%}$;

$P_{\text{к}}, P_{\text{э}} - \text{содержание питательных веществ в корме и экскрементах, \%}$; $C_{\text{к}}, C_{\text{э}}$ – количество съеденного корма и выделенных экскрементов, г;

$Ж, М - \text{фракции недоокисленных питательных веществ, выделенных через жабры и почки, \% от съеденного корма;}$

$O_{\text{эф}}, O_{\text{мф}}, O_{\text{жф}} - \text{обменные фракции эндогенных веществ, мочи и жаберных выделений, \% от съеденного корма.}$

Для разделения и количественного сбора экскрементов, мочи и жаберных выделений рыб метаболические камеры, в которых ведется контроль водной среды и фиксируются продукты обмена рыб. Определение усвоения питательных веществ у рыб можно проводить с использованием балансового метода, если известно количество потребляемого рыбами корма. В этом случае нет необходимости разделять неусвоенные питательные вещества, выделяемые рыбой через пищеварительный тракт, почки и жабры. Их можно определять при проведении опытов в непроточных или слабопроточных аквариумах, собирая вместе выделения за определенный промежуток. Определение истинной переваримости и истинного усвоения у рыб методически трудно выполнимо в связи со сложностями вычисления обменной фракции экскрементов, мочи и жаберных выделений.

В практике кормопроизводства зачастую приходится заменять одни компоненты кормов другими. В этой связи важным является сравнительная оценка их переваримости. Питательную ценность корма можно оценивать по

ее обменной энергии (физиологическая калорийность), которая рассчитывается по основным элементам (сырой протеин, сырой жир, углеводы) и их переваримости с дальнейшим пересчетом на энергетические единицы. Расчет переваримой части элементов питания в каждом компоненте производится по формуле:

$$P = A \times B \times C / 1000 \quad (3.14)$$

где P – количество переваримого протеина, углеводов или жира в компоненте, г (кг);

A – количество компонента в корме, %;

B – количество протеина, углеводов, жира в компоненте, %;

C – переваримость протеина, углеводов, жира компонентов, %.

Далее полученные данные по каждому компоненту суммируют и получают количество переваримого протеина, углеводов или жира в комбикорме. Суммарное количество переваримого протеина, углеводов или жира в комбикорме умножают на соответствующие энергетические коэффициенты и вновь суммируют. Полученную физиологическую калорийность базового варианта корма сравнивают с новым.

Литература [1, 7] Вопросы самоконтроля:

1. Как рассчитывается «видимая» переваримость?
2. Как рассчитывается «истинная» переваримость?
3. Как рассчитывают показатель видимого усвоения?
4. Как рассчитывают показатель истинного усвоения?
5. Как оценить питательную ценность корма?
6. Как проводится расчет переваримой части элементов питания в каждом компоненте?

ТЕМА 8

РАСЧЕТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПИТАТЕЛЬНОСТИ КОРМОВ

Цель: сформировать навык расчета энергетической питательности кормов

Все фазы обмена требуют энергии, которую рыбы могут получать только из корма, т.к. питательные вещества корма – белки, жиры и углеводы, перевариваясь, выделяют тепловую энергию.

Выражают энергию корма в МДж или ккал. 1 ккал=4,1868 кДж

1 МДж=1000 кДж

Валовая энергия (энергия потребленной пищи) характеризует всю энергию, поступающую в организм вместе со всеми питательными веществами корма.

Часть энергии, поступившей с кормом, не усваивается в организме и теряется с экскрементами. Энергия корма, поступившая с кормом за вычетом энергии экскрементов составляет **переваримую энергию** корма.

Обменная энергия (метаболизируемая, или физиологически полезная) — разность между переваримой энергией и энергией нефекальных выделений через жабры, почки, поверхность тела.

Чистая энергия - обменная энергия минус энергия, затрачиваемая на переваривание и усвоение пищи. Используется на поддержание жизни, двигательную активность и процессы роста.

Энергия роста (энергия пластического обмена) определяется как разность между чистой энергией и энергией, расходуемой на поддержание жизни и двигательную активность.

Энергия генеративного обмена — величина энергии, используемой организмом для формирования половой системы и созревания половых продуктов.

В составе полноценных комбикормов для рыб учитывают количество энергии (перевариваемая энергия) приведенная в таблице 7:

Таблица 7

Потребность рыб в энергии.

Живая масса	Переваримая энергия, тыс. кДж/кг
1-100мг	13-14
100-1000мг	12-13
1-50г	11-12
50-500г и более	11-12

Энергия, содержащаяся в белках, жирах и углеводах составляет 5,65; 9,3 и 4,2 ккал/г соответственно.

Пример расчета: для сеголетков русского осетра используемых комбикорм, содержащий в своем составе 39% рыбной муки, 20% витазара, 3 % пшеничной муки, 10% соевого шрота, 5% дрожжей, 15% кукурузного глютенa, 7% рыбьего жира.

На основании литературных данных определяем содержание белка, жира и углеводов в компонентах комбикорма (табл.8)

Содержание основных питательных веществ в рационе (в 100 г) **расчитывается по формуле:**

$$C \cdot k / 100$$

$$C \cdot k$$

где С - количество компонента в 100 г комбикорма; к - уровень энергосодержащих веществ в компоненте корма

Таблица 8

Химический состав компонентов комбикорма, % (по литературным данным)

Компонент	Питательные вещества		
	Протеи н	жир	Углеводы
Мука рыбная	68,5	7,4	2,8
Витазар	30,7	6,2	41,0
Пшеничная мука	14,5	3,5	70,7
Соевый шрот	40,5	1,0	67,5
Дрожжи кормовые	46,3	1,3	32,4
Глютен кукурузный	41,7	5,4	49,5
Рыбий жир	-	97,0	-

Определяем содержание белка:

в рыбной муке $39 \times 68,5/100 = 26,7$ г в витазаре $20 \times 30,7/100 = 6,14$ г
в пшеничной муке $3 \times 14,5/100 = 0,43$ г в соевом шроте $10 \times 40,5/100 = 4,05$ г в дрожжах $5 \times 46,3/100 = 2,32$ г

в глютене $15 \times 41,7/100 = 6,25$ г

В рыбьем жире белка нет. Сумма белка в 100 г комбикорма составляет 45,89 г

Определяем содержание жира:

в рыбной муке $39 \times 7,4/100 = 2,89$ г в витазаре $20 \times 6,2/100 = 1,24$ г
в пшеничной муке $3 \times 3,5/100 = 0,11$ г в соевом шроте $10 \times 1/100 = 0,1$ г
в дрожжах $5 \times 1,3/100 = 0,06$ г в глютене $15 \times 5,4/100 = 0,81$ г

в рыбьем жире $7 \times 97/100 = 6,79$ г

Сумма жира в 100 г комбикорма составляет 12,0 г

Определяем содержание углеводов:

в рыбной муке $39 \times 2,8/100 = 1,1$ г в витазаре $20 \times 41/100 = 8,2$ г
в пшеничной муке $3 \times 70,7/100 = 2,12$ г в соевом шроте $10 \times 67,5/100 = 6,75$ г в дрожжах $5 \times 32,4/100 = 1,62$ г

в глютене $15 \times 49,5/100 = 7,43$ г в рыбьем жире углеводов нет.

Сумма углеводов в 100 г комбикорма составляет 27,22 г

Калорийность всего рациона можно определить ориентировочными расчетами (1 ккал=4,187 кДж; 1 МДж=1000 кДж):

45,89 г белка $\times 5,65$ ккал=259 ккал (1085,6 кДж)

12,0 г жира $\times 9,3$ ккал=112 ккал (467,3 кДж)

27,22 г углеводов $\times 4,2$ ккал=114 ккал (478,7 кДж)

суммируя, получаем калорийность комбикорма 485 ккал или 2031,6 кДж

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скляров, В.Я. Корма и кормление рыб в аквакультуре. Учебное пособие/ В.Я. Скляров - М.: Изд. ВНИРО, 2008 - 150 с. ISBN -978-5-85382-357-0

2. Пономарев, С.В. Индустриальная аквакультура. Учебник./ С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева - Астрахань, 2006 – 312 с.

ТЕМА 9

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОРМОВОГО КОЭФФИЦИЕНТА, КОРМОВЫХ ЗАТРАТ И БЕЛКОВОГО ОТНОШЕНИЯ КОРМОВ

Цель: сформировать навык расчета кормового коэффициента, кормовых затрат и белкового отношения.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОРМОВОГО КОЭФФИЦИЕНТА

Кормовой коэффициент (КК) – это число, показывающее, какое количество корма в весовых единицах (мг, г, кг) надо скормить рыбе, чтобы получить одну весовую единицу прироста выращиваемой продукции, т.е. он показывает количество съеденного рыбой корма на единицу прироста рыбы за вегетативный период, сверх прироста за счет естественной пищи.

Определяется по формуле:

$$КК = К/П$$

где КК - кормовой коэффициент; К - количество съеденной пищи;

П - прирост массы тела за определенный промежуток времени.

Кормовой коэффициент зависит от состава (пищевого качества) корма, содержания в нем протеинов (белков), жиров, углеводов, витаминов и минеральных веществ.

В зависимости от условий водной среды (температурный и гидрохимический режим и т. п.), а также от возраста, состояния здоровья рыб, качества и способа приготовления корма, техники кормления и некоторых других условий кормовой коэффициент одного и того же корма может изменяться и в довольно широких пределах. Например, кормовой коэффициент соевого жмыха колеблется от 3—4 до 6, хлопчатникового — от 4—5 до 7 и т. д (приложение 2).

У всех рыб есть оптимум температуры, при котором КК наибольший. Например, карп лучше всего потребляет и усваивает корм при температуре воды 20—27°C. При понижении температуры воды до 14—15°C, как и при дефиците кислорода (0.2—0.5 см³/л) кормовой коэффициент увеличивается вдвое.

Для установления эффективности использования кормов в прудовых хозяйствах пользуются определенным показателем — оплатой корма (кормовые затраты), т. е. отношением количества внесенного (заданного) в водоем корма, к весовому приросту рыбы.

Показатель оплаты корма увеличивается при кормлении рыбы недоброкачественными и плохо приготовленными кормами, при закладке корма в заросли водной растительности, на заиленных местах, при слишком завышенной норме, когда весь корм на кормовых местах не поедается рыбой, остается на кормушках и загнивает, а также при заболевании рыбы и неблагоприятных факторах внешней среды.

Показатель «оплата корма» позволяет дать оценку правильности расходования кормов с производственно-экономической точки зрения. Величина кормового коэффициента всегда будет ниже по сравнению с кормовыми затратами (оплатой корма), т.к. некоторая часть корм в процессе кормления теряется по различным причинам.

Формула расчета кормового коэффициента (х) в кормосмеси:

$$X = C + C_1 / (C/K) + (C_1/K_1),$$

где С и С₁ – количество отдельных кормов в смеси; К и К₁ - кормовые коэффициенты этих кормов.

Задание: На основании табличных данных таблицы 9 и приложения 2 по формуле рассчитать кормовые коэффициенты кормов.

Таблица 9

Рецепты некоторых комбикормов для выращивания карпа в прудах, %

Показатели	ПК-ВР	МБП	МБЯ
Шрот соевый	19	25	-
Шрот хлопчатый	25	-	20
Ячмень	24	-	61
Пшеница	21,5	63	-
Горох	-	-	10
Дрожжи гидролизные	4	9	6
Мука травяная	4	-	-
Мука рыбная	2	3	3
Мука мясокостная	1	-	-
Премикс П2-1	0,5	-	-

ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЕЛКОВОГО (ПРОТЕИНОВОГО) ОТНОШЕНИЯ КОРМОВ

Очень важно при составлении рационов учитывать протеиновое отношение корма (отношение переваримого протеина к переваримым безазотистым веществам), т. е. сколько частей переваримых безазотистых веществ (углеводов, жиров) приходится на одну часть переваримого протеина (азотистых веществ). Например, при протеиновом отношении корма, равном 1:3, на 1 часть переваримых азотистых веществ приходится 3 части переваримых безазотистых

веществ. При вычислении протеинового отношения исходят из того, что калорийность белков, углеводов и жиров различна. Количество жира, как наиболее калорийного вещества, умножают на коэффициент 2,25—2,50.

Для определения протеинового отношения надо знать, сколько в корме имеется переваримого протеина, жира и безазотистых экстрактивных веществ. Количество растительного жира умножают на коэффициент 2,25, а животного на — 2,5. Далее результат складывают с количеством безазотистых веществ. Полученную сумму делят на количество протеина.

Пример: В 100 г соевого шрота содержится 38,7 г переваримого протеина, 1,1 г жира и 31,2 г безазотистых веществ. Необходимо вычислить количество безазотистых веществ,

$$1,1 \times 2,25 \times 31,2 / 38,7 = 0,87$$

приходящихся на одну часть переваримого протеина

т. е. протеиновое отношение равно 1 : 0,87.

Когда переваримых безазотистых веществ в кормах меньше, чем переваримых азотистых веществ или близко к ним, протеиновое отношение называется узким (например, 1:0,5 или 1:1,5), если же безазотистых веществ в задаваемых кормах значительно больше азотистых, то протеиновое отношение называется широким (например, 1:4 или 1:5). Узкое протеиновое отношение характерно для многих жмыхов, шротов, отходов бобовых культур, а также для животных кормов. К кормам с широким протеиновым отношением относятся зерновые отходы и некоторые другие. Корма с узким протеиновым отношением используют в период наиболее интенсивного питания и роста рыбы, т. е. летом, при температуре воды до 23—29° С. Корма с широким протеиновым отношением дают рыбе весной, чтобы быстрее восстановить потери организма за время зимовки, а также осенью при понижении температуры воды, для максимального накопления жира в теле рыбы к зимнему периоду.

Рассчитать на основании табличных данных таблицы 10 протеиновое отношение.

Таблица 10
Химический состав кормов

Корм	Содержание, %					
	в о д ы	Прот еина	Ж ир а	Угл е- вод ов	Зо лы	Клетч атки
Люпин желты	1 4	34,4	3, 8	21,9	3,8	14,1

й	, 0					
Чечеви ца	1 3 , 0	21,6	1, 1	49,1	3,4	3,8
Соя	1 0 , 0	29,5	15 ,8	20,8	4,7	4,4
Бобы	1 4 , 3	22,1	1, 2	44,1	3,2	7,1
Кукуру за	1 3 , 0	7,8	3, 9	64,9	1,3	2,2
Рожь	1 3 , 4	10,2	1, 3	62,9	2,0	1,9
Ржаны е отруби	1 4 , 0	11,2	1, 8	46,2	4,5	3,4
Пшени ч ные отруби	1 3 , 2	13,0	3, 0	40,9	5,9	10,2
Мучны е сметки	1 3 , 4	10,0	1, 5	47,0	3,4	4,4
Жмых подсол неч никовы й	8 , 0	35,8	8, 1	16,9	6,5	13,0
Рыбная мука	1 0 , 7	53,3	4, 9	-	23, 4	

Мясная мука	1 0 , 8	67,2	13 ,2	-	3,8	
Кровяная мука	9 , 0	83,9	2, 5	-		
Мясо моллюсков	9 , 9	39,6	4, 1	33,8	12, 5	

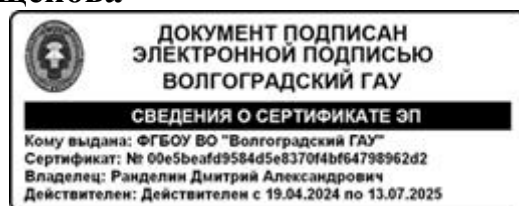
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Складов, В.Я. Корма и кормление рыб в аквакультуре. Учебное пособие/ В.Я. Складов - М.: Изд. ВНИРО, 2008 - 150 с.
2. Пономарев, С.В. Индустриальная аквакультура. Учебник./ С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева - Астрахань, 2006 – 312 с.
3. Привезенцев, Ю.А. Интенсивное прудовое рыбоводство. Учебник./ Ю.А. Привезенцев - М.: Агропромиздат, 1993- 288 с.

Содержание

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Департамент координации деятельности организаций
в сфере сельскохозяйственных наук
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования
«Волгоградский государственный аграрный университет»
Факультет «Биотехнологии и ветеринарной медицины»

В.Н. Агапова
Д.А. Ранделин
А.И. Новокщенова



Корма и кормопроизводство

Методические указания
По проведению лабораторных работ для обучающихся
По направлению подготовки 35.03.08 Водные биоресурсы
И аквакультура (программа подготовки-прикладной бакалавриат)

Часть 2

Волгоград
Волгоградский ГАУ
2023

УДК
ББК

Рецензент-

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Кормление и разведение с.-х. животных» - Брюшно О.Ю.

Агапова, Василина Николаевна

Корма и кормопроизводство

: методические указания по проведению лабораторных работ для обучающихся по направлению подготовки 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура профиля 2 Управление водными биоресурсами и рыбоохрана» программа подготовки-прикладной бакалавриат). Часть 2 / В.Н. Агапова, Д.А. Ранделин, А.И. Новокщенова.– Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2023. – 32 с.

Методические указания являются руководством по изучению дисциплины «Информационные технологии в рыбном хозяйстве»

Рекомендовано методической комиссией факультета биотехнологии и ветеринарной медицины ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (протокол № от _____2023г.)

УДК
ББК

© ФГБОУ ВО Волгоградский
государственный аграрный
университет, 2023

РАЗДЕЛ 1 КОРМЛЕНИЕ КАРПА

1. Основные принципы кормления карпа

Представлены основные принципы кормления объектов аквакультуры, в том числе карпа искусственными комбикормами при различных способах выращивания с учетом их физиологических особенностей на различных стадиях онтогенеза.

Суточный рацион взрослой половозрелой рыбы рассчитывается по уравнению баланса энергии по формуле 4.1, для молоди рыб по формуле 4.2:

$$C = R + P + P_q + F \quad (4.1)$$

$$C = R + P + F \quad (4.2)$$

где C – суточный рацион рыбы, (Дж, г);

R – энергия, идущая на функциональный обмен, (Дж, г); P – энергия, идущая на прирост массы тела, (Дж, г);

P_q – энергия, идущая на генеративный обмен у половозрелых особей (Дж,г);

F – неусвоенная часть потребленной пищи.

В основном суточный рацион рыб рассчитывают по кормовым таблицам. Если калорийность корма не соответствует, то суточная норма может быть скорректирована. При низкой калорийности комбикорма суточную норму увеличивают, при высокой – снижают относительно величин указанных в таблицах. Чтобы правильно распределить корм в течение вегетационного применяют следующую структуру расхода кормов по месяцам: выраженную в процентах общего количества корма: май – 5 %, июнь – 25 %, июль – 30 %, август – 35 %, сентябрь – 5 %. Количество кормовых мест для кормления рыбы определяют путем деления общего осеннего выхода рыб на среднее число рыб, рассчитываемых на одно кормовое место.

Литература [3].

Вопросы для самоконтроля:

1. Как рассчитывается суточный рацион для разновозрастных рыб?
2. Как распределяется корм в течение вегетационного периода?

Породы карпа применительно к рыбоводным зонам России

Приводится описание основных пород карпа выращиваемых в отечественном товарном рыбоводстве в различных рыбоводных зонах России. Дается их биологическая характеристика.

Карп – один из самых распространенных объектов товарного рыбоводства в прудовых хозяйствах России, других стран Центральной и Западной Европы, в Юго-Восточной Азии. Это объясняется его высокими пищевыми качествами, освоенной технологией воспроизводства и выращивания.

Разводимый в Западной Европе с давних времен карп имеет несколько различных пород. Культурные породы его выведены путем одомашнивания сазана. Различают три главных породы культурного карпа

Чешуйчатый карп имеет сплошной покров. Чешуя расположена правильными черепицеобразными (как у сазана) рядами.

Зеркальный карп частично покрыт чешуей с беспорядочным распределением ее по телу, часто крупных размеров напоминающих зеркало.

Голый карп покрыт редкими чешуйками (почти лишен их), которые располагаются в хвостовой части вдоль спины и около жаберной части.

Наиболее распространена культура **чешуйчатого карпа**.

Отличительные особенности:

- высокий темп роста и интенсивное жиронакопление в тканях,
- большей выносливостью, по сравнению с двумя другими культурными породами карпов,

Чешуйчатый обыкновенный карп имеет широкое тело с четко выраженным переходом от головы к спине. Достигает 30-40 кг. Имеет большое сходство с сазаном, но менее прихотливый к условиям обитания, вынослив и более плодовит.

Ропшинский карп создан путем скрещивания галисийского зеркального карпа с амурским сазаном. Селекция поводилась на повышение холодо- и зимостойкости, особенно на первом году выращивания. Покров сплошной, чешуйчатый тело прогонистое. Рыбы приспособлены к размножению и росту в условиях продолжительной зимовки и прохладного лета. Высокая выживаемость молоди.

Отличительные особенности:

- устойчивость к дефициту кислорода и резкому перепаду температуры,
- устойчивость к краснухе, воспалению плавательного пузыря и паразитарным заболеваниям.

Порода районирована для прудовых хозяйств I и II зоны прудового рыбоводства.

Чешуйчатый парский карп получен в результате гибридизации гибридов карпов с амурским сазаном.

Характеризуется повышенной плодовитостью (рабочая плодовитость до 1200 тыс. икринок).

Порода районирована для Центрального и Черноземного экономического района (II- IV зоны рыбоводства).

Ангелинский чешуйчатый карп получен путем скрещивания самок рамчатого карпа с самцами ропшинского чешуйчатого карпа.

Особенностью породы является повышенная резистентность к инфекционным заболеваниям, в основном к краснухе.

Порода районирована для зоны Северного Кавказа, являющегося очагом этого заболевания.

Татайский карп – одна из старейших пород Венгрии. Отличается высокой жизнестойкостью, небольшой жирностью хорошими вкусовыми качествами.

Хорошо растет в IV- VI зонах рыбоводства

Череповецкий чешуйчатый и **Череповецкий рамчатый** карпы созданы для выращивания в условиях тепловодных садковых хозяйств. Имеют высокий темп роста и созревания. Половозрелыми самцы становятся в 2 года, самки – в 3 года. Способны многократно давать качественное потомство в течение одного сезона. Обладают повышенной устойчивостью к воспалению плавательного пузыря и паразитарным заболеваниям.

Чешуйчатый парский карп создан путем скрещивания беспородного карпа с амурским сазаном. Обладает хорошей зимостойкостью, высоким темпом роста и плодовитостью.

Зеркальный парский карп получен в результате скрещивания украинского рамчатого карпа с чешуйчатым парским карпом. Породы районированы для II- IV зоны рыбоводства.

Порода «**Алтайский зеркальный**» получена после длительной акклиматизации карпов галисийского происхождения в Алтайском крае. Селекция была направлена на повышенный рост, низкие кормовые затраты, высокую плодовитость в условиях резко континентального климата с коротким летом и суровой продолжительной зимой. Порода районирована для прудовых хозяйств I и II зоны прудового рыбоводства.

Ангелинский зеркальный карп получен в результате скрещивания рамчатого ропшинского карпов. Покров разбросанный, чешуйчатый, устойчив в аэромонозу и весенней виремии. Порода районирована для зоны Северного Кавказа, являющегося очагом этих заболеваний.

Также выращивают Украинского рамчатого и чешуйчатого карпа.

Карпа выращивают:

- в прудах на естественной кормовой базе с плотностью посадки до 500 шт./га;
- в прудах на естественной кормовой базе с применением комбикормов 3-5 тыс. шт./га;
- в тепловодных хозяйствах индустриального типа с высокой плотностью посадки до 3000 тыс. шт./га на искусственных кормах.

При пастбищном выращивании в качестве пищи карпом используется естественная пища. Естественная пища – это пища свойственная рыбам пища в естественных водоемах. В зависимости от возраста карп питается зоопланктоном, зообентосом, моллюсками, растительностью, семенами диких и культурных растений. Зоопланктон – это водные животные организмы, живущие и размножающиеся в толще воды, находящиеся во взвешенном состоянии. Зообентос – это животные организмы, которые живут и размножаются в почве дна водоемов.

Карп питается типичными представителями зоопланктона и зообентоса. Это – дафнии, коловратки, циклопы, поденки, бокоплав, личинки, куколки комаров, ручейник и корета на различных стадиях развития, олигохеты.

Наиболее полноценными по аминокислотному составу для питания карпов

считаются дафнии и личинки хирономид (таблицы 4.1, 4.2).

Таблица 4.1 – Содержание питательных веществ и энергии в некоторых видах зоопланктона и бентоса (по Мартышеву) [3]

Показатели	Личинки хирономид	Дафнии
Вода, %	87,8	90,7
Сырой протеин, %	60,7	58,0
Сырой жир, %	7,8	6,4
Калорийность, МДж/кг	24,6	16,7

Таблица 4.2 – Содержание некоторых незаменимых аминокислот в зоопланктоне (по Мартышеву) [3]

Аминокислоты	Количество, г/кг
Метионин	5,3
Лизин	6,7
Валин	34,4
Гистидин	10,4

Для карпа в процессе онтогенеза характерна смена кормовых объектов. Личинки карпа питаются мелкими формами зоопланктона и фитопланктона. С возрастом карп в пищевом рационе отмечают средние и крупные формы зоопланктона и бентоса, фитопланктона и высшая водная растительность. Нормальное количество зоопланктона в прудах должно составлять – $8-12 \text{ г/м}^3$, зообентоса – $3-5 \text{ г/м}^2$. Для создания оптимального уровня кормовых организмов в прудах необходимо проводить регулярный контроль уровня кормовой базой и вносить удобрения для ее развития. При выращивании карпа при уплотненных посадках следует вносить в водоем корма. При этом удельный вес естественной пищи в пищевом комке должен составлять не менее 25-50 % от общего корма.

Литература [3].

Вопросы для самоконтроля:

1. Перечислите породы чешуйчатого карпа.
2. Перечислите породы зеркального карпа
3. Перечислите породы голого карпа.
4. Перечислите способы выращивания карпа.
5. Назовите представителей кормовых объектов карпа в прудах.
6. Что такое естественная пища ?

7. Что такое зоопланктон ?
8. Что такое зообентос?

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Департамент координации деятельности организаций
в сфере сельскохозяйственных наук
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования
«Волгоградский государственный аграрный университет»
Факультет «Биотехнологии и ветеринарной медицины»

Д.А. Ранделин
Ю.В. Кравченко
В.Н. Агапова
А.И. Новокщенова



ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РЫБНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Методические указания

По проведению лабораторных работ для обучающихся
По направлению подготовки 35.03.08 Водные биоресурсы
И аквакультура (программа подготовки-прикладной бакалавриат)

Часть 1

Волгоград
Волгоградский ГАУ
2023

УДК
ББК

Рецензент-

Советник Волгоградского отделения ФГБНУ «ВНИРО» Ю.Б.Долидзе;
Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Кормление и
разведение с.-х. животных»- Липова Е.А.

Ранделин, Дмитрий Александрович

Информационные технологии в рыбном хозяйстве: методические
указания по проведению лабораторных работ для обучающихся по
направлению подготовки 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура
профиля 2 Управление водными биоресурсами и рыбоохрана»
программа подготовки-прикладной бакалавриат). Часть 1 / Д.А.
Ранделин, Ю.В. Кравченко, В.Н. Агапова – Волгоград: ФГБОУ ВО
Волгоградский ГАУ, 2023. – 32 с.

Методические указания являются руководством по изучению
дисциплины «Информационные технологии в рыбном хозяйстве»

Рекомендовано методической комиссией факультета биотехнологии и
ветеринарной медицины ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (протокол
№ _____ от _____ 2023г.)

УДК
ББК

© ФГБОУ ВО Волгоградский
государственный аграрный
университет, 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

<u>РАЗДЕЛ 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ</u>	5
<u>1.1. Данные</u>	7
<u>Виды информации</u>	
8	
<u>1.2. Экономическая информация</u>	9
<u>РАЗДЕЛ 2.ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ</u>	11
<u>2.1.Свойства информационных технологий</u>	13
<u>2.2. Особенности информационных технологий</u>	14
<u>РАЗДЕЛ 3. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</u>	16
<u>3.1. Характеристика автоматизированных информационных технологий</u>	16
<u>3.2. Аппаратные средства в обеспечении автоматизированных информационных технологий</u>	19
<u>3.3. Операционные системы в обеспечении информационных технологий</u>	23

ВВЕДЕНИЕ

РАЗДЕЛ 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ

Термин «*информация*» имеет множество толкований и определений.

Энциклопедия кибернетики трактует *информацию* (лат. informatio - разъяснение, изложение, осведомленность) как одно из наиболее общих понятий науки, обозначающее некоторые сведения, совокупность каких-либо данных, знаний и т. п.

В широком смысле *информация* - это общенаучное понятие, включающее в себя обмен сведениями между людьми, обмен сигналами между живой и неживой природой, людьми и устройствами.

Философская трактовка определяет *информацию* как отражение реального мира; сведения, которые один реальный объект содержит о другом реальном объекте.

В узком смысле термин «*информация*» - это любые сведения, являющиеся объектом хранения, передачи и преобразования.

Информация возникает за счет отражения, которое является свойством всей материи, любой материальной системы. Свойство отражения совершенствуется по мере развития материи от элементарного отражения до высшей его формы—сознания. Процесс отражения означает взаимодействие объектов материального мира.

Говоря «*информация*», мы имеем в виду и сообщения по радио и телевидению, и содержание газет, книг, баз данных, библиотек, и знания, почерпнутые из общения с людьми и полученные в научных журналах. Информацию хранят в книгах, библиотеках, в базах данных, на бумаге и машинных носителях. Информацию передают устно и письменно, с помощью электрических сигналов и радиоволн; получают с помощью органов чувств, электрических датчиков фото и видеокамер.

Таким образом, понятие информации связано с определенным объектом, свойства которого она отражает. Кроме того, наблюдается относительная независимость информации от носителя, поскольку возможны ее преобразование и передача по различным физическим средам с помощью разнообразных физических сигналов независимо от ее содержания.

С практической точки зрения информация всегда представляется в виде сообщения. Информационное сообщение связано с источником сообщения, получателем сообщений и каналом связи (Рис. 1.1).

Сообщение от источника к приемнику передается в материально-энергетической форме (электрический, световой, звуковой сигналы и т. д.).

Человек воспринимает сообщения посредством органов чувств. Приемники информации в технике воспринимают сообщения с помощью различной измерительной и регистрирующей аппаратуры.

В обоих случаях с приемом информации связано измерение во времени какой-либо величины, характеризующей состояние приемника. В этом смысле информационное сообщение можно представить функцией $x(t)$, характеризующей изменение во времени материально-энергетических параметров физической среды, в которой осуществляются информационные процессы.

Функция $x(t)$ принимает любые вещественные значения в диапазоне изменения времени t .

Если функция $x(t)$ непрерывна, то имеет место непрерывная или аналоговая информация, источником которой обычно являются различные природные объекты (например, температура, давление и влажность воздуха), объекты технологических производственных процессов (например, нейтронный поток в активной зоне, давление и температура теплоносителя в контурах ядерного реактора) и др.

Если функция $x(t)$ дискретна, то информационные сообщения, используемые человеком, имеют характер дискретных сообщений (например, сигналы тревоги, передаваемые посредством световых и звуковых сообщений, языковые сообщения, передаваемые в письменном виде или с помощью звуковых сигналов; сообщения, передаваемые с помощью жестов, экономические данные.).

Таким образом, при обмене информацией имеют место источник информации, отражающий (воспроизводящий) информацию в виде объекта материального мира, и приемник информации, человек либо какой-то материальный объект, воспринимающий ее.

Информация о любом материальном объекте может быть получена путем наблюдения, натурного либо вычислительного эксперимента, а также на основе логического вывода. Поэтому говорят о доопытной,

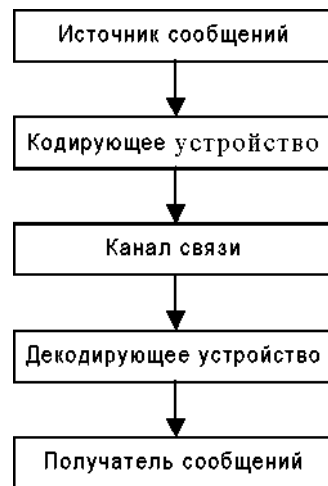


Рис. 1.1. Структурная схема передачи информации

или *априорной информации* и послеопытной, т.е. *апостериорной информации*, полученной в итоге эксперимента.

Информация с точки зрения ее возникновения и последующих преобразований проходит три этапа, которые, собственно, и отражают ее семантический, синтаксический и прагматический аспекты информации.

Прагматический аспект информации определяет возможность достижения поставленной цели с учетом полученной информации. Этот аспект отражает потребительские свойства информации, влияет на поведение потребителя.

Если информация оказалась ценной, поведение ее потребителя меняется в нужном направлении. Проявляется прагматический аспект информации только при наличии единства информации (объекта), потребителя и поставленной цели.

Семантический аспект информации отражает смысловое содержание информации и соотносит ее с ранее имевшейся информацией. Смысловые связи между словами или другими элементами языка отражает *тезаурус*.

Тезаурус состоит из двух частей: списка слов и устойчивых словосочетаний, сгруппированных по смыслу, и некоторого ключа, например, алфавитного, позволяющего расположить слова в определенном порядке.

Синтаксический аспект информации связан со способом представления информации вне зависимости от ее смысловых и потребительских качеств. На синтаксическом уровне рассматриваются формы представления информации для ее передачи и хранения.

В зависимости от целей использования информации, в разные периоды могут учитываться синтаксический, семантический и прагматический аспекты информации. Человек сначала наблюдает некоторый факт окружающей действительности, который отражается в его сознании в виде определенного набора данных. Здесь проявляется синтаксический аспект.

Затем, после определенной структуризации этих данных в соответствии с конкретной предметной областью, человек формирует знание о наблюдаемом факте, что отражает семантический аспект полученной информации. Информация в виде знаний имеет высокую степень структуризации, что позволяет выделять полную информацию об окружающей нас действительности и создавать информационные модели исследуемых объектов. Полученные знания человек затем

использует в своей практике, т.е. для достижения поставленных целей, что и отражает прагматический аспект информации.

1.1. Данные

Рассмотрим представление информации в форме данных. Термин «данные» происходит от латинского слова «*data*» - факт. Такая информация должна передаваться и храниться.

Информация, предназначенная для передачи, называется *сообщением*. Одним из способов превращения информации в сообщение является *запись его на материальном носителе*. Процесс такой записи называется *кодированием*.

Кодирование информации — это преобразование ее в условные сигналы с целью автоматизации хранения, обработки, передачи и ввода — вывода данных.

Данные представляют информацию, зафиксированную на материальных носителях, являющейся формализованной (структурированной) информацией, записанной на языке, в т.ч. в компьютерном виде. Информация, обрабатываемая с помощью средств компьютерной техники, отвечает всем этим требованиям, т.е. она относится к *данным*.

Данные - сведения, полученные путем измерения, наблюдения, логических или арифметических операций и представленные в форме, пригодной для постоянного хранения, передачи и автоматизированной обработки.

Данные - это материальные объекты произвольной формы, выступающие в качестве средства предоставления информации.

Как следует из определений, *данные* отражают синтаксический аспект информации.

Таким образом, данные в информатике представляют собой факты или идеи, выраженные средствами формальной знаковой системы. Такая система должна обеспечивать возможность их хранения, передачи и обработки.

Формальную знаковую систему у представления данных называют *языком представления данных*. Синтаксис этого языка характеризует способ представления информации, а его семантика — саму информацию.

Проведем более четкое разграничение между терминами «*информация*» и «*данные*» существует различие.

Преобразование и обработка данных позволяют извлечь информацию, т.е. получить знание о том или ином предмете, процессе или явлении. В этом преобразовании, данные служат исходным

«сырьем» для получения информации. Отсюда следует важное положение, что одни и те же данные могут нести различную информацию для разных потребителей.

Следующее важное положение определяет то, что данные могут обрабатываться с помощью различных технических средств, причем эта обработка не зависит от конкретного смыслового содержания данных. Обработка данных не всегда является обработкой содержания, а трансформация данных в информацию предполагает наличие соответствующего механизма интерпретации.

Из всех технических средств обработки данных решающую роль играют электронные вычислительные машины. Однако следует иметь в виду, что данные в ЭВМ обрабатываются формально, без учета их смыслового содержания, а лишь с использованием математических операций и операций булевой алгебры (формальной алгебры логики).

Оценивать смысловое содержание данных в настоящее время может только человек, находящийся за пределами системы обработки информации (или, более корректно, системы обработки данных). Человек извлекает информацию из данных и оценивает ее, принимая то или иное управленческое решение.

В зависимости от того, кто взаимодействует с данными, способ их представления может быть ориентирован как на человека (например, бумажный или экранный документ), так и на техническое оборудование (электрические сигналы, запись на магнитном носителе и т. п.).

По отношению к физическому устройству данные обладают внутренним представлением (это форма данных, с которой устройство фактически оперирует) и внешним представлением (форма данных, используемая для взаимодействия данного устройства с человеком и другими устройствами).

Виды информации

Знания. Особым видом и формой представления информации как результата отражения окружающей действительности (результата мышления) выступают *знания*.

Знания возникают как итог теоретической и практической деятельности человека. Информация в виде знаний отличается высокой структуризацией. Это позволяет выделить полезную информацию при анализе окружающих нас физических, химических и прочих процессов и явлений. На основе структурирования информации формируется информационная модель объекта. По мере развития общества информация как совокупность научно-технических данных и знаний

превращается в базу системы информационного обслуживания научно-технической деятельности общества.

Научная информация - это информация, наиболее полно отражающая объективные закономерности природы, общества и мышления. Научная информация подразделяется по областям получения или использования на следующие подвиды:

- политическая;
- экономическая;
- техническая;
- биологическая;
- физическая и т.д.

К примеру, *техническая информация* связана с управлением техническими объектами. Техническая информация сопровождает разработку новых изделий, материалов, конструкций, агрегатов, технологических процессов. Научную и техническую информацию объединяют термином научно-техническая информация.

По назначению научная информация подразделяется на подклассы:

- массовая;
- специальная.

1.2. Экономическая информация

В системах организационного управления выделяют *экономическую* информацию, связанную с управлением людьми.

В общем случае под термином «*экономическая информация*» понимается информация, отражающая и обслуживающая процессы производства, распределения, обмена и потребления материальных благ.

Более строго термин «*экономическая информация*» обозначает воплощение с помощью знаков и сигналов знаний о материальных, трудовых и стоимостных аспектах воспроизводимых в экономике процессов, устраняющих неопределенность в отношении исходов этих процессов.

Экономическая информация - совокупность сведений, отражающих социально-экономические процессы и служащих для управления этими процессами и коллективами людей в производственной и непроизводственной сфере.

В информационных процессах, осуществляемых в управлении экономикой, информация играет роль предмета труда (исходная информация, «сырье») и продукта труда (результатная, «обработанная» информация, «информационный продукт»).

Говоря о понятии «*экономическая информация*» с кибернетических позиций, информационный процесс управления можно охарактеризовать как превращение сведений (исходных данных) в экономическую информацию, необходимую для принятия решений, направленных на обеспечение заданного состояния народного хозяйства и его оптимального развития.

Экономическая информация неотделима от информационного процесса управления, осуществляемого в производственной и непроизводственной сферах, она используется во всех отраслях народного хозяйства и во всех органах общегосударственного управления.

Экономическая информация имеет разновидности (типы), которые выделяются на основе соответствующих классификационных критериев. Выделим некоторые классификации экономической информации [32]:

- ***по принадлежности к сфере материального производства и непроизводственной сфере***, подтипы — по отраслям и подотраслям народного хозяйства в соответствии с принятой их группировкой;
- ***по стадиям воспроизводства и элементам производственного процесса***. В силу этого выделяются разновидности экономической информации, отражающие снабжение, производство, распределение и потребление, а также материальные, трудовые и финансовые ресурсы;
- ***по временным стадиям управления***. С этих позиций выделяются прогнозная информация, плановая, учетная, информация для анализа хозяйственной деятельности, оперативного управления, составления отчетности;
- ***по критериям соответствия отражаемым явлениям*** экономическая информация делится на достоверную и недостоверную;
- ***по полноте отражения событий*** экономическая информация подразделяется на достаточную (полную), недостаточную и избыточную. Для решения задач экономического управления необходима вполне конкретная по содержательности минимальная информация, т.е. достаточная. Избыточная информация содержит излишние данные, которые либо вообще не используются для решения задач, либо выполняют контрольно-дублирующие функции;
- ***по стадии возникновения*** выделяется исходная (первичная) и производная (вторичная) информация.

Исходная информация возникает в результате действия источников информации (министерства, ведомства, предприятия и других организаций, и подразделений), и по этим источникам исходная информация делится на планово-директивную и учетно-отчетную.

Планово-директивная информация перемещается («спускается») вниз по уровням иерархии управления, при этом она разукрупняется, детализируется, «расширяется».

Учетно-отчетная информация, наоборот, перемещается вверх по уровням иерархии управления, причем по мере своего продвижения эта информация укрупняется, агрегируется, «сжимается».

Производная информация возникает в результате обработки исходной и другой вторичной — либо только исходной, либо только вторичной. Среди производной информации различают *промежуточную* и *итоговую*;

- *по стабильности во времени* экономическая информация делится на *постоянную* (условно-постоянную) и *переменную*.

Таким образом, *экономическая информация* отражает процессы производства, распределения, обмена и потребления материальных благ и услуг.

РАЗДЕЛ 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Чтобы определить понятие «информационная технология», обратимся к термину «технология», который имеет множество толкований.

В широком смысле под *технологией* понимают науку о законах производства материальных благ.

Следуя данному определению, в технологии выделяют три аспекта: идеологию, или принципы производства; орудия труда, т.е. станки, машины, агрегаты, и кадры, владеющие профессиональными навыками. Эти аспекты составляют соответственно, информационную, инструментальную и социальную, составляющую.

Информационная составляющая включает описание принципов и методов производства; инструментальная — орудия труда, с помощью которых реализуется производство; социальная — кадры и их организацию.

Для конкретного производства *технологию* понимают в узком смысле как совокупность приемов и методов, определяющих последовательность действий для реализации производственного процесса.

Поэтому можно говорить о технологии, как совокупности методов обработки, изготовления, изменения состояния, свойств, формы сырья, материала или полуфабриката в процессе производства, например, технология получения металлов, химическая технология, технология строительных работ и т.д.

Рассматривая в качестве материалов информацию, над которой производятся определенные действия, изменяющие ее характеристики, приходим к определению информационной технологии.

Информационная технология (ИТ) — совокупность методов и способов получения, обработки, представления информации, направленных на изменение ее состояния, свойств, формы, содержания и осуществляемых в интересах пользователей.

При сопоставлении технологии материального производства и информационной технологии выделим их цели.

Цель технологии материального производства — выпуск продукции, удовлетворяющей потребности человека или системы.

Цель информационной технологии — производство информации для ее анализа человеком и принятия на его основе решения по выполнению какого-либо действия.

Информационные технологии предназначены для снижения трудоемкости процессов использования информационных ресурсов.

Результат применения информационных технологий обособляется в так называемых информационных продуктах.

Информационный продукт - документированная информация, подготовленная в соответствии с потребностями пользователей и представленная в форме товара.

Информационными продуктами являются программные продукты, базы и банки данных и другая информация.

Информационные технологии обеспечивают переход от рутинных к промышленным методам и средствам работы с информацией в различных сферах человеческой деятельности, обеспечивая ее рациональное и эффективное использование.

С современных позиций информационные технологии реализуются с использованием средств компьютерной и оргтехники. Поэтому, в современном понимании под информационными технологиями подразумевается следующее.

Информационная технология — совокупность методов, производственных и программно-технологических средств, объединенных в технологическую цепочку, обеспечивающую сбор, хранение, обработку, вывод и распространение информации.

Последнее определение отражает использование в информационных технологиях принципов современных автоматизированных систем. С учетом их использования, информационная технология может называться *автоматизированной информационной технологией* (АИТ).

Информационная технология — это системно-организованная последовательность операций, выполняемых над информацией с использованием средств и методов автоматизации.

При этом под операциями понимаются элементарные действия над информацией, которые могут быть объединены в типовые технологические операции (действия) информационной технологии:

- сбор и регистрация информации;
- передача информации;
- ввод информации;
- обработка информации;
- вывод информации;
- хранение информации;
- накопление информации;
- поиск информации;
- анализ информации.

2.1. Свойства информационных технологий

Информационная технология имеет свою цель, методы и средства реализации.

Как было отмечено, *целью ИТ* является создание из информационного ресурса качественного информационного продукта, удовлетворяющего требованиям пользователя.

Методами ИТ являются методы обработки и передачи данных.

Средства (инструментарий) ИТ — это математические, программные, информационные, технические и другие средства.

В итоге получаем развернутое определение для информационной технологии.

Под *информационной технологией* понимается целостная техническая система,

обеспечивающая целенаправленное создание, передачу, хранение и отображение информационного продукта (данных, идей, знаний) с наименьшими затратами и в соответствии с закономерностями той социальной среды, где она развивается.

Поскольку существенную часть технических средств для реализации информационных технологий занимают средства компьютерной техники, то часто под *информационными технологиями*, особенно под новыми информационными технологиями, понимаются компьютерные информационные технологии.

Можно выделить три уровня рассмотрения информационных технологий:

- первый уровень - теоретический. Основная здесь задача связана с созданием комплекса взаимосвязанных моделей информационных процессов;
- второй уровень - исследовательский. Основная задача направлена на разработку методов автоматизированного конструирования оптимальных конкретных информационных технологий;
- третий уровень - прикладной, связанный с инструментальными и предметными аспектами информационных технологий.

В соответствии с определением информационных технологий, отметим их характерные свойства:

- целью процесса в информационных технологиях является получение информации (информационного продукта);
- предметом процесса в информационных технологиях (предмет обработки) являются данные или знания;
- средства осуществления процесса в информационных технологиях представляются различными вычислительными комплексами (программными, аппаратными, программноаппаратными);
- процессы обработки данных в информационных технологиях разделяются на операции в соответствии с выбранной предметной областью;
- управляющие воздействия на процессы в информационных технологиях осуществляются лицами, принимающими решения;
- критериями оптимальности процесса в информационных технологиях служат своевременность доставки информации пользователям, ее надежность, достоверность, полнота.
- информационные технологии обеспечивают высокую степень расчленения всего процесса обработки данных на этапы, операции, действия;
- информационные технологии включают весь набор элементов для достижения поставленной цели;
- информационные технологии должны иметь регулярный характер.

Кроме того, информационные технологии различаются:

- составом и последовательностью операций;
- степенью их автоматизации (долей машинного и ручного труда);
- надежностью их выполнения.

Свойство *надежности* в информационных технологиях реализуется качеством выполнения основных операций и наличием разнообразного их контроля.

Организация информационных технологий определяется рядом факторов и критериев:

- объемы информации;
- срочность и точность ее обработки;
- структурные и предметные особенности объекта управления;
- соответствие временным регламентам взаимодействия процессов в предметной области и их элементов.

2.2. Особенности информационных технологий

В числе отличительных особенностей информационных технологий выделим следующие наиболее важные [13].

1. Информационные технологии позволяют активизировать и эффективно использовать информационные ресурсы общества, которые сегодня являются наиболее важным стратегическим фактором его развития.

Эффективное использование информационных ресурсов (научных знаний, открытий, изобретений, технологий, передового опыта) позволяет получить существенную экономию других видов ресурсов — сырья, энергии, полезных ископаемых, материалов и оборудования, людских ресурсов, социального времени.

2. Информационные технологии позволяют оптимизировать и во многих случаях автоматизировать информационные процессы, которые в последние годы занимают все большее место в жизнедеятельности человеческого общества.

Общеизвестно, что развитие цивилизации происходит в направлении становления информационного общества, в котором объектами и результатами труда большинства занятого населения становятся уже не материальные ценности, а главным образом информация и научные знания.

3. Информационные процессы являются важными элементами других более сложных производственных или же социальных процессов.

Очень часто информационные технологии выступают в качестве компонентов соответствующих *производственных* или *социальных технологий*. Характерными примерами могут служить системы автоматизированного проектирования промышленных изделий, гибкие автоматизированные и роботизированные производства, автоматизированные системы управления технологическими процессами и т.п.

4. Информационные технологии на современном этапе играют исключительно важную роль в обеспечении информационного

взаимодействия между людьми, а также в системах подготовки и распространения массовой информации.

Характерными примерами здесь могут служить электронная почта, факсимильная передача информации и другие виды телекоммуникационной связи.

5. Информационные технологии занимают сегодня центральное место в процессе интеллектуализации общества, развития его системы образования и культуры.

Использование обучающих информационных технологий оказалось весьма эффективным методом для систем самообразования, продолженного обучения, а также для систем повышения квалификации и переподготовки кадров.

6. Информационные технологии играют в настоящее время ключевую роль также и в процессах получения и накопления новых знаний.

В первую очередь здесь необходимо отметить *методы информационного моделирования* исследуемых наукой процессов и явлений, позволяющие ученому проводить своего рода «вычислительный эксперимент».

Вторым перспективным направлением представляют собой *методы искусственного интеллекта*, позволяющие находить решения плохо формализуемых задач, а также задач с неполной информацией и с нечеткими исходными данными.

Третье перспективное направление связано с использованием методов *когнитивной компьютерной графики*. При помощи этих методов, позволяющих образно представлять различные математические формулы и закономерности, уже удалось доказать несколько весьма сложных теорем в теории чисел. Кроме того, их использование открывает новые возможности для познания человеком самого себя, принципов функционирования своего сознания.

7. Принципиально важное для современного этапа развития общества значение развития информационных технологий заключается в том, что их использование может оказать существенное содействие в решении глобальных проблем человечества.

Методы *информационного моделирования глобальных процессов*, особенно в сочетании с методами космического информационного мониторинга, могут обеспечить уже сегодня возможность прогнозирования многих кризисных ситуаций в регионах повышенной социальной и политической напряженности, а также в районах экологического бедствия, в местах природных катастроф и крупных

технологических аварий, представляющих повышенную опасность для общества.

Из всех видов технологий информационная технология, применяемая в сфере экономики и управления, предъявляет самые высокие требования к “человеческому фактору”, оказывая принципиальное влияние на квалификацию работника, содержание его труда, физическую и умственную нагрузку, профессиональные перспективы и уровень социальных отношений.

Таким образом, свойства и особенности информационных технологий в конечном итоге имеют стратегическое значение для развития общества, их необходимо учитывать при проектировании автоматизированных информационных систем.

РАЗДЕЛ 3. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

3.1. Характеристика автоматизированных информационных технологий

Информационные технологии реализуются в автоматизированном и традиционном (ручном) видах.

В широком понимании, *автоматизация* направлена на замену деятельности человека работой машин и механизмов.

Степень автоматизации может меняться в широких пределах, от систем, в которых процесс управления полностью осуществляется человеком, до таких, где он реализуется автоматически.

Объем автоматизации, тип и характер использования технических средств зависят от характера конкретной технологии.

Автоматизация управления, а значит, и автоматизация информационной системы, автоматизация технологий необходимы в следующих случаях [10]:

- физиологические и психологические возможности человека для управления данным процессом недостаточны;
- система управления находится в среде, опасной для жизни и здоровья человека;
- участие человека в управлении процессом требует от него слишком высокой квалификации;
- процесс, которым надо управлять, переживает критическую или аварийную ситуацию.

Автоматизированные информационные технологии используют средства автоматизации для всех операций, связанных с информацией. Поэтому, автоматизированные информационные технологии можно определить следующим образом.

Автоматизированная информационная технология — информационная технология, в которой для передачи, сбора, хранения и обработки данных, используются методы и средства вычислительной техники и систем связи.

В связи с этим АИТ как система, связанная с переработкой информационных ресурсов, может рассматриваться как автоматизированная система.

Автоматизированная система — комплекс технических, программных, других средств и персонала, предназначенный для автоматизации различных процессов.

Вместе с понятием *автоматизированная информационная технология* в практике используется термин «*новая информационная технология*», подчеркивая использование в информационных технологиях компьютерные средства.

Новая информационная технология - информационная технология с дружелюбным

интерфейсом работы пользователя, использующая персональные компьютеры и телекоммуникационные средства.

Прилагательное «*компьютерная*» подчеркивает, что основным техническим средством ее реализации является компьютер.

Основными принципами новых информационных технологий являются:

- интерактивный режим работы с компьютером;
- интегрированность с другими программными продуктами;
- гибкость процесса изменения постановок задач и данных.

Отличительная черта новых информационных технологий активное вовлечение конечных пользователей (специалистов управления — непрофессионалов в области вычислительной техники и программирования) в процесс подготовки управленческих решений благодаря внедрению на их рабочих местах современных компьютерных средств.

Это дает возможность использовать творческий потенциал, опыт, интуицию специалистов управления непосредственно в процессе подготовки и принятия управленческих решений, а также повышать оперативность получения результатной информации, снижать вероятность возникновения ошибок в связи с устранением промежуточных звеньев в технологической цепочке подготовки управленческих решений.

Специфика работы конечных пользователей — специалистов управления потребовала создания для них таких средств и методов общения с вычислительной системой, благодаря которым, зная лишь в

самом общем виде архитектуру и принципы функционирования персонального компьютера, они могли бы в полной мере удовлетворять свои информационные потребности.

Термин *«новая информационная технология»* постепенно утрачивает свой первоначальный смысл в связи с тем, что современные информационные технологии все чаще рассматриваются как компьютерные информационные технологии.

Средства и методы автоматизации включают компьютерную и коммуникационную технику, программы для ЭВМ, способы и подходы в организации информации, информационных технологий, в обслуживании пользователей.

Как правило, в комплекс входят программные средства и организационно-методическое обеспечение, увязывающее действия персонала и технических средств в единый технологический процесс.

Техническое обеспечение автоматизированных информационных технологий включает средства компьютерной техники, предназначенные для обработки и преобразования информации, средства коммуникационной техники, обеспечивающие передачу и обмен информацией в рамках системы управления; средства организационной техники, предназначенные для автоматизации труда специалистов по обработке информации.

При выборе технических средств обеспечения АИТ учитывают требования:

- объем обрабатываемой информации, требования к точности, скорости и надежности обработки данных;
- виды решаемых прикладных задач, их количество;
- общее количество пользователей в системе АИТ;
- процент активных пользователей по отношению к общему количеству;
- распределение пользователей по прикладным задачам;
- объемы прикладного и общесистемного программного обеспечения и др.

Программное обеспечение автоматизированных информационных технологий представляет комплекс системных и прикладных программ, обеспечивающих реализацию всего набора вычислительных и прикладных задач.

Общесистемное программное обеспечение включает следующие средства:

- операционные системы;
- тестовые и диагностические программы;
- антивирусные программы;

- системные оболочки и др. вспомогательные средства.

При выборе общесистемных программ обеспечения АИТ учитывают:

- тип операционной системы, под управлением которой функционирует выбранный пакет прикладных программ;
- объем пакета прикладных программ и перечень автоматизируемых с его помощью задач;
- стоимостные характеристики пакета прикладных программ;
- условия эксплуатации и другие требования.

Прикладные программы характеризуются следующей номенклатурой:

- системы подготовки текстовых документов;
- системы подготовки табличных документов;
- системы управления базами данных;
- специализированные программные средства;
- личные информационные системы;
- системы подготовки презентаций и другие программные средства, включая средства пользователей.

Программные средства, составляющие программное обеспечение, могут называться

инструментарием автоматизированных информационных технологий [10].

Инструментарий информационных технологий — это несколько взаимосвязанных программных продуктов для определенного типа компьютера, технология работы с которыми позволяет достичь поставленную пользователем цель.

В соответствии с приведенным определением инструментарий АИТ можно разделить на классы программ, ориентированные на реализацию определенных задач пользователя: текстовые редакторы, электронные таблицы, системы управления базами данных, настольные издательские системы, информационные системы функционального назначения и др.

Методическое обеспечение автоматизированных информационных технологий - это комплекс нормативно-методических и инструктивных материалов подготовки и оформления документов по эксплуатации технических средств, организации работы специалистов-пользователей и технического персонала.

Реализация методического обеспечения АИТ связана с осуществлением мероприятий по унификации и стандартизации и АИТ.

Унификация - относительное сокращение разнообразия элементов по сравнению с разнообразием систем, в которых они используются.

Главная задача стандартизации в обеспечении АИТ состоит в создании системы нормативно-справочной документации, определяющей требования к разработке, внедрению и использованию всех компонентов информационных технологий.

В соответствии с определением автоматизированных информационных технологий в их основе заложены средства компьютерной техники, реализующие вычислительные процессы в программной среде под управлением соответствующей операционной системы. Технические возможности компьютерных средств и архитектура операционной системы являются своего рода тем базисом, который определяет возможности АИТ. Этот базис и принято называть платформой АИТ.

Платформа АИТ в зависимости от контекста может определяться как комплекс аппаратных средств и соответствующей операционной системы, либо, как только аппаратные средства, реализованные на соответствующем типе процессора.

К платформе АИТ, более расширительно, к наряду с компьютерами и их операционными системами, может быть отнесена также сетевая и периферийная аппаратура совместно с их драйверами и протоколами.

Кратко дадим характеристику основных компонент платформы АИТ.

3.2. Аппаратные средства в обеспечении автоматизированных информационных технологий

Основным видом аппаратных средств платформы АИТ является вычислительная машина.

Вычислительная машина (ВМ) - комплекс технических средств, предназначенных для автоматической обработки информации в процессе решения вычислительных и информационных задач.

Синоним выражения «вычислительная машина» служит термин «*электронная вычислительная машина (ЭВМ)*» или вошедший в современную практику термин «*компьютер*».

Вычислительные машины могут быть классифицированы по ряду признаков, например, [4]:

- принцип действия;
- этапы создания и элементная база;
- назначение;

- способ организации вычислительного процесса;
- размер, вычислительная мощность;
- функциональные возможности;
- способность к параллельному выполнению программ и др.

По *принципу действия*, связанному со схмотехническим представлением информации (сигналов) в аналоговой (непрерывные сигналы) и дискретной (импульсные сигналы) формах, вычислительные машины разделяются на три больших класса (Рис. 1.2):

- аналоговые;
- цифровые;
- гибридные.



Рис. 1.2. Классы вычислительных машин

Цифровые вычислительные машины (ЦВМ) или вычислительные машины дискретного действия работают с информацией, представленной в дискретной, т.е. в цифровой форме.

В современной практической деятельности (экономика, наука и техника и др. сферы) получили подавляющее применение ЦВМ - электронные цифровые вычислительные машины, или просто называемые *электронными вычислительными машинами (ЭВМ)*.

Аналоговые вычислительные машины (АВМ) или вычислительные машины непрерывного действия работают с информацией, представленной в непрерывной (аналоговой) форме, используя ряд значений какой-либо физической величины (чаще всего электрического напряжения).

Аналоговые вычислительные машины весьма просты и удобны в эксплуатации. Скорость решения задач изменяется по желанию пользователя и может быть больше чем у ЦВМ, но точность решения задач невелика (относительная погрешность достигает до 2-5 %). На АВМ эффективно решаются математические задачи, содержащие дифференциальные уравнения, не требующие сложной логики.

Гибридные вычислительные машины (ГВМ) или вычислительные машины комбинированного действия работают с информацией, представленной и в цифровой и в аналоговой форме.

Гибридные вычислительные машины совмещают в себе достоинства АВМ и ЦВМ и их целесообразно использовать для решения задач управления сложными быстродействующими техническими комплексами.

По назначению компьютеры можно разделить на три группы:

- универсальные (общего назначения);
- проблемно-ориентированные;
- специализированные.

Универсальные компьютеры предназначены для решения самых различных по направленности задач (инженерно-технические, экономические, математические, информационные). Они широко используются в вычислительных центрах коллективного пользования и других мощных вычислительных комплексах.

Универсальные ВМ отличаются следующие характеристики:

- высокая производительность;
- разнообразие форм, обрабатываемых данных (двоичные, десятичные, символьные) при большом диапазоне их изменения и представления;
- обширный перечень выполняемых операций (арифметические, логические, специальные);
- большая емкость оперативной памяти;
- развитая организация системы ввода-вывода информации при обеспечении возможности подключения разнообразных видов внешних устройств.

Проблемно-ориентированные компьютеры предназначены для решения более узкого круга задач, связанных, как правило, с управлением технологическими процессами. Такие ВМ обеспечивают регистрацию, накопление и обработку относительно небольших объемов данных, позволяют выполнять расчеты по сравнительно несложным алгоритмам, они обладают ограниченными, по сравнению с универсальными компьютерами аппаратными и программными ресурсами.

Специализированные компьютеры предназначены для решения определенного узкого круга задач или реализации строго определенной группы функций. Такая узкая ориентация компьютеров позволяет четко специализировать их структуру, существенно снизить их сложность и стоимость при сохранении высокой производительности и надежности их работы.

К специализированным компьютерам можно отнести: программируемые микропроцессоры специального назначения; адаптеры и контроллеры, выполняющие логические функции

управления отдельными несложными техническими устройствами, агрегатами и процессами; устройства согласования и сопряжения работы узлов вычислительных систем.

По размерам и вычислительной мощности компьютеры можно разделить (Рис. 1.3) на категории:

- *сверхбольшие* (суперкомпьютеры, суперЭВМ);
- *большие*;
- *малые*;
- *сверхмалые* (микрокомпьютеры или микроЭВМ).

Функциональные возможности компьютеров обусловлены такими важнейшими технико-эксплуатационными характеристиками, как [4]:

- *быстродействие*, измеряемое усредненным количеством операций, выполняемых машиной за единицу времени;
- *разрядность и формы представления чисел*, с которыми оперирует компьютер;
- *виды, емкость и быстродействие всех запоминающих устройств*;
- *виды и технико-экономические характеристики внешних устройств хранения, обмена и ввода-вывода информации*;
- *тип внутримашинного интерфейса*, т.е. типы и пропускная способность устройств связи и сопряжения узлов компьютера между собой;
- *многопрограммность*, т.е. способность компьютера одновременно работать с несколькими пользователями и выполнять одновременно несколько программ;
- *типы и технико-эксплуатационные характеристики операционных систем*, используемых в машине;
- *наличие и функциональные возможности программного обеспечения*;
- *программная совместимость* с другими типами компьютеров, т.е. способность выполнять программы, написанные для других типов компьютеров;
- *система и структура машинных команд*;
- *возможность подключения к каналам связи и вычислительной сети*;
- *эксплуатационная надежность компьютера и другие параметры и характеристики*;

Дадим краткую характеристику классов компьютеров, разделенных на схеме по критерию *«размер и вычислительная мощность»*.

Большие компьютеры за рубежом часто называют *мэйнфреймами* (mainframe). К ним относят, как правило, компьютеры, имеющие производительность не менее 100 MIPS, основную память емкостью от 512 до 10 000 Мбайт, внешнюю память не менее 100 Гбайт, многопользовательский режим работы при одновременном обслуживании от 16 до 1000 пользователей.

Компьютеры класса «mainframe» нашли широкое применение при решении науднотехнических задач, используются в качестве платформы в вычислительных системах с пакетной обработкой информации, в работе с большими базами данных, в управлении вычислительными сетями и их ресурсами, в качестве больших серверов вычислительных сетей. По данным экспертов, на мэйнфреймах сейчас находится около 70 % «компьютерной» информации.

Малые компьютеры (мини-ЭВМ) - надежные, недорогие и удобные в эксплуатации компьютеры, обладающие несколько более низкими по сравнению с мэйнфреймами возможностями.

Мини-компьютеры обладают производительностью до 1000 MIPS, емкостью основной памяти до 8000 Мбайт, емкостью дисковой памяти до 1000 Гбайт, числом поддерживаемых пользователей от 16-до 1024.

Все модели мини-компьютеров разрабатываются на основе микропроцессорных наборов интегральных микросхем, 32-, 64- и 128-разрядных микропроцессоров.

К достоинствам мини-компьютеров можно отнести:

- специфичную архитектуру с большой модульностью;
- лучшее чем у мэйнфреймов соотношение производительность/цена;
- повышенная точность вычислений.

Мини-компьютеры ориентированы на использование в качестве управляющих вычислительных комплексов. Наряду с использованием мини-компьютеров для управления технологическими процессами, они успешно применяются для вычислений в многопользовательских вычислительных системах, в системах автоматизированного проектирования, в системах моделирования несложных объектов, в системе искусственного интеллекта.

Микрокомпьютеры имеют широкую номенклатуру (Рис. 1.4).

Многопользовательские микрокомпьютеры - это мощные микрокомпьютеры, оборудованные несколькими видеотерминалами и работающие в режиме разделения времени, что позволяет эффективно работать на них сразу нескольким пользователям.

Персональный компьютер (ПК) - однопользовательские микрокомпьютеры, удовлетворяющие требованиям общедоступности

и универсальности применения при следующих технико-экономических характеристиках:

- малая стоимость ПК, находящаяся в пределах доступности для индивидуального покупателя;
- автономность эксплуатации без специальных требований к условиям окружающей среды;
- гибкость архитектуры, обеспечивающая адаптируемость к разнообразным применениям в сфере управления, науки, образования, в быту;
- дружелюбность операционной системы и остального программного обеспечения, обуславливающая возможность работы с ней пользователя без специальной профессиональной подготовки;
- высокая надежность работы (более 5000 часов наработки на отказ).
- *Рабочие станции* (work station) представляют собой однопользовательские микрокомпьютеры, часто специализированные для выполнения определенного вида работ, таких как графические, инженерные, издательские и т.д.

Серверы (server) - многопользовательские мощные микрокомпьютеры в вычислительных сетях, выделенные для обработки запросов от всех рабочих станций сети.

Сетевые компьютеры (network computer) - упрощенные микрокомпьютеры, обеспечивающие работу в сети и доступ к сетевым ресурсам, часто специализированные на выполнении определенного вида работ, таких как защита сети от несанкционированного доступа, организация просмотра сетевых ресурсов, электронной почты и т.д.

3.3. Операционные системы в обеспечении информационных технологий

Операционная система (ОС) является обязательной частью системного программного обеспечения компьютера. В функции операционной системы входит организация выполнения программ и взаимодействия пользователя и внешних устройств с компьютером, обеспечение эффективного функционирования ПК в различных режимах.

С технической точки зрения операционная система представляет комплекс программ, обеспечивающий управление ресурсами компьютера, процессами обработки информации, использующими эти ресурсы, и данными.

Управление ресурсами сводится к процедурам организации доступа к ресурсам, динамического распределения ресурсов между

конкурирующими процессами. Следует иметь в виду, что ресурсом является любой объект АИТ, который может использоваться в информационных процессах и, соответственно, распределяться между ними. Различают аппаратные и программные ресурсы.

К *аппаратным ресурсам* относятся микропроцессор, дополнительные процессоры (например, математический сопроцессор, процессор прямого доступа к памяти и т.п.), основная память, внешняя память, принтер, видеомонитор и другие периферийные устройства ЭВМ. Распределяются между процессами, соответственно, процессорное время, сегменты и ячейки памяти и т. д.

К *программным ресурсам* относятся все доступные пользователю программные средства управления вычислительными процессами и данными.

Управление процессами обработки информации заключается в организации и реализации эффективных режимов функционирования компьютера:

- *однопользовательский и многопользовательский режимы* (совместная работа с компьютером одновременно нескольких пользователей через отдельные терминалы);
- *Однопрограммный (однозадачный) и многопрограммный (многозадачный) режимы работы*;
- *режим формирования виртуальных машин* (каждому пользователю в рамках основной конфигурации компьютера выделяется как бы отдельная машина меньшей производительности, возможно, со своей операционной системой);
- *работа в однопроцессорных, многопроцессорных, многомашинных, в том числе и сетевых, вычислительных системах.*

Многопрограммный режим работы в зависимости от режима доступа к ресурсам, в свою очередь, подразделяется на виды:

- *пакетная обработка*___(без непосредственного доступа пользователя, а с предварительным сбором и формированием всего блока (пакета) программ, подлежащих одновременному решению);
- *разделение времени* (одновременный диалоговый (интерактивный) доступ нескольких пользователей с разделением между ними каждого заранее фиксированного интервала машинного времени, или в соответствии с иной дисциплиной обслуживания);
- *режим реального времени* (с гарантированным временем обслуживания каждого обращения пользователя или внешнего терминала).

Управление данными имеет целью обеспечить идентификацию, организацию и хранение данных, обрабатываемых в компьютере.

Организация данных связана с созданием библиотек и баз данных, их актуализацией, обеспечением эффективного доступа к данным и их выборки.

Характерной особенностью ОС ПК является то, что они обеспечивают «дружественный» пользовательский интерфейс.

Дружественность операционной системы означает, что она обеспечивает необходимый сервис пользователю в процессе выполнения прикладных программ и обеспечивает комфортные условия программисту для разработки и отладки программ, а также для хранения, преобразования, отображения и копирования информации.

Кратко охарактеризуем основные виды операционных систем, используемых в платформах АИТ, получившие наибольшее распространение для ПК:

- MS-DOS - для ПК IBM PC;
- OS/2 - для ПК IBM PS/2 и PC с микропроцессором (МП) 80386 и выше;
- UNIX - для 32-разрядных ПК IBM PS/2 и IBM PC с МП 80386 и выше;
- Windows - для ПК IBM PC с МП 80486 и выше.

MS DOS - дисковая операционная система относится к системам командного типа, имеет широкое распространение как при работе в локальном варианте, так и в составе других ОС. Система обеспечивает однопользовательский, однозадачный режим.

Windows 3.1 - это популярная графическая операционная оболочка, которая запускается на выполнение как обычная программа MS DOS и работает на базе MS DOS, используя на нижнем уровне встроенные функции и процедуры данной операционной системы. Пользовательский интерфейс системы является графическим, его основу составляет иерархически организованная система окон и других графических объектов. Это - объектно-ориентированная система.

Windows 95 - это высокопроизводительная, многозадачная и многопоточная 32разрядная операционная система с графическим интерфейсом и расширенными сетевыми возможностями. Это - интегрированная среда, обеспечивающая обмен текстовой, графической, звуковой и другой информации. Систему характеризует вытесняющая многозадачность. Система Windows 95 представляет собой высокоэффективную платформу для мультимедиа.

Windows 98 - представляет собой дальнейшее развитие Windows 95, обеспечивая большую производительность работы компьютера без добавления в него нового оборудования. В состав системы входят ряд программ, совместное применение которых повышает

производительность компьютера. Программа делает более эффективным использование Web за счет применения всех возможностей компьютера к интерактивному содержимому Internet.

Windows 2000 оснащена средствами эффективной защиты информации, располагает усовершенствованными средствами многопроцессорной обработки. Реализованная в системе функция работы с файлами в автономном режиме позволяет отбирать сетевые файлы в папки для последующей работы с ними, без подключения к сети, что обеспечивает дополнительные возможности для мобильных пользователей. Система взаимодействует с более ранними версиями *Windows*, обеспечивает возможность подключения к сети Internet.

Windows Millennium Editor (ME) - это операционная система, располагающая рядом дополнительных возможностей и преимуществ по сравнению с предыдущими версиями *Windows*. В системе улучшены средства доступа к сети Internet, расширены сетевые возможности, система поддерживает новейшие виды оборудования (например, пятикнопочную мышь), имеет значительно усовершенствованную справочную службу и многие другие преимущества.

Windows XP - является следующей операционной системой после *Windows 2000* и *Windows Millennium*. В ней осуществлена интеграция сильных сторон *Windows 2000* с лучшими характеристиками *Windows 98*. Операционная система обрела новое внешнее оформление, значительные нововведения внесены в пользовательский интерфейс, что упрощает использование персонального компьютера. Разработаны различные версии операционной системы для пользователей домашних компьютеров (*Windows XP Home Edition*) и бизнес-пользователей (*Windows XP Professional*).

Windows NT - это сетевая операционная система для персональных компьютеров, в которой реализованы многозадачность, масштабируемость, архитектура «клиент - сервер», расширяемость, система безопасности и другие. Система может взаимодействовать с различными операционными системами корпорации Microsoft, а также с операционными системами других фирм.

Отличительными чертами операционной системы *Windows NT* являются:

- встроенная сетевая поддержка, обеспечивающая совместное сетевое использование файлов, устройств и объектов;
- приоритетная многозадачность, позволяющая приложениям с более высоким приоритетом вытеснять менее приоритетные приложения;

- наличие достаточно мощных средств защиты программ и файлов различных пользователей от несанкционированного доступа;
- наличие многоуровневого доступа к ресурсам с назначением пользователям уровня доступа в соответствии с их компетенцией;
- поддержка нескольких файловых систем (файловая система DOS, поддерживаемая всеми версиями Windows, собственная файловая система NTFS, поддержка файловых систем OS/2 (High Performance FS) и компакт-дисков (CDFS));
- поддержка широкого спектра компьютерных платформ, в том числе и мультипроцессорных вычислительных систем.

OS/2 - эта операционная система, разработанная фирмой IBM, отличается большой надежностью, имеет достаточное число бизнес-приложений, с ней совместимы DOS- приложения и по своей идеологии она имеет сходство с операционной системой Windows.

Важными особенностями OS/2 является:

- многооконный интерфейс пользователя;
- программный интерфейс для работы с системой баз данных;
- эффективные программные интерфейсы для работы в локальных вычислительных сетях.

К недостаткам OS/2 относится можно отнести сравнительно небольшой объем программных приложений, наработанных к настоящему времени.

UNIX - представляет собой одну из альтернатив семейству операционных систем Windows. Система UNIX - это не только многозадачная, но и многопользовательская операционная система, которая позволяет нескольким пользователям разделять вычислительные ресурсы одного компьютера. Система обладает простым пользовательским интерфейсом, поскольку она написана на языке высокого уровня, ее легко понимать, изменять, переносить на другие аппаратные платформы. Файловая система представлена в иерархической форме, а потому является легкой в сопровождении и эффективной в работе. Файловая система UNIX обеспечивает единый интерфейс доступа к данным и к периферийным устройствам.

LUNIX- является полной многозадачной и многопользовательской операционной системой, поддерживающей национальные и стандартные клавиатуры, разные типы файловых систем для хранения данных, обеспечивающая полный набор протоколов TCP/IP для работы в сети. Система компактна, отличается высоким уровнем надежности.

Исходя из приведенных характеристик, операционные системы классифицируются:

- по числу одновременно работающих пользователей:
 - S однопользовательскими (MS DOS, Windows 3.1, ранние версии OS/2);
 - S многопользовательскими (UNIX, Windows NT);
- по числу одновременно выполняемых задач:
 - S однозадачные (MS DOS, MSX);
 - S многозадачными (UNIX, Windows 95, OS/2).
- по принципу рациональности использования процессорного времени:
 - S с невытесняющей многозадачностью (NetWare, Windows 3.1);
 - S с вытесняющей многозадачностью (Windows NT, UNIX, OS/2).

Таким образом, операционные системы позволяют автоматизировать стандартные процедуры управления аппаратными и программными средствами.

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Д.А. Ранделин
А.И. Новокщенова
В.Н. Агапова
Ю.В. Кравченко

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по изучению дисциплины

«Декоративное рыбоводство»
для обучающихся по направлению подготовки

35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура»
(программа подготовки – прикладной бакалавриат)

Часть 1

Компьютерная верстка Развозжаевой М. В.
Подписано в печать 15.02.2021. Формат 60х84/16.
Усл. печ. л. 1,63. Тираж 100. Заказ 55.
ИПК ФГБОУ ВО «Волгоградский ГАУ» «Нива»
400002, Волгоград, пр-т Университетский, 26

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Департамент координации деятельности организаций
в сфере сельскохозяйственных наук
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования
«Волгоградский государственный аграрный университет»
Факультет «Биотехнологии и ветеринарной медицины»

Д.А. Ранделин
Ю.В. Кравченко
В.Н. Агапова



ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РЫБНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Методические указания

По проведению лабораторных работ для обучающихся
По направлению подготовки 35.03.08 Водные биоресурсы
И аквакультура (программа подготовки-прикладной бакалавриат)

Часть 2

Волгоград
Волгоградский ГАУ
2023

УДК
ББК

Рецензент-

Советник Волгоградского отделения ФГБНУ «ВНИРО» Ю.Б.Долидзе;
Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Кормление и
разведение с.-х. животных»- Липова Е.А.

Ранделин, Дмитрий Александрович

Информационные технологии в рыбном хозяйстве: методические
указания по проведению лабораторных работ для обучающихся по
направлению подготовки 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура
профиля 2 Управление водными биоресурсами и рыбоохрана»
программа подготовки-прикладной бакалавриат). Часть 1 / Д.А.
Ранделин, Ю.В. Кравченко, В.Н. Агапова, А.И. Новокщенова –
Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2023. – 32 с.

Методические указания являются руководством по изучению
дисциплины «Информационные технологии в рыбном хозяйстве»

Рекомендовано методической комиссией факультета биотехнологии и
ветеринарной медицины ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (протокол
№ _____ от _____ 2023г.)

УДК
ББК

© ФГБОУ ВО Волгоградский
государственный аграрный
университет, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

<u>РАЗДЕЛ 1. Этапы развития информационных технологий, выделенные по техническому обеспечению</u>	<u>589</u>
<u>РАЗДЕЛ 2. Информатизация общества</u>	<u>38</u>
<u>РАЗДЕЛ 3. Основные информационные процессы при</u>	
<u>39 РЕАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ</u>	
<u>ТЕХНОЛОГИЙ.....</u>	<u>593</u>
<u>3.3.Хранение информации</u>	<u>42</u>
<u>3.4. Обработка информации.....</u>	<u>43</u>
<u>3.5. Обобщенная структура технологического процесса в</u>	
<u>базовой информационной</u>	
<u>технологии</u>	
 596	
<u>РАЗДЕЛ 4. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В</u>	
<u>ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....</u>	<u>46</u>
<u>ЗАНЯТИЕ № 1</u>	<u>46</u>
<u>ЗАНЯТИЕ № 2</u>	<u>49</u>
<u>ЗАНЯТИЕ № 3</u>	<u>53</u>
<u>ЗАНЯТИЕ № 4.....</u>	<u>59</u>
<u>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ</u>	<u>60</u>

РАЗДЕЛ 1. ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ВЫДЕЛЕННЫЕ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ

По признаку технического обеспечения можно выделить пять этапов в развитии информационных технологий [9].

1. *«Ручная информационная технология»* (до второй половины XIX в.), инструментарий которой составляли перо, чернильница, книга. Коммуникации осуществлялись почтой. Основная цель технологии — представление информации в нужной форме.
2. *«Механическая технология»* (с конца XIX в.), инструментарий которой составляли пишущая машинка, телефон, диктофон, оснащенная более совершенными средствами доставки почта. Основная цель технологии — представление информации в нужной форме более удобными средствами.
3. *«Электрическая технология»* (40 — 60-е гг. XX в.), инструментарий которой составляли большие ЭВМ и соответствующее программное обеспечение, электрические пишущие машинки, ксероксы, портативные диктофоны. Акцент в информационной технологии начинает перемещаться с формы представления информации на формирование ее содержания.
4. *«Электронная технология»* (с начала 70-х гг.), основным инструментарием которой становятся большие ЭВМ и создаваемые на их базе автоматизированные системы управления (АСУ) и информационно-поисковые системы (ИПС), оснащенные широким спектром базовых и специализированных программных комплексов. Центр тяжести технологии еще более смещается на формирование содержательной стороны информации для управленческой среды различных сфер общественной жизни, особенно на организацию аналитической работы.
5. *«Компьютерная (новая) технология»* (с середины 80-х гг.), основным инструментарием которой является персональный компьютер с широким спектром стандартных программных продуктов разного назначения. В связи с переходом на микропроцессорную базу существенным изменениям подвергаются и технические средства бытового, культурного и прочего назначений. Начинают широко использоваться в различных областях глобальные и локальные компьютерные сети.

1.1. Этапы развития компьютерных информационных технологий

Выделение этапов в развитии компьютерных (новых) информационных технологий обычно связывают с поколениями

электронно-вычислительных машин в сопоставлении с возможностями по обработке и передачи информации.

- Первое поколение ЭВМ (начало 50-х гг.). Элементная база - электронные лампы. ЭВМ отличались большими габаритами, большим потреблением энергии, малым быстродействием, низкой надежностью, программирование осуществлялось в кодах.

- Второе поколение (с конца 50-х гг.). Элементная база - полупроводниковые элементы. Улучшились по сравнению с ЭВМ предыдущего поколения все технические характеристики. Для программирования используются алгоритмические языки.

- Третье поколение (начало 60-х гг.). Элементная база - интегральные схемы, многослойный печатный монтаж. Резкое снижение габаритов ЭВМ, повышение их надежности, увеличение производительности. Доступ к удаленным терминалов.

- Четвертое поколение (с середины 70-х гг.). Элементная база - микропроцессоры, большие интегральные схемы. Улучшились технические характеристики. Массовый выпуск персональных компьютеров. Направления развития: мощные многопроцессорные вычислительные системы с высокой производительностью, создание дешевых микроЭВМ.

- Пятое поколение (с середины 80-х гг.). Началась разработка интеллектуальных компьютеров. Внедрение во все сферы компьютерных сетей и их объединение, использование распределенной обработки данных, повсеместное применение компьютерных информационных технологий.

1.2. Эволюция информационных технологий в зависимости от развития процессов хранения, транспортирования и обработки информации

При другом подходе эволюция информационных технологий прослеживается на процессах хранения, транспортирования и обработки информации [26].

В нулевом поколении (4000 г. до н.э. - 1900 г.) в течение шести тысяч лет наблюдалась ручная обработка информации: от глиняных таблиц к папирусу, затем к пергаменту и, наконец, к бумаге. Имелось много новшеств по представлению данных, такие как фонетические алфавиты, сочинения, книги, библиотеки, бумажные и печатные издания.

Первое поколение (1900—1955) связано с технологией перфокарт, при которой запись данных представлялась на них в виде двоичных структур. Процветание компании IBM в период 1915—1960 гг. связано

с производством электромеханического оборудования для записи данных на карты, сортировки и составления таблиц. Громоздкость оборудования, необходимость хранения громадного количества перфокарт предопределили появление новой технологии, которая должна была вытеснить электромеханические компьютеры.

Второе поколение (программируемое оборудование обработки записей, 1955—1980 гг.) связано с появлением технологии магнитных лент, каждая из которых могла хранить информацию десяти тысяч перфокарт. Для обработки информации были разработаны электронные компьютеры с хранимыми программами, которые могли обрабатывать сотни записей в секунду. Ключевым моментом этой новой технологии было программное обеспечение, с помощью которого сравнительно легко можно было программировать и использовать компьютеры.

Третье поколение (оперативные базы данных, 1965—1980 гг.) связано с внедрением оперативного доступа к данным в интерактивном режиме, основанном на использовании систем баз данных с оперативными транзакциями.

Технические средства для подключения к компьютеру интерактивных компьютерных терминалов прошли путь развития от телетайпов к простым алфавитно-цифровым дисплеям и, наконец, к современным интеллектуальным терминалам, основанным на технологии персональных компьютеров.

Оперативные базы данных хранились на магнитных дисках или барабанах, которые обеспечивали доступ к любому элементу данных за доли секунды. Эти устройства и программное обеспечение управления данными давали возможность программам считывать несколько записей, изменять их и затем возвращать новые значения оперативному пользователю. В начале системы обеспечивали простой поиск данных: либо прямой поиск по номеру записи, либо ассоциативный поиск по ключу.

Четвертое поколение (реляционные базы данных: архитектура «клиент - сервер», 1980—1995 гг.) явилось альтернативой низкоуровневому интерфейсу. Сегодня почти все системы баз данных обеспечивают интерфейс SQL. Кроме того, во всех системах поддерживаются собственные расширения, выходящие за рамки этого стандарта.

Пятое поколение (мультимедийные базы данных, с 1995 г.) связано с переходом от традиционных хранящих числа и символы к объектно-реляционным, содержащим данные со сложным поведением. Например, географам следует иметь возможность реализации карт,

специалистам в области текстов имеет смысл реализовывать индексацию и выборку текстов, специалистам по графическим образам стоило бы реализовать библиотеки типов для работы с образами.

Теперь мы находимся в начале шестого поколения систем, которые хранят более разнообразные типы данных (документы, графические, звуковые и видеообразы). Эти системы шестого поколения представляют собой базовые средства хранения для появляющихся приложений Интернета и Интранета. Основной целью становится удовлетворение персональных информационных потребностей человека как для профессиональной сферы, так и для бытовой.

РАЗДЕЛ 2. ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ОБЩЕСТВА

Деятельность отдельных людей, групп, коллективов и организаций сейчас все в большей степени начинает зависеть от способности эффективно использовать имеющуюся информацию. Отыскание рациональных решений в любой сфере требует обработки больших объемов информации, что подчас невозможно без привлечения специальных технических средств.

В середине XX в. возникли проблемы, которые можно отнести к «информационному кризису». Существенными стали противоречия между ограниченными возможностями человека по восприятию и переработке информации и существующими мощными потоками, и массивами хранящейся информации. Так, например, общая сумма знаний менялась вначале очень медленно, но уже с 1900 г. она удваивалась каждые 50 лет, к 1950 г. удвоение происходило каждые 10 лет, к 1970 г. - уже каждые 5 лет, с 1990 г. - ежегодно. Кроме того, существует большое количество избыточной информации, которая затрудняет восприятие полезной для потребителя информации.

Информационный кризис поставил общество перед необходимостью поиска путей выхода из создавшегося положения. Внедрение ЭВМ, современных средств переработки и передачи информации в различные сферы деятельности послужило началом нового эволюционного процесса в развитии человеческого общества, находящегося на этапе индустриального развития, называемого *информатизацией*.

Информатизация общества - организованный социально-экономический и научнотехнический процесс создания оптимальных условий для удовлетворения информационных потребностей и реализации прав граждан, органов государственной власти, органов местного самоуправления,

организаций, общественных объединений на основе формирования и использования информационных ресурсов [10].

Информатизация общества является одной из закономерностей современного социального прогресса.

При *информатизации общества* основное внимание уделяется комплексу мер, направленных на обеспечение полного использования достоверного, исчерпывающего и своевременного знания во всех видах человеческой деятельности.

Информатизация общества направлена на скорейшее овладение информацией для удовлетворения своих потребностей. В понятии «*информатизация общества*» акцент надо делать не столько на технических средствах, сколько на сущности и цели социальнотехнического прогресса.

2.1. Переход к информационному обществу

Усложнение социальной, экономической и политической жизни, индустриального производства, изменение динамики процессов во всех сферах деятельности человека привели к росту потребностей в знаниях и стимулировали создание новых средств и способов удовлетворения этих потребностей. В свою очередь ускоренное развитие компьютерной техники и информационных технологий послужило толчком к развитию общества, построенного на использовании различной информации и получившего название информационного общества.

В информационном обществе изменятся весь уклад жизни, система ценностей, возрастет значимость культурного досуга по отношению к материальным ценностям. По сравнению с индустриальным обществом, где все направлено на производство и потребление товаров, в информационном обществе производятся и потребляются интеллект, знания, что приводит к увеличению доли умственного труда. От человека потребуется способность к творчеству, возрастет спрос на знания.

Материальной и технологической основой информационного общества станут различного рода системы на базе средств компьютерной техники и телекоммуникационных сетей. В связи с этим определяющее значение в жизни общества приобретают автоматизированные (компьютерные) информационные и коммуникационные технологии [10].

Информационное общество - общество, в котором большинство работающих занято производством, хранением, переработкой и реализацией информации, особенно

высшей ее формы - знаний.

В современных исследованиях выделяются отличительные черты информационного общества:

- обеспечение приоритета информации по сравнению с другими ресурсами;
- информационная экономика становится главной формой развития;
- в основу общества будут заложено использование знаний;
- информационная технология приобретает глобальный характер, охватывая все сферы социальной деятельности человека;
- формируется информационное единство всей человеческой цивилизации;
- с помощью средств информатики реализуется свободный доступ каждого человека к мировым информационным;
- реализуются гуманистические принципы управления обществом и воздействия на окружающую среду.

Для информационного общества характерно обеспечение требуемой степени информированности всех его членов, возрастание объема и уровня информационных услуг, предоставляемых пользователю. Информационное общество в теоретическом аспекте характеризуется высокоразвитой информационной сферой (инфосферой), которая включает деятельность человека по созданию, переработке, хранению, передаче и накоплению информации.

Современное общество все более приобретает черты информационного общества.

2.2. Формирование информационной культуры

В период перехода к информационному обществу необходимо подготовить человека к быстрому восприятию и обработке больших объемов информации, овладению им современными средствами, методами и технологией работы. Человек должен иметь определенный уровень культуры по обращению с информацией. Для отражения этого факта был введен

термин «информационная культура».

Информационная культура - умение целенаправленно работать с информацией и использовать для ее получения, обработки и передачи автоматизированную (компьютерную) информационную технологию, современные технические средства и методы.

Для свободной ориентации в информационном потоке человек должен обладать информационной культурой как одной из составляющих общей культуры. Информационная культура связана с

социальной природой человека. Она является продуктом разнообразных творческих способностей человека и проявляется в следующих аспектах:

- в конкретных навыках по использованию технических устройств (от телефона до персонального компьютера и компьютерных сетей);
- в способности использовать в своей деятельности автоматизированную (компьютерную) информационную технологию, базовой составляющей которой являются многочисленные программные продукты;
- в умении извлекать информацию из различных источников (периодические издания, электронные ресурсы);
- в умении представлять информацию в понятном виде, во владении основами аналитической переработки информации;
- в умении работать с различными видами информации.

Информационная культура вбирает в себя знания из тех наук, которые способствуют ее развитию и приспособлению к конкретному виду деятельности (информатика, вычислительные системы и сети телекоммуникаций, информационные технологии, математика, базы данных и ряд других дисциплин). Неотъемлемой частью информационной культуры являются знание новой информационной технологии и умение ее применять как для автоматизации прикладных информационных процессов.

2.3. Становление информационной экономики

данных;

- производство информационных продуктов (баз данных и знаний, мультимедийных продуктов и информационных технологий);
- оказание информационных услуг пользователям.

Информационная экономика имеет ряд принципиальных особенностей [13].

1. Информационное производство, информационные продукты и услуги являются чрезвычайно *наукоемкими*. Поэтому их качество и конкурентоспособность на внутреннем и внешнем рынках существенным образом зависят от уровня технологического развития той или иной страны, от уровня развития и использования новых информационных технологий.
2. Продукция информационной экономики является сегодня важнейшим фактором для ускоренного развития ряда других областей общественного хозяйства - промышленности, строительства, транспорта, добывающих отраслей.
3. Информационная экономика отличается исключительно высокой *динамичностью* смены моделей и даже целых поколений

своей продукции, опережая в этой части все другие секторы развития экономики.

4. Многие виды информационной продукции и информационные технологии по своим функциональным возможностям являются изделиями *двойного применения*, которые могут использоваться как в гражданских, так и в военных целях. Поэтому, развитие информационной экономики самым тесным образом связано с развитием военно-промышленного комплекса той или иной страны и в значительной степени определяет ее обороноспособность и уровень обеспечения национальной безопасности.

5. Информационная экономика обеспечивает создание инструментальных средств для производства и эффективного использования *знаний*. Все это создает предпосылки для экономии других видов ресурсов развития общества (сырья, энергии, материальных и людских ресурсов).

6. Развитие информационной экономики создает *новую структуру занятости населения*, стимулирует развитие новых форм индивидуального труда и творчества, формирования новой информационной культуры общества и новых духовных ценностей.

7. Информационная экономика имеет дело с весьма специфическим видом ресурсов общества - *информационным ресурсом*, который обладает особыми свойствами при его тиражировании, распространении и использовании в качестве товара. Эти свойства и особенности еще недостаточно учитываются в правовой сфере общества.

По многим прогнозам, ожидается, что XXI век будет периодом формирования *глобального автоматизированного информационного пространства*, которое и станет не только основой для дальнейшего развития экономики многих стран мира, но также и ареной борьбы за сферы влияния в этом мире. Развитие информационной экономики и место тех или иных стран в новом глобальном информационном пространстве приобретают решающее значение в их геополитике.

2.4. Технологизация социального пространства они оказывают наибольшее воздействие на развитие культуры общества, экономики и производства, социальный уклад жизни людей и стереотипы их поведения

Основные направления развития информационной техники и информационных технологий массового применения направлены на дальнейшую технологизацию:

- развитие технических средств информатизации массового применения, в том числе средств, создаваемых на новых физических принципах;
- развитие глобальных информационно-телекоммуникационных сетей и сетевых телекоммуникационных технологий;
- развитие новых систем глобального телевидения;
- развитие интеллектуальных систем и технологий их массового применения непрофессиональными пользователями.

В области развития *средств информатизации* прогнозируется дальнейший рост массового производства и распространения персональных ЭВМ и встраиваемых микропроцессоров, а также создание глобальных и региональных сетей обмена информацией. Здесь достаточно указать на стремительное развитие сети Интернет, сегодня фактически представляющую собой глобальную мировую информационную систему.

В ближайшие годы на компьютерном рынке ожидается появление *сверхпортативных* и сравнительно недорогих персональных компьютеров типа Notebook, которые обеспечат принципиально новые возможности для работы, творчества и получения образования в домашних условиях.

Общей тенденцией развития средств информационной техники и информационных систем различного назначения (радио- и телефонной связи, видеосистем и устройств, кино-, фото-, измерительной и копировальной аппаратуры, издательской техники и т. п.) стал массовый *перевод ее на цифровую элементную базу*, использование компьютерного микропрограммирования и цифровых методов передачи и хранения информации.

Таким образом, арсенал создаваемых человеком технических средств, которые в ближайшем будущем необходимо будет рассматривать как средства информационных технологий, быстро расширяется.

В области *информационных технологий* широкого применения в ближайшие годы следует ожидать существенного расширения функциональных возможностей по обработке изображений, речевой информации, полнотекстовых документов, результатов научных измерений и массового мониторинга. Новое развитие получают электронные библиотеки текстовой, аудио- и видеоинформации, а также электронные полнотекстовые архивы.

Продолжаются поиски эффективных методов формализованного представления знаний, в том числе нечетких и плохо формализуемых, а также методов использования знаний при автоматизированном

решении сложных задач в различных сферах социальной практики. Одновременно с этим бурно развиваются информационные технологии решения задач ситуационного управления, а также информационные технологии для поддержки принятия управленческих решений.

Таким образом, современные достижения и перспективы развития информационных технологий определяют переход общества к информационному, формирование информационных культуры, экономики, т.е. технологизацию социального пространства.

РАЗДЕЛ 3. ОСНОВНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Процессы, связанные с информацией, будем называть *информационными процессами*.

К основным информационным процессам относятся действия с информацией:

- сбор;
- обмен;
- накопление;
- хранение;
- обработка;
- выдача.

В ходе эволюции человечества просматривается устойчивая тенденция к автоматизации информационных процессов, что нашло отражение в автоматизированных информационных технологиях.

3.1. Сбор информации

Процесс *сбора информации* представляет собой деятельность субъекта, целью которой является получение сведений об интересующем его объекте.

Сбор информации может производиться или человеком, или с помощью технических средств и систем - аппаратно. Например, пользователь может получить информацию о движении поездов или самолетов сам, изучив расписание, или же от другого человека непосредственно, либо через какие-то документы, составленные этим человеком, или с помощью технических средств (автоматической справки, телефона и т. д.).

Из изложенного выше следует вывод, что система сбора информации может представлять собой сложный программно-аппаратный комплекс. Как правило, современные системы сбора информации не только обеспечивают кодирование информации и ее

ввод в ЭВМ, но и выполняют предварительную (первичную) обработку этой информации.

Сбор информации - это процесс получения информации из внешнего мира и приведение ее к виду, стандартному для прикладной информационной системы. Обмен информацией между воспринимающей информацией системой и окружающей средой осуществляется посредством сигналов.

Сбор и регистрация информации происходят по-разному в различных экономических объектах. Наиболее сложна эта процедура в автоматизированных управленческих процессах промышленных предприятий, фирм и т.п., где производятся сбор и регистрация первичной учетной информации, отражающей производственно-хозяйственную деятельность объекта.

Особое значение при этом придается достоверности, полноте и своевременности первичной информации. На предприятии сбор и регистрация информации происходят при выполнении различных хозяйственных операций (прием готовой продукции, получение и отпуск материалов и т.п.). Сначала информацию собирают, затем ее фиксируют. Учетные данные могут возникать на рабочих местах в результате подсчета количества обработанных деталей, прошедших сборку узлов, изделий, выявление брака и т.д.

Для сбора фактической информации производятся измерение, подсчет, взвешивание материальных объектов, получение временных и количественных характеристик работы отдельных исполнителей. Сбор информации, как правило, сопровождается ее регистрацией, т.е. фиксацией информации на материальном носителе (документе или машинном носителе). Запись в первичные документы в основном осуществляется вручную, поэтому процедуры сбора и регистрации остаются пока наиболее трудоемкими.

В условиях автоматизации управления предприятием особое внимание придается использованию технических средств сбора и регистрации информации, совмещающих операции количественного измерения, регистрации, накоплению и передаче информации по каналам связи в ЭВМ с целью формирования первичного документа.

Процесс сбора информации связан с переходом от реального представления предметной области к его описанию в формальном виде и в виде данных, которые отражают это представление.

Источниками данных в любой предметной области являются объекты и их свойства, процессы и функции, выполняемые этими объектами или для них. Любая предметная область рассматривается в виде трех представлений:

- реальное представление предметной области;
- формальное представление предметной области;
- информационное представление предметной области.

При сборе (извлечении) информации важное место занимают различные формы и методы исследования данных:

- поиск ассоциаций, связанных с привязкой к какому-либо событию;
- обнаружение последовательностей событий во времени;
- выявление скрытых закономерностей по наборам данных путем определения причинно-следственных связей между значениями определенных косвенных параметров исследуемого объекта (ситуации, процесса);
- оценка важности (влияния) параметров на развитие ситуации;
- классифицирование (распознавание), осуществляемое путем поиска критериев, по которым можно было бы относить объект (события, ситуации, процессы) к той или иной категории;
- кластеризация, основанная на группировании объектов по каким-либо признакам;
- прогнозирование событий и ситуаций.

Задача сбора информации не может быть решена в отрыве от других задач, в частности, задачи обмена информацией (передачи).

Обмен информацией представляет собой процесс, в ходе которого источник информации ее передает, а получатель - принимает.

Если в передаваемых сообщениях обнаружены ошибки, то организуется повторная передача этой информации.

В результате обмена информацией между источником и получателем устанавливается своеобразный “информационный баланс”, при котором в идеальном случае получатель будет располагать той же информацией, что и источник.

Обмен информации производится с помощью сигналов, являющихся ее материальным носителем. Источниками информации могут быть любые объекты реального мира, обладающие определенными свойствами и способностями.

Если объект относится к неживой природе, то он вырабатывает сигналы, непосредственно отражающие его свойства. Если объектом-источником является человек, то вырабатываемые им сигналы могут не только непосредственно отражать его свойства, но и соответствовать тем знакам, которые человек вырабатывает с целью обмена информацией.

Необходимость передачи информации для различных экономических объектов обосновывается по-разному. Так, в автоматизированной системе управления предприятием она вызвана тем, что сбор и регистрация информации редко территориально отделены от ее обработки. Процедуры сбора и регистрации информации, как правило, осуществляются на рабочих местах, а обработка - в вычислительном центре.

Передача информации осуществляется различными способами: с помощью курьера, пересылка по почте, доставка транспортными средствами, дистанционная передача по каналам связи.

Дистанционная передача по каналам связи сокращает время передачи данных. Для ее осуществления необходимы специальные технические средства. Некоторые технические средства сбора и регистрации, собирая автоматически информацию с датчиков, установленных на рабочих местах, передают ее в ЭВМ.

Взаимодействие между территориально удаленными объектами осуществляется за счет обмена данными. Доставка данных производится по заданному адресу с использованием сетей передачи данных.

В современных условиях большое распространение получила распределенная обработка информации, при этом сети передачи данных превращаются в информационно - вычислительные сети.

Информационно-вычислительные сети (ИВС) представляют наиболее динамичную и эффективную отрасль автоматизированной технологии процессов ввода, передачи, обработки и выдачи информации.

Важнейшим звеном ИВС является канал передачи данных, структурная схема которого представлена на Рис. 2.1.

В схеме канала передачи данных используются обозначения:

УПД — устройство подготовки данных;

НКС — непрерывный канал связи;

ДКС - дискретный канал связи;

УПДс — устройство повышения достоверности.

НКС



Рис. 2.1. Структурная схема канала передачи данных

Непрерывный канал связи (НКС) совместно с функционирующими на его концах модемами образует дискретный канал связи (ДКС). В

свою очередь, ДКС и устройства повышения достоверности (УПДс) образуют канал передачи данных.

Дистанционная передача постоянно развивается и совершенствуется. Особое значение этот способ передачи информации имеет в многоуровневых межотраслевых системах, где применение дистанционной передачи значительно ускоряет прохождение информации с одного уровня управления на другой и сокращает общее время обработки данных.

3.2. Накопление информации

Принятую информацию получатель может использовать неоднократно. С этой целью он должен зафиксировать ее на материальном носителе (магнитном, фото, кино и др.).

Процесс формирования исходного, несистематизированного массива информации, называется *накоплением информации*.

Среди записанных сигналов могут быть такие, которые отражают ценную или часто используемую информацию. Часть информации в данный момент времени особой ценности может не представлять, хотя, возможно, потребуется в дальнейшем.

3.3. Хранение информации

Хранение информации - это процесс поддержания исходной информации в виде, обеспечивающем выдачу данных по запросам конечных пользователей в установленные сроки.

Процесс хранения связан с необходимостью накопления и долговременного хранения данных, необходимостью комплектации первичных данных до их обработки, обеспечением их актуальности, целостности, безопасности, доступности.

Хранение информации осуществляется на машинных носителях в виде информационных массивов, где данные располагаются по установленному в процессе проектирования группировочному признаку.

Поиск данных - это выборка нужных данных из хранимой информации, включая поиск информации, подлежащей корректировке или замене запроса наружную информацию.

Хранение в настоящее время реализуется главным образом при использовании концепции *базы данных, склада (хранилища) данных*.

База данных_(БД) может быть определена как совокупность взаимосвязанных данных, используемых несколькими пользователями и хранящихся с регулируемой избыточностью.

Хранимые данные не зависят от программ пользователей, для модификации и внесения изменений применяется общий управляющий метод.

Банк данных - система, представляющая определенные услуги по хранению и поиску данных определенной группе пользователей по определенной тематике.

Система баз данных - совокупность управляющей системы, прикладного программного обеспечения, базы данных, операционной системы и технических средств, обеспечивающих информационное обслуживание пользователей.

Хранилище данных (ХД - используют также термины Data Warehouse, «склад данных», «информационное хранилище») - это база, хранящая данные, агрегированные по многим измерениям.

Основные отличия ХД от БД: агрегирование данных; данные из ХД никогда не удаляются; пополнение ХД происходит на периодической основе; формирование новых агрегатов данных, зависящих от старых - автоматическое; доступ к ХД осуществляется на основе многомерного куба или гиперкуба.

Альтернативой хранилищу данных является концепция витрин данных (Data Mart).

Витрины данных - множество тематических БД, содержащих информацию, относящуюся к отдельным информационным аспектам предметной области.

3.4. Обработка информации

Обработка информации - это упорядоченный процесс ее преобразования в соответствии с алгоритмом решения задачи.

Процесс обработки информации состоит в получении одних «информационных объектов» из других «информационных объектов» путем выполнения некоторых алгоритмов и является одной из основных операций, осуществляемых над информацией.

На самом верхнем уровне можно выделить числовую и нечисловую обработку. В указанные виды обработки вкладывается различная трактовка содержания понятия «данные».

При числовой обработке используются такие объекты, как переменные, векторы, матрицы, многомерные массивы, константы и т.д.

При нечисловой обработке объектами могут быть файлы, записи, поля, иерархии, сети, отношения и т.д.

Другое отличие заключается в том, что при числовой обработке содержание данных не имеет большого значения, в то время как при

нечисловой обработке нас интересуют непосредственные сведения об объектах, а не их совокупность в целом.

С точки зрения реализации на основе современных достижений вычислительной техники выделяют следующие виды обработки информации:

- последовательная обработка, применяемая в традиционной фоннеймановской архитектуре ЭВМ, располагающей одним процессором;
- параллельная обработка, применяемая при наличии нескольких процессоров в ЭВМ;
- конвейерная обработка, связанная с использованием в архитектуре ЭВМ одних и тех же ресурсов для решения разных задач, причем если эти задачи тождественны, то это последовательный конвейер, если задачи одинаковые - векторный конвейер.

Создание данных, как процесс обработки, предусматривает их образование в результате выполнения некоторого алгоритма и дальнейшее использование для преобразований на более высоком уровне.

Модификация данных связана с отображением изменений в реальной предметной области, осуществляемых путем включения новых данных и удаления ненужных.

Контроль, безопасность и целостность направлены на адекватное отображение реального состояния предметной области в информационной модели и обеспечивают защиту информации от несанкционированного доступа (безопасность) и от сбоев и повреждений технических и программных средств.

Поиск информации, хранимой в памяти компьютера, осуществляется как самостоятельное действие при выполнении ответов на различные запросы и как вспомогательная операция при обработке информации.

Поддержка принятия решения является наиболее важным действием, выполняемым при обработке информации. Широкая альтернатива принимаемых решений приводит к необходимости использования разнообразных математических моделей.

Создание документов, сводок, отчетов заключается в преобразовании информации в формы, пригодные для восприятия как человеком, так и компьютером. С этим действием связаны и такие операции, как обработка, считывание, сканирование и сортировка документов.

При преобразовании информации осуществляется ее перевод из одной формы представления или существования в другую, что

определяется потребностями, возникающими в процессе реализации информационных технологий.

Реализация всех действий, выполняемых в процессе обработки информации, осуществляется с помощью разнообразных программных средств.

После решения задачи обработки информации результат должен быть выдан конечным пользователям в удобной для пользователя форме. Эта операция реализуется в ходе решения задачи *выдачи информации*.

Выдача информации, как правило, производится с помощью технических устройств в виде текстов, таблиц, графиков и т.д.

3.5. Обобщенная структура технологического процесса в базовой информационной технологии

Успешное внедрение информационных технологий связано с возможностью их типизации. Конкретная информационная технология обладает комплексным составом компонентов, поэтому целесообразно определить ее структуру и состав.

Конкретная информационная технология определяется в результате компиляции и синтеза базовых технологических операций, специализированных технологий и средств реализации.

Технологический процесс - часть информационного процесса, содержащая действия (физические, механические и др.) по изменению состояния информации.

Информационная технология базируется на реализации информационных процессов, разнообразие которых требует выделения *базовых информационных процессов*, характерных для любой информационной технологии.

Базовый технологический процесс (Рис. 2.3) основан на использовании стандартных моделей и инструментальных средств.

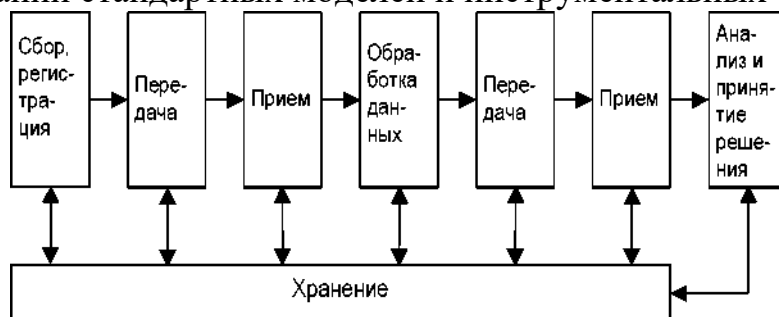


Рис. 2.3. Структура базового информационного технологического процесса

Базовый технологический процесс может быть использован в качестве составной части информационной технологии. К числу операций, составляющих базовый технологический процесс, можно отнести операции сбора, передачи, хранения, обработки и выдачи информации во всех ее возможных формах проявления (текстовой, графической, визуальной, речевой и т.д.).

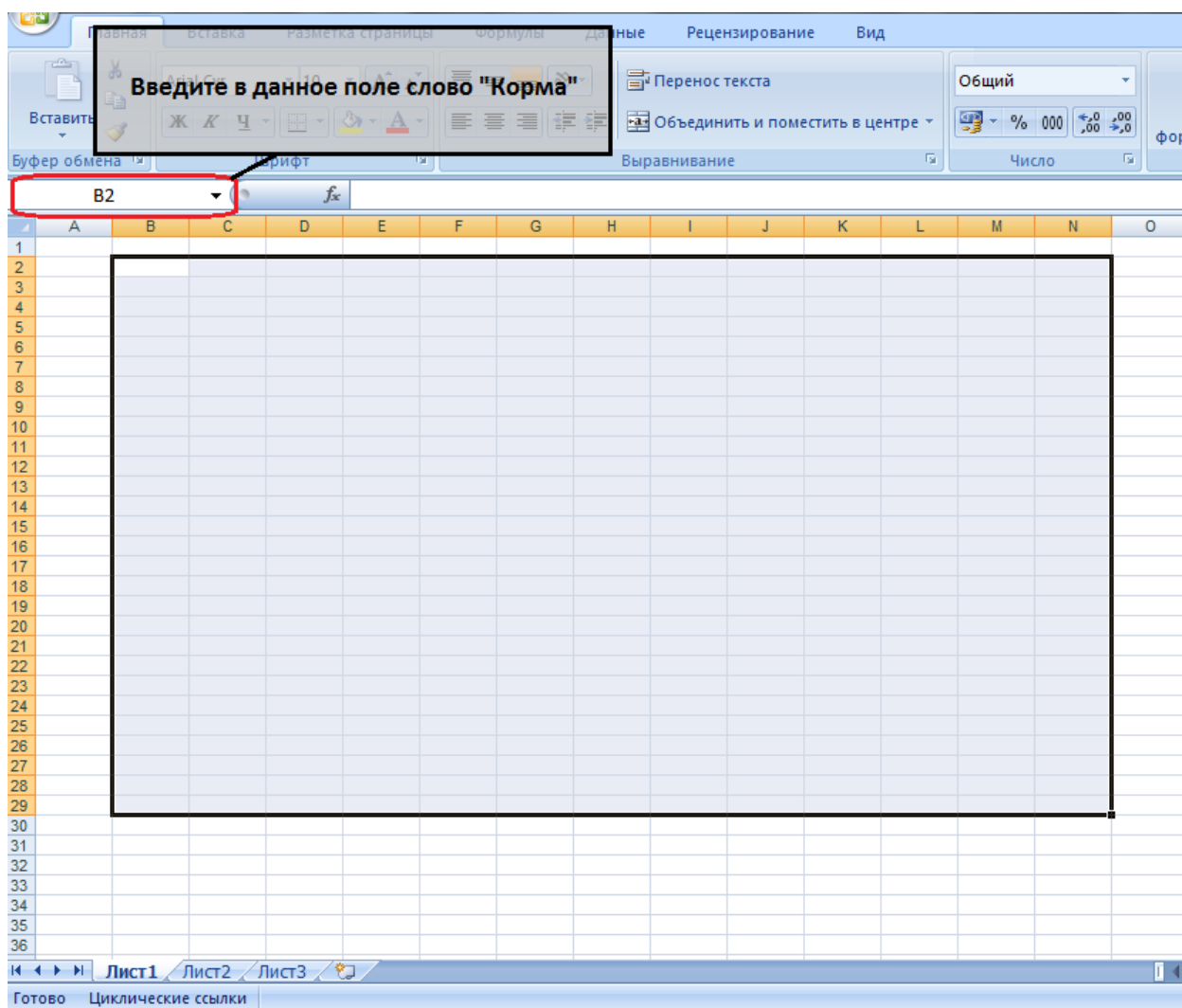
Таким образом, конкретные информационные технологии содержат в качестве основополагающих компонент базовые информационные процессы, реализуемые техническими, программными и организационно-методическими средствами в соответствии с общественными потребностями.

РАЗДЕЛ 4. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

ЗАНЯТИЕ № 1

Тема Создание базы данных кормов

1. Создайте новый документ MS Excel.
2. На странице №1 выделите массив ячеек «**B2:N29**». Наведите курсор мыши на окно отражающее название ячейки (рис. 1);



Введите вместо значения «**B2**» текст «**Корма**» и нажмите клавишу «**Enter**».

Вы создали именованную область, т.е. задали для массива ячеек уникальное имя. Вызов этого имени будет доступен из любой ячейки любого листа книги. Именованные области удобно

использовать при создании выпадающих списков и в качестве аргументов функций, т.к. при копировании формул или использовании автозаполнения, ссылка будет указывать точно на данный диапазон.

3. Задайте выделенной области внутренние и внешние границы;
4. Выделите массив ячеек «**B2:N2**» и задайте таким же образом имя «**Список_кормов**»;

Обратите внимание, что задать имя, состоящее из двух слов, не представляется возможным, поэтому вместо пробела для разделения слов используйте символ нижнего подчеркивания «_». В дальнейшем при вызове данного диапазона из формулы или при создании выпадающего списка, необходимо точно указывать имя диапазона с учетом регистра символов.

5. Заполните содержимое таблицы следующим текстом:

Таблица – База данных кормов

Показатель	Ячмень	Кукуруза	Горох	Силос люцерно- вый	Обрат	Шрот подсолне- чный	Силос кукурузный	Овес	Люцерна з/м	Свекла кормовая	Пшеница	Вика з/м
Кормовые единицы	1,15	1,33	1,18	0,19	0,13	1,03	0,2	1	0,22	0,17	1,27	0,17
Обменная энергия	12,7	13,67	13,06	2,15	1,51	12,54	2,6	10,78	1,99	1,94	13,73	1,99
Сухое вещество	850	850	850	250	90	900	250	850	250	170	850	220
Сырой протеин	113	103	218	38	37	429	25	108	50	16	149	49
Переваримый протеин	85	73	192	26	35	386	14	79	38	9	142	33
Лизин, г	4,1	2,1	14,2	0,5	2,9	14,2	0,5	3,6	1,9	0,5	3,9	2,2
Метионин+цистин	3,6	3,3	5,5	0,8	1,2	16,7	0,8	3,2	1,1	0,4	4,1	1,5
Сырая клетчатка	49	38	54	77	0	144	75	97	68	9	92	59
Соль поваренная	0		0		0	0			0	0		
Кальций	2	0,5	2	6,1	1,4	3,6	1,4	1,5	4,5	0,4	0,7	2,4
Фосфор	3,9	5,2	4,3	0,6	1	12,2	0,4	3,4	0,7	0,5	4,3	0,8
Железо, мг	50	303	60	70	0,8	332	61	41	34	8	50	55
Медь, мг	4,2	2,9	7,7	3,5	0,9	24,1	1	4,9	2,6	1,9	2,3	1,4
Цинк, мг	35,1	29,6	26,7	5,1	4,4	40,8	5,8	22,5	6,1	3,3	40	8,8
Марганец, мг	13,5	3,9	20,2	12,5	0,21	48,5	4	56,5	8,3	11,1	41,1	2,4
Кобальт, мг	0,26	0,06	0,18	0,03	0,07	0,416	0,02	0,07	0,55	0,1	0,03	0,02
Йод, мг	0,22	0,12	0,06	0,1	0,11	0,66	0,06	0,1	0,02	0,01	0,11	
Каротин, мг	0,5	6,8	0,2	40	0	3	20	1,3	44	0,1	10,2	47
Витамин А (ретинол), тыс. МЕ	0	2,2	0		0	0		0	0	0	0	
D (кальциферол), тыс. МЕ	0	0,3	0	85	20	5	50	0	2,5	0	0	2,2
E (токоферол), мг	50	22,6	53	50	0,6	3	46	12,9	50	0,7	13,3	16
B1	3,5	4	7,5	1,8	0,4	7	0,65	7,3	1,3	0,1	3,9	1,7
B2	1,1	1,2	2,3	3,9	1,8	3	1,75	1,1	4	0,25	1,1	3,5
B3	9,4	7,5	10	1,1	4,5	13	1,25	13	7,1	1,2	13,9	5
B4	1100	450	1600	4	120	2200	40	900	80	330	1014	115
B5	60	33,6	33,9	12	1	175	10,7	13	5	1,8	53	6,8
B12	0				3,6	0		0	0	0		0

6. Перейдите на страницу №2. В заданных ячейка подготовьте две одинаковые таблицы (табл. №2, №3);

Верхняя таблица будет использовать для выбора корма из выпадающего списка, отображения его питательности и балансировки рациона, нижняя только для отображения химического состава сбалансированного рациона;

Таблица – Химический состав кормов используемых для расчета рациона

A1																											
1																											
2		Технологическая группа																									
3		Возраст																									
4		Ж.м.																									
5		Тип рациона																									
6		Показатель	Требуется по норме																								
7		Суточная дача																									
8		Кормовые единицы																									
9		Обменная энергия																									
10		Сухое вещество																									
11		Сырой протеин																									
12		Переваримый протеин																									
13		Лизин, г																									
14		Метioniн-цистин																									
15		Сырая клетчатка																									
16		Соль поваренная																									
17		Кальций																									
18		Фосфор																									
19		Железо, мг																									
20		Медь, мг																									
21		Цинк, мг																									
22		Марганец, мг																									
23		Кобальт, мг																									
24		Иод, мг																									
25		Каротин, мг																									
26		Витамин А (ретинол), тыс. МЕ																									
27		Витамин D (кальциферол), тыс. МЕ																									
28		Витамин E (токоферол), мг																									
29		B1																									
30		B2																									
31		B3																									
32		B4																									
33		B5																									
34		B12																									

Таблица – Химический состав рациона

A37																											
37																											
38																											
39		Показатель	Требуется по норме																								
40		Суточная дача																									
41		Кормовые единицы																									
42		Обменная энергия																									
43		Сухое вещество																									
44		Сырой протеин																									
45		Переваримый протеин																									
46		Лизин, г																									
47		Метioniн-цистин																									
48		Сырая клетчатка																									
49		Соль поваренная																									
50		Кальций																									
51		Фосфор																									
52		Железо, мг																									
53		Медь, мг																									
54		Цинк, мг																									
55		Марганец, мг																									
56		Кобальт, мг																									
57		Иод, мг																									
58		Каротин, мг																									
59		Витамин А (ретинол), тыс. МЕ																									
60		Витамин D (кальциферол), тыс. МЕ																									
61		Витамин E (токоферол), мг																									
62		B1																									
63		B2																									
64		B3																									
65		B4																									
66		B5																									
67		B12																									

7. Сохраните документ под названием «Базы данных для кормов».

ЗАНЯТИЕ № 2

Тема: Создание выпадающего списка

Задание: Создать выпадающий список кормов

1. Откройте сохраненный ранее документ Excel.
2. Перейдите на страницу №2, где расположены 2 таблицы, подготовленные для расчета рациона.

Для удобства подстановки кормов в наш рацион, мы будем использовать выпадающий список. Так же, для этой цели можно просто копировать данные из Листа №1 и вставлять их значение в соответствующие ячейки, но этот способ малоэффективен.

Представьте, что Вам необходимо рассчитать рацион для нескольких технологических групп животных, в каждой из которых находятся подгруппы с разной живой массой и продуктивностью. Это потребует расчета десятка рационов. При этом, в каждой группе используются различные корма. Т.е. вместо удобного и быстрого выбора корма, Вам придется большую часть времени потратить на копирование и вставку из базы данных. Кроме того, при копировании большого объема данных возникают ошибки, приводящие к неправильному результату.

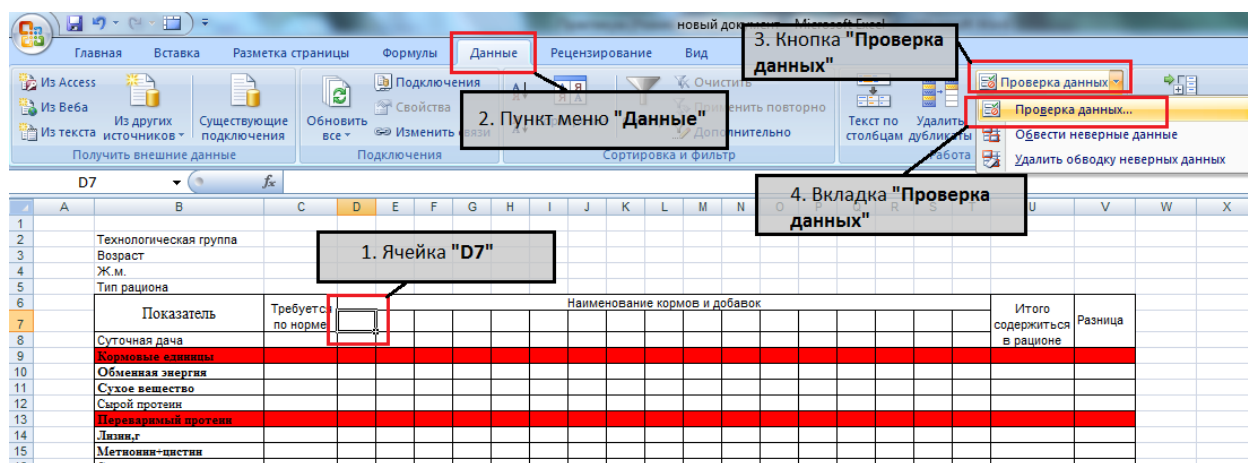
3. Для создания выпадающего списка необходимо задать собственно сам список.

Им может быть, как массив ячеек, так и именованная область. В предыдущем занятии именно такую область мы и создали.

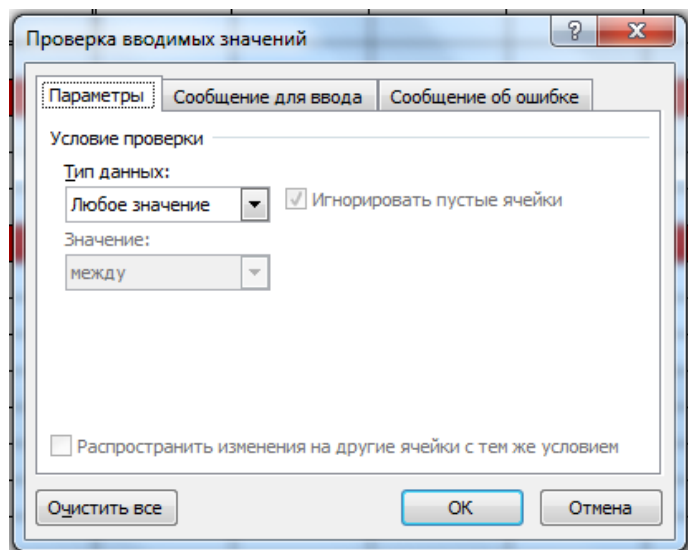
Список кормов, используемых в рацион мы разместим в диапазоне «D7:M7», ячейки диапазона «N7:T7» будут

использоваться для балансирования микро, макроэлементов и витаминов

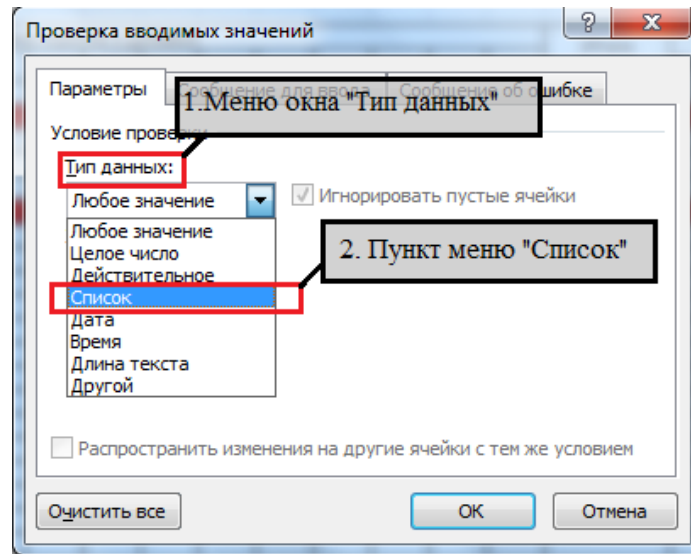
- 1) Выделите ячейку D7;
- 2) В меню программы выберите вкладку данные;
- 3) Нажмите кнопку «Проверка данных»;
- 4) В выпадающем списке выберите вкладку «Проверка данных»



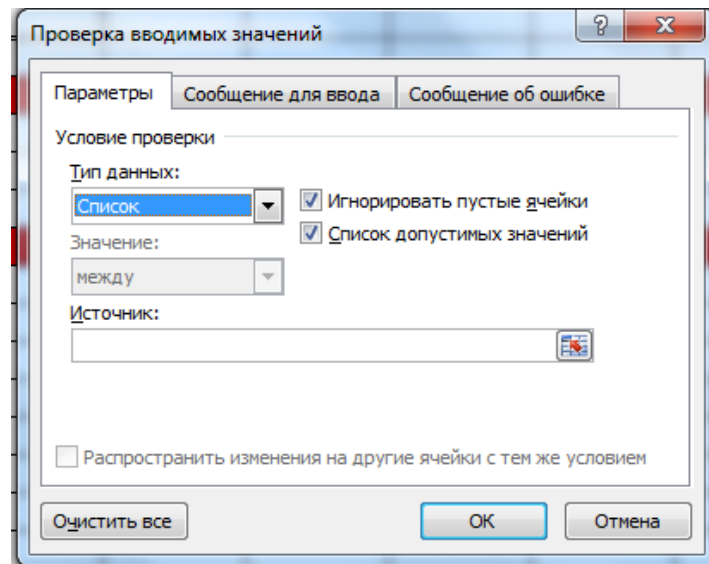
4. Откроется новое диалоговое окно:



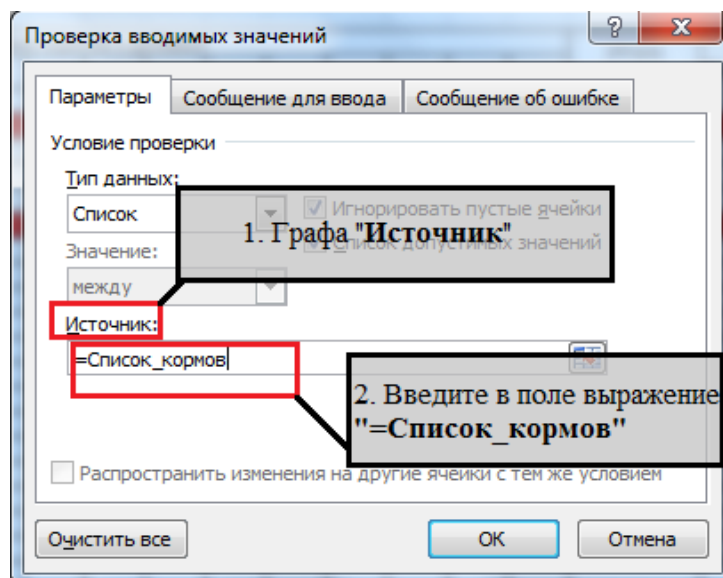
5. В пункте «Тип данных» имеется выпадающий список, при нажатии на которой Excel предлагает выбрать один из способов проверки данных. Нас интересует пункт «Список»:



6. Теперь данное окно будет выглядеть так:



7. В графе источник необходимо ввести следующую формулу:
«=Список_кормов».



8. Нажмите кнопку «**ОК**»;

Теперь при активации ячейки «D7», в ней будет отражаться список кормов, который находится в именованной области «Список_кормов». Еще раз обратите внимание, что в поле «Источник» необходимо вводить точное имя именованной области, соблюдая регистр и используя все необходимые знаки.

9. Скопируйте ячейку «D7» и вставьте ее значение в диапазон «E7:M7».

10. Сохраните документ.

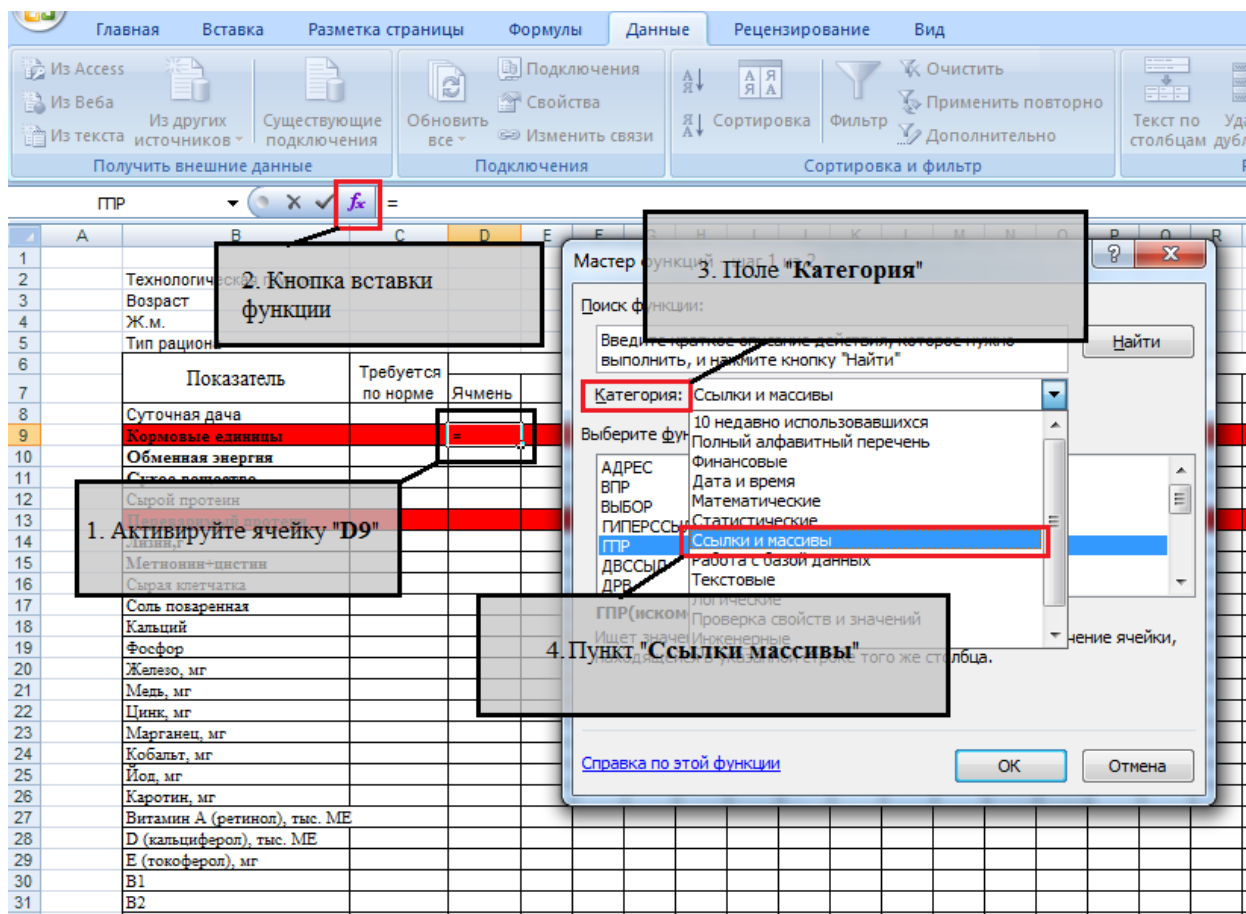
ЗАНЯТИЕ № 3

Тема: Поиск и подстановка показателей питательности корма с использованием функции «ГПР»

1. Откройте ранее сохраненный документ;
2. В верхней таблице выделите ячейку «D7», в открывшемся списке кормов выберите «ячмень»;
3. Активируйте функцию «ГПР» в ячейке «D9»:
 - 1) Активируйте ячейку «D9»;
 - 2) Нажмите на кнопку «Вставить функцию»;

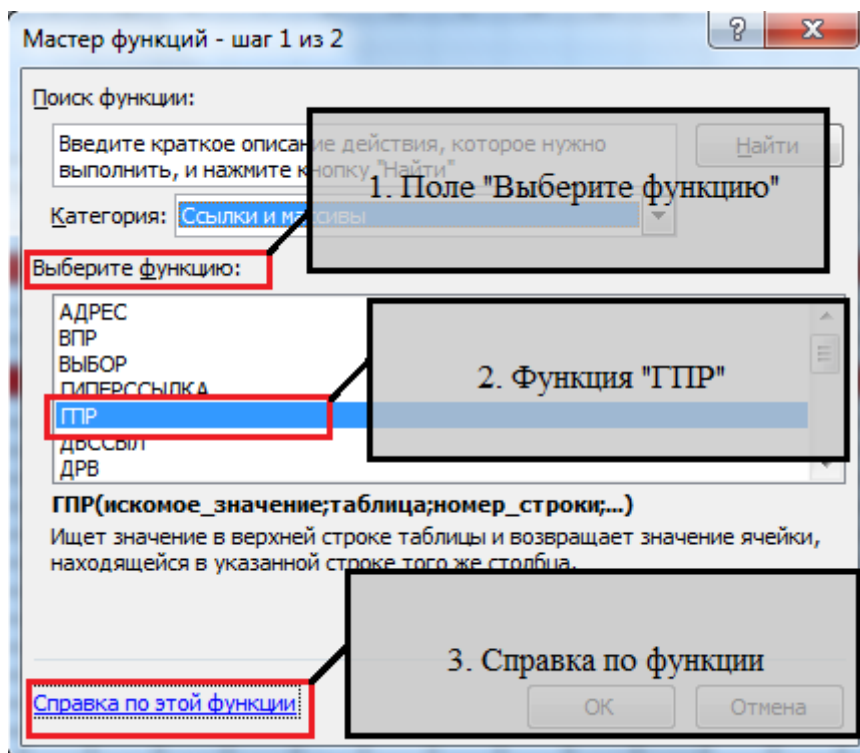
3) В открывшемся диалоговом окне найдете поле «категории»;

4) Выберите пункт «ссылки и массивы»;



5. В поле «Выберите функцию» найдите пункт «ГПР»;

6. Внимательно изучите справку по этой функции, после чего нажмите кнопку «ОК»;



7. Теперь перед Вами открыто диалоговое окно функции, облегчающее ее использование;

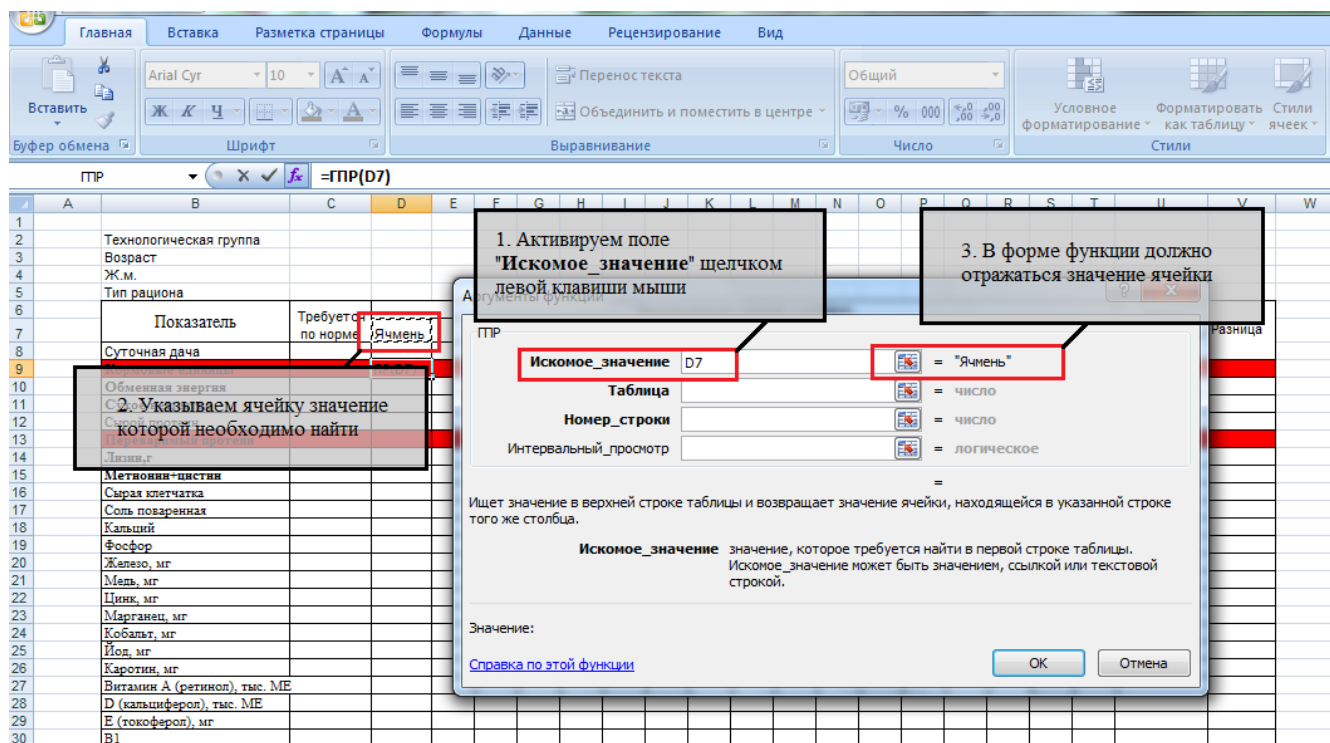
Ввести функцию в ячейку можно набрав название функции в ячейке, но для этого необходимо знать ее синтаксис.

Работая с диалоговым окном удобно использовать компьютерную мышь, просто указывая необходимую ячейку или массив, но можно вводить адрес ячейки/массива вручную.

9. В поле искомое значение необходимо указать адрес ячейки, содержимое которой необходимо будет найти в нашей базе кормов. Это ячейка D\$7;

Вначале активируйте необходимое поле формы, щелкнув по нему указателем мыши. Теперь наведите указатель мыши на ячейку «D7» и щелкните левой клавишей мыши. В поле «Искомое значение» появится ссылка на выбранную вами ячейку, а в неактивном сером, поле после знака «=» будет

отображаться значение этой ячейки. Поставьте перед цифрой «7» знак «\$».



10. В поле «таблица» введите слово «**Корма**» или перейдите на страницу с базой данных кормов и выделите всю таблицу целиком;

11. В поле «номер строки» необходимо указать номер строки таблицы, в которой ведется поиск. Укажите вместо номера ячейку «**\$A9**» на странице №2;

12. В последнее поле формы введите слово «**ложь**» (логическое выражение «**ложь**» обеспечивает точный поиск в массиве ячеек, тогда как выражение «**истина**» - приближенное), и нажмите кнопку «**ОК**»;

13. В ячейку «**A9**» введите цифру «**2**», в ячейку «**A10**» цифру «**3**». Выделите обе ячейки, теперь вам доступна функция автозаполнения. Наведите указатель мыши на крестик справа внизу ячейки «**A10**», зафиксируйте его нажатием левой клавиши и не отпуская переместите

до ячейки «A35», вы примените автозаполните данного массив ячеек цифрами с «2» до «28»;

14. Ячейка «D9», теперь отображает содержание кормовых единиц в корме, название которого вы указали в ячейке «D7» (*Попробуйте поменять в выпадающем списке корм на любой другой и вы увидите, что значение ячейки «D9» тоже будет меняться*). Используя функцию автозаполнения ячеек, примените только что введенную формулу ГПР для ячеек массива «D9:M35». Или скопируйте ячейку «D9» и вставьте ее в указанный диапазон;

15. Выделите ячейку «D40», введите формулу «=ЕСЛИ(D8="";"";ЕСЛИ(D8=0;"";D7))», используя автозаполнение примените эту формулу для диапазона ячеек «D40:T40»;

16. Выделите ячейку «D41», введите формулу «=ЕСЛИ(D8="";"";ЕСЛИ(D8=0;"";D8))», используя автозаполнение примените эту формулу для диапазона ячеек «D41:T41»;

17. Введите в ячейку «D42» формулу «=ЕСЛИ(D\$8=0;"";ЕСЛИ(D\$8="";"";ЕСЛИ(D9=0;"";ЕСЛИ(D9="";"";D\$8*D9))))», используя автозаполнение примените эту формулу для диапазона ячеек «D42:T68»;

Обратите внимание, что во второй таблице отражаются только те столбцы и строки, в результате вычислений которых, получаем данные отличные от нуля. Это достигается применением логической функции «ЕСЛИ», в нашем случае проверяющей содержит ли указанная ячейка «0» или пустое пространство.

18. Выделите ячейку «C42» и введите формулу «=C9», используя автозаполнение, примените данную формулу к диапазону ячеек «C42:C68»;

19. Выделите ячейку «U42» и введите формулу «=сумм(D42:T42)», используя автозаполнение, примените данную формулу к диапазону ячеек «U42: U68»;

20. Выделите ячейку «V42» и введите формулу «=U42-C42», используя автозаполнение примените данную формулу к диапазону ячеек «V42: V68»;

21. Выделите ячейку «U9» и введите формулу «=U42», используя автозаполнение примените данную формулу к диапазону ячеек «U9: V35».

22. Используя справочник по кормлению с.-х. животных, заполните столбик «Требуется по норме» первой таблицы необходимыми данными и приступайте к балансированию рационов.

Для этого, выберите из выпадающего списка нужные вам корма. Следуйте следующим правилам:

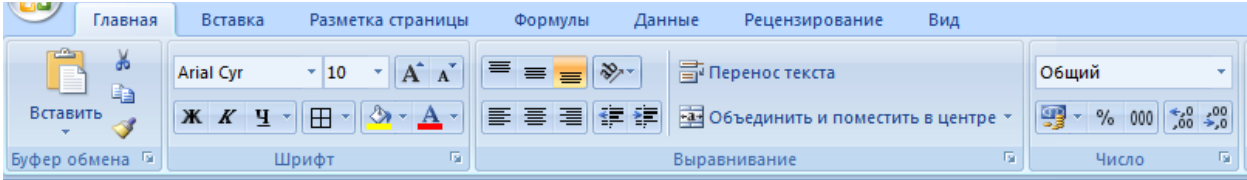
- 1. Первыми в рационе идут зерновые корма, затем грубые, и в последнюю очередь различные добавки и премиксы;*
- 2. Выбирая корма относящиеся к одной группе, например «зерновые», старайтесь взять корма с максимально различными показателями по кормовым единицам и переваримому протеину или с идентичными данными по кормовым единицам и значительно отличающиеся (на 40-60%) по переваримому протеину.*

23. Для баланса микро и макроэлементов, а также витаминов и аминокислот, нам необходимо знать их содержание в 1 кг соответствующей добавки. Так, при недостатке кобальта мы задаем в виде соли – «Углекислого кобальта», учитывая его концентрацию и доступность в данном соединении. Коэффициенты для перевода необходимого элемента в соль, Вы можете найти в справочниках по

кормлению. В учебных целях мы сбалансируем наш рацион по небольшому числу элементов.

24. Создайте новый лист, используя «горячие клавиши» - «**Shift+F11**», переименуйте его, присвоив новое имя - «**добавки**»;

25. Создайте таблицу следующего содержания:



	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2								
3								
4		Мел кормовой	Динатрий фосфат	Медь сернокислая	Цинк сернокислый	Хлористый марганец	Углекислый кобальт	
5	Кормовые единицы							
6	Обменная энергия							
7	Сухое вещество							
8	Сырой протеин							
9	Переваримый протеин							
10	Лизинг							
11	Метионин+цистин							
12	Сырая клетчатка							
13	Соль поваренная							
14	Кальций	230						
15	Фосфор		210					
16	Железо, мг							
17	Медь, мг			237				
18	Цинк, мг				225			
19	Марганец, мг					278		
20	Кобальт, мг						451	
21								

26. Для диапазона ячеек «**B4:G4**», задайте именованную область «**список_добавок**», а для всей таблицы именованную область «**добавки**»;

27. Перейдите на лист с рационом, и в ячейках диапазона «**N7:T7**» создайте выпадающий список с названием кормовых добавок;

28. В верхней таблице рациона, используя функцию «**ГПР**», создайте автоматическую подстановку химического состава выбранной добавки;

Теперь вы можете осуществлять баланс кормовых добавок, таким же образом, как и остальных кормов.

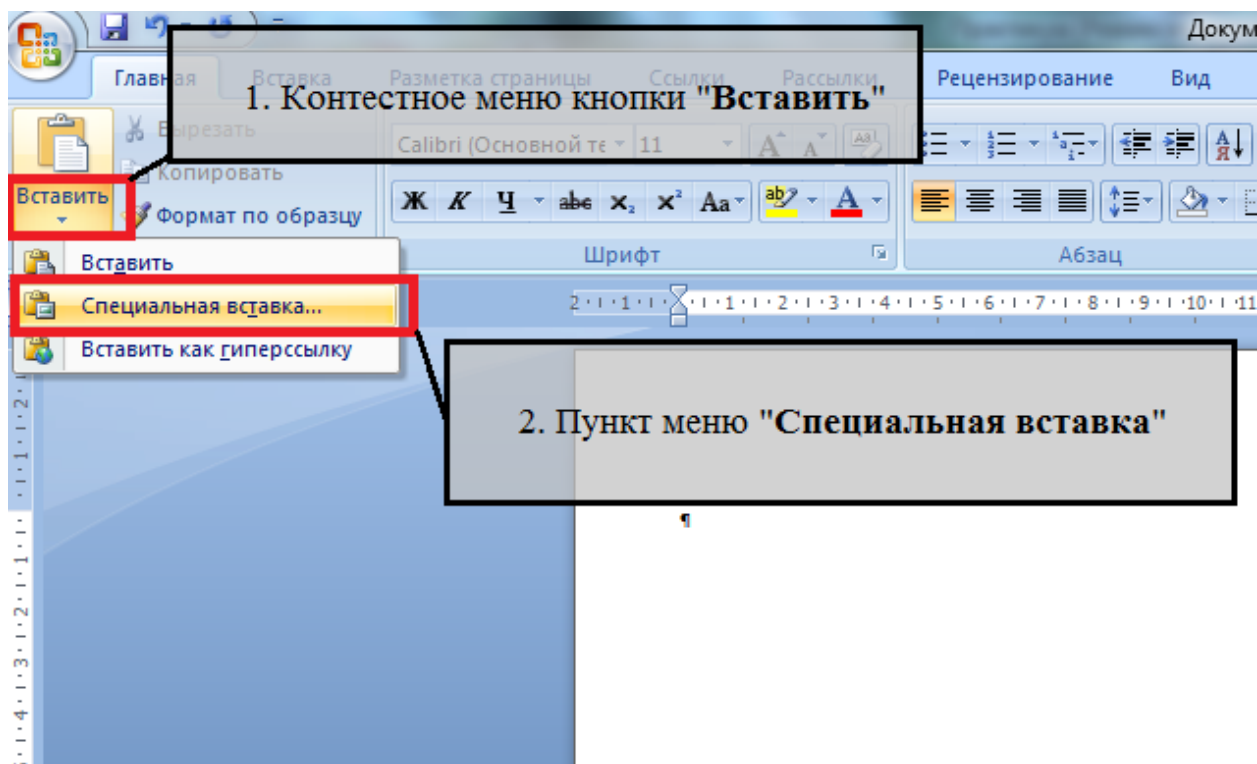
23. Сбалансируйте 5-6 рационов, выбирая различные корма. Для этого манипулируйте данными **!!!ТОЛЬКО ПЕРВОЙ ТАБЛИЦЫ!!!**, изменяя наименования кормов и их суточную дачу.

ЗАНЯТИЕ № 4

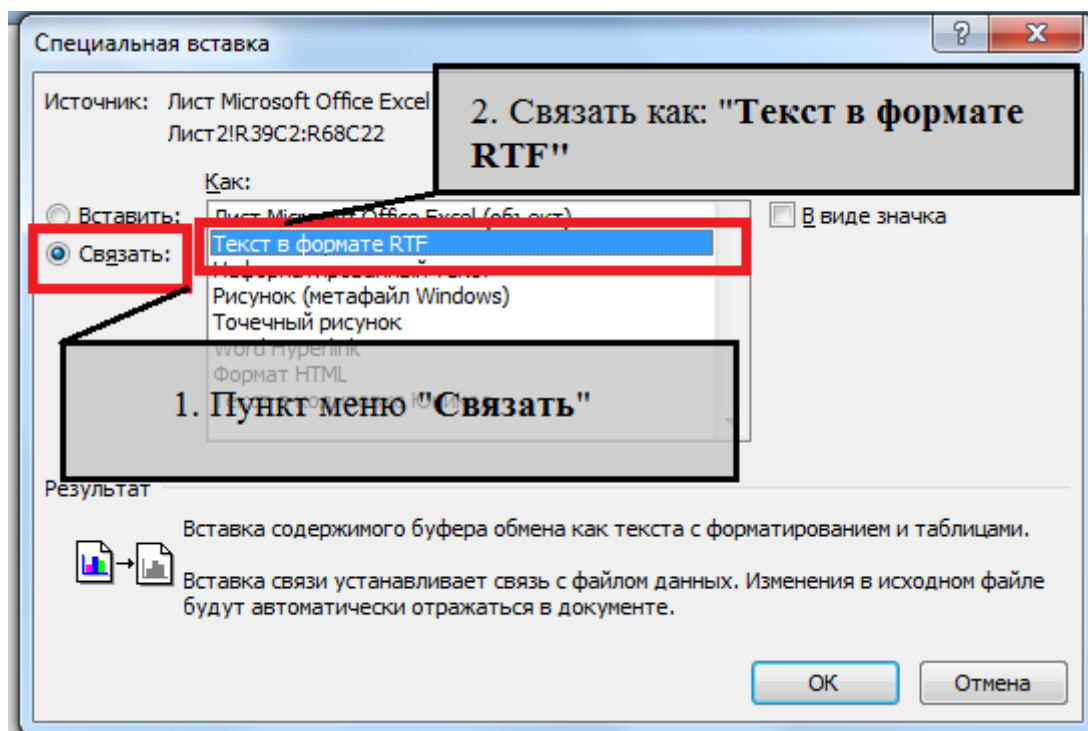
Тема: Организация связей между приложениями Excel и Word. Вывод полученных результатов на печать.

В производственной деятельности, часто возникает необходимость распечатать результаты вычислений. Однократно произвести такую операцию из Excel не представляет сложности. Но при необходимости периодически распечатывать один и тот же документ с изменениями в вычислениях удобнее из приложения Word. Это позволит создать документ в одном стиле, и при следующих обновлениях сохранить форматирование таблиц, текста и других элементов.

1. Откройте документ Excel с рационом, выделите и скопируйте нижнюю таблицу где отражены результаты вычислений;
2. Создайте новый документ в приложение Word;
3. Нажмите на иконку, раскрывающую контекстное меню кнопки **«Вставить»**;
4. Выберите пункт **«Специальная вставка»**;



5. В открывшемся окне выберите пункт «**Связать**» - это обеспечит обновление документа Word при изменениях, вносимых в документе Excel;
6. Наиболее целесообразно использовать «**Связать как: Текст в формате RTF**» - это наиболее удобный формат, т.к. вставленный текст не отличается от обычного текста Word и очень гибок в настройках.



7. Придайте нужный формат таблице, так, чтобы она размещалась на одной странице (измените шрифт, его размер, междустрочный интервал, свойства таблицы и т.д.).

8. Вернитесь в документ Excel, измените Ваш рацион, сохраните изменения. Word автоматически обновит связи и подставит новые значения.

Процесс обновления связей может занять значительное время, если документ источник закрыт. Для ускорения процесса обновления связей, откройте сначала документ - источник, а затем документ, где должны обновиться связи.

9. Откройте документ Word, объедините в нем несколько ячеек, сохраните и закройте. Откройте документ вновь, при его загрузке появится диалоговое окно с предложением обновить связи. Обновите и посмотрите на результат.

Обратите внимание, что в результате объединения или удаления ячеек во вставленной Вами таблице, во время следующего

обновления могут возникнуть серьезные ошибки (в виде продублированных или удаленных данных, вставки значений в несоответствующие ячейки и т.д.). Кроме того, при обновлении документов может сбрасываться формат таблицы и ее вновь приходится форматировать – это минусы данного способа объединения документов различных приложений. Суммируя плюсы и минусы данного способа, можно констатировать, что он подходит для вставки небольших таблиц, с незначительным числом столбцов и простой структурой.

10. Еще одним способом связи документов Word и Excel, является создание в документе Word таблицы Excel. Данный способ подходит для больших таблиц со сложной структурой.

Список литературы

1. Информационные технологии в науке и производстве: учебное пособие / составитель Т. Ю. Гусева. — пос. Караваево : КГСХА, 2020. — 149 с.
2. Персова, М. Г. Современные компьютерные технологии [Электронный ресурс]: Конспект лекций / М. Г. Персова, Ю. Г. Соловейчик, П. А. Домников; Персова М. Г. - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014. - 80 с.
3. Филинская, О. В. Информационные технологии в животноводстве: практикум: учебное пособие / О. В. Филинская. — Ярославль : Ярославская ГСХА, 2019. — 58 с.
4. Хорошайло, Т. А. Информационные технологии в зоотехнии : учебное пособие для вузов / Т. А. Хорошайло, Ю. А. Алексеева. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 124 с.
5. Методы исследования и моделирования информационных процессов и технологий: лабораторный практикум / Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет», Министерство образования и науки Российской Федерации ; авт.-сост. Г.В. Шагрова, М.Г. Романенко и др. - Ставрополь : СКФУ, 2016 - 241 с.

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Д.А. Ранделин
А.И. Новокщенова
В.Н. Агапова
Ю.В. Кравченко

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по изучению дисциплины

«Декоративное рыбоводство»

для обучающихся по направлению подготовки
35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура»
(программа подготовки – прикладной бакалавриат)

Часть 2

Компьютерная верстка Развозжаевой М. В.
Подписано в печать 15.02.2021. Формат 60х84/16.
Усл. печ. л. 1,63. Тираж 100. Заказ 55.
ИПК ФГБОУ ВО «Волгоградский ГАУ» «Нива»
400002, Волгоград, пр-т Университетский, 26

