

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Е. В. Шахова

ОЗЕРНОЕ РЫБОВОДСТВО

Учебно-методическое пособие по лабораторным работам для студентов,
обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки
35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура

Калининград
2023

Рецензент

кандидат биологических наук, доцент кафедры водные биоресурсы и аквакультура ФГБОУ ВО «КГТУ» О.Е. Гончаренок

Шахова, Е. В.

Озерное рыбоводство: учеб.-методич. пособие по лаб. работам для студ. бакалавриата по напр. подгот. 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура / **Е. В. Шахова.** – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 67 с.

Учебно-методическое пособие является руководством по проведению цикла лабораторных работ по дисциплине «Озерное рыбоводство». Представлены учебно-методические материалы по выполнению лабораторных работ, включающие подробный план по каждой изучаемой теме, контрольные вопросы, список рекомендованной литературы.

Табл. 12, список лит. 7 – наименований

Локальный электронный методический материал. Учебно-методическое пособие по лабораторным работам. Рекомендовано к использованию в учебном процессе методической комиссией института рыболовства и аквакультуры ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 08 июня 2023 г., протокол № 14

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1.....	7
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2.....	16
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3.....	22
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4.....	32
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5.....	52
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6.....	59
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	65
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	66

ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие разработано для направления подготовки 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура (для очной и заочной форм обучения) по дисциплине «Озерное рыбоводство».

Дисциплина «Озерное рыбоводство» представляет собой компонент образовательной программы бакалавриата по направлению 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура, является дисциплиной элективного модуля 2 «Аквакультура» относится к блоку 1 части, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина «Озерное рыбоводство» формирует у учащихся готовность к участию в разработке биологических обоснований проектов озерных рыбоводных хозяйств, в изучении и разработке проектов предприятий товарного озёрного рыбоводства с использованием современного оборудования.

Целью освоения дисциплины является формирование знаний, умений и компетенций по озерному рыбоводству ценных промысловых видов рыб, основам проектирования и организации озерных рыбоводных хозяйств и методам управления рыбопродуктивностью озер.

Задачи освоения дисциплины:

1. Освоение знаний по основам устройства и биотехники выращивания гидробионтов в рыбоводных хозяйствах озерного типа;

2. Формирование умений и навыков по эксплуатации технических средств, биотехнических приёмов разведения и выращивания рыбы в озерных хозяйствах.

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать:

биологию и экологию основных объектов озерного рыбоводства;
современное состояние озерного рыбоводства и перспективы его разви-

тия;

зарубежный опыт в области озерного хозяйства;

основы озероведения;

основы проектирования и организации озерных рыбоводных хозяйств;

конструктивные особенности оборудования и его эксплуатации в озерных хозяйствах;

гидротехническое обустройство озер.

уметь:

обосновывать выбор объектов озерного рыбоводства с учетом их биологических особенностей;

эффективно использовать биопродукционные возможности водоемов;

определять категорию озерных вод по степени минерализации;

проводить контроль за абиотическим состоянием озерных хозяйств;

оценивать физиологическое состояние, выращиваемых объектов;

подбирать наиболее рациональную биотехнику для объектов озерного рыбоводства;

определять оптимальную плотность посадки рыбы при транспортировке;

проводить транспортировку рыбы.

владеть:

методами управления рыбопродуктивностью озер;

методами оценки физиологического состояния объектов озерного рыбоводства.

Дисциплина «Озерное рыбоводство» опирается на общепрофессиональные компетенции, знания, умения и навыки обучающихся, полученные на предыдущем уровне образования, при освоении программы бакалавриата, и компетенции, полученные при изучении таких дисциплин как «Ихтиология», «Рыбохозяйственная гидротехника», «Искусственное воспроизводство рыб», «Товарное рыбоводство», «Основы индустриальной аквакультуры», «Практикум по товарному рыбоводству».

Дисциплина является базой при изучении таких дисциплин как «Современные проблемы и перспективы развития аквакультуры», «Пастбищная аквакультура», «Товарное лососеводство», а также Производственная - преддипломная практика (научно-исследовательская работа).

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется через систему тестирования. Тестовые задания используются для оценки освоения всех тем дисциплины студентами очной и заочной формы обучения. Тесты сформированы на основе материалов лекций и вопросов, рассмотренных в рамках лабораторных занятий. Тестирование обучающихся проводится на лабораторных занятиях (в течение 10-15 минут, в зависимости от уровня сложности материала) после рассмотрения соответствующих тем. Тестирование проводится с помощью компьютерной программы Indigo (база тестов располагается на сервере кафедры).

Положительная оценка («отлично», «хорошо» или «удовлетворительно») выставляется программой автоматически, в зависимости от количества правильных ответов.

Градация оценок:

- «отлично» - свыше 85 %;

- «хорошо» - более 75%, но не выше 85%;

- «удовлетворительно» - свыше 65%, но не более 75%.

Промежуточная аттестация по дисциплине предусмотрена в виде:

очная форма, восьмой семестр – зачет;

заочная форма, девятый семестр – контрольная работа, зачет.

Зачёт студент получает после прохождения всех тестов на оценку не ниже «удовлетворительно», а также после выполнения заданий всех лабораторных работ.

Учебно-методическое пособие состоит из:

введения, где указаны: шифр, наименование направления подготовки; дисциплина учебного плана, для изучения которой оно предназначено; цель и планируемые результаты освоения дисциплины; место дисциплины в структуре ОПОП ВО; виды текущего контроля, последовательности его проведения, критерии и нормы оценки (отметки); форма проведения промежуточной аттестации; критерии и нормы оценки (текущей и промежуточной аттестации);

основной части, которая содержит методические рекомендации к каждой лабораторной работе;
заключения;
списка рекомендованных источников.

Лабораторная работа № 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕКТОВ ОЗЕРНОГО РЫБОВОДСТВА ПО БИОЛОГИЧЕСКИМ ОСОБЕННОСТЯМ ВИДОВ

Цель работы: приобрести навыки определения видов объектов озерного рыбоводства по их биологическим особенностям.

Материал и оборудование:

- 1) препараты и кладки икры представителей различных объектов озерного рыбоводства;
- 2) нерестовый субстрат различных объектов озерного рыбоводства;
- 3) фиксированные кормовые организмы различных объектов озерного рыбоводства;
- 4) таблицы с биологическими характеристиками различных объектов озерного рыбоводства.

Задание:

- 1) используя фиксированные наборы, таблицы с биологическими характеристиками объектов и теоретический материал, определить шесть видов различных объектов озерного рыбоводства.

Для выполнения задания необходимо:

- 1) изучить биологию объектов озерного рыбоводства, пользуясь теоретическим материалом и рекомендованной литературой;
- 2) изучить фиксированные наборы и таблицы с биологическими характеристиками различных объектов озерного рыбоводства;
- 3) определить шесть видов различных объектов озерного рыбоводства, представленных в фиксированных наборах;
- 4) ответить на вопросы для самопроверки.

Теоретический материал

Наряду с карпом и сазаном в озерных товарных хозяйствах выращивают обыкновенного и золотого карася, леща, пелядь, сига, озерную форель, линя, судака, щуку и др.

Карась обыкновенный или золотой (*Carassius auratus carassius*) – рыба семейства карповых (рисунок 1.1). Является одним из объектов озерного рыбоводства. Обитает исключительно в болотистых и низменных озёрах и реках.

Тело у обыкновенного карася высокое, сжатое с боков. Чешуя крупная и гладкая на ощупь, в боковой линии 31-36 чешуй. Спинной плавник длинный. Рот небольшой, конечный. Глоточные зубы однорядные. Окраска обыкновенного карася в разных водоемах в определенной степени варьирует от светло-желтых до оливково-зеленоватых тонов. Как правило, основной цвет тела желтый, спина темно-коричневая с зеленоватым отливом, бока желто-золотистые, брюхо светло-желтое.



Рисунок 1.1 – Карась обыкновенный

Обыкновенный карась неприхотлив к качеству воды и выдерживает низкие концентрации кислорода, растворенного в воде. В местах с суровым климатом караси впадают в зимнюю спячку, при этом выдерживают полное промерзание водоёма до дна.

Карась – пресноводная рыба, обитает в водоемах с развитой растительностью и илистым дном. Половой зрелости карась достигает на 3-4 году. Нерестится весной, обычно начало нереста происходит при прогреве воды до 16–18 °С. Нерест порционный. Икрометание происходит среди зарослей растительности, икринки клейкие, откладываются на растительный субстрат. Абсолютная плодовитость до 300 тыс. икринок. Питается, главным образом, различными донными беспозвоночными (ракообразными, личинками хирономид и других насекомых, моллюсками), в небольшом количестве потребляет растительную пищу и детрит.

Достигает в длину 50 см и массы тела 4 - 5 кг.

Лещ (*Abramis brama*) – относится к семейству карповых (рисунок 1.2). Пресноводная и полупроходная рыба. Ценный промысловый вид. Обитает в озёрах, прудах, реках, водохранилищах и солоноватых водах морей.

Тело высокое, сжатое с боков, с длинным анальным плавником. Хвостовой плавник довольно сильно вырезан, нижняя лопасть обычно длиннее верхней. Чешуя крупная, в боковой линии 49-60 чешуй. Рот полунижний, сильно выдвижной.

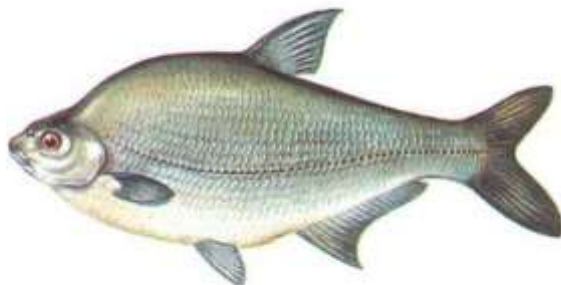


Рисунок 1.2 – Лещ

На брюхе позади брюшных плавников имеется киль, не покрытый чешуей. Глоточные зубы однорядные. Окраска несколько меняется с возрастом рыб,

у молоди – серебристо-серая, у взрослых крупных рыб – буровато-темная с желтоватым отливом. Плавники темные.

Лещ очень распространен благодаря искусственному разведению. Живет в глубоких и тихих низовьях рек с медленным течением и прогреваемой водой, в протоках, заводях, глубоких ямах, затопленных песчано-гравийных карьерах с мягким дном. Обитает во всех не форелевых долинных водохранилищах. Предпочитает глубинные участки, излучины, места выше плотин, донные углубления и ямы, всегда подальше от берега. В заросших водоемах встречается в зоне водной растительности.

Ведет стайный образ жизни. Размножается в весенне-летний период при температуре воды около 15 °С. Откладывает икру одной порцией. В южных районах характеризуется порционным икрометанием. Нерест происходит всегда на травянистых отмелях. Икра клейкая, откладывается на растительный субстрат. Плодовитость от 92 до 338 тыс. икринок. Абсолютная плодовитость крупных производителей может достигать 500 тыс. икринок. Половозрелым становится в возрасте 3 - 4 лет. Типичный бентофаг. Питается личинками комара, трубочниками, ракушками и улитками. Также может употреблять в пищу водоросли и планктон. Благодаря сильно выдвигному рту, он может захватывать пищевые объекты не только с поверхности дна, но и извлекать их из грунта.

Средняя длина 30-50 см, максимальная – 85 см. Достигает 8 кг массы и более.

Пелядь (*Coregonus peled*) – рыба семейства сиговые (рисунок 1.3). Озёрно-речная рыба, населяющая озёра и реки севера Евразии. Относится к числу ценных промысловых рыб, а также разводится искусственно.

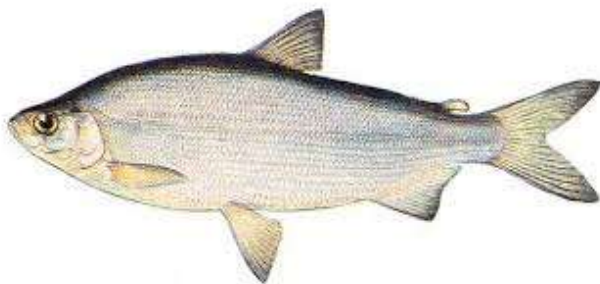


Рисунок 1.3 – Пелядь

Пелядь – высокотелая рыба. Ее легко отличить от других прогонистых сигов по конечному рту, верхняя челюсть которого лишь незначительно длиннее нижней, и большому числу жаберных тычинок (49–68). Между спинным и хвостовым плавниками находится жировой плавник. Чешуя плотно и крепко сидит на теле. Окраска пеляди серебристая с тёмно-серой спиной (темнее, чем у прочих сигов). На голове и спинном плавнике отмечаются мелкие чёрные точки.

Пелядь – стайная рыба, избегает мест с обильно развитой водной растительностью. В озерах половозрелые рыбы в летнее время предпочитают держаться разрозненно на глубоких местах. Молодь чаще можно встретить в прибрежной зоне со слабо развитой растительностью. Как правило, пелядь избегает

текучих вод, концентрируясь в поёмных озёрах, старицах, протоках. Нерестится пелядь также в озёрах. Эти особенности сделали пелядь желанным объектом акклиматизации в мелких озёрах прудового рыбоводства. В последнее время пелядью зарыбляют озёра северо-запада нашей страны, в которых раньше не было рыбы. Благодаря высокой пластичности и быстрому темпу роста пелядь широко акклиматизирована в озёрах и водохранилищах Центральной России.

Нерест осенний, в период ледостава, с ноября по декабрь на галечном или песчаном грунте при температуре воды около 1 °С. Самка откладывает икру желтоватого цвета, диаметром 1,3 – 1,5 мм, единовременно. Нерестует пелядь в течение жизни несколько раз, но не ежегодно. Плодовитость пеляди колеблется от 9 до 183 тыс. икринок. Инкубационный период икры длится около 6 – 8 месяцев. Личинки выклеваются весной, после схода льда. Питание их первоначально проходит за счет большого запаса питательных веществ в желточном мешке, затем по мере его рассасывания переходят на мельчайшие организмы зоопланктона. Развитие от малька до взрослой особи длится 6–7 мес. Возраст наступления половой зрелости пеляди в озерах – на четвертом году жизни. Пелядь питается в основном планктонными организмами. В осенне-зимний период значительное место в рационе занимают личинки хирономид, моллюски и донные виды ветвистоусых и веслоногих рачков. В желудках крупных рыб иногда встречается икра и молодь других видов (карася, окуня, плотвы). В период нереста не питается или питается очень слабо.

Пелядь отличается хорошим темпом роста. Самые крупные рыбы достигают длины 58 см и массы 2,7 кг, реже 4 – 5 кг. Обычно ее размеры не превышают 32 – 36 см.

Сиг (*Coregonus lavaretus*) – чрезвычайно полиморфный вид (рисунок 1.4). Ценный промысловый вид, численность которого повсеместно сокращается. Во многих озерах снижается разнообразие экологических форм.



Рисунок 1.4 – Сиг

Тело прогонистое, невысокое, покрыто достаточно крупной плотной чешуей, спинной и анальный плавники короткие, над анальным помещается маленький изогнутый жировой плавничок, хвост вильчатый. Голова небольшая. Рот маленький, верхняя челюсть заметно выдается над нижней. Окраска тела более или менее однотонная, серебристая. Спина – темная, иногда на щеках бывают темные пятна.

Многочисленные озерные формы отличаются большим разнообразием. В больших озерах они подразделяются на прибрежных, глубоководных и пелагических.

У озерных форм весь жизненный цикл проходит в озере. Ведут стайный образ жизни. Половой зрелости чаще достигают в возрасте 4 - 6 лет, известны пропуски нереста. Икрометание у всех сигов бывает в осенне-зимний период (октябрь - начало декабря), начинается при температуре воды ниже 4 - 6 °С в прибрежной зоне на песчаном или каменистом грунте. Икра донная, неклеякая, до 1 мм в диаметре. Плодовитость в зависимости от размеров сигов колеблется от 4 до 80 тыс. икринок, чаще 20 – 30 тыс. шт. Инкубационный период длится всю зиму, до схода льда и занимает 190 – 210 сут. Личинки на стадии вылупления имеют длину 8 - 11 мм и массу 5 - 6 мг. Личиночный период длится 30 – 40 сут. Мальковый этап начинается при длине 30 - 35 мм в возрасте 1 – 2 мес. и длится до года, когда появляются все внешние признаки взрослой особи. Молодь начинает питаться мелкими формами зоопланктона (коловратки, веслоногие и ветвистоусые ракообразные), потом в пище появляются личинки хирономид и других насекомых.

Взрослые особи отличаются разным характером питания в связи с большим количеством экологических форм – от типичных планктофагов до типичных бентофагов, изредка сиги хищничают и поедают икру других видов и свою собственную.

Это рыба не относится к крупным, ее длина не превосходит 50 см, максимальная масса – 6 кг.

Озерная форель (*Salmo trutta morpha lacustris*) – рыба, относящаяся к семейству лососевых. Озерная форель достаточно широко распространена. Встречается в озерах северо-запада нашей страны. Есть она и в ряде озер Финляндии, Швеции, Норвегии. Обитает в холодных озерах с чистой, прозрачной водой.

Форель обладает очень высокой пищевой ценностью, так как мясо ее содержит до 20 % процентов белков, усваивающихся человеческим организмом. Кроме того, форель оказалась довольно «легкой» рыбой для разведения в искусственных условиях. Все это привело к тому, что форель, наряду с карпом, стала самой популярной рыбой, разводимой в рыбных хозяйствах (рисунок 1.5).



Рисунок 1.5 – Форель

Благодаря широкому распространению ее морфология очень плохо поддается какому-то единому описанию, так как «экстерьер» каждый раз меняется, в зависимости от внешней среды обитания. Так, окрас форели может варьироваться в следующих диапазонах: спина может быть окрашена от оливково-зеленоватого до темно-синего спектра, бока всегда более светлые (чаще желто-зеленые) с пятнами красного, голубоватого или даже белого цвета. Брюшина всегда светлая (от сероватого до белого цвета). Брюшные плавники, как правило, желтого цвета. Спинные плавники всегда испещрены точками более темного цвета. У озерной форели, характерной для водоемов севера России рыло несколько вытянуто, а спинка немного выгнута. Крепкая голова, широкий рот, верхняя челюсть чуть выдается над нижней. Зубы сошниковые, крючковатые, расположены в два неравномерных ряда. Спинной плавник находится посередине спинки, жировой – ближе к слегка выямчатому хвостовому, грудные и брюшные закруглены, анальный хорошо развит.

Форель очень чувствительна к чистоте воды. Она является очень точным индикатором уровня загрязненности водоема. Форель любит холодную, богатую кислородом и быструю воду с твердым, каменистым дном. Любит укрытия в виде камней, коряг, изгибов дна и берега.

Нерестится озерная форель осенью (октябрь-февраль, в зависимости от региона) в быстрых, порожистых реках или ручьях, впадающих в озеро. Во время нагула брачный наряд очень ярок: серебристый цвет боков тела и брюха заменяется темно-серым у самок, у самцов появляются оранжевые полосы и яркие пятна, спинные плавники темнеют, а брюшные у самцов становятся оранжевыми или ярко-розовыми. Половой зрелости самка достигает, как правило, к третьему году жизни. Самцы же становятся половозрелыми на год раньше.

Озерные форели откладывают крупную (до 5 мм) икру оранжевого цвета на перекатах с галечным дном при температуре 8 – 10 °С. Как и кумжа, они зарывают ее в бугры. Плодовитость озёрной форели – около 5 000 икринок. Вышедшая из икры молодь превращается в пестряток. Часть молоди скатывается в озеро, а часть остается на месте нереста, тем самым пополняя местную популяцию.

По своей природе форель – хищник. Достигая достаточных размеров, она может питаться более мелкой рыбой: ельцом, гальяном. Кроме этого, форель не брезгует лягушками и даже птенцами. Молодь форели питается мелкими рачками, насекомыми и их личинками.

Размеры, в среднем, у форели достигают в длину до 30 - 40 см, массой — до 1 - 1,5 кг, хотя встречаются экземпляры до 1 метра длиной и до массы 20 кг.

Линь (*Tinca tinca*) – рыба семейства карповых. Ареал обитания линя очень широк. Его можно встретить в водоемах Европы и Сибири (вплоть до Байкала) (рисунок 1.6).

Тело линя высокое, его высота составляет не менее 30 % длины тела. Окраска спины темно-зеленая, бока оливково-зеленые с золотистым оттенком, брюхо светло-серое, плавники темно-серые.



Рисунок 1.6 – Линь

В целом, интенсивность окраски зависит от условий среды обитания: в реках и чистых озерах окраска светлее, чем у рыб, обитающих в заиленных и заросших растительностью водоемах. Чешуя у рыбы мелкая, плотно и глубоко сидящая в коже. Рот линя небольшой, конечный. В углах рта имеется пара усиков. В спинном плавнике три или четыре неветвистых и 7 - 9 ветвистых лучей, в анальном – три или четыре неветвистых и 6 - 8 ветвистых. У половозрелых самцов, в отличие от самок, второй неветвистый луч брюшного плавника сильно утолщен. Глоточные зубы однорядные.

Пресноводный вид. Ведет придонный образ жизни, преимущественно в слабопроточных участках водоемов с развитой растительностью. Нетребователен к качеству воды, в частности вынослив к низкому содержанию растворенного в воде кислорода. Размножается в весенне-летний период (май – июль), когда вода прогревается выше 19 °С. Нерест происходит в неглубоких участках водоема с хорошо развитой растительностью. Икра откладывается на растительный субстрат. Икрометание порционное. Абсолютная плодовитость может достигать 1 млн. икринок. Половое созревание наступает в возрасте 3 - 4 лет.

Линь рыба – бентофаг.

Максимальная длина 63,5 см, масса 8 кг.

Судак (*Stisostedion lucioperca*) – пресноводный вид, обитающий в реках, озерах, водохранилищах и распресненных участках морей. Тело данного вида удлинненное, сжатое с боков. Голова удлинненная, клиновидная. Рот большой, конечный. На челюстях имеются клыки (рисунок 1.7).



Рисунок 1.7 – Судак

Спинных плавников два, они разделены небольшим промежутком. Тело обыкновенного судака покрыто мелкой плотно сидящей чешуей. Хвостовой плавник с небольшой выемкой. По заднему краю предкрышки располагаются зазубрины. Жаберные тычинки имеют вид бугорков, на которых располагаются мелкие зубчики. Окраска спины зеленовато-серая, брюхо светлое. На боках тела располагается от 8 до 12 поперечных темных полос, на перепонках лучей

хвостового и спинных плавников имеются ряды темных пятен, остальные плавники светло-желтые.

Судак очень требователен к условиям среды обитания, населяет участки с чистой и хорошо насыщенной кислородом водой. Размножается судак обычно во второй половине апреля, когда вода прогревается до 12 °С. Нерест единовременный. Икра откладывается, как правило, на корневища растений. Самец и самка судака готовят своеобразное нерестовое гнездо, вымывая корневища растений из грунта и очищая их от ила. После осеменения икры самец остается у гнезда, охраняя кладку икры до выхода личинок. Абсолютная плодовитость у крупных самок может достигать 1 млн. икринок и даже несколько больше. Половозрелым становится в возрасте 3 - 5 лет. Судак хищник, основные пищевые объекты судака – бычки и тюлька.

Длина до 130 см, а масса тела до 12 кг и более.

Щука (*Esox lucius*) – вид семейства щуковых (рисунок 1.8). Является объектом промысла, разведения и спортивного рыболовства. Обыкновенная щука водится в северных водах Европы, Азии и Америки. Мясо щуки содержит 2 - 4 % жира и является ценным диетическим продуктом.



Рисунок 1.8 – Щука

В зависимости от характера прибрежной растительности щука имеет серо-зеленоватый, серо-желтоватый или серо-бурый цвет, спинка у нее темная, а брюхо светлое с крапинками. Хвостовой, спинной и анальный плавники буроватые и имеют черные пятнышки, а грудные и брюшные — желтовато-красные. Иногда можно встретить щуку серебристой окраски. Тело имеет стреловидную форму. Голова сильно удлинённая с выдающейся вперед нижней челюстью, на которой сидят зубы, имеющие разный размер и служащие для захвата жертвы. Зубы на остальных костях ротовой полости более мелкие, направлены своими острыми концами в сторону глотки и могут погружаться в слизистую оболочку, покрывающую кости. Поэтому добыча легко проглатывается, а если заглочённая жертва пытается вырваться, то зубы приподнимаются из слизистой оболочки и впиваются в нее подобно тысяче иголок. У щук происходит смена клыков на нижней челюсти. При нападении на добычу щука ориентируется преимущественно с помощью зрения и боковой линии. Сенсорные органы хорошо развиты на голове, особенно на нижней челюсти.

Щука может населять водоемы с разным гидрологическим режимом, но предпочитает она заливы рек, озера и озероподобные расширения. Держится щука обычно среди зарослей водной растительности. Место обитания определяет тип ее окраски.

В естественных водоемах самки достигают половой зрелости на третьем году жизни, самцы - на четвертом, реже на втором-третьем. Самки крупнее, чем самцы. Они мечут икру у берегов, на глубине 0,5 – 1 м, сразу после того, как сойдет лед (при температуре + 3 – 6 °С). Во время нереста щуки выходят на мелководье и шумно плещутся. Около одной самки находятся от двух до восьми самцов (чем самка крупнее, тем больше самцов ее окружают). Самка плывет впереди, а самцы за ней (отставая на полкорпуса) или с боков, или над спиной. Вся эта группа постоянно перемещается по нерестилищу, трется о пеньки, рогоз и другие предметы, и в это время происходит выметывание икры. Одна самка мечет от 17 – 18 до 217 тыс. икринок. Икринки диаметром около 3 мм, слабосклеиваемые, прилипают к растениям и легко отпадают при встряхивании.

Развитие икры происходит в течение 8 – 14 дней. Если внезапно ударят холода, то икринки погибнут. При длине 12 – 15 мм маленькие щучки могут захватывать личинок карповых рыб, а 5-сантиметровые мальки полностью переходят на питание молодью рыб других видов, предпочитая карповых. Если молодь кормить мотылем и дафнией, то она погибнет, так как затраты энергии на добывание пищи не восполняются этими беспозвоночными.

Щука является санитаром озер и рек, она регулирует численность малоценных видов рыб, предотвращая избыточное зарыбление водоемов и следующие за этим заморы.

Щука относится к хищникам-засадчикам. Кормятся щуки круглый год, но в зависимости от сезона состав пищи и интенсивность питания меняются. На весеннее время, когда полупроходные рыбы идут из моря на нерест, приходится ее основной откорм. В озерах щуки активно истребляют плотву, окуня, ерша, леща и густеру, в реках — голяна, пескаря, гольца, шиповок и др., кроме того, они охотно поедают лягушек. Крупные щуки охотятся и на плавающих уток. Самки питаются значительно активнее самцов, их рацион в 1,5 - 2 раза больше.

В длину она достигает 1,5 м, а массой — до 35 кг. Продолжительность жизни щуки в среднем составляет 20 лет, но одна «рекордсменка» умудрилась дотянуть до 33 лет.

Нежелательными в озерных хозяйствах являются такие рыбы, как окунь, ерш, верховка, голян, укля, ротан и другие, так как они являются конкурентами в питании ценных рыб объектов выращивания. Особенно вредны окунь, выедающий все возрастные группы других видов рыб, и верховка, уничтожающая личинок вселяемых ценных видов рыб.

Порядок выполнения работы

1) Внимательно изучите 6 представленных фиксированных наборов и таблицы с биологическими характеристиками различных объектов озерного рыбоводства, включающие: препараты и кладки икры, нерестовый субстрат, фиксированные кормовые организмы;

2) Измерьте размер икры в каждом наборе, используя линейки, штангенциркуль, чашки Петри, фильтровальную бумагу;

3) Определите для каждого набора: цвет икры, тип кладки икры и вид кормовых организмов;

4) Занесите полученные данные характеристик каждого объекта в табличную форму (таблица 1.1);

Таблица 1.1 – Характеристики объектов озерного рыбоводства

Характеристики объекта	Набор № 1	Набор № 2	Набор № 3	Набор № 4	Набор № 5	Набор № 6
Размер икры, мм						
Цвет икры						
Вид объекта по типу кладки икры						
Тип питания						
Вид объекта						

5) Пользуясь полученными данными, определите виды объектов, представленных в наборах, результаты занесите в таблицу 1.1.

6) Сделайте вывод по итогам выполненной работы.

Вопросы для самопроверки

1. Назовите рыб, выращиваемых в озерах?
2. Назовите основные биологические характеристики лососевых рыб?
3. Назовите основные биологические характеристики сиговых рыб?
4. Назовите основные биологические характеристики карповых рыб, выращиваемых в озерах?
5. Какие ценные хищные рыбы являются объектами озерного рыбоводства?
6. Назовите малоценных и нежелательных рыб для озерного рыбоводства?

Лабораторная работа № 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАТЕГОРИИ ОЗЕРНЫХ ВОД ПО СТЕПЕНИ МИНЕРАЛИЗАЦИИ

Цель работы: научиться определять категорию озерных вод по степени минерализации экспресс методом.

Материал и оборудование:

- 1) шесть опытных проб воды (из озер или аквариумов);
- 2) кондуктометры, солемеры, термометр;
- 3) мультипроектор, слайды со схемами.

Задание:

- 1) определить по степени минерализации категорию воды шести опытных проб, применяя экспресс оборудование разных модификаций (кондуктометры, солемеры).

Для выполнения задания необходимо:

- 1) изучить модификации, конструкции и способ работы кондуктометров и солемеров;
- 2) изучить методики определения минерализации воды с помощью экспресс оборудования, пользуясь теоретическим материалом и рекомендованной литературой;
- 3) измерить кондуктометром и солемером минерализацию воды в 6-ти опытных пробах воды;
- 4) на основе полученных данных сделать вывод о возможности применения кондуктометров и солемеров для экспресс-определения степени минерализации и категории озерной воды;
- 5) ответить на вопросы для самопроверки.

Теоретический материал

Интенсивность протекания жизненных процессов в озерных экосистемах обусловлена множеством абиотических факторов и процессов, в конечном итоге определяющих природное свойство водоемов – их рыбопродуктивность.

Рыбопродуктивность прежде всего зависит от зонального положения озера, его морфологических характеристик, количества теплоты, аккумулируемого водой за вегетационный период, и степени температурной стратификации, обуславливая различия в скорости протекания биологических циклов биогенных элементов, органической жизни. Однако не менее важное влияние на биологический потенциал озерной экосистемы оказывают характер и величина минерализации воды, ее активная реакция. Все это во взаимосвязи определяет качественные и количественные аспекты биопроодуктивности и степень кормности озер.

Природные воды – это очень сложные растворы различных веществ, в отличие от химически чистой воды. Они различаются по своему химическому составу, по общей концентрации растворенных веществ и формам их соединений, по общему количественному соотношению между компонентами состава. Это обусловлено сложностью состава веществ, находящихся в природе, и от условий, в которых происходили взаимодействия этих веществ с водой.

Характер накопления веществ в озере и количественное соотношение в этом процессе автохтонного и аллохтонного органических веществ имеют принципиальное значение для определения биопотенциала водоема.

Интенсивность развития фитопланктона и кормовых беспозвоночных в значительной мере зависит от температуры воды в озере и наличия биогенов. Чем глубже озеро, тем меньше будет органического и биогенного веществ в расчете на единицу площади или объема.

Минеральный режим озерных систем обеспечивает нормальное протекание физиологических процессов у всех гидробионтов. Для познания закономерностей управления средой рыбохозяйственных водоемов нужно знать количественную динамику ряда наиболее важных макро- и микроэлементов, солей и кислот. Наибольший интерес представляют соли кальция, фосфора, калия, азота, железа и кремния.

В отличие от морей и океана вода озер имеет значительно меньшую концентрацию солей (минерализацию). Лишь в зонах аридного (засушливого) климата, где преобладают процессы испарения, минерализация озерных вод может приближаться к морской и даже превышать ее.

В озерном рыбоводстве наибольшее признание приобрела гидрохимическая классификация И.В. Баранова (1962), в которой выделены гидрохимические зоны с пятью категориями воды разной степени минерализации (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Минерализация озерных вод (по И.В. Баранову)

Категория воды	Сумма основных ионов
Низкоминерализованные	До 100 мг/л
Среднеминерализованные	100 – 500 мг/л
Повышенноминерализованные	500 – 1000 мг/л
Высокоминерализованные	1 – 10 г/л
Весьма высокоминерализованные	Более 10 г/л

По преобладающим ионам минеральные воды делятся на:

- 1) хлоридные (Cl^-);
- 2) гидрокарбонатные (HCO_3^-);
- 3) сульфатные (SO_4^{2-});
- 4) натриевые (Na^+);
- 5) кальциевые (Ca^{2+});
- 6) магниевые (Mg^{2+}).

Встречаются воды в различных сочетаниях анионов и катионов: хлоридно-натриевые, гидрокарбонатно-натриевые, хлоридно-кальциевые, гидрокарбонатные натриево-кальциево-магниевые и т.д.

Для рыб важны не только абсолютные величины концентраций отдельных ионов в воде, но и то, в какой пропорции находятся концентрации этих ионов по отношению друг к другу.

Общая минерализация озерных вод изменяется в широких пределах – от 15 – 30 мг/л на севере (зона тундры) до 10 – 50 и даже 200 г/л на юге (степная, пустынная зоны).

Для целей товарного рыбоводства пригодны озерные воды с минерализацией не более 7 – 8 г/л, потому что подавляющее большинство пресноводных рыб не в состоянии адаптироваться к более высоким концентрациям по причине специфики их осморегуляторной системы. Нормальный физиологический обменный процесс при помещении генеративно-пресноводных рыб в высокоминерализованную воду, как правило, ведет к их гибели. По причине малого количества форм азота и фосфора в озерах с низкоминерализованной водой нет оптимальных условий для процесса фотосинтеза. Донные отложения не содержат CaCO_3 и как следствие гидробионты испытывают острый дефицит в кальции.

При одинаковой величине минерализации (суммарной концентрации всех растворенных солей мг/л) пресная вода, в которой преобладают ионы кальция и

натрия, гораздо лучше переносится рыбами, чем та, где больше калия. Соли калия, оказавшись по отношению к другим ионам в слишком высокой концентрации, могут отравить рыбу. При одной и той же минерализации, воды, содержащие смесь различных ионов, менее токсичны, чем те, что содержат только одну растворенную соль, даже если это "безобидный" хлорид натрия (NaCl). Поэтому, лечебные ванны с морской солью (сложной смесью многих солей), безопаснее, чем с поваренной (только хлорид натрия).

Для рационального комплексного использования водных ресурсов необходим определенный объем, качество и оперативность гидрохимической информации. Определение общей минерализации вод относится к одному из основных определений.

Для оценки общей минерализации пресных вод в настоящее время применяется величина удельной электропроводности, которая является показателем концентрации солей и измеряется солемером или кондуктометром.

Солемеры – современные универсальные приборы. Широко применяются для оперативного определения уровня концентрации солей природных вод.

Кондуктометры – малогабаритный микропроцессорный прибор со встроенным термометром. Предназначены для измерения удельной электрической проводимости воды с учетом температуры.

По двум основным модификациям, солемеры классифицируются на стационарные и портативные (рисунок 2.1, 2.2).

Благодаря индикации приборов в цифровом исполнении, можно провести объективный анализ о концентрации солей в тех или иных растворах.

Преимущества приборов:

- Данные приборы компактны, поэтому удобны в обращении;
- Просты в использовании;
- Являются стандартом в измерении проводимости, благодаря высокой степени надежности;



COM100



MARK 603/1

Рисунок 2.1 – Портативные кондуктометры-солемеры



Рисунок 2.2 – Стационарный кондуктометр РНТ-027

- Высокоточные с широким диапазоном измерения;
- Характеризуются высокой скоростью измерения;
- Обладает автоматической температурной компенсацией.

Так как принцип действия электронных солемеров основывается на измерениях электропроводности растворов, то на них, аналогично кондуктометрам, устанавливаются автокомпенсаторы температуры. Их установка связана с тем, что вследствие воздействия температуры на растворам свойственно изменение своего удельного сопротивления, а в результате и удельной электропроводности. Используя температурные компенсаторы в солемерах можно гарантированно получить точные измерения и объективные результаты.

Многие цифровые солемеры оснащены встроенными микропроцессорами, чем обеспечивается высокая точность и немалый диапазон измерений. Оснащение электронного измерителя солесодержания встроенной памятью, позволяет сохранить результаты измерений, проанализировать данные, основываясь на информации о буферных растворах, функции распознавания которых можно осуществить с помощью микроконтроллера.

Стационарные встраиваются в водоводы и позволяет отслеживать содержание солей до очистки воды и после.

Принцип действия большинства солемеров основан на анализе зависимостей электропроводности раствора от количества растворенных в воде соединений. Как и у большинства приборов по контролю качества воды, солемеры имеют 2 основные части: электрохимическую часть, отвечающую за пробоотбор, и часть обеспечивающую, представление результата измерения в унифицированном виде (выдача цифрового сигнала на устройства индикации, на микропроцессорные устройства).

При работе с портативным кондуктометром или солемером необходимо снять крышку с прибора. Включить кнопку ON/OFF и погрузить в воду до максимального уровня. Слегка помешивая, дождаться стабилизации показаний на дисплее. Кондуктометры-солемеры снабжены автоматической температурной компенсацией, поэтому результаты измерений отображаются на дисплее с учетом температуры воды в перерасчете на температуру 25 °C с указанием единиц измерения в верхнем левом углу LCD дисплея.

Во время работы с устройством нельзя трогать металлические части сенсора, так как это может привести к ухудшению работы прибора.

Если портативный кондуктометр-солемер оснащен съемным электродом для определения минерализации воды, то перед использованием прибора электрод присоединяют к кондуктометру-солемеру. Он готов к работе сразу после присоединения к устройству.

Порядок выполнения работы

- 1) Внимательно изучите модификации, конструкции, способ работы кондуктометров и солемеров для определения минерализации воды;
- 2) Изучите методики определения минерализации воды с помощью экспресс оборудования (кондуктометров и солемеров разных модификаций);
- 3) Измерьте концентрации солей в 6-ти опытных пробах воды кондуктометром и солемером;
- 4) Полученные данные занесите в таблицу 2.1;
- 5) Сравните удобство работы с кондуктометром и солемером и скорость определения концентрации солей;

Таблица 2.1 – Концентрация солей в опытных пробах воды

Показатель	Проба № 1	Проба № 2	Проба № 3	Проба № 4	Проба № 5	Проба № 6
Концентрация солей, мг/л						
Категория воды						

- 6) По полученным данным определите категорию воды по степени минерализации;
- 7) Сделайте вывод о возможности применения кондуктометров и солемеров для экспресс-определения степени минерализации и категории озерной воды.

Вопросы для самопроверки

1. Каково значение определения минерализации воды?
2. Назовите категории воды разной степени минерализации? Какие из них пригодны для товарного озерного рыбоводства?
3. Какое современное оборудование применяют для определения степени минерализации воды?
4. Каковы преимущества современного оборудования, применяемого для определения степени минерализации воды?
5. Принцип работы и методика эксплуатации оборудования, применяемого для определения степени минерализации воды?

Лабораторная работа № 3

ПРОВЕДЕНИЕ КОНТРОЛЯ ЗА АБИОТИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ ОЗЕРНЫХ ХОЗЯЙСТВ

Цель работы: научиться проводить контроль за абиотическим состоянием озерных хозяйств.

Материал и оборудование:

- 1) анализатор качества воды, термометр, оксиметр, иономер;
- 2) опытные пробы воды из озер;
- 3) мультипроектор, слайды со схемами.

Задание:

- 1) провести контроль за абиотическим состоянием воды озерных хозяйств.

Для выполнения задания необходимо:

- 1) изучить и законспектировать методики проведения контроля за абиотическим состоянием озерных вод, пользуясь теоретическим материалом и рекомендованной литературой;
- 2) изучить оборудование (модификации, конструкции, способ работы) для проведения контроля за абиотическим состоянием озерных вод;
- 3) провести определение качества опытных проб воды из озер;
- 4) на основе полученных данных сделать вывод о качестве озерной воды.
- 5) ответить на вопросы для самопроверки.

Теоретический материал

Природная вода, соприкасаясь в своем круговороте с разнообразными минералами и веществами, содержит различные растворенные и взвешенные вещества, количество и состав которых определяют большое разнообразие химического состава.

Большое влияние на формирование состава природных вод оказывает органическая жизнь в воде, в свою очередь, состав воды влияет на жизнедеятельность гидробионтов. Рыбы подвергаются в водоеме воздействию совокупности факторов. При этом роль отдельных факторов может сильно трансформироваться и зависеть от других условий.

Важнейшими условиями, определяющими жизнь водных организмов являются температура, свет, газовый режим, содержание питательных веществ, растворенных в воде.

Температура. В жизни гидробионтов температура воды имеет огромное значение. Исключительная роль ее проявляется прежде всего в том, что она является неперенным условием жизни. Температура определяет скорость и характер всех жизненных процессов. Влияние ее не ограничивается непосредственным воздействием на живые организмы, но и сказывается косвенно, через

другие абиотические факторы. Поэтому температура относится к числу универсальных экологических факторов.

Амплитуда колебаний температур, при которых могут жить рыбы, для разных видов различна. Эвритермные виды рыб существуют в широком диапазоне, stenотермные – в узком.

Процессы питания, обмена веществ, развития и роста, размножения, миграции и другие проявления жизнедеятельности у рыб в большой степени, чем у теплокровных организмов, зависят от уровня и динамики температуры воды. Воздействуя на многие жизненные функции водных организмов, температура в значительной мере обуславливает их продуктивные возможности.

С повышением температуры воды обменные процессы у рыб ускоряются. Связано это с воздействием температуры на ферменты, катализирующие различные жизненные процессы. Особенно велико влияние температуры на ранних стадиях развития организмов. Эмбриональное развитие разных видов рыб может нормально протекать в строго определенных границах температур. Воздействие температур, близких к предельным, при инкубации икры, например, приводит к увеличению числа аномалий личинок (изменение морфологических признаков) и их смертности. Чем ниже температура при инкубации, тем больше требуется времени для развития эмбрионов. Кроме того, интенсивность обмена и скорость роста находятся в прямой зависимости от температуры воды. В то же время следует иметь в виду, что воздействие одной и той же температуры на рост рыб разного размера и возраста различно. С возрастом температурный оптимум становится шире. Так оптимальной для развития молоди карпа является температура в пределах 26 – 31 °С, а для рыбы старшего возраста – 24 – 29 °С.

Большое влияние температура оказывает на питание, пищеварение, белковый, жировой и углеводный обмены. При повышении температуры воды активность питания и пищеварения возрастает.

Весьма существенна роль температурного режима в воспроизведении отдельных звеньев репродуктивного цикла. Влияние температуры на скорость полового созревания отмечено у многих видов рыб.

От температуры воды зависит и характер проявления и течения различных болезней, а также она влияет на общее физиологическое состояние рыб.

Прозрачность. Показатель прозрачности воды является одним из основных критериев, позволяющих судить о состоянии водоема. Она зависит от количества взвешенных частиц и от содержания растворенных веществ. Влияет на прозрачность и цвет воды.

Важным фактором, определяющим прозрачность воды в непроточных озерах, являются биологические процессы. Прозрачность воды тесно связана с биомассой и продукцией планктона. Чем лучше развит планктон, тем меньше прозрачность воды. Показатель прозрачности имеет большое значение и как показатель распределения света в толще воды, от которого зависят в первую очередь фотосинтез и кислородный режим водной среды.

Газовый режим. Наибольшее значение для рыб имеют кислород, углекислый газ и сероводород.

Наличие в воде растворенного **кислорода** является обязательным условием для существования рыбы. Кислород создает в организме рыб условия для нормального метаболизма и вовлекается в биохимические реакции каждой клетки. При сильном течении, ветре, разбрызгивании процесс насыщения кислородом воды ускоряется. У рыб отмечается четкая видовая специфичность в отношении минимального количества кислорода, растворенного в воде, при котором может жить рыба, так и в отношении количества кислорода, потребляемого в процессе дыхания. Пелагические формы обычно менее устойчивы к низким концентрациям кислорода, чем бентосные. Кислородные условия влияют на скорость развития и роста рыб в эмбриогенезе. При увеличении содержания кислорода эмбриогенез ускоряется. Однако избыточные концентрации кислорода могут быть летальными. В основе токсического действия высоких концентраций кислорода лежит его способность активировать образование в тканях свободных радикалов. Свободные радикалы приводят в действие систему реакций, обуславливающих появление высокоядовитых перекисных соединений. При снижении кислорода снижается интенсивность питания, использования пищи на рост, устойчивость рыб к многим неблагоприятным факторам внешней среды. У многих видов выращиваемых рыб снижение скорости роста наступает при уменьшении содержания кислорода от 40 до 65 % (таблица 3.1).

Таблица 3.1 - Уровень растворенного кислорода, ограничивающего рост молоди рыб (по Л.Б. Кляшторину)

Вид рыбы	Температура, °С	Диапазон растворенного кислорода, % насыщения	Примечание
Лососевые	9 - 20	50 - 85	85 % относится к 20 °С
Окунеобразные	20 - 26	60 - 65	
Карпообразные	15 - 25	43 - 53	В основном карп

Важную роль в жизни гидробионтов играет **диоксид углерода**. Нормальное количество этого газа, соответствующее его парциальному давлению в составе газов атмосферы, наблюдается в природных водах крайне редко, а минимальное количество наблюдается при интенсивном развитии фитопланктона. Максимальное бывает при большом количестве легко окисляющейся органики и повышенной температуре воды, а также в зимний период. Биопродуктивность водоемов в известной мере определяется наличием двуокиси углерода. Углеродное питание водорослей, как и высшей водной растительности, является основой их существования и определяет возможность их интенсивного развития до цветения. Важную роль углекислота играет и в жизнедеятельности рыб. Этот газ способствует поддержанию определенного уровня двигательной активности эмбрионов. Увеличение его в воде ведет к усилению мышечной моторики, а увеличение концентрации газа в тканях животных облегчает диссоциацию оксигемоглобина, благодаря чему поддерживается необходимый уровень кислорода в тканях. Однако в больших концентрация углекислый газ может отрица-

тельно сказаться на жизнедеятельности рыб (нахождение в угнетенном состоянии, минимальное использование кислорода, худшее усвоение корма) (табл. 3.2).

Таблица 3.2 – Критическая концентрация диоксида углерода для некоторых видов и возрастных групп рыб, мг/л

Вид	Возраст	Концентрация диоксида углерода, мг/л
Лососевые		120 – 140
Растительоядные рыбы	Взрослые особи	280 - 300
	Молодь	200
	Личинки	160

Содержание углекислоты является косвенным показателем загрязнения водоема органическими веществами, и резкое увеличение ее в водоеме может указывать на постороннее его загрязнение.

Сероводород образуется в водоемах биогенным путем за счет деятельности различных бактерий, в том числе и гнилостных, так как на дне скапливается много разлагающихся белковых веществ. Освобождение воды от сероводорода происходит за счет окисления, протекающего как биогенно, так и биологическим путем в результате жизнедеятельности, главным образом серных бактерий. Для рыбы и других обитателей водоемов сероводород вреден как косвенно – через снижение содержания кислорода, идущего на окисление сероводорода, так и непосредственно. Его действие на различных рыб не одинаково. Такие виды, как линь и карась погибают через 8 – 10 сут. после трехчасового выдерживания в воде с содержанием сероводорода 1:10000, форель – через 15 мин. при концентрации 1:100000. Сила действия сероводорода зависит от температуры. При высокой температуре гибель наступает скорее, чем при низкой.

Солевой состав. Важную роль в жизни рыб играют растворенные соли. При этом значение имеет как суммарное количество растворенных в воде минеральных солей, или соленость, так и ионный состав воды.

В рыбоводных хозяйствах качество воды можно оценить по величине общей жесткости (табл. 3.3).

Таблица 3.3 – Качество воды в зависимости от общей жесткости

Жесткость общая		Качество воды
мг·эquiv./л	°Н	
До 1,4	До 4	Очень мягкая
1,4 – 3,0	4 – 8	Мягкая
3,0 – 4,3	8 – 12	Средней жесткости
4,3 – 6,4	12 – 18	Довольно жесткая
6,4 – 10,7	18 – 30	Жесткая
10,7	30	Очень жесткая

Основная часть солевого состава природной воды представлена ионами HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ . В пресной воде на гидрокарбонаты прихо-

дится в среднем около 60 % общего количества солей, а на хлористые – менее 10 %. В солевой состав воды входят также биогенные вещества и микроэлементы, значение которых в жизненных процессах, несмотря на малое содержание в природных водах, велико.

Большое значение для водного населения имеет суммарное количество растворенных в воде минеральных солей. Чем больше солей растворено в воде, тем выше в ней осмотическое давление, к которому крайне чувствительны гидробионты.

Активный солевой обмен, связанный со способностью некоторых клеток захватывать ионы из воды или выделять их из тела, свойственен как растениям, так и рыбам. Через поверхность тела рыбы поглощают соединения серы (карповые, осетровые), фосфор и другие минеральные элементы.

Особое значение для питания фитопланктона и высшей водной растительности имеют биогенные элементы: азот, фосфор, кремний, железо и др. Все они относятся к числу так называемых незаменимых элементов.

Соединения **азота** оказывают большое влияние на продуцирование органического вещества в водоемах. Из минеральных форм наибольшее биопродукционное значение имеет нитратный и аммонийный азот. Азотистые соединения при высоком их содержании в водоеме могут вызывать отравление гидробионтов. Наиболее токсичная форма из всех соединений неорганического азота – аммоний. На токсичность аммония оказывает влияние рН воды, поскольку с его повышением количество свободного аммиака возрастает пропорционально концентрации ионов аммония (NH_4^+). При низком содержании в воде растворенного кислорода токсичность аммония усиливается.

Очень высокой токсичностью обладают растворенные в воде нитриты. Содержащиеся в крови нитриты окисляют гемоглобин до метгемоглобина, не способного переносить кислород. Нитриты при концентрации менее 1 мг/л вызывают гибель рыб. Однако при повышении солености воды нитриты даже при большей концентрации не представляют серьезной угрозы для рыб.

Нитраты даже в больших концентрациях не являются остротоксичными для водных животных.

Фосфор является одним из важнейших элементов минерального питания. Вместе с другими биогенными ингредиентами он оказывает существенное влияние на развитие органической жизни водоемов – их биопродуктивность. Интенсивное развитие водорослей происходит при исходном содержании минерального фосфора от 0,08 до 0,32 мг/л. Увеличение содержания фосфатов до нескольких миллиграмм на литр указывает, как правило, на загрязнение водоема.

Железо на ряду с азотом и фосфором является одним из важных биогенных элементов. Оно входит в состав цитохромов и играет большую роль в окислительном и энергетическом обмене растительной клетки. В природных водах биопродукционные свойства железа тесно связаны с содержанием в них органического вещества, кремния, двуокиси углерода, а также водородного показателя воды. Ему вместе с кремнием принадлежит значительная роль в сезонной смене развития планктонных водорослей. Высокие концентрации железа, в

2 – 3 раза превышающие оптимальные, оказывают токсическое действие. Соединения трехвалентного железа с гуминовыми веществами выпадают в осадок в виде рыхлого бурого соединения. Этот осадок, оседая на жабрах рыб, нарушает их дыхание, что может привести к гибели рыб. Увеличение концентрации железа в воде приводит и к некоторому снижению интенсивности потребления рыбами кислорода.

Содержание **микроэлементов** – кобальта, никеля, марганца, меди, цинка, стронция и др. – наряду с биогенными элементами существенно влияет на развитие животных организмов в водоемах, особенно растительных, являющихся первым звеном в цепи органической жизни. Для микроэлементов наиболее характерна высокая биологическая активность, т.е. способность в малых дозах оказывать сильное биохимическое действие. Недостаток или избыток микроэлементов приводит к патологии в развитии, к отравлениям организма и нередко к гибели.

Проведение гидрохимического контроля. Учитывая сказанное выше, интенсификацию всех рыбоводных процессов, повсеместное использование методов прогрессивной биотехнологии, обеспечение наиболее благоприятных условий для разведения и выращивания рыбы в каждом конкретном водоеме необходимо проводить с учетом его гидрохимических особенностей.

Возрастающее воздействие антропогенных факторов и повышение рыбопродуктивности на основе интенсификации всех рыбоводных процессов определяют необходимость наблюдения за формированием гидрохимического режима, особенно за его параметрами, при которых наблюдаются различные экстремальные ситуации. Зная эти параметры, можно заранее наметить и своевременно осуществить мероприятия по ликвидации заморных явлений, токсикозов и тем самым обеспечить условия для значительного повышения рыбопродуктивности озер и других водоемов.

Высокие плотности посадки рыбы и интенсивное кормление часто приводят к изменению гидрохимического режима, делая его неблагоприятным для гидробионтов. Несвоевременные или недостаточно продуманные меры по устранению отрицательных последствий интенсификации являются основной причиной высоких отходов, особенно за период зимовки рыбы, снижения рыбопродуктивности, возникновения различных заболеваний. Поэтому необходим постоянный и тщательный контроль за абиотическим состоянием водной среды.

При интенсивном ведении озерного рыбного хозяйства результаты гидрохимических анализов используют для определения норм и сроков внесения минеральных и органических удобрений, прогнозирования заморных явлений и разработки мер по их устранению.

Методика гидрохимических исследований при проведении рыбохозяйственных изысканий на внутренних водоемах и при организации озерных хозяйств на крупных и малых озерах одинакова.

В настоящее время имеется достаточно большое количество методик по анализу водной среды. Однако предпочтение отдается чувствительным, надежным, точным, оперативным и экономичным методам. В связи с этим большин-

ство хозяйств и предприятий перешли на автоматизированные методы определения качества воды. Существуют готовые и разрабатываются новые системы аналитических приборов, которые позволяют сразу на месте определить ряд показателей качества воды, например температуру водной среды, pH, электропроводность, содержание кислорода, соленость и др.

Одним из таких приборов является анализатор качества воды **U-10** (производитель Фирма Horiba Ltd., Япония) (рисунок 3.1).



Рисунок 3.1 - Анализатор качества воды U-10

Применяется для параллельного измерения шести параметров анализируемой пробы. Определяет значения pH, удельной электрической проводимости, мутности, концентрации растворенного кислорода, температуры и солености. Наличие мощного датчика и современного уровня функциональности U-10 облегчает получение высоконадежных данных о качестве воды.

Данный прибор применяется в эколого-аналитических лабораториях для контроля природных (реки, озера, болота, морская вода.) и сточных вод в сфере обороны и безопасности и других сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора.

Диапазоны измерений удельной электрической проводимости от 0 до 100 мСм/см; мутности от 0 до 800 NTU; солености от 0 до 4 ‰; pH от 0 до 14 ед.pH; температуры от 0 до 50 °C; концентрации растворенного кислорода от 0 до 19,9 мг/л. Погрешности $\pm 5\%$; $\pm 10\%$; 0, 5%; $\pm 0,1$ ед.pH; ± 1 °C; $\pm 0,3$ мг/л.

Данные по 20 образцам проб могут быть записаны в память, позднее их можно вызвать для показа и распечатки. Данные могут быть распечатаны на любом принтере, присоединяемом к прибору через кабель Centronics.

Портативные оксиметры предназначены для измерения концентрации растворенного кислорода в воде и температуры. Прибор имеет возможность отображать результаты измерения в ‰ растворения, в мг/л или ppm – для растворенного кислорода, и в °C или °F – для температуры. Дополнительно прибор имеет функции фиксации показаний, 25 ячеек памяти измерений, функцию автовключения, функцию автоматической компенсации по температуре (ATC), функцию компенсации по солесодержанию и высоты над уровнем моря (рисунок 3.2).



Рисунок 3.2 – Портативный оксиметр MARK-303T

Некоторые виды приборов совмещают в себе функции оксиметра и рН-метра (рисунок 3.3).

Электрохимические комбинированные портативные приборы предназначены для измерения: рН, солености воды, массовой концентрации кислорода в воде и температуры жидкости (рисунок 3.4).



Рисунок 3.3 - Оксиметр и рН-метр YK-2001DO



Рисунок 3.4 – Кондуктометр/pH /оксиметр портативный SX 751

Кроме переносных оксиметров применяют и стационарные приборы (рисунок 3.5). Прибор МР 525 оснащен рН электродом модели 2503, предназначенным для измерений слабой ионной силы мутных и коллоидных растворов. Измерения производит с высокой точностью.

Для ведения физико-химических анализов жидкостей предназначены приборы серии АНИОН. Модельный ряд серии включает в себя как однопараметрические приборы типа рН-метр, иономер, кондуктомер, кислородомер, использующие только один из основных измерительных каналов (рисунок 3.6), так и многопараметрические анализаторы вод, содержащие в себе несколько таких каналов и до десяти приборов в одной модели.



Рисунок 3.5 - Оксиметр лабораторный стационарный МР 525



Рисунок 3.6 – Однопараметрический прибор АНИОН 4100

Все модели содержат вспомогательный канал измерения температуры. Малые габариты, масса, время прогрева, а также наличие автономного питания предполагают использование приборов и в передвижных лабораториях.

Приборы состоят из преобразователя и датчика: комбинированного выносного проводимости раствора и температуры.

Управление работой приборов осуществляется с помощью клавиатуры и индикатора. Все изменения в работе приборов производятся с помощью маркера и кнопки ввод.

Порядок выполнения работы

- 1) Внимательно изучите оборудование (модификации, конструкции, способ работы) для проведения контроля за абиотическим состоянием озерных вод;
- 2) Изучите и поэтапно законспектируйте методики проведения контроля за абиотическим состоянием озерных вод;
- 3) Пользуясь методиками проведения контроля за абиотическим состоянием озерных вод, сделайте замеры температуры воды и гидрохимических показателей в опытных пробах воды;
- 4) Полученные данные занесите в таблицу 3.1:

Таблица 3.1 – Температура и гидрохимические показатели воды опытных проб

Показатель	Проба № 1	Проба № 2
Температура воды, °C		
Соленость, ‰		
Водородный показатель		
Концентрация кислорода, мг/л		
Жесткость воды, мг·экв./л		
Нитратный азот, мг/л		
Нитритный азот, мг/л		
Аммонийный азот, мг/л		

5) Используя данные таблицы 3.1 и знания теоретического материала, сделайте вывод о качестве воды опытных проб.

Вопросы для самопроверки

1. Назовите важнейшие условия, определяющие жизнь водных организмов, поясните их значение?
2. Как влияет на жизнь гидробионтов солевой состав воды?
3. Объясните необходимость проведения гидрохимического контроля водоема?
4. Какое современное оборудование применяют для гидрохимического контроля водоема?
5. Каковы преимущества современного оборудования применяемого для гидрохимического контроля водоема?

Лабораторная работа № 4

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ОБОРУДОВАНИЯ И ЕГО ЭКСПЛУАТАЦИИ ДЛЯ РАЗВЕДЕНИЯ И ВЫРАЩИВАНИЯ РАЗНЫХ ВИДОВ РЫБ В ОЗЕРНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ

Цель работы: изучить конструктивные особенности оборудования и его эксплуатации для разведения и выращивания разных видов рыб в озерных хозяйствах.

Материал и оборудование:

- 1) макеты оборудования, схемы оборудования, таблицы;
- 2) мультипроектор, слайды со схемами.

Задание:

- 1) изучить конструктивные особенности оборудования и способы его эксплуатации для разведения и выращивания разных видов рыб в озерных хозяйствах.

Для выполнения задания необходимо:

- 1) изучить, используя макеты, слайды со схемами и таблицы, конструктивные особенности оборудования и способы его эксплуатации для разведения и выращивания рыб в озерных хозяйствах;
- 2) законспектировать конструктивные особенности оборудования и способы его эксплуатации для разведения и выращивания рыб, пользуясь теоретическим материалом и рекомендованной литературой;
- 3) ответить на вопросы для самопроверки.

Теоретический материал

Гидротехнические сооружения строят для регулирования водного режима. Их возводят на истоках и притоках озер, используемых в качестве выростных, маточных и нагульных водоемов товарных рыбхозов. Гидросооруже-

ния состоят из водонапорной плотины с открытым водосливом и рыбоуловителем (рисунок 4.1) или водонапорной плотины с водоспуском и рыбоуловителем (рисунок 4.2).

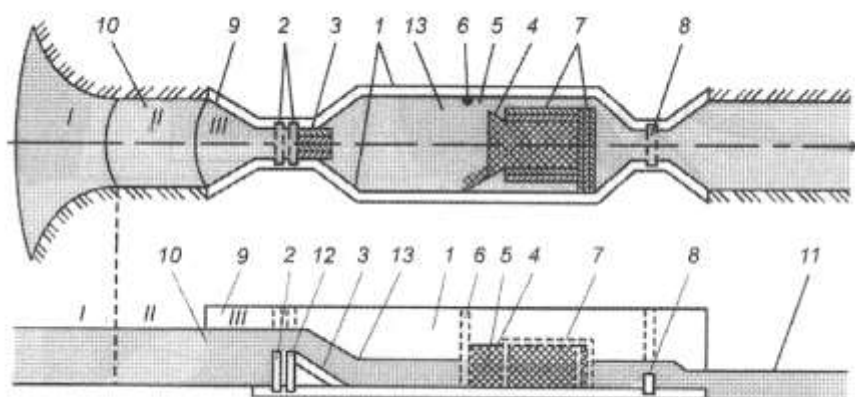


Рисунок 4.1 – Водонапорная плотина с открытым водосливом и рыбоуловителем

I – зона ощущаемых скоростей течения; II – зона активного ската; III – зона пассивного ската

1 – бетонные стенки плотины и рыбоприемника; 2 – двойной шандорный ряд плотины; 3 – щит для сокращения перепада; 4 – ловушка; 5 – крыло ловушки; 6 – кол для крепления крыла; 7 – мостки; 8 – шандорный ряд рыбоприемника; 9 – водосброс; 10 – верхний бьеф; 11 – нижний бьеф; 12 – крючок щита; 13 - рыбоприемник

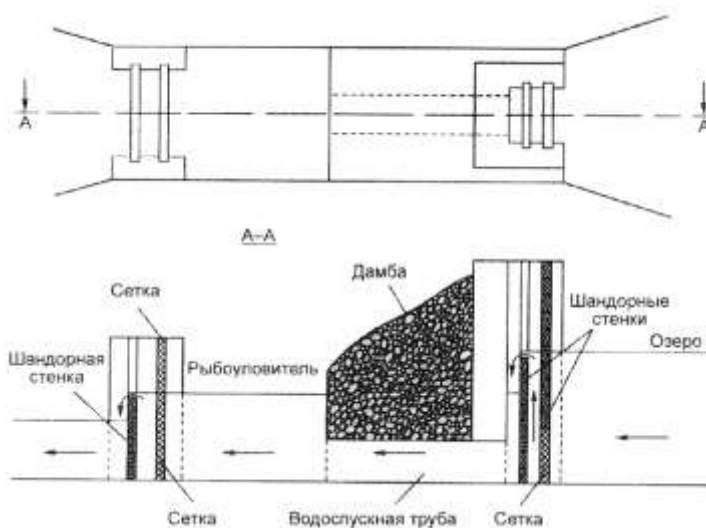


Рисунок 4.2 – Водонапорная плотина с донным водоспуском и рыбоуловителем

На ручьях-притоках гидросооружения представляют собой водосливы, оборудованные сетчатыми заградителями (рисунок 4.3).

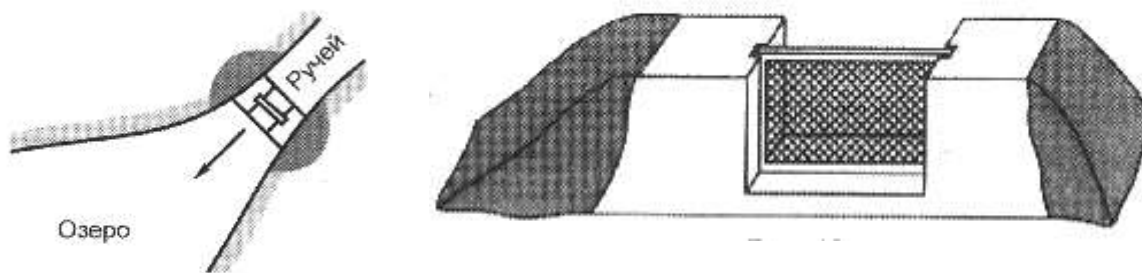
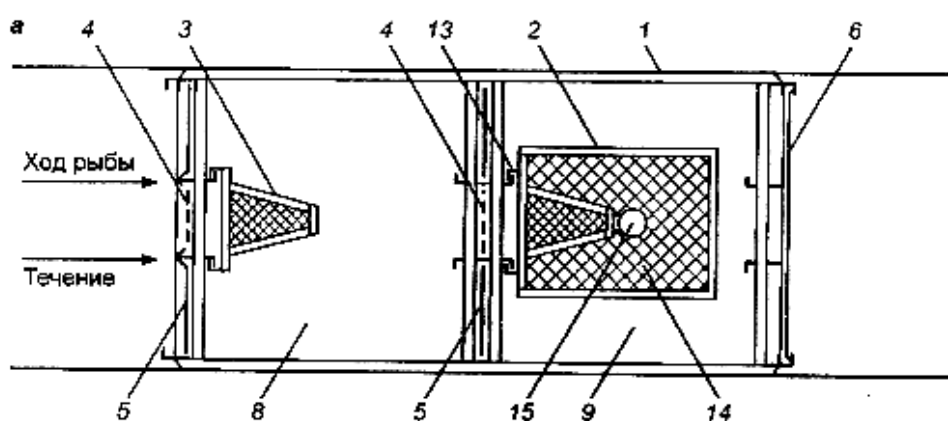


Рисунок 4.3 – Рыбозаградительное устройство на малых притоках озера

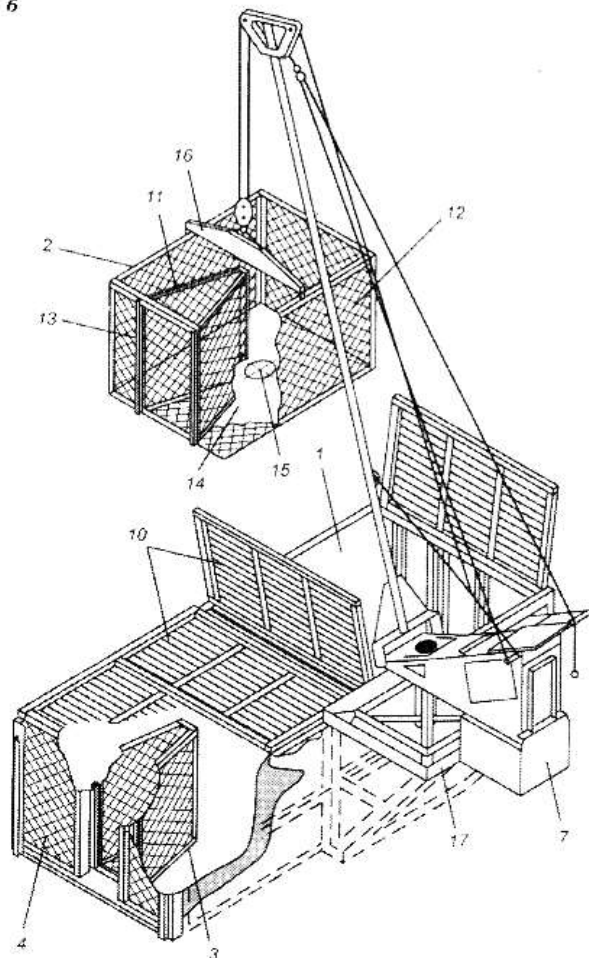
Гидросооружения оборудуют рыбоуловителями – стационарными или передвижными, что позволяет изымать в живом виде мигрирующую рыбу, как в озеро, так и из него. Универсальное рыбоулавливающее устройство представлено на рисунке 4.4.

На водотоках должны быть установлены рыбозаградительные устройства (забойки) для преграждения захода малоценных и хищных рыб (рисунок 4.5).

Пойменные озера-соры готовят для нагула местной и вселяемой рыбы методом шлюзования, т.е. строительством капитальных гидротехнических сооружений – плотин.



а – вид сверху



б – вид сбоку

Рисунок 4.4 – Ловушка универсальная

1 – лоток; 2 – контейнер; 3 – усенок ловушки съемный; 4, 5 – рыбозадерживающие решетки съемные; 6 – шандора; 7 – кран; 8, 9 – камеры; 10 – крышка; 11 – усенок контейнера; 12 – металлическая сетка; 13 – вертикальные направляющие; 14 – конусное сетное дно; 15 – отверстие для выливки рыбы; 16 – коромысло; 17 – кронштейн

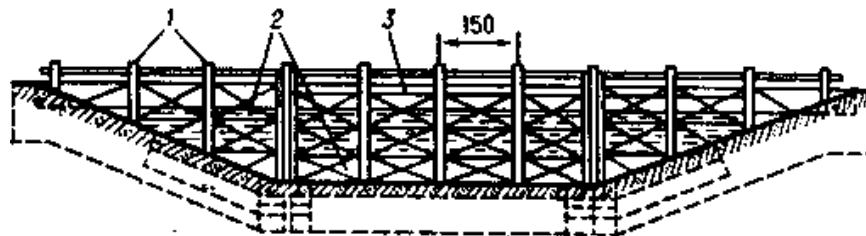


Рисунок 4.5 – Рыбозаградительное устройство

Шлюз-водорегулятор плотины делают следующим образом: по бокам плотины-водорегулятора устанавливают плетневые или бревенчатые крепления, между которыми насыпают глинистый или суглинистый грунт и утрамбовывают. В середине тела плотины делают окно-водорегулятор шириной 0,8 – 1,0 м, в пазы которого вставляется поочередно рамка с металлической сеткой

для пропуска воды, но препятствующая проходу рыбы, или щиты-шандоры для полного перекрытия водотока.

Длина сооружаемой плотины-перемычки, в зависимости от ширины истока, колеблется в пределах 8 – 12 м, высота – 1,5 м. откосы плотины крепятся бревнами либо плетнем. Схема типичного расположения стариц-соров на примере Средней Оби представлена на рисунке 4.6.

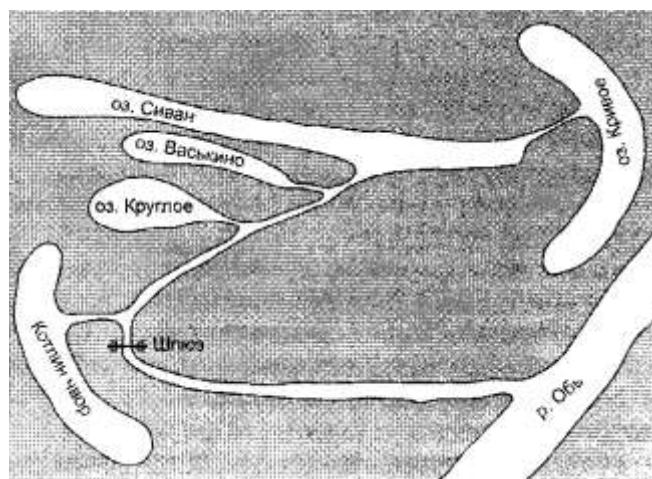


Рисунок 4.6 – Схема зарегулирования Сиванской системы

Пойменные озера-соры Средней Оби весьма эффективно используют для подращивания жизнестойкой молоди пеляди и муксуна, осенью выпускаемых в речную систему на многолетний пастбищный нагул.

Пруды, используемые на озерных товарных рыбхозах, должны быть спускными для того, чтобы была возможность выловить полностью всю рыбу, регулировать необходимый уровень воды, после осеннего спуска осушать ложе пруда, освежать и оздоравливать почву пруда в целях повышения естественной рыбопродуктивности.

В спущенном пруду почва аэрируется и быстро разлагается и минерализуется ил. Для спуска прудов, необходимо устроить донный трубчатый водоспуск, который закладывают в теле плотины (рисунок 4.7).

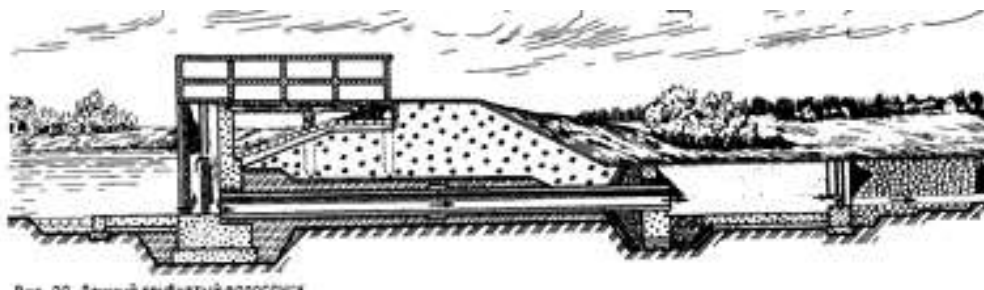


Рисунок 4.7 – Донный трубчатый водоспуск

Для устройства водоспусков применяют железные, чугунные и асбоцементные трубы определенного диаметра. На дне пруда прокладывают канавы, по которым стекает вода и в которых собирается рыба.

Оборудование для мелиорации озер. Важно помнить, что аэрация - это текущий и незаменимый прием мелиорации (рисунок 4.8).

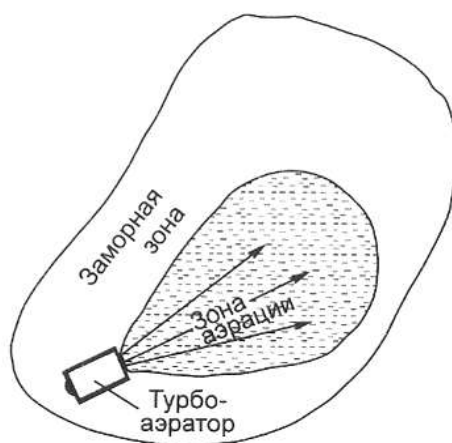


Рисунок 4.8 – Создание на озере заморного типа зоны с высоким содержанием кислорода

Существуют различные аэрационные установки. Один агрегат создает высокую концентрацию растворенного в воде кислорода в зоне 25 – 30 га. Хорошо зарекомендовали себя потокообразователи с эжектором, которые создают устойчивое течение 0,2 м/с даже в 150 м от места установки агрегата. Участок озера с искусственным течением не замерзает зимой, а вода насыщена кислородом на 60 – 80 %. Хороший результат при аэрации достигается, если агрегаты устанавливают на участках с песчаным дном, где грунт потребляет мало кислорода на окислительные процессы. Прежде чем устанавливать аэрационные агрегаты, нужно изучить динамику кислородного режима в водоеме и только потом определить схему установки техники.

Тюменский Госрыбцентр и Ставропольский опытно-механический завод к настоящему времени разработали целую серию аэрационной техники разной мощности: от 0,5 до 11 кВт (рисунок 4.9, 4.10).

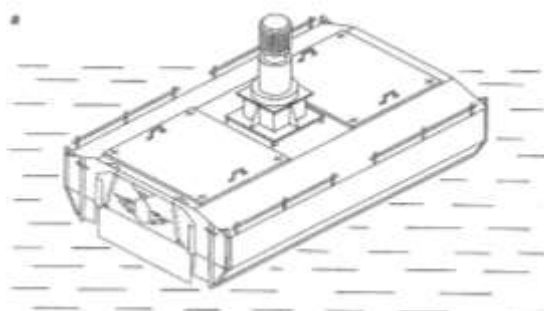


Рисунок 4.9 – Аэрационная техника тюменского Госрыбцентра

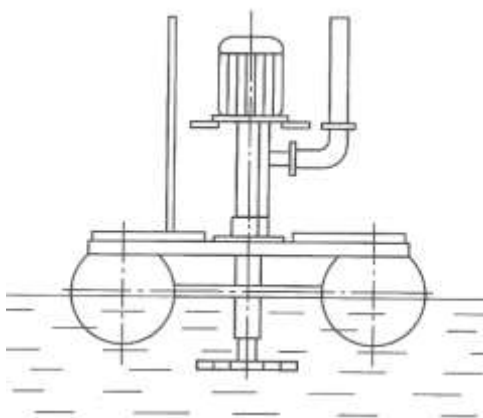


Рисунок 4.10 – Аэрационная техника Ставропольского опытно-механического завода

Данная техника решает любые задачи по мелиорации водоемов заморного типа, позволяет превращать их в нагульные акватории для двухлетнего и многолетнего выращивания товарной рыбы. До этого времени, например, мелкие озера карасевого ихтиологического типа можно было использовать лишь для однолетнего выращивания быстрорастущих сиговых рыб – рипуса, пеляди и карпа.

Для вовлечения в активный оборот биогенов илов и повышения рыбопродуктивности озер пользуются самоходным агрегатом, разрыхляющим и аэрирующим донные отложения. Он представляет собой плавучий аэратор-рыхлитель с компрессором на борту и воздухораспределительным шлангом, оканчивающимся шлейфом-рыхлителем (рисунок 4.11).

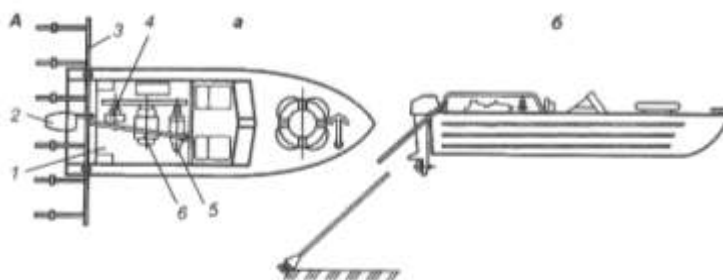


Рисунок 4.11 – Рыхлитель типа «Дно»

а – вид сверху; б – вид сбоку;

- 1 – лодка «Прогресс»; 2 – мотор подвесной; 3 – коллектор трубчатый;
4 – насос; 5 – компрессор; 6 – двигатель приводной

Видоизмененный и более экономичный способ рыхления донных отложений применяется на мелких озерах юга Западной Сибири. Устройство включает два небольших самоходных судна, вожак, обладающий плавучестью, один конец которого закреплен на одном, а второй – на другом судне. К вожаку прикреплены рыхлители в виде треугольных металлических оснований с зубьями с обеих сторон. Ширина захвата рыхлителем донных отложений составляет 30 – 40 м, что позволяет за один рабочий день прорыхлить озеро акваторией 450 – 500 га (рисунок 4.12).

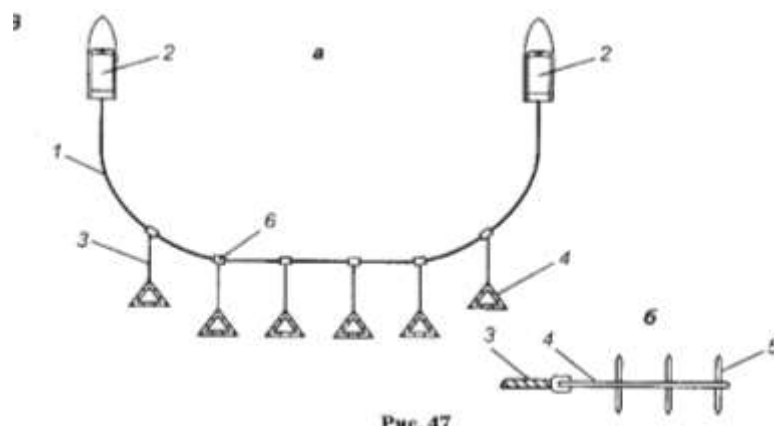


Рисунок 4.12 – Агрегат-рыхлитель донных иловых отложений и схема его движения на озере
 а – вид сверху; б – вид сбоку;
 1 – вожак; 2 – самоходные суда; 3 – поводцы; 4 – рыхлители; 5 – зубья рыхлителя; 6 – плав

В Пермском крае на рыбоотоварных водоемах используют рыхлитель Костырева (рисунок 4.13).

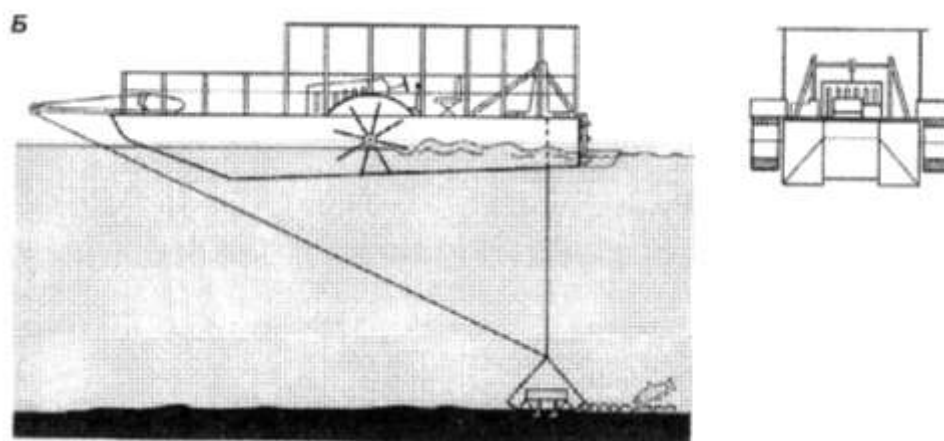


Рисунок 4.13 – Рыхлитель донных отложений Г.Ф. Костырева

Для удаления водной растительности механическим способом используют различные камышекосилки. Наибольшей производительностью обладает камышекосилка КП-07. С ее помощью за час работы выкашивают до 0,7 га жестких макрофитов при глубине кошения до 0,6 м. Ширина захвата ножей режущего аппарата – 2,8 м, скорость движения – до 5 км/ч.

Мягкую водную растительность можно удалять (скашивать) путем протягивания стального троса двумя лодками или катерами. Это скашивание эффективнее проводить на озерах заморного типа в августе, поскольку к ледоставу органика мягких растений, продуцированная в экосистеме, успеет минерализоваться.

Оборудование для выращивания лососевых рыб. Для выращивания и форели специалисты-форелеводы рекомендуют создавать хозяйства разных типов: полносистемное, рыбопитомник или нагульное. Полносистемные хозяйства представлены прудами – нагульными, маточными, выростными. Рыбопитомник представлен маточными, выростными прудами, бассейнами. Нагульное хозяйство представлено только нагульными прудами либо бассейнами и садками.

В большинстве полносистемных форелевых хозяйств на территории России маточные стада содержат в условиях прудов. В Карелии и Ленинградской области ремонтно-маточное поголовье форели содержат в садках, установленных в озерах, вода которых отличается высоким содержанием кислорода (не менее 9 мг/дм³), имеет показатель рН в пределах 6,0 – 8,5, температура воды изменяется от 3 – 4 (зимой) до 18 – 20 °С (летом).

Садки квадратной или круглой формы закрепляют на понтонной линии-эстакаде, приспособленной для проезда облегченной тракторной тележки или мотороллера, развозящих корм по периметру эстакады к садкам. При установке садковых линий особое внимание уделяют подводной раме из системы тросов, являющейся каркасом для общей платформы садковой линии. Каждый садок должен крепиться с 4 сторон во избежание ветрового (волнового) разрушения садковой линии (рисунок 4.14, 4.15).

При расположении садков в озере должны соблюдаться следующие условия:

- расстояние садков от береговой растительности должно быть не менее 50 м;
- оптимальная скорость течения от 0,02 до 0,1 м/с;
- величина придонного течения 0,1 – 0,2 м/с;
- глубина участка водоема для установки садков не менее 8 м;
- отсутствие легковзмучиваемых донных отложений и антропогенного загрязнения;
- рельеф дна в зоне размещения садков должен быть пологим в сторону преобладающих глубин, но не ямообразным (для исключения накопления органики).

Инкубация икры проводится в инкубационных аппаратах ИВТМ на рамках при температуре воды 6 – 9 °С в течение 30 – 40 сут.

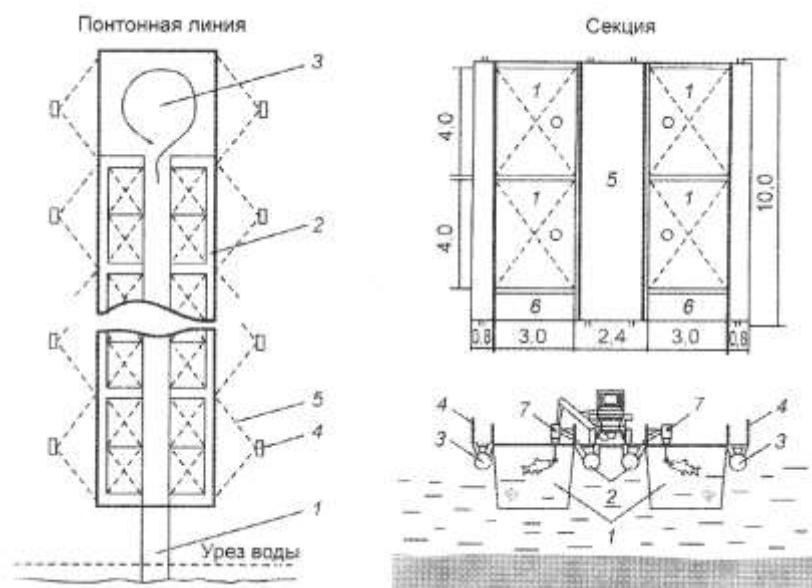


Рисунок 4.14 – Схема понтонной садковой линии

Понтонная линия: 1 – сопрягающий понтон; 2 – понтонные секции; 3 – разворотная площадка; 4 – якоря; 5 – трос

Секция: 1 – сетчатый садок; 2 – центральный понтон; 3 – боковые понтоны; 4 – леерное ограждение; 5 – проезжая часть (настил из досок); 6 – мостик соединительный с настилом из досок; 7 – кормораздатчик

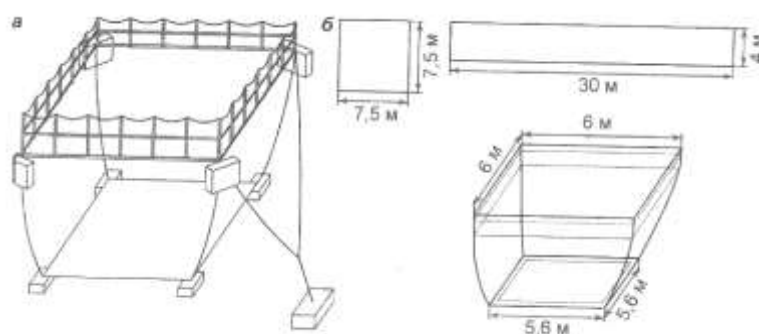


Рисунок 4.15 – Нагульный садок

а – общий вид; б – схема раскроя и посадки нагульного садка

Оборудование для выращивания сиговых рыб. Основное маточное стадо сиговых рыб должно содержаться в контролируемых рыбоводами условиях прудово-бассейновых воспроизводственных комплексов, где производители содержатся в прудах и бассейнах (рисунок 4.16).



Рисунок 4.16 – Стеклопластиковые бассейны

Озера и всевозможные водоемы комплексного назначения следует рассматривать как производственно-вспомогательные, но не основные водоемы для формирования племенных маточных стад. Таким образом, маточное стадо пеляди можно сформировать в прудовом рыбхозе, имеющем рыбопитомник с выростными и зимовальными прудами.

Часть нагульных прудов в данном случае используют для содержания ремонтного стада и производителей. Причем пруды строят глубокими: 60 – 70 % площади с глубиной в 3,5 – 4,0 м, 10 – 15 % площади – с глубиной до 5 м.

Производителей пеляди и других сиговых рыб можно содержать в садках (рисунок 4.17), если их устанавливать в водоемах, где летом на глубине 5 – 7 м вода не прогревается выше 17 – 18 °С.



Рисунок 4.17 – Садки для содержания производителей и ремонтной молоди

Ремонтную молодь и производителей сиговых рыб в течение всего года содержат в садках при плотности посадки 2 – 3 кг/м³, чтобы сига могли частично удовлетворять свои пищевые потребности за счет естественной кормовой базы. Однако в садки в период открытой воды, с мая по сентябрь, два раза в сутки вносят гранулированные корма из расчета 4 – 5 % общей массы производителей сиговых.

Для транспортировки производителей с мест отлова до рыбоводной базы применяют самоходные живорыбные садки на лодке-катамаране.

Садок объемом 5 м³ на каркасе из стального уголка сечением 50 мм со стенками из деревянных реек закреплен между двумя металлическими понтонами при помощи червячной передачи может подниматься вверх и опускаться в

воду на глубину до 1 м. Минимальная осадка понтонов менее 0,2 м, поэтому в поднятом положении катамаран «СЖС» может заходить на отмели к местам притонения невода. Габариты «СЖС» в рабочем положении следующие: длина – 6 м, ширина – 2,2 м, высота понтонов – 0,6 м, высота садка – 1 м. самоходный живорыбный садок приводится в движение с помощью подвесного мотора мощностью 20 – 30 л.с., а за один рейс в нем можно перевезти от притонения невода к садковой базе 800 – 900 кг производителей.

Транспортировка пеляди в живорыбном самоходном садке позволяет сохранять всех производителей живыми и без травм, чего нельзя достичь при перевозке в небольших емкостях (лодках, баках, чанах, бочках).

С приближением нерестовых температур производителей отдельно по полу отсаживают в бассейны для кратковременного выдерживания. Плотность посадки при этом составляет: самок – 5 – 7 кг/м³, самцов – 8 – 10 кг/м³. Для получения половых продуктов производителей содержат при температуре, близкой к температуре воды в маточном водоеме (0,2 – 0,8 °С). Обычно используют для этого бассейны, оснащенные терморегуляцией, создавая в них слабую проточность.

Для содержания производителей сиговых перед и после гипофизарных инъекций применяют емкости лоточного типа. Размеры емкости: длина – 4 м, ширина – 0,6 м, глубина воды – 1,0 м. Продолжительность наполнения – 30 мин, спуска – 15 мин. Плотность посадки рыбы от 3 до 5 шт/м³. Расход воды на 100 кг рыбы 3 л/с. Температура воды в период инъекции 18 – 20 °С. Содержание кислорода при выдерживании производителей не менее 6 мг/л. Соотношение производителей (самки:самцы) – 1 : 0,6.

Икру сиговых рыб инкубируют в аппаратах Вейса объемом 8 л (рисунок 4.18).



Рисунок 4.18 – Аппараты Вейса

В рыбоводных хозяйствах, расположенных на Байкале, используют установки для естественного нереста омуля по экологическому методу, разработанному Н.Ф. Дзюменко. Эта установка представляет стационарную садковую

конструкцию, размещаемую в русле небольшой нерестовой реки, где течение близко к 1 м/с.

В состав установки входят лотки со створками, затворы и уловители икры.

Лотки размещены на дне бассейна и предназначены для накопления и последующего смыва икры в уловитель. Лотки представляют собой деревянный короб со створками из полиэтилена, прикрепленного к металлической рамке. Затвор расположен в головной части установки. В нижнем положении затвор обеспечивает проточность воды в садках с производителями, а в верхнем положении – смыв икры. Уловитель икры предназначен для сбора икры и состоит из направляющего конуса и ящика. Направляющий конус и ящик представляют собой пространственную конструкцию из уголков, обтянутую капроновой сеткой. Мостики предназначены для обслуживания установки. Установка работает следующим образом. Производителей отсаживают в садок вручную. Соотношение самок и самцов – 10:8. плотность посадки омуля 100 – 125 шт./м³. Нерест омуля в экологическом садке в естественных погодных условиях наступает при температуре воды 3 – 4,5 °С. Самки мечут икру небольшими порциями в течение 3 – 5 сут, и одновременно идет осеменение ее спермой. Процент оплодотворения составляет 93 – 97 %. Оплодотворенная икра опускается на дно лотка, и, чтобы ее смыть, затвор поднимают в верхнее положение. При этом поток воды устремляется в нижнюю часть лотка. Створки под действием напора воды поворачиваются вокруг оси и занимают горизонтальное положение, отделяя смываемую икру от производителей, находящихся в садках. Током воды икра по направляющему конусу переносится в ящик уловителя, откуда вручную при помощи сачка ее перегружают в транспортную тару. После окончания смыва икры затвор опускают в нижнее положение. Створки под действием силы тяжести принимают вертикальное положение. Вода переливается через верхнюю кромку затвора в лоток, обеспечивая проточность в садках. Время проведения этой операции зависит от температуры воды, то есть от интенсивности созревания производителей и их нереста, а также от плотности посадки производителей и от количества икры.

Для условий западносибирских рек, на которых продолжается сбор икры от производителей сиговых рыб, С.М. Семенченко разработал усовершенствованный вариант нерестовой установки (рисунок 4.19).

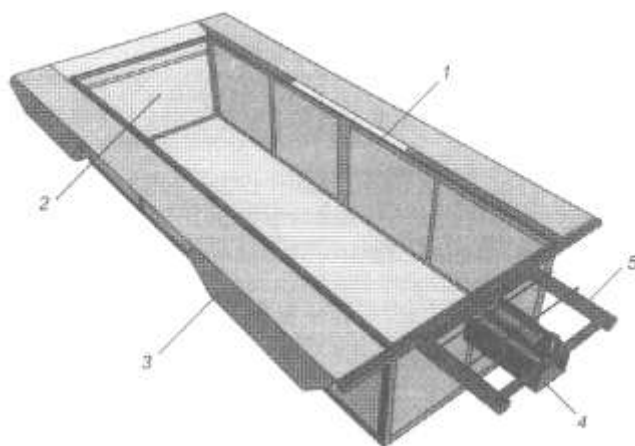


Рисунок 4.19 – Установка лоткового типа для сбора икры при естественном нересте сиговых рыб, оснащенная патокообразователем

1 – лоток; 2 – икроборник; 3 – понтоны; 4 – патокообразователь; 5 – плотик крепления патокообразователя

На Урале, в Западной Сибири часть сеголетков и годовиков пеляди и других сиговых рыб выращивают прудовым методом. На берегу озер располагают нерестово-выростные пруды площадью 1 – 2 га. Сначала их используют для подращивания личинок пеляди, а затем в них проводят естественный групповой нерест карпа и выращивают его молодь. Такой биотехнический прием внедряется в разных регионах России. Например, в Тюменской области мальковые и выростные пруды создают вблизи нагульных озер (рисунок 4.20), считая, что к месту выращивания лучше и экономичнее транспортировать личинок, чем крупный жизнестойкий посадочный материал.

Прудовый метод весьма эффективен и при зимовке молоди сиговых рыб. Сеголетков в пеляди и других сиговых, выращенных до массы 25 – 40 г, осенью отлавливают мелкоячейным закидным неводом и живорыбным транспортом доставляют к зимовальным прудам. Зимовальные пруды площадью 0,8 га не отличаются от карповых. Плотность посадки сеголетков сиговых составляет 0,4 – 0,6 млн. шт./га.

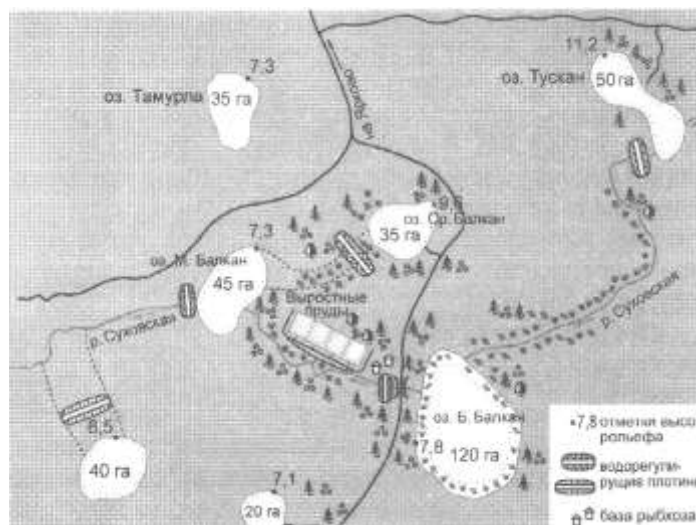


Рисунок 4.20 – Расположение выростных прудов в товарном озерном рыбхозе

Содержание производителей в емкостях перед и после гипофизарных инъекций		
Соотношение производителей (самки:самцы)	1:0,6	1:0,5
Емкость для содержания производителей перед получением половых продуктов, м:		
длина	4	4
ширина	0,6	2,5
глубина воды	0,6	1
Продолжительность, мин:		
наполнения	30	30
спуска	15	15
Плотность посадки, шт./м ³	3 – 5	1
Расход воды на 100 кг рыбы, л/с	3	6
Инкубация икры		
Вместимость аппарата Вейса, л	8	100 – 200
Загрузка икры в один аппарат, тыс.шт.	Не менее 600	500 – 1000
Расход воды на один аппарат, л/с	0,05 – 0,08	0,08 – 0,16
Выдерживание личинок до перехода на внешнее питание		
Количество воды в лотке, м ³	1,2	-
Глубина лотка, м	0,6	-
Плотность посадки, шт./м ³	1500 – 2000	-
Расход воды на 1 млн. личинок, л/мин	15	11
Вместимость аппарата ИВЛ-2, л	200	200
Плотность посадки, тыс. шт./л	5	6,5
Расход воды, л/с	0,23	0,23

Для резервирования производителей могут использоваться земляные садки размером 30 × 10 × 2 м. Располагают их обычно вблизи инкубационного цеха. Расход воды в 1 садке равен 6 – 8 л/с. При таком расходе полная смена воды в садке происходит за 28 ч. Полный сброс воды осуществляется за 1 ч. В каждом садке отдельно по полу содержат до 200 производителей (1 шт. на 5 м³). Обычно в садке выдерживают столько производителей, сколько потребуется для работы в 1 туре воспроизводства, так как колебания уровня воды при многократных обловах и сами обловы являются стрессовыми факторами и отрицательно отражаются на воспроизводительной системе рыб. Источниками водоснабжения садков могут быть реки, водохранилища, озера, качество воды которых отвечает нормативным требованиям.

Инкубацию икры проводят в 8 л аппаратах Вейса. Загрузка в 1 аппарат не более 600 тыс. шт. Расход воды в 1 аппарате 0,05 – 0,08 л/с. Содержание кислорода не менее 6 мг/л.

Вода, подаваемая в инкубационный цех, должна быть очищена от взвесей, механическим фильтром (рисунок 4.22).

Если инкубационный цех снабжается водой из артезианской скважины, как правило, богатой железистыми соединениями, то необходимо пропускать ее через каскад из 3 отстойников площадью 0,1 га каждый, где частично происходят процессы связывания и выпадения в осадок соединения железа и сероводорода.



Рисунок 4.22 – Механический фильтр

Из третьего отстойника вода через фильтры закачивается в бак для ее подогрева.

Подогрев воды производится термонагревателями мощностью 2 кВт каждый, объединенными в группы по 6 – 10 шт. Каждая группа автономно подключена к электросети через магнитный пускатель. Из бака вода самотеком по трубе поступает в запасной резервуар вместимостью 15 – 16 м³, служащий для установления оптимальной температуры воды и насыщения ее кислородом, а также для создания запаса на случай аварии. Из резервуара вода по системе трубопроводов поступает к инкубационным аппаратам, бассейнам для выдерживания производителей и другому оборудованию. Заданная температура воды в установке для нагревания регулируется автоматически отключением или подключением групп термоэлектронагревателей (рисунок 4.23).

Для выдерживания предличинок до перехода на внешнее питание применяются лотки (таблица 1). Объем воды в лотке составляет 1,2 м³. Глубина лотка 0,6 м.

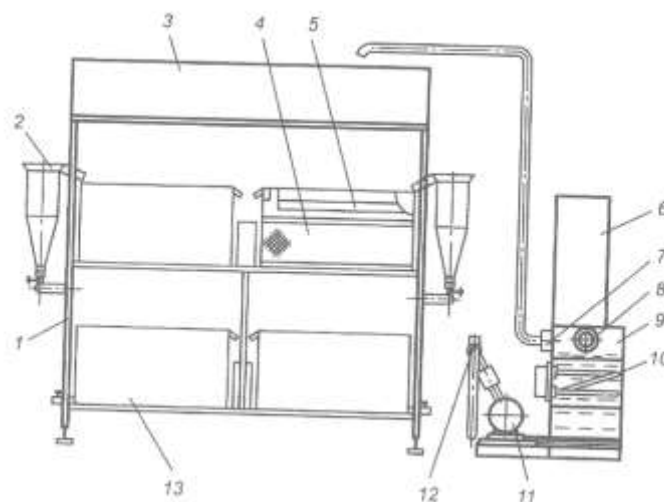


Рисунок 4.23 – Инкубатор «Карп» с терморегуляцией

Плотность посадки предличинок 1500 – 2000 тыс. шт/м³. Расход воды на 1 млн. личинок – 15 л/мин (рисунок 4.24).



Рисунок 4.24 – Лоток для выдерживания предличинок

Эффективность работы карпового воспроизводственного комплекса во многом зависит от качества производителей и от их породы. Карпов – производителей элитных породных групп и линий следует содержать в летне-маточных прудах отдельно по полу при невысокой плотности посадки с дополнительным кормлением. Зимой производителей и ремонтное поголовье содержат в зимне-маточных и зимне-ремонтных прудах.

После бонитировки обычно рыбу пересаживают в преднерестовые садки (бассейны) или летне-ремонтные пруды.

Технология выращивания карасей, линя и леща аналогична технологии выращивания карпа и сазана (рисунок 4.25).

Однако работать с маточным стадом леща нужно не в маленьких и мелких нерестовиках, а в прудах с глубинами до 3 м и более. Для линя же эффективен естественный нерест в нерестовых прудах с богатым растительным субстратом при плотности посадки на нерест 2 – 3 гнезда на 0,01 га.

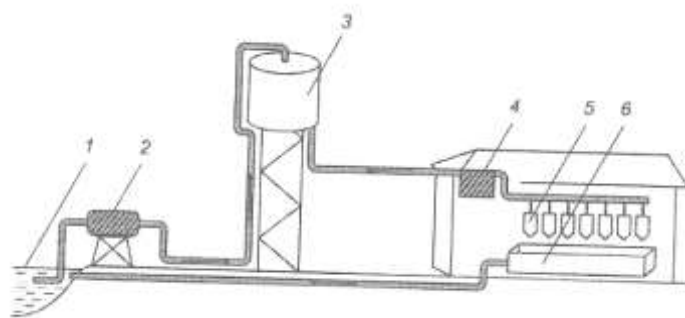
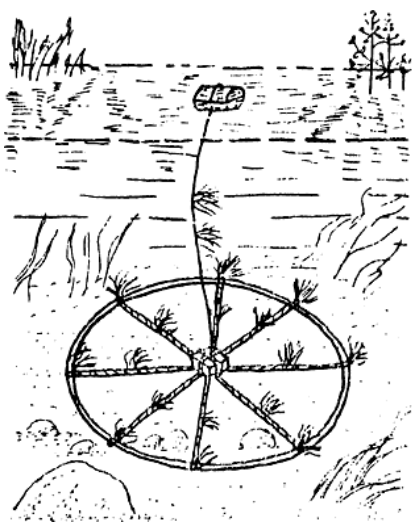


Рисунок 4.25 – Схема цеха для инкубации икры карася и других весенне-летненерестующих рыб

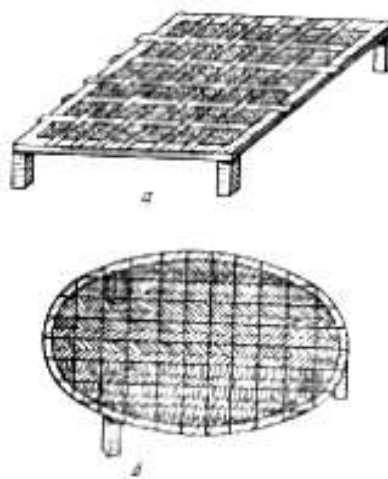
Подращивают молодь карповых видов рыб в мальковых прудах по общепринятой методике или в интенсивно эксплуатируемых мальковых прудах, снабжаемых геотермальной водой, после чего осуществляется зарыбление выростных прудов.

Оборудование для выращивания судака и щуки. Маточное стадо судака содержат в прудах, где производители быстро адаптируются и хорошо размножаются. Пруды аналогичны прудам для выращивания карповых рыб. При наличии незаморных озер скомплектованное маточное стадо можно содержать в сетчатых плавучих садках.

На нерест производителей судака высаживают в нерестовые пруды глубиной 2 м, где предварительно размещают искусственные нерестовые гнезда на расстоянии 2 – 3 м друг от друга (рисунок 4.26).



для установки в прудах



для установки в лотках

Рисунок 4.26 – Искусственные нерестовые гнезда

Гнезда диаметром до 60 см изготавливают из отходов синтетических нитей, старых сетей, корневищ ивы, ольхи либо ветвей хвойных деревьев.

Дно судачьих нерестовых прудов должно быть плотным, желательно без черноземных почв и ила. Оптимальная площадь пруда – 1 – 2 га. Норма посадки – до 50 – 100 нерестовых пар на 1 га.

Соотношение самок и самцов в маточном стаде должно быть 1:1. Естественный нерест судака в управляемой контролируемой среде – наиболее эффективный способ его воспроизводства в озерных рыбоводных хозяйствах.

Перед выклевом личинок все гнезда из нерестовых прудов вынимают и переносят в мальковые пруды, лотки и бассейны. После 30 – 40 сут выращивания молодь судака пересаживают в нагульные озера.

Щуку используют в озерном рыбном хозяйстве как биологического мелиоратора, поедающего малоценных рыб и ограничивающего численность нежелательных конкурентов ценным планктофагам и бентофагам в нагульных водоемах.

Производителей щуки содержат в садках при температуре воды 4 – 10 °С, раздельно самок и самцов. Садки размером 3 × 1,2 × 1 м из мелкоячейной сетки или реек. Сверху они должны закрываться сплошными крышками во избежание беспокойства рыбы (рисунок 4.27).

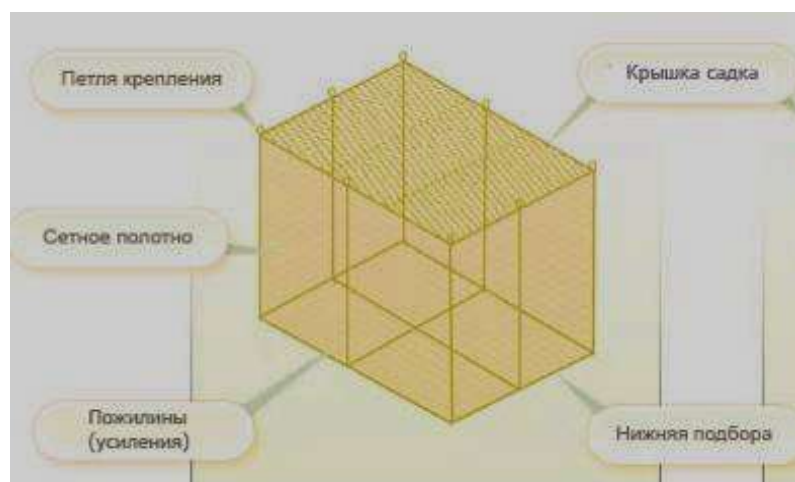


Рисунок 4.27 – Прямоугольный садок

В один садок сажают 20 – 25 производителей массой 1,2 – 3,0 кг. Соотношение самок и самцов 1:3. Целесообразно иметь резервные садки, в которые пересаживают готовых к нересту производителей после очередного осмотра.

Естественный нерест проводят в нерестовых прудах из расчета 0,02 га на 1 гнездо. При этом производителей и ремонт щуки содержат в прудовом рыбопитомнике.

Икру инкубируют в аппаратах Вейса.

Выпуск личинок щуки, перешедших на активное питание, сразу с нагульные водоемы обычно не дает положительного эффекта. Их необходимо подращивать 2 недели в мальковых прудах в плавучих садках из капронового сита № 10 размером 2×2×2 м, установленных в глубокой части головных прудов или в эвтрофных озерах, но в местах защищенных от волнобоя. Плотность посадки на 1 садок – 10 тыс. личинок щуки длиной 13 – 15 мм.

Специалистами Калининградского государственного технического университета (2004) предложены нормативы, положительно зарекомендовавшие себя при интенсивном выращивании мальков щуки до массы 1 г (таблица 4.2) в проточных бассейнах рыбоводного цеха.

Таблица 4.2 – Биотехнические нормы технологии выращивания мальков щуки массой 1 г и более (Лесникова, 2004)

Показатель	Единицы измерения	Норматив
Температура воды	°С	18 – 22
Уровень воды в лотке	м	0,1
Плотность посадки личинок	тыс. шт./м ²	5,0
Расход воды	л/мин	30

Рекомендуемая технология позволяет оптимизировать температуру воды в диапазоне 20 – 22 °С, что сокращает на 20 сут продолжительность выращивания мальков щуки до массы 1 г по сравнению с переменным температурным режимом (8 – 16 °С), характерным для весеннего периода.

Порядок выполнения работы

- 1) Внимательно изучите оборудование (модификации, конструкции, способ работы) для разведения и выращивания разных видов рыб в озерных хозяйствах, используя макеты, схемы, слайды;
- 2) Схематически зарисуйте конструкции оборудования для разных видов рыб и законспектируйте методики работы с ним.
- 3) Предложите свой план-схему озерного рыбоводного хозяйства по выращиванию объекта, согласно индивидуальному заданию преподавателя.

Вопросы для самопроверки

1. Какие гидротехнические сооружения используют в озерном рыбоводстве?
2. Назовите оборудование, применяемое для мелиорации озер?
3. Какое оборудование используют для выращивания лососевых рыб?
4. Какое оборудование используют для выращивания карповых рыб?
5. Какое оборудование используют для выращивания сиговых рыб?
6. Какое оборудование используют для выращивания судака и щуки?

Лабораторная работа № 5

ОЦЕНКА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ ОЗЕРНОГО РЫБОВОДСТВА

Цель работы: научиться оценивать физиологическое состояние объектов озерного рыбоводства.

Материал и оборудование:

- 1) шприцы, плато для серологических исследований, скальпель, вата, марля, пробирки с резиновыми пробками, штатив для пробирок, пенициллино-

вые склянки с пробками, капиллярная пипетка, пастеровская пипетка, камера Горяева;

- 2) микроскоп, гемоглобинометр, рефрактометр, центрифуга;
- 3) спирт этиловый, гепарин, дистиллированная вода, консервирующий раствор, трансформирующий раствор.

Задание:

- 1) оценить физиологическое состояние объектов озерного рыбоводства.

Для выполнения задания необходимо:

- 1) изучить оборудование (конструкции и способ работы) для измерения параметров крови;
- 2) изучить и законспектировать методики определения концентрационных показателей крови рыб, пользуясь теоретическим материалом и рекомендованной литературой;
- 3) провести определение показателей крови опытных рыб;
- 4) на основе полученных данных сделать вывод о физиологическом состоянии опытных рыб;
- 5) ответить на вопросы для самопроверки.

Теоретический материал

Выращивание рыбы в искусственных условиях накладывает серьезный отпечаток на физиологическое состояние объектов рыбоводства. Рыбы являются наиболее чувствительными и удобными объектами для оценки качества вод. Использование их гематологических показателей является одним из широко известных и достоверных приемов диагностики физиологического состояния, поскольку условия обитания накладывают отпечаток на качественные и количественные показатели красной и белой крови рыб. В связи с чем, показатели крови рыб могут сигнализировать о необходимости принять меры к улучшению условий содержания объектов.

Гематологические исследования начинают с забора крови у рыб. Каждую рыбу заворачивают в чистую марлю, с помощью скальпеля убирают слизь и чешую в месте взятия крови. Затем это место протирают ватным тампоном, смоченным 96 %-ным спиртом и тщательно просушивают ватой. Позади анального плавника по медиальной линии под углом в 45° вводят шприц до позвоночника, где проходит ствол хвостовой артерии. В шприц начинает поступать кровь. В качестве антикоагулянта применяют гепарин. Кровь для исследования нужно брать в такой последовательности:

- 1) Перенести кровь в плато;
- 2) Перенести кровь из плато в пробирки с консервирующим раствором;
- 3) Перенести кровь из плато в пробирки с трансформирующим раствором;
- 4) Перенести оставшуюся кровь из шприца в центрифужные пробирки.

Принцип метода определения концентрации эритроцитов сводится к подсчету форменных элементов в определенном объеме крови, разведенном в точно отмеренном консервирующем растворе в камере Горяева известной емкости (рисунок 5.1).

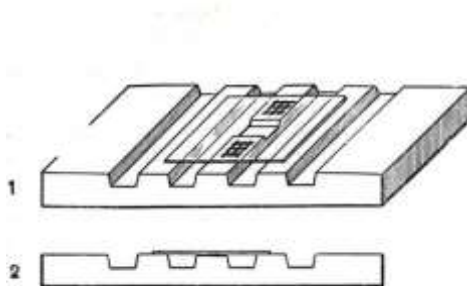
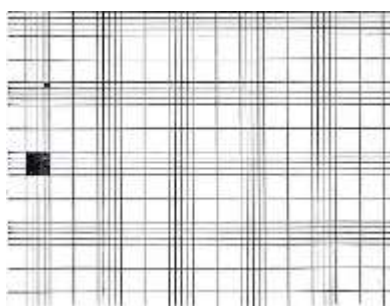


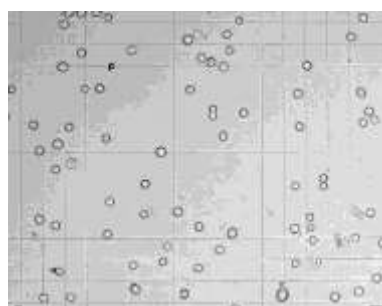
Рисунок 5.1 – Камера Горяева

Капиллярную пипетку промывают консервирующим раствором, продувают и набирают 20 мкл крови от первой рыбы. Осторожно продувают кровь в первую пробирку с консервирующим раствором (5 мл), промывают этим же раствором, закрывают пробкой и тщательно перемешивают, постукивая по нижней части пробирки. Полученное разведение 1:251 можно принять равным 1:250.

Перед заполнением камеры Горяева (рисунок 5.1) консервирующую жидкость и кровь тщательно перемешивают. Затем смесь отбирают пипеткой, сливают 2-3 капли, а следующую каплю переносят в камеру. Камера состоит из толстого стекла, на котором укреплена пластина с сетками, разделенная на две половины. По ее краям помещаются две других пластинки выше средней на 0,1 мм. На них при подсчете укрепляют покровное стекло. Расстояние между пластиной и покровным стеклом соответствует 0,1 мм. Сетка камеры Горяева состоит из 225 больших квадратов, часть которых разделена на 10 малых квадратов (рисунок 5.2). Сторона малого квадрата равна 1/20 мм, объем над малым квадратом при высоте камеры в 1/10 мм равен соответственно 1/4000 мкл (мм^3).



а – маленькие квадраты сетки



б – эритроциты в квадратах сетки

Рисунок 5.2 – Сетка камеры Горяева

Покровное стекло притирают, плотно накладывая его на боковые пластинки камеры Горяева, затем прижимают, двигая вперед и назад, до появления ньютоновых колец. На выступающий конец средней пластинки помещают пипеткой каплю смеси консервирующего раствора с кровью, которая подтекает

под покровное стекло, покрывая соответствующую половину пластинки. То же самое делают на втором конце пластинки. Если образовался пузырек воздуха, мешающий подсчету, его удаляют легким постукиванием по покровному стеклу. Выжидают 3 мин пока форменные элементы полностью осядут, а затем их подсчитывают на обеих сетках.

Считают клетки, придерживаясь такого правила: учитывают в каждом маленьком квадратике (рисунок 5.2, а) эритроциты, находящиеся внутри его (бесспорно относящиеся к нему), к нему же относятся те клетки, которые только касаются его верхней и левой границы и не считают клеток, касающихся правой и нижней его границы (рисунок 5.2, б).

Подсчитывают клетки в 5 больших квадратах, далеко лежащих один от другого (четыре угловых и один в середине сетки). Определяемую величину получают по формуле 5.1:

$$X = \frac{a \cdot 4000 \cdot y}{n}, \quad (5.1)$$

где X – число клеток в 1 мкл крови;

a – количество подсчитанных клеток;

y – степень разведения крови;

n – количество малых квадратов.

$$X = \frac{a \cdot 4000 \cdot 250}{80} = a \cdot 12500$$

Концентрацию гемоглобина в клинической гематологии определяют весьма точным и удобным гемиглобинцианидным методом. Этот метод позволяет определять гемоглобин после завершения отбора крови на анализ у всех исследуемых рыб. Преимущество его – в стабильности раствора гемиглобинцианида, высокой точности и воспроизводимости полученных результатов, в технической простоте.

Гемоглобин при взаимодействии с железосинеродистым калием окисляется в метгемоглобин (гемиглобин), образующий с ацитонциангидрином окрашенный гемиглобинцианид, интенсивность окраски которого пропорциональна количеству гемоглобина.

К 5 мл трансформирующего раствора приливают 20 мкл крови из пята, закрывают пробкой и хорошо перемешивают. Определяют оптическую плотность раствора на спектромом при длине волны 503 – 560 нм (зеленый светофильтр) или гемоглобинометре (рисунок 5.3).



Рисунок 5.3 – Гемоглобинометр МиниГем-540
Расчет концентрации гемоглобина производят по формуле 5.2:

$$Hb = \frac{E_{оп}}{E_{ст}} \cdot C \cdot K \cdot 0,01, \quad (5.2)$$

где $E_{оп}$ – экстинция опытной пробы;

$E_{ст}$ – экстинция стандартного раствора;

C – концентрация гемиглобинцианида в стандартном растворе (59,75 мг%);

K – коэффициент разведения крови;

0,01 – коэффициент для пересчета концентрации гемоглобина из мг в г·л

1.

Концентрация белка в сыворотке крови рыб зависит от интенсивности и характера питания, уровня обмена веществ, который в свою очередь, в значительной степени связана с термическими и гидрохимическими условиями водоемов, физиологическим состоянием рыбы.

Кровь на анализ концентрации общего белка в сыворотке крови берут в сухую пробирку в количестве 1 – 3 мл, затем пробирку с кровью центрифугируют или оставляют пробирку с кровью в холодильнике на несколько часов для отстаивания эритроцитов. Далее на рефрактометре (рисунок 5.4) с длиной волны 584 нм определяется коэффициент преломления сыворотки. Он довольно точно свидетельствует о количественном содержании в сыворотке белка.



лабораторный ИРФ-454Б2М



ручной N-8-alpha

Рисунок 5.4 – Рефрактометры

Перед началом работы с рефрактометром проверяют нулевую точку нанесением 1 – 2 капель дистиллированной воды на полированную поверхность измерительной призмы. Линию лупы шкалы устанавливают на делении 1,333. Если граница светотени проходит через точку пересечения визирных линий, то прибор установлен на ноль.

После проверки нулевой точки приподнимают верхнюю половину камеры и вытирают обе призмы фильтровальной бумагой, а затем досуха мягкой неворсистой салфеткой. Затем на поверхность призмы наносят 1 – 2 капли сыворотки крови и быстро закрывают камеру. Зеркалом направляют свет в окно камеры и поворачивают ее до тех пор, пока граница светотени не появится в поле зрения прибора. Вращением винта устраняют окрашенность поля и достигают зависимости между показателями преломления и концентрации белка в сыворотке резкой границы светотени, которую затем устанавливают на точке пересечения визирных линий, после чего снимают показания преломления сыворотки.

Количество эритроцитов в крови находится в тесной зависимости от поведения рыбы. У костистых рыб число эритроцитов в единице объема крови достигает нескольких миллионов клеток. В крови окуня, например, содержится в единице объема $1,38 - 1,50 \text{ Т} \cdot \text{л}^{-1}$ эритроцитов. У хрящевых рыб число клеток красной крови в единице объема определяется тысячами. У донных осетровых видов, совершающих большие миграции, но менее активных, чем пелагические рыбы, концентрация эритроцитов находится в пределах $0,98 - 1,00 \text{ Т} \cdot \text{л}^{-1}$.

Концентрация гемоглобина в крови стерляди из естественных водоемов высокая и в среднем составляет около $96,0 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$, достигая, у отдельных особей, $160 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$. Окунь, совершающий спокойные небольшие миграции к местам нереста, имеет концентрацию гемоглобина в крови $91,0 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$, близкую к средней норме у костистых рыб.

Концентрация общего сывороточного белка и отдельных белковых фракций у различных видов рыб находится в зависимости от характера питания и обеспеченности пищей, уровня солености и содержания кислорода в воде, степени зрелости половых продуктов, сезонной ритмики обменных процессов.

Сывороточным белкам принадлежит определенная роль в пластическом обмене, при формировании половых продуктов, а также в качестве «резервного источника пластического материала при голодании рыб».

Порядок выполнения работы

- 1) Внимательно изучите оборудование и методики работы с ним для измерения параметров крови;
- 2) Изучить и законспектировать методики определения концентрационных показателей крови рыб, пользуясь теоретическим материалом и рекомендованной литературой;
- 3) Сделайте забор крови у опытных рыб;
- 4) Определите концентрацию эритроцитов прямым методом;
- 5) Определите концентрацию гемоглобина гемиглобинцианидным методом;
- 6) Определите концентрацию общего белка в сыворотке крови;
- 7) Полученные данные занесите в таблицу 5.1:

Таблица 5.1 – Концентрационные показатели крови опытных рыб

Показатель	Вид рыбы	
Концентрация эритроцитов, $\text{T} \cdot \text{л}^{-1}$		
Концентрация гемоглобина, $\text{г} \cdot \text{л}^{-1}$		
Концентрация общего белка в сыворотке крови, $\text{г} \cdot \text{л}^{-1}$		

- 8) Используя данные таблицы 5.1 и знания теоретического материала, сделайте вывод о физиологическом состоянии опытных рыб.

Вопросы для самопроверки

1. В какой последовательности необходимо проводить исследование крови?
2. Какова методика подсчета эритроцитов в камере Горяева?
3. Какова методика определения концентрации гемоглобина гемиглобинцианидным методом?
4. Преимущества определения концентрации гемоглобина гемиглобинцианидным методом?
5. Как определяется концентрация общего белка в сыворотке крови?

Лабораторная работа № 6

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ПОСАДКИ ОЗЕРНОЙ РЫБЫ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ. ПРОВЕДЕНИЕ ТРАНСПОРТИРОВКИ РЫБЫ

Цель работы: научиться проводить транспортировку рыбы и определять плотность посадки озерной рыбы при транспортировке.

Материал и оборудование:

- 1) двухслойные полиэтиленовые пакеты емкостью 40 л, аэратор кислорода, зажимы, оксиметр;
- 2) сеголетки карпа;
- 3) метиленовая синь.

Задание:

- 1) определить плотности посадки озерной рыбы при транспортировке;
- 2) провести транспортировку живой рыбы.

Для выполнения задания необходимо:

- 1) изучить оборудование (конструкции и способ работы) для транспортировки рыбы в озерных хозяйствах;
- 2) изучить и законспектировать методики проведения транспортировки рыбы в пределах озерного хозяйства и между хозяйствами;
- 3) рассчитать возможные плотности посадки живой рыбы при разных условиях транспортировки;
- 4) осуществить транспортировку живой рыбы, пользуясь расчетными данными и знаниями теоретического материала;
- 5) ответить на вопросы для самопроверки.

Теоретический материал

Живая рыба может быть транспортирована автомобильным, железнодорожным, водным и авиационным транспортом. В качестве транспортной тары используют как открытые, так и герметические емкости. К емкостям открытого типа относят автоцистерны, съемные контейнеры, чаны, деревянные ящики, вагоны, ванны и изотермические контейнеры, к закрытым — полиэтиленовые пакеты, бидоны с плотной крышкой и др.

Транспортировка рыбы может быть кратковременной и длительной.

Кратковременная транспортировка осуществляется в пределах озерного хозяйства. Для перевозки рыб применяют любые чистые емкости без острых углов и посторонних предметов внутри, способных причинить неудобство рыбам. Для этих целей подходят пластиковые ванны, эмалированные и алюминиевые бидоны и т.д.

Длительная транспортировка осуществляется между разными рыбноводными хозяйствами и точками сбыта продукции. При этом для перевозки живой рыбы применяются изотермические контейнеры, живорыбные машины, живо-

рыбные вагоны, а также двухслойные полиэтиленовые пакеты, заполненные водой и закаченные кислородом.

Одним из распространенных способов перевозки является транспортировка в двухслойных полиэтиленовых пакетах (рисунок 6.1, 6.2).



Рисунок 6.1 – Транспортировочный полиэтиленовый пакет



Рисунок 6.2 – Полиэтиленовые пакеты в контейнере для транспортировки

Этот способ транспортировки менее сложен и трудоемок, а также экономичен, так как не требует дополнительного энергопитания. Кроме того, транспортировать рыбу в двухслойных пластиковых пакетах можно авиатранспортом на большие расстояния, в связи, с чем они получили широкое применение (рисунок 6.3).

Существует два вида пакетов – стандартные (емкостью 40 л) и крупногабаритные (до 300 л), которые используются для перевозки крупной рыбы.

При транспортировке рыбы в двухслойных полиэтиленовых пакетах в упаковку внутреннего пакета сначала наливают свежую воду, адаптированную к потребностям того или иного вида (температура и гидрохимический состав воды).



Рисунок 6.3 – Применение транспортировочных пакетов

После этого осторожно отлавливают рыб и помещают в пакет. Для дезинфекции в воду добавляют трипафлавин (5 мг/л), метиленовую синь (1 мг/л) или эрициклин (25 мг/л) и т. п. Затем из пакета руками выпускают воздух, вставляют резиновую трубку длиной 5 – 6 см (погружая ее в воду), перехватывают сдутый пакет у верха и нагнетают кислород из кислородного баллона. Горловину пакета (5-7 см) свивают в спираль и фиксируют зажимом. При перевозке на самолетах пакет нельзя сильно накачивать, его поверхность должна слегка продавливаться. В противном случае из-за перепадов давления может произойти разгерметизация.

Если во время транспортировки возможно изменение температуры, то их теплоизолируют с помощью ваты, поролона или бумаги. Для охлаждения воды в коробки закладывают лед, упакованный в полиэтиленовые пакеты.

Весьма важно сохранения живой рыбы при транспортировке. На ее выживаемость оказывает влияние ряд факторов, основными из которых являются содержание кислорода в воде, накопление продуктов жизнедеятельности, норма посадки, качество перевозимых объектов и температура воды.

Температурный режим – один из основных факторов, обеспечивающих успех транспортировки. Наиболее простой метод для снижения накопления токсичных продуктов обмена в организме рыбы – это снижение температуры воды до определенных пределов, устанавливаемых с учетом требований экологии данного вида. Наиболее благоприятной для транспортировки является вода следующей температуры: для холодолюбивых рыб летом 6 – 8 °С, весной и осенью – 3 – 5 °С, для теплолюбивых соответственно 10 – 12 °С и 5 – 6 °С. При этом температура воды в транспортировочной емкости не должна надолго от-

клоняться от оптимальной. Необходимо помнить, что чем выше температура воды, тем меньше растворяется в ней кислорода, а обмен веществ у рыб активнее.

На температуру воды в живорыбных емкостях влияет множество факторов: температура окружающей среды, начальная температура воды и воздуха в таре, изотермические свойства материала тары, ее размер и форма, конструкция аэрационной системы, герметичность упаковки. В зависимости от длительности перевозки, температуры воды и воздуха, возраста и размеров рыбы соотношение воды и рыбы в емкостях для ее перевозки может быть различным.

Рыба в зависимости от вида при дыхании потребляет различное количество кислорода. Рыбе, способной быстро двигаться и совершать большие миграции, требуется большее количество кислорода, чем рыбе, обитающей в закрытых водоемах. Молодые рыбы потребляют кислорода больше, чем крупные взрослые того же вида.

Содержание кислорода в воде во время транспортировки живой рыбы должно быть выше следующих значений, представленных в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Требования к воде разных видов рыб при транспортировке [1]

Вид	Концентрация кислорода, мг/л	Температура воды, °С
Карп	3,0	не выше 10
Сазан	3,0	
Карась	2,0	
Лещ	5,0	
Пелядь	7,0	
Сиги	7,0	
Форель	7,0	
Линь	2,0	
Судак	6,0	

Плотность посадки зависит от размеров, сытости рыб и их физиологических особенностей (возраста, требовательности к среде и др.). За сутки перед отправкой рыбу не кормят.

Емкость необходимо затемнить, чтобы у рыб замедлился обмен веществ, и они легче перенесли транспортировку, так как темнота успокаивающе действует на рыб, двигательная активность у них снижается.

Многие рыбы во время перевозок возбуждаются, в таких случаях можно применять анестезирующие препараты: уретан, веронал натрия, хинальдин, амиленгидрата (0,5-1,25 мл/л), хлоральгидрата (2,3-3,1 г/л) и трикаина (MS-222) 10-25 мг/л. Реакцию воды стабилизируют бикарбонатом натрия (50 мг/л). В чистой воде рыбы полностью просыпаются за полчаса.

Перед тем как осуществлять посадку рыбы в транспортировочные емкости, необходимо рассчитать плотность посадки. Расчет осуществляется по формуле 6.1:

$$B = V \times (K_1 - K_2) / T \times M, \quad (6.1)$$

где В – масса рыбы, кг;

V – количество воды в емкости для перевозки, л;

K₁ – содержание кислорода, мг/л;

K₂ – содержание кислорода, при котором наступает угнетение дыхания рыбы, мг/л;

T – длительность перевозки, ч;

M – потребление кислорода рыбой, мг/кг·ч [1].

Интенсивность обмена веществ у карпа находится в прямой зависимости от температуры воды, поэтому с повышением температуры увеличивается и интенсивность дыхания карпов — с одинаковой массой (15 – 20 г) при температуре воды 1,5 – 2,5 °С потребляют 23 – 54 мг/кг·ч кислорода, а при температуре 32 °С – 615 – 958 мг/кг·ч. При более высоких температурах воды дыхание угнетается. Снижение кислорода в воде до 0,5 мг/л приводит к нарушениям физиологических функций у карпа, расстройству координации движений и гибели.

К перевозке допускается рыба, рассортированная по видам, размерам и массе, без травм, заболеваний и различных дефектов, вызывающих загрязнение воды.

Порядок выполнения работы

1) Внимательно изучите и законспектируйте оборудование и методики работы с ним для проведения транспортировки живой рыбы;

2) Рассчитайте плотность посадки живой рыбы в оборудование при заданных условиях транспортировки;

3) Данные условий транспортировки и результаты расчетов занесите в таблицу 6.2:

Таблица 6.2 – Заданные условия транспортировки

Показатель	Значение показателя
Вид рыбы	
Концентрация кислорода, мг/л	
Температура, °С	
Количество воды в емкости для перевозки, л	
Концентрация кислорода, при которой наступает угнетение дыхания рыбы, мг/л	
Длительность перевозки, ч	
Потребление кислорода рыбой, мг/кг·ч	
Биомасса рыбы, кг	

4) Пользуясь расчетными данными таблицы 6.2 и знаниями теоретического материала, осуществите транспортировку живой рыбы.

Вопросы для самопроверки

1. Назовите биологические требования к транспортировке живой рыбы?
2. Какова методика транспортировки живой рыбы в двухслойных полиэтиленовых пакетах?
3. Назовите преимущества транспортировки живой рыбы в двухслойных полиэтиленовых пакетах?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате освоения дисциплины у студента формируются знания о современном состоянии озерного рыбоводства и перспективах его развития, по основам озераведения и озерному рыбоводству ценных промысловых видов рыб, основам проектирования и организации озерных рыбоводных хозяйств и методам управления рыбопродуктивностью озер.

Студент приобретает навыки по разработке биологического обоснования проектов озерных товарных рыбоводных хозяйств, по выполнению проектно-изыскательских работ с использованием современного оборудования, а также по эксплуатации технических средств, биотехнических приёмов разведения и выращивания рыбы в озерных хозяйствах. Кроме того, каждый студент приобретает навык по обоснованию выбора объектов озерного рыбоводства с учетом их биологических особенностей, по проведению контроля за абиотическим состоянием озерных хозяйств и по оценке физиологического состояния выращиваемых объектов.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Основная литература:

1. Мухачев И.С. Озерное товарное рыбоводство. – СПб.: «Лань», 2013. – 400 с.
2. Мухачев И.С. Озерное рыбоводство. – М.: ВО «Агропромиздат», 1989. – 161 с.
3. Серпунин Г.Г. Гематологические показатели адаптаций рыб. Монография. – Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ», 2010. – 460 с.

Дополнительная литература:

1. Головина Н.А. Морфофункциональная характеристика крови рыб – объектов аквакультуры: автореф. дис. ... д – ра биол. наук. – М., 1996. – 53 с.
2. Каталог оборудования для автоматизации контроля за гидрохимическими показателями воды. URL: <http://www.ecounit.ru> (дата обращения: 02.03.2023).
3. Серпунин Г.Г., Савина Л.В. Методы гематологических исследований рыб: Метод. указ. для самостоятельной работы студентов высших учеб. заведений по направлению 110900.68 – Водные биоресурсы и аквакультура. – Калининград: Издательство КГТУ, 2005. – 53 с.
4. Серпунин Г.Г., Савина Л.В. Биологические основы рыбоводства. Лабораторный практикум. – Калининград: Издательство «КГТУ», 2009. – 306 с.

Локальный электронный методический материал

Евгения Владимировна Шахова

ОЗЕРНОЕ РЫБОВОДСТВО

Редактор И.В. Голубева

Уч.-изд. л. 4,5. Печ. л. 4,2.

Издательство федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
236022, Калининград, Советский проспект, 1