

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

О. Е. Гончаренок

АКВАБИОТЕХНОЛОГИЯ

Учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы
для студентов, обучающихся в магистратуре по направлению подготовки
35.04.07 Водные биоресурсы и аквакультура

Калининград
2025

УДК 639.3.05

Рецензент

кандидат биологических наук, доцент кафедры водных биоресурсов и
аквакультуры ФБОУ ВО «КГТУ» Е.А. Масюткина

Гончаренок, О. Е.

Аквабиотехнология: учеб.-метод. пособие по выполнению курсовой
работы для студ. магистратуры по напр. подгот. 35.04.07 Водные биоресурсы и
аквакультура / О. Е. Гончаренок. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ»,
2025. – 52 с.

В учебно-методическом пособии по выполнению курсовой работы
по дисциплине «Аквабиотехнология» представлены учебно-методические
рекомендации по выполнению курсовой работы.

Табл. 16, список лит. – 33 наименования

Учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы
рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического
материала для использования в учебном процессе методической комиссией
института рыболовства и аквакультуры ФГБОУ ВО «Калининградский
государственный технический университет» «24» октября 2025 г., протокол
№ 9.

УДК 639.3.05

©Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Калининградский
государственный технический
университет», 2025 г.

©Гончаренок О.Е., 2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. Общие положения.....	5
2. Цель и задачи курсовой работы.....	6
3. Тематика и задание на курсовую работу.....	8
4. Требования к оформлению курсовой работы.....	12
5. Содержание и методические указания к основным разделам курсовой работы.....	15
Рекомендуемая литература	48
Приложение А. Образец титульного листа.....	51

ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие разработано для направления подготовки 35.04.07 Водные биоресурсы и аквакультура (для очной формы обучения) по дисциплине «Аквабиотехнология», входящей в блок 1 обязательной части образовательной программы.

Целью освоения дисциплины «Аквабиотехнология» является формирование знаний, умений и навыков по эффективным технологическим решениям при выращивании различных объектов аквакультуры

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- структуру и технологии разведения и выращивания гидробионтов в различных типах аквакультурных хозяйств;
 - особенности формирования и оптимизации абиотических и биотических условий выращивания гидробионтов в рыбоводных системах, относящихся к различным направлениям аквакультуры;
 - технические решения, оптимизирующие производственные процессы и улучшающие условия содержания гидробионтов;
 - усовершенствованные и новые технологии в аквакультуре;
 - биологическую потенцию перспективных объектов аквакультуры;
- методы статистической обработки экспериментальных данных.

уметь:

- правильно формировать и компоновать структуру хозяйств, относящихся к различным направлениям аквакультуры;
- применять на практике и совершенствовать биотехнику выращивания различных объектов аквакультуры;
- проводить контроль и уметь регулировать основные абиотические параметры технологической воды;
- пользоваться оборудованием, инвентарем, иными техническими средствами и проводить работы по их усовершенствованию;
- планировать и проводить экспериментальные работы;
- анализировать экспериментальные и производственные данные и выбирать наиболее оптимальные технологические решения;

владеть:

- навыками выполнения работы в области производственной, научно-исследовательской и проектной деятельности;
- разработки технологической карты рыбоводных предприятий;
- навыками разработки рыбоводно-биологических обоснований разведения и выращивания гидробионтов;
- навыками оценки эффективности технологических схем выращивания гидробионтов;
- анализа экспериментальных и производственных данных.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Курсовая работа - итоговая, самостоятельная работа студента, которая выполняется за счёт часов самостоятельной работы. Выполнение курсовой работы способствует закреплению, углублению и обобщению полученных знаний, развивает умение работать со специальной литературой, навыки самостоятельной творческой работы студентов и характеризует степень усвоения студентом изученного материала по дисциплине.

В процессе выполнения курсовой работы студент самостоятельно решает конкретную задачу по проектированию предприятия аквакультуры.

Основной целью данного пособия является представление методологии проектирования рыбоводных предприятий, содержания и объема, порядка выполнения курсовой работы.

Методические указания содержат основные положения, цель и задачи курсовой работы, требования к оформлению, порядок и примеры расчетов, основную и дополнительную литературу.

Работу по выполнению задания курсовой работы следует начинать с подбора и изучения литературы по теме задания.

Основные рекомендуемые литературные источники указаны в данном пособии и в учебно-методическом пособии по изучению дисциплины «Аквабиотехнология». Рекомендуется использовать новые дополнительные источники, используя библиотечные фонды и средства Интернета, освещающих современные достижения в области технологий аквакультуры.

Нормативные и справочные данные студент должен самостоятельно найти в специальной литературе, пособиях, в том числе в методических указаниях к практическим занятиям по данной дисциплине.

Изучение литературы поможет конкретизировать курсовую работу по разделам в соответствии с указанным ниже содержанием.

Рекомендуется такая последовательность работы студента:

- вначале необходимо ознакомиться с заданием курсовой работы и рекомендациями по ее выполнению;
- подобрать литературу (рекомендованную и другую доступную литературу) и Интернет-ресурсы, необходимые для выполнения задания курсовой работы;
- приступить к выполнению, придерживаясь порядка в соответствии с содержанием курсовой работы;
- по каждому пункту содержания следует составить план и краткий конспект, прилагая список использованных источников, необходимые рыбоводно-биологические нормативы, расчёты, таблицы, эскизы схем и рисунков, выводы и возможные рекомендации;
- оформить курсовой проект в «чистом» виде, убедившись в правильности необходимых расчётов, обоснованности и логичности изложенного материала;
- сдать преподавателю курсовую работу на проверку правильности оформления и наличия возможных ошибок и замечаний;

- внести исправления в соответствие с возможными ошибками и замечаниями и защитить курсовой проект.

Выполненная курсовая работа к установленному сроку сдается на кафедру и передается на рецензирование научному руководителю. Допускается предварительная проверка преподавателем курсовой работы, присылаемой по электронной почте (по согласованию с преподавателем). При рецензировании отмечаются достоинства работы, указываются ошибки, недостатки и рекомендуются способы их устранения. После рецензирования руководитель определяет готовность работы к защите отметкой «допускается к защите» или «не допускается к защите».

В том случае, если выявленные ошибки и недостатки носят существенный характер, свидетельствующий о том, что основные вопросы темы не усвоены, плохо проработаны, на работе делается отметка «не допускается к защите» и работа возвращается студенту для полной или частичной переработки, устранения возможных ошибок и имеющихся замечаний.

После внесения исправлений преподаватель допускает работу к защите, которая является завершающим этапом выполнения студентом курсовой работы. Защита проводится в соответствии с утвержденным расписанием. По результатам защиты курсовой работы выставляется оценка («отлично», «хорошо», «неудовлетворительно»).

После защиты курсовая работа сдаётся в архив кафедры водных биоресурсов и аквакультуры.

При возникновении трудностей при выполнении курсовой работы необходимо обратиться к ведущему дисциплину преподавателю за консультацией: в устной (в часы консультаций) или письменной форме (используя электронную почту или средства электронно-образовательной среды ФГБОУ ВО «КГТУ»).

2 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Целью курсовой работы по дисциплине "Аквабиотехнология" является разработка технических и биотехнических основ современного рыбоводного предприятия.

В *задачи* работы входят:

1) Обоснование выбора водоисточника для целей рыбоводства и установление допустимых пределов качества воды, соответствующих требованиям объектов выращивания.

2) Обоснование раскрытия биологической потенции у разводимых и выращиваемых рыб в условиях конкретного рыбоводного предприятия на основе учета воздействия комплекса абиотических (температурный режим, содержание растворенного в воде кислорода, pH, сульфаты, фосфаты, соединения азота, хлориды и т.д.) и биотических факторов (плотности посадки, кормление и др.).

3) Обоснование выбора технических средств, обеспечивающих разведение и выращивание рыбы в части:

- водоподготовки;
- содержания ремонтно-маточного стада;
- преднерестового выдерживания производителей;
- рабочего места получения зрелых половых продуктов, осеменения, обесклеивания и промывки икры;
- инкубации икры;
- выдерживания предличинок;
- подращивания личинок;
- выращивание мальков;
- выращивания посадочного материала;
- выращивания товарной рыбы;

4) Расчет биотехнических параметров рыбоводного процесса и характеристики основных его этапов.

Работа носит индивидуальный характер, что подтверждается разнообразием форм предприятий аквакультуры, расположенных в различных регионах и зонах рыбоводства.

3 ТЕМАТИКА И ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

Данная курсовая работа относится к области современных интенсивных технологий выращивания рыбы. Ее направленность - ресурсосбережение: минимизация использования воды на единицу прироста массы рыбы и экологическая безопасность для водной системы, в которой выращивают рыбу. Структурно работа построена так, чтобы в ней реализовался комплексный подход в обосновании технических и биотехнических параметров предприятия аквакультуры.

Во-первых, при выборе водоисточника учитывается уровень его эвтрофикации и присущий ему качественный состав воды. Устанавливается термический режим, сумма градусо-дней, оптимального для роста периода, обосновывается термический режим, устанавливаемый на этапах выращивания и преднерестового содержания производителей, получения зрелых половых продуктов, инкубации икры, подращивания личинок, выращивания мальков, посадочного материала и товарной рыбы.

Во-вторых, понятие "раскрытие биологической потенции" отражает проявление наиболее важных рыбоводных качеств разводимой и выращиваемой рыбы. Учитываемый современный уровень селекционных достижений предполагает учет рабочей плодовитости и размер икринок, количества и качества спермы, продуцируемой самцами, эффективности оплодотворения икры и ее инкубации.

Наиболее ценными рыбохозяйственными показателями являются рост и жизнестойкость выращиваемых рыб на основных этапах рыбоводного процесса. Результирующими показателями, отражающими раскрытие биологической потенции выращиваемой рыбы, являются рыбопродуктивность или рыбопродукция.

В-третьих, специфика проектируемого (обосновываемого) рыбоводного предприятия предполагает использование определенных технических средств, обеспечивающих процесс разведения и выращивания рыбы. Бассейны для молоди, товарной рыбы, производителей имеют разные размеры и глубину воды, что закономерно связано не только с уровнем нагрузки биомассы рыб на рыбоводную систему, поведенческими особенностями рыб, уровнем метаболизма, но и с необходимостью проведения ряда обязательных рыбоводных манипуляций разной степени интенсивности (контрольные обловы, сортировки, пересадки и т.п.). Садки также могут отличаться по размеру и глубине в зависимости от размера выращиваемой рыбы, термического режима водоема в летний период. Размеры водоема и гидрологический режим в нем могут отражаться на характере конструкций садков: автономные, штормоустойчивые или садковые линии в местах, защищенных от ветрового и штормового воздействия.

Механическая очистка забираемой из водоисточника воды или очистка от органических взвесей в установках с замкнутым циклом предполагает использование фильтров различной конструкции в зависимости от количества пропускаемой воды и содержания в ней взвесей.

Биологическая очистка предполагает выбор определенных конструкций биофильтров, обоснование которых основано на учете обеспечения максимального окисления аммиака и аммония до наименее токсичной нитратной формы.

Озонирование или ультрафиолетовое облучение циркулирующей воды предполагает обоснование целесообразности того или другого метода ингибирования бактерий и других организмов. Проводится с учетом мощности предприятия по объему циркулируемой воды и выращиваемой рыбе.

Оксигенация предполагает постоянное поддержание в рыбоводной системе высокого уровня насыщения воды кислородом. Выбор способа насыщения воды кислородом основан на учете комплекса абиотических факторов, нагрузки биомассы выращиваемых рыб, их возраста.

Подбор исполнительных механизмов (насосы, компрессора, генераторы кислорода, дизельные генераторы) осуществляется с учетом экологических особенностей водоисточника (размещение садков), объема циркулирующей воды и ее расходом, общего количества необходимой для поддержания жизнедеятельности рыбоводных систем электроэнергии.

В-четвертых, обоснование и описание биотехнических процессов является основой, на которой сконцентрировано действие выше обозначенных структурных элементов. Предлагаемая нормативная база биотехнических показателей позволяет рассчитать необходимое количество рыбы на всех этапах рыбоводного процесса. Соответственно, учет таких показателей как плотность посадки и обоснованных размеров, объемов бассейнов, инкубационных аппаратов позволяет рассчитать их количество и занимаемую площадь. На основе этого осуществляется эскизное изображение план-схемы рыбоводного предприятия.

В курсовой работе студент должен показать хорошее знание литературы, владение современными представлениями по данной теме, уметь анализировать собранный материал, используя последние достижения рыбоводной науки и практики. Изучая литературу, следует делать записи, что позволит в дальнейшем логично написать пояснительную записку и значительно сэкономить время.

При этом студент должен показать знание биологических особенностей и систем адаптаций рыб в природных условиях, умение правильно выбирать источник водоснабжения, место проектирования, состав рыбоводного предприятия, рассчитывать необходимое количество производителей, рыбоводного оборудования, транспортных средств, воды, кормов, планировать работу предприятия, умение четко и логично формулировать свои мысли, аргументировать принимаемые решения, используя последние достижения науки и передовой практики в области аквакультуры.

Курсовая работа выполняется студентом по заданию, которое выдается преподавателем. В задании указывается вид рыбы, тип рыбоводного предприятия, мощность, площадь водоема.

Примерные темы курсовой работы:

Задание 1. Рассчитать технические и биотехнические параметры рыбоводного предприятия по выращиванию радужной форели в садках, установленных в водоеме площадью:

- 500 га (проточное озеро, среднегодовой расход по стоку 2 м³/с);
- 2000 га (бессточное озеро);
- 10000 га (бессточное озеро).

Задание 2. Рассчитать технические и биотехнические параметры рыбоводного предприятия по выращиванию сибирского осетра в бассейнах, снабжаемых сбросной водой ТЭЦ (АЭС) мощностью по товарной рыбе:

- 100 т
- 500 т
- 1000 т

Задание 3. Рассчитать технические и биотехнические параметры рыбоводного предприятия по выращиванию стерляди в установках с замкнутым водоснабжением мощностью по товарной рыбе:

- 40 т
- 300 т
- 500 т

Задание 4. Рассчитать технические и биотехнические параметры рыбоводного предприятия по выращиванию канального сома в установках с замкнутым водоснабжением мощностью по товарной рыбе:

- 50 т
- 200 т
- 500 т

Задание 5. Рассчитать технические и биотехнические параметры рыбоводного предприятия по выращиванию клариевого сома в установках с замкнутым водоснабжением мощностью по товарной рыбе:

- 100 т
- 1000 т
- 5000 т

Задание 6. Рассчитать технические и биотехнические параметры рыбоводного предприятия по выращиванию тилapia в установках с замкнутым водоснабжением мощностью по товарной рыбе:

- 100 т
- 400 т
- 1000 т

Задание 7. Рассчитать технические и биотехнические параметры рыбоводного предприятия по выращиванию угря в установках с замкнутым водоснабжением мощностью по товарной рыбе:

- 50 т
- 100 т
- 300 т

Задание 8. Рассчитать технические и биотехнические параметры рыбоводного предприятия по выращиванию карпа в моно- или поликультуре с

растительными рыбами в садках, расположенных в водоеме-охладителе ТЭЦ (АЭС) мощностью по товарной рыбе:

- 100 т
- 1000 т
- 2000 т

Задание 9. Рассчитать технические и биотехнические параметры рыбоводного предприятия по выращиванию в поликультуре веслоноса и черного амура мощностью по товарной рыбе:

- 40 т
- 150 т
- 200 т

10. Рассчитать технические и биотехнические параметры садкового (бассейнового) индустриального рыбоводного хозяйства на теплых водах по выращиванию веслоноса мощностью по товарной рыбе:

- 20 т
- 50 т
- 100 т

Выполнение курсовой работы позволит студентам выйти на уровень самостоятельной работы в практической области.

4 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа представляется на 30-40 страницах машинописного текста и включает расчетно-пояснительную и графическую части.

Используются листы писчей бумаги формата А 4 по ГОСТ 9327 (297 х 210 мм).

Титульный лист печатается в соответствии с приложением А. Страницы нумеруются внизу по центру листа. Первой страницей является титульный лист (номер на странице не ставится). Содержание с перечнем всех разделов и подразделов с их расположением по страницам помещается в начале работы после листа с заданием на курсовую работу, которое подшивается за титульным листом.

Текст работы следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: левое - не менее 30 мм, правое, верхнее и нижнее - не менее 20 мм. Цвет шрифта должен быть черным. Наиболее эффективной является подготовка текста, таблиц, иллюстраций и приложений на компьютере в текстовом редакторе Word для Windows. При этом в качестве основного используется шрифт Times New Roman размером 12 пт (в таблицах допускается применять размер шрифта меньший, чем в тексте, но не менее 10 пт) полуторным интервалом между строками (для таблиц возможен одинарный интервал). Таблицы формируются в таблицах Word, графики – в редакторе MS Graph, формулы – в редакторе формул MS Equation. Для проведения основных расчетов могут использоваться электронные таблицы Excel.

Опечатки, опiski и графические неточности, допускается исправлять корректором и нанесением на том же месте исправленного текста (графики) черными чернилами рукописным способом. При этом повреждения листов курсовой работы, пометки и следы ее не полностью удаленного прежнего текста (графики) не допускаются.

Основную часть курсовой работы следует делить на разделы, подразделы и пункты. Пункты, при необходимости, могут делиться на подпункты. При делении текста на пункты и подпункты, каждый пункт должен содержать законченную информацию.

Разделы, подразделы, пункты и подпункты в пояснительной записке курсовой работы следует нумеровать арабскими цифрами без точки и записывать с абзацного отступа. Не нумеруются введение и список использованных источников.

Цифровые обозначения и названия структурных элементов курсовой работы должны точно повторять таковые в тексте, сокращения при этом не допускаются.

При подборе литературы предпочтение отдается более поздним изданиям, в которых отражена современная теория и передовая практика в области аквакультуры. Знакомство с литературным источником следует начинать с записи выходных данных (Ф.И.О., название, место, год издания, объем в страницах или номера страниц).

Для выбора технологических норм следует использовать приказы и распоряжения государственных федеральных органов, таких как: Министерство сельского хозяйства РФ и Росрыболовство.

Ссылка на использованный источник в тексте пояснительной записки обязательна и оформляется в квадратных скобках с указанием порядкового номера, соответствующего положению этого источника в списке использованных источников.

Использованные источники следует располагать в списке источников в порядке появления ссылок в тексте работы (первые источники будут относиться к введению и т. д.), нумеровать арабскими цифрами без точки и печатать с абзацного отступа. Использование источников без ссылок на них не допускается.

Все иллюстрации (схемы, графики) называются рисунками и нумеруются последовательно арабскими цифрами в пределах всей курсовой работы.

Например: Рисунок 1 – Полициклическая схема выращивания телят;
Рисунок 2 - и т.д.

Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой (например, Рисунок 1.1.) В пределах курсового проекта допускается только одна форма нумерации - сквозная или в пределах раздела.

На все иллюстрации должны быть даны ссылки в тексте. При ссылках на иллюстрации следует писать «... на рисунке 1» или, соответственно, «...на рисунке 1.1».

Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночные подписи, подрисуночный текст). Номер рисунка и его наименование помещают симметрично под рисунком после пояснительных подписей. Точку в конце названия рисунка не ставят. Если рисунок не помещается на одной странице, можно переносить его на другие страницы, при этом поясняющие данные помещают на каждой странице и под ними указывают «Рисунок 1, лист 2» и т.д.

Цифровой материал оформляется в виде таблиц. Таблицы нумеруются (так же как рисунки в пределах всей курсовой работы или в пределах раздела) арабскими цифрами слева над первой частью (левой графой) таблицы. Таблицу следует располагать непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице. Название следует помещать справа от номера таблицы после тире (например, Таблица 1 – Биотехнические нормативы выращивания).

Таблицы рекомендуется выполнять на одной странице. Если таблица не помещается на одной странице, ее можно разбить на части и перенести на другие. Части таблицы на других листах подписывают - «Продолжение таблицы ...или Окончание таблицы» с указанием номера таблицы. На все таблицы курсовой работы должны быть ссылки в тексте пояснительной записки.

Графическая часть работы состоит из схем и рисунков, выполненных в карандаше или отпечатанных на принтере на листах бумаги формата А 4. Графическая часть может иметь рассредоточенный характер (схемы и рисунки располагаются по тексту пояснительной записки) или оформленной в виде отдельного приложения.

На титульном листе исполнитель ставит свою подпись и дату завершения выполнения курсовой работы. Выполненная работа проверяется на соответствие требованиям оформления и заверяется подписью нормоконтролера кафедры.

5 СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ОСНОВНЫМ РАЗДЕЛАМ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

В процессе изучения литературы студент должен составить содержание курсовой работы. В содержании необходимо определить названия разделов, подразделов, пунктов и подпунктов, последовательность изложения материала.

Минимальное содержание курсовой работы следующее:

Введение

1 Местоположение предприятия

2 Обоснование выбора водоемистика

3 Биотехническая схема рыбоводного процесса

4 Технологическое оборудование

5 Структура предприятия

6 Календарный план работы предприятия

7 Водный баланс предприятия

8 Комплекс профилактических мероприятий

9 Охрана природы

10 Заключение

Список использованных источников

Приложения (по необходимости)

Учебно-методические указания к основным разделам курсовой работы.

Введение

Во введении дается характеристика области применения выбранного способа разведения и выращивания рыбы, его место в общей структуре отечественной и мировой аквакультуры.

В конце раздела необходимо сформулировать цель и задачи настоящей работы, исходя из полученного задания. Рекомендуемый объем для «Введения» - не более 2-3-х печатных страниц.

1 Местоположение предприятия

При выборе места для строительства предприятия аквакультуры учитывается наличие транспортной инфраструктуры, близость населенных пунктов для обеспечения предприятия электроэнергией, рабочей силой, снабжения материальными ресурсами и пр.

Одним из решающих условий при выборе места для строительства предприятия является наличие необходимого количества воды соответствующего качества. В районе водозабора и на участке водоема на расстоянии 20 км выше по течению не должно быть сброса сточных вод промышленных предприятий.

Важным условием для выбора расположения садкового хозяйства является качество воды в различное время года. Решающее значение имеет поступление таких веществ, как азот и фосфор, значительно влияющих на эвтрофирование водоема, а также содержание в воде кислорода. Предельный уровень содержания кислорода для карпа должен быть не менее 5 мг/л, для форели – 7 мг/л.

Для выбора места расположения рыбоводного предприятия можно воспользоваться спутниковыми картами, географическими атласами, картами краев и областей, атласами автомобильных дорог и пр.

К описанию местоположения хозяйства прилагается географическая карта-схема.

2 Обоснование выбора водоисточника

Данный раздел предполагает оценку качества воды, термического, газового режима, соответствующих нормативным данным. Следует определить источник водоснабжения, место забора воды, тип водоснабжения.

В соответствии с определенным в индивидуальном задании типом рыбоводного хозяйства дается описание основных нормативов качества воды для выращивания рыб по примеру таблицы 1.

Таблица 1 – Нормативы качества воды для выращивания _____

Показатель	Технологическая норма	Допустимые значения

Приводится характеристика климатических условий участка, выделяемого для предприятия, физико-химического режима источника водоснабжения, динамики температуры воды по месяцам, соответствия качества воды требованиям предприятий аквакультуры (ОСТам) и основному объекту выращивания, если необходимо, то намечаются мероприятия по улучшению качества воды.

Целесообразными источниками водоснабжения инкубационных цехов являются подземные (артезианские или грунтовые) воды. Данные водоисточники имеют обычно постоянную температуру воды, являются относительно чистыми, в них нет возбудителей инфекционных и инвазионных заболеваний. К недостаткам подземных вод относятся: сравнительно низкая температура воды (4-9°C), отсутствие растворенного в воде кислорода, возможное наличие в воде газов, железа. В этих случаях инкубационный цех включает блок водоподготовки, где физические и гидрохимические показатели воды доводят до оптимальных для культивируемых объектов.

При отсутствии указанных источников водоснабжение может осуществляться из любого поверхностного водоисточника (реки, водохранилища, озера). Водоподготовка в этом случае проводится, как правило, в целом для хозяйства.

Нужно учитывать при этом, что требования развивающейся рыбы к окружающей среде не остаются постоянными, а меняются по мере развития и усложнения организма.

В заключение раздела дается обоснование соответствия качества источника водоснабжения биологическим требованиям разводимого вида рыбы (температура, газовый режим, pH, водообмен и др. показатели).

3 Биотехническая схема рыбоводного процесса

Данный раздел содержит схематичное изображение в последовательном порядке всех этапов разведения и выращивания рыбы. Дается описание технологического процесса разведения и выращивания. Последовательно описывается каждое звено производственного цикла, используя новейшие технологии в аквакультуре.

Приводятся расчеты количества рыбы, икры, производителей, ремонта, соответствующие установленной мощности рыбоводного предприятия. Подсчитывается сумма градусо-дней периодов интенсивного выращивания, преднерестового содержания производителей, "искусственной" зимовки.

В виде таблицы представляются основные биотехнические нормативы выращивания рыбы, взятые из литературных источников (табл. 2).

Таблица 2 – Биотехнические нормативы выращивания _____

Показатель	Единица измерения	Норматив

Величины нормативных показателей должны быть даны с учетом особенностей выбранной технологической схемы, местных условий и собственных инициативных решений.

Обоснование биотехнических мероприятий

1) Инвентаризация маточного стада и бонитировка производителей. Отбор рыб в ремонтно-маточное стадо

Обосновываются сроки и условия проведения этих мероприятий. Указываются показатели, которые снимаются у производителей при бонитировке и описывается методика мечения производителей. Следует указать соответствующие характерные признаки отбора полноценных производителей высокого качества (размерно-весовые и экстерьерные показатели, физиологические особенности, наличие полового диморфизма, возраст, степень созревания, рабочую и относительную плодовитость, диаметр и массу икринок, положение ядра в ооцитах, объем эякулята и время подвижности сперматозоидов и др.).

Рассматривается методика биопсии, которая применяется на этапе бонитировки и содержания производителей в преднерестовый и нерестовый периоды. Описываются методики отбора рыб в ремонтно-маточное стадо, требования к племенным группам рыб. Обосновываются сроки проведения отбора рыб в ремонтное стадо, перевода старшевозрастной группы ремонтного стада в разряд производителей, выбраковки старшевозрастной группы маточного стада.

2) Получение половых продуктов, осеменение икры, подготовка икры к инкубации

Рассматривается методика формирования групп производителей по степени готовности к нересту. Обосновывается принимаемый в курсовой

работе метод стимулирования созревания половых клеток (экологический, физиологический или комбинированный). Если предусматривается проведение гипофизарных инъекций, следует указать рыб-доноров, время и условия заготовки гипофизов, дозировку гипофизов или их заменителей с учетом их биологической активности и температуры воды. Рассчитывается потребность в гипофизах для маточного стада.

Даются рекомендации по режиму выдерживания производителей до и после инъектирования, контролю созревания, определению времени инъектирования с целью получения половых продуктов в удобное для работы время. Дается характеристика кормлению производителей в преднерестовый период.

Если имеет место естественный нерест, то описываются условия подготовки нерестовых прудов, посадка в них производителей, контроль нереста, развития икры, предличинок и личинок.

В зависимости от видовой принадлежности рыб, а также от анатомического строения и типа икрометания выбирается и описывается методика взятия половых продуктов, оплодотворения и обесклеивания икры.

Не следует забывать о соблюдении определенных требований (освещение, температура воды и воздуха) при работе с половыми продуктами рыб конкретного вида. Затем нужно описать признаки, характеризующие качество получаемых половых клеток. В зависимости от биологических свойств половых клеток обосновывается метод осеменения, принимаемый для заданного в курсовой работе вида рыбы.

Описывается процесс подготовки икры к инкубации по предлагаемому в работе методу, даются рекомендации по применению аппаратуры и специальных веществ, используемых для этой цели.

Описываются методики определения средней массы икринок, рабочей плодовитости, объема эякулята, времени подвижности и концентрации сперматозоидов. Рекомендуется метод учета икры и время его проведения (до осеменения или после набухания). Оцениваются нормативные значения этих показателей.

3) Проведение инкубации икры и оценка ее результатов

Исходя из биологических особенностей рыб, мощности рыбоводного предприятия, удобства работы в период инкубации икры, экологической целесообразности, дается обоснование принятого метода инкубации икры и выбирается тип инкубационного аппарата.

Описываются условия инкубации икры (температура воды, pH, концентрация кислорода, проточность, освещенность и др.). Необходимо учитывать, что условия внешней среды не остаются постоянными в течение инкубационного периода.

Указывается длительность инкубации икры, предполагаемое время вылупления и его продолжительность. Даются рекомендации по уходу за инкубируемой икрой, методы борьбы с сапролегнией.

Рассматривается методика оценки выхода свободных эмбрионов и наличия аномалий в их развитии. Даются рекомендации по оценке качества

развивающихся эмбрионов (процент оплодотворения, типичность и скорость развития, отход), устранению источников отхода.

4) Выращивание посадочного материала

Рассматриваются этапы выдерживания предличинки, подращивания личинки и выращивания мальков и сеголетков.

Обосновывается выбор метода для выдерживания предличинки до перехода их на смешанное питание. Описываются особенности и длительность предличиночного периода и требования предличинки к условиям среды, режим этого периода и уход за предличинками. Необходимо указать морфологические признаки, свидетельствующие о готовности к переходу на смешанное питание.

Рассматриваются методы подсчета молоди рыб и описывается методика транспортировки и пересадки молоди на дальнейшее выращивание.

Дается описание выбранного метода подращивания личинки и выращивания мальков (прудовый, индустриальный), описывается его преимущество. Дается характеристика периода смешанного питания, его продолжительность. Приводится описание кормов, соответствие их размера размеру личинки, режим кормления, мероприятия по уходу за личинками.

Описываются методы выращивания сеголетков от неподрощенных и подрощенных личинок, двухлетков от годовиков и т.д.

Приводятся условия выращивания, режим кормления. Обосновывается длительность выращивания молоди для каждого цикла. Характеризуются искусственные кормовые смеси по содержанию основных питательных компонентов (белков, жиров, углеводов, минеральных веществ, витаминов и др.). Указывается способ хранения и приготовления кормов.

Описывается уход за выращиваемой молодью (выборка погибших особей, чистка бассейнов, контроль гидрохимических показателей, поедаемости корма, темпа роста, физиологического состояния, приводятся профилактические мероприятия).

5) Зимнее содержание рыб разного возраста

Описываются условия зимнего содержания рыб, методы ухода за рыбой.

6) Выращивание товарной рыбы

Рассматриваются методы выращивания товарной рыбы. Дается характеристика методам оптимизации условий выращивания (аэрация воды, кормление, очистка технологической воды).

При описании сортировки рыб разного возраста рассматриваются методы сортировки, условия, требования, возраст рыбы и сроки проведения.

При обосновании санитарно - профилактических мероприятий указывают назначение, условия проведения, методика обработки рыбы, лечебные корма и их применение.

При описании интенсификационных мероприятий в прудовых хозяйствах рассматривают методы удобрения прудов, внесения извести, агрономической обработки, борьбы с заилением, зарастанием, вредными беспозвоночными и др., согласно принятым в прудовом рыбоводстве.

В работе необходимо уделить особое внимание вопросам кормления рыб

разного возраста, согласно этапам биотехники. Необходимо подобрать рецептуру корма и размер кормовых частиц, обосновав их выбор, учитывая, что при оптимальной для роста рыб температуре воды целесообразна та рецептура (тот состав), которая обеспечит энергией увеличение доли пластического обмена в общем обмене веществ. При снижении температуры воды ниже оптимальной содержание белка в рецептуре (самого дорого вещества в составе корма) целесообразно уменьшить.

Рассматриваются методы кормления рыбы, устанавливается суточная доза корма и кратность кормления. Обосновывается применение кормовой таблицы для определенной рецептуры корма. Рассчитывается потребность корма на сезон.

В работе также необходимо указать требования к состоянию рыбы и условиям посадки и облова на различных этапах производственного процесса, требования к транспортировке рыбы на близкие и дальние расстояния.

При описании этапов выращивания необходимо указать контроль качества рыбоводной продукции, получаемой на каждом звене производственного цикла, начиная от проверки качества производителей и получаемых от них половых продуктов и заканчивая всесторонним анализом жизнестойкости, полноценности выпускаемого посадочного материала и товарной продукции по физиологическим, биохимическим и рыбоводным показателям.

Параллельно с определением качества рыбоводной продукции должен проводиться систематический контроль условий выращивания (температурный и гидрохимический режимы), а также контроль качества кормов. Кроме того, должны выполняться санитарно-профилактические, лечебные, мелиоративные мероприятия.

В связи с этим в курсовой работе необходимо предусмотреть производственную лабораторию, оснащенную всем необходимым оборудованием, приборами, реактивами для оценки полноценности рыбоводной продукции и изучения режима всех процессов выращивания.

При описании биотехники, обосновывается возможность применения полициклической технологии разведения и выращивания.

Расчет биотехнических параметров

Исходя из задания (мощность по товарной рыбе), проводится методом обратного расчета. Сначала определяют, зная мощность хозяйства и среднюю конечную массу товарной рыбы, количество товарной рыбы:

$$N_{\text{тов.}} = \frac{G}{B} \text{ шт.}, \quad (1)$$

где $N_{\text{тов.}}$ – это количество товарной рыбы, шт.; G – мощность рыбоводного предприятия, кг; B – средняя масса товарной рыбы, кг.

Через нормируемые величины выхода рыбы последовательно определяют количество рыб (молоди, личинок, икры) на каждом этапе производственного процесса по формуле:

$$N_{\text{посадочного материала}} = \frac{N_{\text{тов.}} \times 100}{P} \text{ шт.}, \quad (2)$$

где P – выживаемость товарной рыбы от посаженного в начале этапа выращивания посадочного материала, %.

Пример расчета:

При мощности рыбоводного предприятия 200 т стерляди и средней товарной массе рыб 500 г находим количество товарной рыбы:

$$N_{\text{тов.}} = \frac{200000}{0,5} = 400000 \text{ шт.}$$

Количество рыб массой 200 г рассчитывают, исходя из процента выживаемости:

$$N = \frac{400000 \times 100}{95} = 444444 \text{ шт.}$$

Далее таким же образом рассчитывают количество молоди массой 20 г:

$$N = \frac{444444 \times 100}{80} = 555555 \text{ шт.}$$

Количество мальков массой 3 г рассчитывается исходя из выхода мальков массой 3 г от личинок, перешедших на активное питание:

$$N = \frac{555555 \times 100}{80} = 694444 \text{ шт.}$$

Количество личинок рассчитывается исходя из выхода личинок перешедших на активное питание:

$$N = \frac{694444 \times 100}{50} = 1388888 \text{ шт.}$$

Количество предличинок рассчитывается исходя из выхода предличинок с инкубации:

$$N = \frac{1388888 \times 100}{80} = 1736109 \text{ шт.}$$

Количество оплодотворенной икры рассчитывается исходя из процента оплодотворяемости:

$$N_{оплод} = \frac{1736109 \times 100}{80} = 2170137 \text{ шт.}$$

Количество неоплодотворенной икры:

$$N_{неоплод} = \frac{2170137 \times 100}{80} = 2712671 \text{ шт.}$$

Используя предыдущие расчеты и зная рабочую плодовитость одной самки, определяют количество самок, необходимых для получения потомства, из которого будет выращено заданное количество товарной рыбы по формуле:

$$N_{самок} = \frac{N_{неоплод}}{r} \text{ шт.}, \quad (3)$$

где $N_{неоплод}$ – количество неоплодотворенной икры, шт.; r – рабочая плодовитость одной самки, шт.

С учетом соотношения полов, находим количество самцов-производителей. При расчетах также необходимо учитывать резерв производителей. Таким образом, зная рабочую плодовитость самки, соотношение полов и учитывая резерв, определяем общее количество производителей обоего пола.

Далее, зная процент ежегодной замены производителей, рассчитывается пополнение.

Например, количество самок составляет 231 шт., самцов – 56 шт. Ежегодное пополнение стада производителей составляет 15%. Исходя из этого:

Количество пополнения самками составляет:

$$N = \frac{231 \times 15}{100} = 34,65 \approx 35 \text{ шт.}$$

Количество пополнения самцами составляет:

$$N = \frac{56 \times 15}{100} = 8,4 \approx 8 \text{ шт.}$$

Далее, с учетом возраста достижения половозрелости, величины отбора и выживаемости в ремонтных группах устанавливают структуру ремонтного стада.

Результаты расчетов оформляют в виде таблицы, куда вносят нормируемые величины выхода племенных групп рыб с выращивания и отбора (табл. 3).

Таблица 3 - Возрастной состав и количество рыб в ремонтном стаде самок

Возрастная группа	Коэффициент отбора, %	Количество рыб, шт.		Выход с выращивания, %	Количество рыб, шт.
		после отбора	до отбора		
Трехгодовики	90	24	27	95	29
Трехлетки	95	29	35	95	37
Двухгодовики	95	37	39	95	42
Двухлетки	80	42	53	90	59
Годовики	80	59	74	90	83
Сеголетки	20	83	415	80	519
Мальки	-	-	519	80	649
Личинки	-	-	649	50	1298
Предличинки	-	-	1298	80	1623
Икра	-	-	1623	80	2029

Пример расчета:

Количество ежегодно выбракованных самок равно 24 шт. Самок пополняют за счет трехгодовиков. Количество трехгодовалых самок из ремонта составит:

$$\begin{aligned} 24 &- 90\% \\ x &- 100\% \end{aligned}$$

$$N = \frac{24 \times 100}{90} = 27 \text{ шт.}$$

Такие же пропорции составляем для всех возрастов самок по отбору и выходу и находим количество отбираемых в племенное стадо рыб и выход рыб с выращивания. Таким образом, чтобы получить 24 самки, необходимо заложить 2029 шт. икринок.

Методика расчета количества рыб в ремонтном стаде самцов аналогичная, что и для самок (табл. 4).

Таблица 4 - Возрастной состав и количество рыб в ремонтном стаде самцов

Возрастная группа	Коэффициент отбора, %	Количество рыб, шт.		Выход с выращивания, %	Количество рыб, шт.
		после отбора	до отбора		
Двухгодовики	95	10	11	95	12
Двухлетки	80	12	15	90	17
Годовики	80	17	22	90	25
Сеголетки	20	25	125	80	156
Мальки	-	-	156	80	195
Личинки	-	-	195	50	390
Предличинки	-	-	390	80	488
Икра	-	-	488	80	610

Так, количество ежегодно выбракованных самцов равно 10 шт. Самцов пополняют за счет двухгодовиков. Количество двухгодовалых самцов из ремонта составит:

$$10 \cdot 95\%$$

$$x - 100\%$$

$$N = \frac{10 \times 100}{95} = 11 \text{ шт.}$$

Таким образом, чтобы получить 10 самцов, необходимо заложить 610 шт. икринок. При этом, общее количество икры, которое необходимо заложить на инкубацию составит 2639 шт.

Расчет мощности садковых хозяйств

При расчете мощности садкового хозяйства, располагаемого в бессточном водоеме, следует пользоваться методикой, разработанной в 70-е годы прошлого столетия в ГДР. Согласно этой методики, безопасным для экосистемы бессточного водоема может быть выращивание в садках до 1 т рыбы в год в расчете на 100 га площади акватории. Например, если площадь водоема 5000 гектар, то в нем можно разместить садковые мощности по выращиванию:

$$\frac{5000 \text{ га} \times 1 \text{ т}}{100 \text{ га}} = 50 \text{ т}$$

Исходя из этого, в таблице 5 приведены данные о возможной мощности садковых хозяйств.

Таблица 5 – Алгоритм расчета мощности садковых хозяйств, размещаемых в бессточных водоемах

Площадь водоема, га	Мощность хозяйства, т	Возможная площадь садков при рыбопродукции 50 кг/м ² , м ²
100	1	20
500	5	100
1000	10	200
1200	12	240
1500	15	300
1700	17	340
2000	20	400
3000	30	600
5000	50	1000
8000	80	1600
10000	100	2000

Для проточных (сточных) водоемов, расчет ведут по методике, разработанной в Швеции. Согласно этой методике, мощность садкового хозяйства по выращиваемой рыбе зависит от среднегодового расхода воды, вытекающей из водоема. Среднегодовому расходу 0,5 м³/с соответствует объем выращиваемой рыбы 10 т в расчете на 100 га площади водоема, на акватории которого размещены садки. Каждое увеличение среднегодового расхода воды на 0,5 м³/с будет способствовать увеличению мощности на 10 т на каждые 100 га площади акватории.

Например, при площади водоема 5000 га и среднегодовом расходе воды в вытекающей из него реки 2 м³/с, мощность садкового хозяйства может составить:

$$\frac{5000га \times 10т \times \frac{2м^3 / с}{0,5м^3 / с}}{100га} = 2000т$$

Исходя из этого, в таблице 6 приведены данные о возможной мощности садковых хозяйств в проточном водоеме.

Таблица 6 – Алгоритм расчета мощности садковых хозяйств на проточном (сточном) водоеме

Среднегодовой расход воды по стоку, м ³ /с	Площадь водоема, га	Мощность хозяйства, т	Возможная площадь садков при рыбопродукции 100 кг/м ² , м ²
0,5	100	10	100
1,0	200	40	400
1,5	300	90	900
2,0	400	160	1600
2,5	500	250	2500
3,0	1000	600	6000
5,0	2000	2000	20000
10,0	5000	10000	100000
20,0	7500	30000	300000
30,0	10000	60000	600000

Мощность садковых хозяйств по выращиванию рыбы должна учитывать способность экосистемы водоема к самоочищению под прессом дополнительной органики, исходящей из садков.

Расчет кормов

Для расчета необходимого годового количества кормов на предприятии, необходимо выбрать из каталогов крупных производителей комбикормов для рыб предлагаемые рецептуры кормовых смесей.

Основными исходными данными для расчёта количества кормов, требуемых для рыбоводного предприятия, являются: вид корма для каждого технологического этапа, длительность этапа, суточные нормы кормления (кормовые таблицы суточных доз), количество рыбы на конец технологического этапа и количество циклов выращивания.

По кормовым таблицам необходимо рассчитать суточную дозу кормления и сделать ее обоснование для каждого этапа технологического цикла. В таблицах учитывают массу рыб, установленную на день контрольного облова и температуру воды. Первый показатель отражен на горизонтальной части таблицы, второй – на вертикальной. На пересечении горизонтальных и вертикальных линий, проходящих через показатель массы и температуры воды, зафиксированы значения суточных доз, выражаемых в процентах от массы тела.

Пример расчета суточной дозы корма для клариевого сома, выращиваемого в УЗВ:

- средняя масса рыб – 100 г;
- количество рыб в бассейне объемом 10 м³ – 4000 шт.;
- общая масса рыб 400 кг;
- температура воды 27 °С;
- суточная доза корма 4 % от массы рыб (определена по кормовым

таблицам);

- количество корма, которое следует ежедневно скармливать рыбам в последующий период: 400 кг – 100 %

$$x - 4 \%$$

$$x = 16 \text{ кг в сутки.}$$

Суточную дозу экструдированных кормов следует снижать на 20-30% от табличной, чтобы выйти по эффективности их усвоения на средние показатели тонущих гранулированных кормов.

Для обоснования режима кормления необходимо определить кратность внесения корма для рыб разного размера и возраста. При этом на этапе выращивания личинок рыб общепринятым является выбор максимально возможной частоты внесения корма в светлое время суток. При автоматизации процесса кормления до 48-60 раз с интервалом 10-15 мин. При ручном кормлении до 16-20 раз с интервалом 20-30 мин. При этом целесообразно перенести часть суточной дозы корма на кормление в ночные часы, поскольку малые размеры пищеварительного тракта, несовершенство ферментной системы ограничивают переваривание больших порций корма.

При достижении молодью массы 5-7 г целесообразно интервал между кормлениями увеличить до 2 ч, а при достижении массы 50-70 г – 2,5-3 ч. Кормление мальков проводят реже - 8-10 раз в сутки. Рыб массой 50-100 г – 4-6 раз в сутки; рыб массой 100-300 г – 3 раза в сутки; рыб массой более 300 г – 2 раза; рыб массой более 700-800 г – 1 раз в сутки.

Важным моментом является переход на меньшую кратность кормления. Для этого целесообразно ввести переходный период, когда постепенно, с градиентом 10-20% в сутки увеличивают исходную порцию корма, доводя ее до расчетной.

Например, при схеме кормления один раз в 3 ч разовая порция корма, задаваемого в бассейн, была 1000 г. При пересчете на кормление один раз в 2 ч она должна была возрасти до 1400 г. Для переходного периода может быть рекомендована следующая схема постепенного увеличения разовой порции:

1 сутки – 1000 г

1 сутки – 1100 г

1 сутки – 1200 г

1 сутки – 1300 г

1 сутки – 1400 г

При организации кормления ремонтного поголовья и производителей рыб применяют специально рассчитанные суточные дозы корма, меньшую кратность кормления, исключающие чрезмерное накопление запасных питательных веществ в организме, т.к. перекармливание ремонта и производителей приводит к нарушениям в развитии гонад и потере производителями продуктивных качеств.

Особый подход к организации кормления отмечается в зимний период содержания (выращивания) рыб. В зависимости от характера водоемника температура воды в рыбоводных емкостях может быть от 0-3 до 6-14°C.

Первый диапазон предполагает содержание рыб (за исключением лососевых) без кормления. При повышении температуры воды до 5-6°C все объекты индустриальной аквакультуры уже должны получать корм. При температуре воды 6-8°C достаточно 2-3-кратного кормления в течение недели. Корм задается в рыбоводные емкости раз в день. Суточная доза корма 0,2-0,5%. При температуре воды 9-11°C, соответственно, 4-5 раз в неделю и 0,5-1%, при температуре 12-14°C 5-7 раз в неделю и 1-1,5%.

При относительно небольшом объеме выращиваемой рыбы приемлемо кормление вручную, имеющее одно преимущество – визуальный контакт с рыбой и внесение коррективов в кормление в зависимости от характера ее реакции на корм.

Для правильного выбора размера кормовых частиц (крупки, гранул) необходимо выбрать такой размер кормовых частиц, когда рыба определенного размера, имеющая соответствующее раскрытие рта, сечение пищевода способна проглотить их без напряжения. Упоминание сечения пищевода не случайно, поскольку, например, судак имеет значительное раскрытие рта, но узкий пищевод, поэтому даже рыбы массой 1-3 кг и более не могут заглотить гранулы корма диаметром более 10 мм.

Наименьший размер кормовых частиц у стартовых кормов и составляет 25-50 микрон. По мере увеличения размера личинок фракционный состав меняется. Следующие фракции имеют размеры в последовательности: 50-100, 150-200, 200-400, 400-600, 600-1000, 1000-1500 микрон.

Для мальков массой более 3-4 г применяют гранулы 1,5-2,0 мм. Для рыб массой более 50-100 г диаметром 3 мм; для рыб массой более 300-500 г – более 4,5 мм; для рыб массой более 700-800 г – 6 мм; для рыб массой более 1000 г - 8, 9, 10 мм.

При выборе размера гранул следует учитывать видовые особенности объектов выращивания (табл. 7).

Таблица 7 - Размер частиц корма для разных видов рыб

Размер частиц корма	Масса рыб, г					
	карп	лососевые	сом	осетровые	тиляпия	угорь
до 0,1	до 0,003	-	-	-	до 0,003	-
0,1-0,2	0,003-0,012	-	-	-	0,003-0,015	-
0,2-0,4	0,012-0,05	-	до 0,1	до 0,1	0,015-0,1	-
0,4-0,6	0,05-0,1	до 0,2	0,1-0,3	0,1-0,4	0,1-0,4	-
0,6-1,0	0,1-0,15	0,2-1,0	0,3-1,0	0,4-1,2	0,4-1,5	0,3-5,0
1,0-1,5	0,15-0,8	1-2	1,0-1,5	1,2-2,5	1,5-3	5-12
1,5-2,5	0,8-10	2-5	1,5-5	2,5-5	3-5	12-130
3,2	10-40	5-15	5-25	5-20	5-30	130-160
4,5	40-150	15-50	25-100	20-50	30-150	более 160
6,0	150-500	50-200	100-400	50-300	150-500	-
8,0	более 500	более 200	более 400	более 300	более 500	-

При выращивании личинок и мальков рыб крайне важно своевременно переходить на более крупный размер крупки. Поскольку, при задержке с переходом может отмечаться застревание мелких кормовых частиц между жаберными лепестками и последующее ослизнение жаберного аппарата и, как следствие, нарушение дыхания у молоди рыб.

Учитывая количество и биомассу рыб, оптимальную температуру воды на каждом этапе выращивания, длительность технологического этапа, вид корма и суточные нормы кормления, определяют необходимое количество кормов.

Расчёт потребного количества кормов определяют по формуле (4) для расчёта кормов по суточному рациону (норме) кормления:

$$K = \frac{(M_{ср} \times n) \times C_p \times T}{100} \quad (4)$$

где К – требуемое количество корма на этапе выращивания, кг; $M_{ср}$ – средняя масса рыб на конец этапа выращивания, кг; C_p – суточный рацион (норма) кормления при определённой температуре воды, %; n – количество рыб на конец этапа выращивания, шт.; T – период выращивания при данной температуре воды, сут.; $(M_{ср} \times n)$ – общая биомассы рыб на конец этапа выращивания, кг

Пример расчета годовой потребности в кормах для данной мощности рыбоводного хозяйства.

Рассчитаем необходимое количество кормов для молоди карпа на этапе – «Выращивание молоди от 50 мг до 1 г».

Используя корм «Карп старт 48/10» (фирма изготовитель «Акварекс», Россия) и рекомендуемые фирмой нормы кормления (табл. 8) определяем количество корма для молоди с массой тела: 0,05-0,1 г, 0,1-0,3 г, 0,3-1,0 г.

Для каждого этапа распределяем количество суток выращивания и количество получаемой молоди с учётом предполагаемого отхода на обозначенном технологическом этапе.

Таблица 8 - Рекомендуемые нормы кормления, кг корма на 100 кг рыбы в сутки для корма «Карп старт 48/10» (фирма Акварекс, Россия)

Масса рыбы, г	Размер крупки, мм	Температура воды, °C			
		15-19	20-25	26-28	29-32
до 0,05	0,2-0,6	40	50	65	75
0,05-0,1	0,2-0,6	30	45	60	70
0,1-0,3	0,6-0,9	20	40	50	60
0,3-1,0	0,9-1,2	10	20	30	40

Согласно технологии, общая продолжительность технологического этапа «Выращивание молоди от 50 мг до 1 г» составляет 20 сут. Предположим, что длительность выращивания от 0,05 до 0,1 г составляет 6 суток, от 0,1 до 0,3 г – 7 суток, от 0,3 до 1,0 г – 7 суток.

Отход молоди – 20% (при норме выживаемости для данного этапа – 80%), распределим таким образом: до массы тела от 0,05 до 0,1 г -10%, от 0,1 до 0,3 г - 5%, от 0,3 до 1,0 г - 5%.

Приступаем к расчётам требуемого количества корма. С учётом определённого ранее количества молоди с массой тела 1 г – 421,0 тыс. шт. (с учётом незначительной массы тела количество рыб округляем до тысяч) и количества молоди с массой тела 0,05 г – 526,3 тыс. шт. (при отходе за технологический этап – 20%), общий отход молоди за технологический этап составит – 105,2 тыс. шт.

Учитывая общее количество отхода молоди карпа и процентное распределение отхода при выращивании от 0,05 г до 1 г, получаем:

количество молоди с массой тела 0,1 г составит – 473,7 тыс. шт. ($526,3 - (105,2 \times 10\% / 20\%)$);

количество молоди с массой тела 0,3 г – 447,4 тыс. шт. ($473,7 - (105,2 \times 5\% / 20\%)$);

количество молоди с массой тела 1,0 г – 421,0 тыс. шт. ($447,4 - (105,2 \times 5\% / 20\%)$).

Далее, в расчётах используем формулу 4.

Для наглядности результаты расчёта представлены в таблице 8.

Аналогично рассчитывается потребность в кормах для предприятия по всем технологическим этапам выращивания.

Для расчёта потребного количества кормов для маточного стада допускается упрощённый расчёт с учётом:

- общего количества производителей в маточном стаде;
- средней массы тела производителей;
- суточной дозы корма, определённой по кормовым таблицам с учётом средней месячной температуры и количества дней в месяце, когда производят кормление (производителей не кормят за 3-5 сут. до взятия половых продуктов).

Необходимо учесть, что температура воды изменяется при проведении зимовки.

Выполнив расчёты потребного количества кормов для каждой возрастной группы объекта выращивания, необходимо подсчитать общее требуемое количество рецептур кормов (в кг) в целом по предприятию на год. Результаты представить в виде табл. 9 и 10. Пример оформления расчетов представлен в табл. 11.

Таблица 9 - Потребное годовое количество кормов для предприятия

Наименование (марка, рецептура) корма	Количество, кг

Таблица 10 – Потребное количество кормов по этапам технологического цикла выращивания_____

Технологический этап	Масса рыбы, г		Отход рыбы, %		Кол-во рыб, шт.		Общая биомасса рыб, кг	Марка корма	Средняя температура воды, °С	Суточная норма кормления (табличная), %	Длительность этапа, сут	Потребность в корме, кг
	начальная	конечная	за период	за этап	в начале этапа	в конце этапа						

Таблица 11 – Пример расчёта потребности в кормах для технологического этапа «Выращивание молоди карпа от 50 мг до 1 г»

Технологический этап	Масса рыбы, г		Отход рыбы, %		Кол-во рыб, тыс. шт.		Общая биомасса рыб, кг	Марка корма	Средняя температура воды, °С	Суточная норма кормления, %	Длительность этапа, сут.	Потребность в корме, кг
	начальная	конечная	за период	за этап	в начале этапа	в конце этапа						
<i>Выращивание молоди от 50 мг до 1 г</i>	0,05	1,0	20		526,3	421,0						
п/этап:												
1	0,05	0,1		10	526,3	473,7	47,37	Карп старт 48/10	26-28	60	6	170,53
2	0,1	0,3		5	473,7	447,4	44,74			50	7	156,59
3	0,3	1,0		5	447,4	421,0	421,0			30	7	884,10

4) Технологическое оборудование

В данном разделе дается обоснование выбора оборудования, расчет потребности в технических средствах и оборудовании, структура рыбоводного предприятия.

Обоснование выбора оборудования

Для каждого этапа производственного процесса обосновывается выбор оборудования и технических средств. Описывается техническая характеристика и конструктивные особенности инкубационных аппаратов, бассейнов, лотков, садков, прудов, средств облова и транспортировки рыбы, технических средств кормления рыбы.

При прудовом методе выращивания дается характеристика прудов (морфометрия, температурный и гидрохимический режим, состав и величина кормовой базы, продолжительность наполнения и спуска прудов и др.).

Выбирая способ подогрева или охлаждения воды в УЗВ, важно учитывать, что при величине подпитки воды 10-20 % в сутки и разнице в температуре воды подпиточной и циркулирующей до 10°C, а также времени подмены воды 2-4 часа, падение или повышение температуры воды в УЗВ не превысит 1-1,5°C. Что, в принципе, не вызовет стрессового воздействия на рыб и организмы биофильтра. Поэтому в этом случае нет необходимости установки устройств подогрева или охлаждения воды на трассе подачи подпиточной воды.

Выбирая способ насыщения воды кислородом необходимо исходить из технических возможностей, а также учитывать, что общим свойством для оксигенаторов является насыщение кислородом технологической воды, поступающей в них. Давление, которое обеспечивает насыщение воды кислородом до 300-400 %, составляет, как правило, от 2 до 4 бар. Практика использования напорных оксигенаторов показывает, что целесообразный объем пространства, заключенного в них, составляет около 1/100 части общего объема, циркулирующей в УЗВ воды.

Разделяя оксигенаторы на напорные и безнапорные следует учитывать, что у первых давление подаваемой в них воды обеспечивает насос. У вторых – превышение места забора технологической воды над оксигенатором, не менее 4-6 м. Чем меньше будет расстояние между уровнем выхода воды из распределительной емкости и верхушки конуса оксигенатора, тем меньше будет степень насыщения выходящей из оксигенатора воды кислородом.

Определяясь со способом механической фильтрации воды, выходящей из бассейнов, учитывают, что содержание в циркулирующей воде аммиака, аммония, нитритов и нитратов является следующим лимитирующим фактором в УЗВ. Рыбы до 90 % метаболического азота в виде аммиака выделяют в водорастворимой форме, в основном через жабры. Лишь около 10% в составе экскрементов. Метаболический фосфор в основном содержится в составе экскрементов. В связи с этим подчеркивается важная роль механической фильтрации воды, выходящей из бассейнов.

Помимо экскрементов в ней содержится слизь, чешуя, взвешенные органические частицы: отрывающаяся с поверхности стенок, дна бассейнов,

трубопроводов биопленка, образующиеся укрупненные органические фрагменты как результат процесса фолликулизации. Задача механического фильтра максимально уловить (отделить) и вывести из УЗВ указанные выше органические частицы. Существует постулат: 90 % успеха в работе биофильтра достигается за счет эффективной работы механического фильтра.

Выбор типа механического фильтра зависит от объема циркулирующей в установке воды. Для УЗВ можно использовать несколько разновидностей механических фильтров:

- механический фильтр (треугольный) с наклонной стабильно сеткой с ячейей не менее 0,3 мм;
- барабанный фильтр с ячейей сетного полотна от 30 до 120 микрон;
- дисковый фильтр с ячейей сетного полотна от 20 до 110 микрон.

Первый тип механического фильтра, как правило, устанавливают в относительно небольших УЗВ (объем циркулирующей воды до 50-100 м³/ч). Второй и третий могут пропускать до 1000-1500 м³/ч технологической воды.

При водоснабжении инкубационных цехов, рыбопитомников из открытых водоисточников можно использовать «быстрые» песчаные фильтры с периодической промывкой обратным током воды или барабанные и дисковые фильтры тонкой очистки с ячейей сетного полотна 0,02 - 0,06 мм.

Дается краткая техническая характеристика механического фильтра, включая потребляемую электрическую мощность.

Выбирая биологические фильтры, учитывают не только конструктивные особенности, но и их производительность, которая определяется по количеству перерабатываемых в одном кубическом метре загрузки биофильтра азотистых соединений, трансформируя их по цепочке нитрификации: аммоний → нитриты → нитраты.

Количество экзометаболитов связано с количеством съеденного рыбами корма, привязанного к одному кубическому метру загрузки биофильтра. Носители (загрузка) биофильтра могут быть в форме кассет, внутреннее пространство которых заполнено трубами или плоскостями с гофрированной поверхностью, полиэтиленовыми гранулами разного диаметра (3-6 мм), «ежами», «ершами» с измененной внешней и внутренней поверхностью.

Производительность первых, которые в обиходе получили название капельных фильтров – 1 кг корма на один м³ загрузки биофильтра. Например, если объем загрузки капельного биофильтра 10 м³, то это означает, что в УЗВ можно скормить рыбам не более 10 кг корма в сутки.

Производительность биофильтров, где в качестве загрузки используют гранулы диаметром 3 мм - 10 кг корма на 1 м³/сутки, диаметром 5-6 мм, а также «ежей», «ершей» - 4-6 кг корма на 1 м³/сутки.

Например, объем загрузки биофильтра гранулами диаметром 3 мм составляет 10 м³. В этом случае в сутки в УЗВ можно скормить до 100 кг корма. В варианте гранул диаметром 5-6 мм, «ежей», «ершей» - 40-60 кг корма.

Особенностью эксплуатации этого типа биофильтров является периодическая продувка объема загрузки воздухом, подаваемым от компрессора или воздуходувки (барботажа, регенерация поверхности элементов

загрузки). При этом с поверхности смывается «старая» биопленка и выносятся из биофильтра. Частота барботажа один-два раза в сутки. Общая продолжительность барботажа 20-30 минут.

Третий тип биофильтра предполагает постоянный барботаж объема загрузки биофильтров. В первом варианте, когда загрузка представлена гранулами полиэтилена диаметром 3 мм, производительность биофильтра составляет 20-30 кг корма на 1 м³/сутки. Если объем загрузки составляет 10 м³, то производительность биофильтра – до 200-300 кг корма/сутки.

Во втором варианте 10-12 кг корма на 1 м³/сутки. При объеме загрузки 10 м³ производительность такого биофильтра до 100-120 кг корма в сутки.

В капельных и биофильтрах с постоянным барботажем (биореакторы) за счет контакта воды с воздухом достигается эффективное удаление углекислого газа. Для биофильтров с периодической регенерацией элементов загрузки целесообразным становится сочленение с ним дегазатора.

Дается краткая техническая характеристика биологического фильтра, включая потребляемую электрическую мощность.

Подбирая размер и форму бассейнов и садков, необходимо учитывать возраст, размеры выращиваемых рыб, их поведенческие особенности.

Так, например, для личинок целесообразно использовать лотковые бассейны. Предпочтительность выбора таких бассейнов обусловлена более равномерным распределением потока воды по фронту движения, постоянными чистками с помощью сифонов от накапливающихся экскрементов, остатков несъеденного корма, удалением отходов. Для крупных личинок лососевых рыб в силу их активного сопротивления потоку воды, усиливающегося к центральному водоспуску, возможно использование квадратных бассейнов с закругленными углами. Площадь таких бассейнов, как правило, от 2 до 4 м², уровень воды от 0,2 до 0,4 м.

Для мальков целесообразна квадратная форма бассейнов с уровнем воды от 0,4 до 0,8 м. Площадь от 4 до 10 м². Большого размера бассейны не целесообразны, поскольку при выращивании мальков наиболее часто проводят сортировки и для таких бассейнов легче установить более кратный водообмен (2-4 раза/час).

При выращивании посадочного материала площадь квадратных или круглых бассейнов от 10 до 20 м², уровень воды 0,6-1,0 м.

Форма и размеры бассейнов для товарной рыбы в большей степени учитывают поведенческие особенности рыб:

- прямоугольные бассейны, площадью от 10 до 20 м², уровнем воды 1 м используют при выращивании карпа, осетровых, угря, тиляпии, судака. Товарная масса рыб, как правило, не превышает 0,5-1,0 кг. При выращивании рыб массой более 1 кг целесообразная глубина составляет 1,5-2,0 м.

- квадратные с закругленными углами бассейны используют при выращивании форели, осетровых, тиляпии;

- круглые бассейны используют при выращивании лососевых рыб.

Уровень воды в квадратных и круглых бассейнах при выращивании рыб товарной массой 2-3 кг и более повышен до 2-3 м.

Площадь квадратных и круглых бассейнов, как правило, от 10 до 20 м², иногда более (до 50 м²).

Размеры и форма бассейнов, используемых в составе технических блоков, могут быть разные.

В вопросе о целесообразных размерах садков в садковых линиях для пресноводных водоемов следует ориентироваться на следующие:

- 4×3×3 (5-7) м; 5×4×3 (5-7) м.

Для морских садковых линий:

- 10×10×10 м; 20×20×10 (20) м.

Размер садков для посадочного материала (сеголетки, двухлетки) обычно меньше, что связано с большим количеством рыбоводных манипуляций в период выращивания (сортировки, контрольные обловы, выборка отходов и т.п.). Для каждого садкового хозяйства размер садков по площади и глубине может существенно отличаться.

С учетом нормативного расхода воды в бассейнах (интенсивность водообмена) проводится подбор насосов соответствующей мощности. Приводятся их характеристики из справочных изданий, включая потребляемую электрическую мощность.

Прилагается фотография оксигенатора любой конструкции, в котором осуществляется насыщение воды кислородом, подаваемым от генератора кислорода. Дается краткая техническая характеристика генератора кислорода, включая потребляемую электрическую мощность.

Если параметры по содержанию железа превышают 0,1 мг/л необходимо предусмотреть специальные фильтры – обезжелезиватели, в которых закисное железо окисляется до окисной формы, выпадающей в осадок.

Если в УЗВ в качестве подпиточной воды подают воду из открытых водоисточников (реки, озера), то даже при удовлетворительном химическом составе, вода открытых водоисточников содержит множество микроорганизмов, простейших, которые могут вызывать эпизоотии. Пропуск такой воды через ультрафиолетовые устройства не даст положительного результата. Стопроцентную гарантию очистки такой воды может дать только озонирование. Если озонировать воду открытых водоисточников, то необходимо обеспечить интервал времени прохождения воды от места контакта с озоном до рыбоводных бассейнов, не менее 15 минут.

Делая подбор оборудования для установок замкнутого водоснабжения (УЗВ) необходимо учитывать то, что они являются искусственными экосистемами, в которых в ускоренном режиме воспроизводятся процессы преобразования продуктов метаболизма, выделяемых рыбами, в мало- и нетоксичные формы. В результате в УЗВ создаются условия, обеспечивающие раскрытие ростовой и адаптогенной потенции у выращиваемых рыб. Причем, на более высоком уровне, чем в рыбоводных системах с естественной термикой (прудовые, озерные, проточные бассейновые хозяйства) или измененным температурным режимом (хозяйства на сбросных теплых водах). Это связано с тем, что в УЗВ в течение любого периода или года, в целом, устанавливается тот температурный режим, который обеспечивает достижение в краткие сроки

цели выращивания рыб.

Основным рыбоводным оборудованием в садковых хозяйствах являются садки. В них осуществляется выращивание товарной рыбы, круглогодичное содержание производителей, выращивание сеголетков и зимовка посадочного материала.

Помимо подбора основного оборудования, необходимо привести перечень приборов для измерения основных абиотических показателей (температура воды, содержание растворенного в воде кислорода, pH, азотистых соединений).

В данном разделе дается эскизное изображение бассейнов, садков, лотков, инкубационных аппаратов, биофильтра, бактерицидного устройства, механического фильтра, кормораздатчиков, сортировальных устройств и прочих устройств и оборудования (предпочтительно фотографии из интернета, справочных изданий, каталогов).

Расчет потребности в технических средствах и оборудовании

Проводится на основании установленного ранее количества икры, предличинок, личинок, мальков, посадочного материала, товарной рыбы, ремонта, производителей и нормативов плотности посадки для каждой возрастной группы.

1) Расчет площади, объема бассейнов, садков, инкубационных аппаратов и их количества

Объемы (площади) бассейнов (садков) рассчитывают по формуле:

$$V(S) = \frac{N}{P} \text{ м}^3 (\text{м}^2), \quad (5)$$

где N – количество рыб (молоди, ремонта, производителей), шт.; P – плотность посадки рыб, шт./м³ (шт./м²).

Количество бассейнов (садков) устанавливают, учитывая нормативный объем (площадь) одного бассейна (садка):

$$N_{\sigma(c)} = \frac{V(S)}{V_n(S_n)} \text{ шт.}, \quad (6)$$

где V_n(S_n) – нормативный объем (площадь) одного бассейна (садка), м³ (м²).

Зная количество неоплодотворенной икры и норму загрузки инкубационного аппарата можно рассчитать общее количество аппаратов на предприятии.

Пример расчета:

В один инкубатор "Осетр" можно загрузить 800-1000 тыс.шт.

обесклеенной икры стерляди (100-150 тыс. шт. икринок на один из 8-ми ящичков). Количество неоплодотворенных икринок стерляди равно 2712671 шт. Таким образом, количество инкубационных аппаратов "Осетр" на предприятии составит: $2712671 : 1000\ 000 = 2,7 \approx 3$ шт.

2) Расчет площади и количества прудов

Для расчета площадей прудов используют данные по количеству рыб и плотности посадки на данном этапе биотехники:

$$S = \frac{N}{P} \text{ га,} \quad (7)$$

где N - количество рыб, шт.; P - плотность посадки в пруд, шт./га.

Количество прудов рассчитывают исходя из нормативных значений площади одного пруда по каждой категории.

Количество карантинных прудов устанавливается из расчета не менее двух прудов площадью по 0,2 га по каждому виду рыб. Количество изоляторных прудов - не менее двух площадью до 0,5 га каждый.

Площадь живорыбных садков рассчитывается с учетом размещения на временное содержание, без кормления до 50% товарной рыбы. Площадь одного садка 0,02 га, объем воды позволяет разместить до 25 т рыбы.

3) Расчет насосов

Проводится с учетом нормативного расхода воды в бассейнах (интенсивность водообмена).

Пример расчета:

Технология с использованием УЗВ позволяет расходовать 100-500 литров воды на 1 кг выращенной рыбы. Зная общую мощность хозяйства (200 т), находим расход воды:

$$Q = 200\ 000 \text{ кг} \times 100 \text{ л} = 20\ 000\ 000 \text{ л/ч} = 2000 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Мощность одного насоса составляет 216 м³/ч. Исходя из этого, можно установить количество насосов, необходимое на предприятии:

$$N_{\text{насосов}} = 2000 \text{ м}^3/\text{ч} : 216 \text{ м}^3/\text{ч} = 10 \text{ шт.}$$

Дополнительно учитывают резервные насосы, на случай поломки.

4) Расчет потребности в кислороде

Проводят из расчета траты 1 кг кислорода на прирост 1 кг рыбы.

Пример расчета:

За цикл выращивания в течение 180 сут. получено 10 т товарной рыбы. Количество посадочного материала составляло 1 т. Таким образом, прирост рыбопродукции составил 9 т. Это означает, что на цикл выращивания было потрачено 9 т кислорода. В среднем за сутки $9000 \text{ кг} : 180 \text{ сут} = 50 \text{ кг}$, в час

около 2 кг.

Соответственно, по справочному изданию находят генератор кислорода соответствующей производительности.

5) *Расчет потребности в бактерицидных устройствах (ультрафиолетовые лампы)*

Проводится из расчета пропуска каждой лампой, размещаемой в корпусе, до 3 м³/час воды.

6) *Расчет механических фильтров*

Проводится на основании учета расхода воды, пропускаемой через фильтр и его производительности (табл. 12).

Таблица 12 – Алгоритм расчета механических фильтров

Расход воды в УЗВ, м ³ /ч	Производительность барабанных и дисковых фильтров, м ³ /ч	Количество механических фильтров, шт.
50	20	3
100	40	3
200	50	4
500	100	5
600	500	2
700	700	1
800	900	2
1000	1200	1

7) *Расчет биофильтров*

Проводится из расчета количество корма, съеденного рыбами в течение суток, опосредованное в продукты метаболизма, которые "потребляет" биофильтр и окисляет последовательно в нитритную и нитратную формы.

Пример расчета:

Рассчитано, что для 50 тыс.шт. форели массой 300 г суточная норма кормления составляет 3%. Это означает, что в сутки рыбе скармливают:

$$\begin{aligned} 50000 \times 0,3 \text{ кг} &= 100 \% \\ x &= 3 \% \\ x &= 150 \text{ кг корма} \end{aligned}$$

Для фильтров, использующих в качестве наполнителей "ежи" или "ерши" при площади поверхности которых около 700 м² в 1 м³, показана утилизация экзометаболитов рыб, выделяемых в результате съедания 8 кг корма.

Для фильтров-биореакторов (гранулированный полиэтилен, находящийся в постоянном движении в результате барботажа объема биофильтра) эти величины составляют, соответственно 1200 м² и 12-15 кг корма.

Поэтому для первого варианта биофильтра объем наполнителя биофильтра составит:

$$\frac{150\text{кг}}{8\text{кг/м}^3} = 19\text{м}^3;$$

для второго $\frac{150\text{кг}}{15\text{кг/м}^3} = 10\text{м}^3.$

Соотношение объема наполнителя к общему объему биофильтров составляет 1:3. Таким образом, общий объем биофильтра составил бы в первом варианте около 60 м³, во втором – 30 м³.

Полученные результаты расчетов необходимо оформить в табличной форме по примеру табл. 13.

Таблица 13 - Расчет потребности в технических средствах и оборудовании

Этапы технологической схемы	Наименование оборудования (модель) / тип рыбоводной емкости, ее объем (м ²) или площадь (м ³)	Количество, шт.

Например, в состав бассейнового или садкового хозяйства могут входить следующие емкости для:

- выращивания и зимовки ремонтного стада;
- содержания маточного поголовья;
- преднерестового содержания производителей;
- подращивания личинок;
- выращивания мальков;
- выращивания и зимовки посадочного материала;
- выращивания товарной продукции;
- изоляции рыбы при карантине.

При расчете оборудования необходимо учитывать возможность повторного его использования, например, при выращивании по полициклической технологии.

5) Структура предприятия

Согласно проведенных расчетов оборудования и технических средств, описывается структура предприятия. Структура бассейновых и садковых рыбоводных хозяйств схожа между собой и зависит от принятой технологической схемы.

Например, в структуру бассейнового или садкового хозяйства могут входить:

- бассейновый цех или садковая линия для товарной рыбы;
- бассейновый цех или садковая линия для выращивания посадочного

материала;

- бассейновый цех или садковая линия для содержания ремонтно-маточного стада;

– инкубационный цех, или участок;

– гидрохимическая лаборатория;

– кормокухня или участок по производству кормов;

– склады для хранения готовых кормов;

– очистные сооружения (при необходимости);

– административно-хозяйственная часть (дирекция, агрегатная, диспетчерская и т.д.).

Количество структурных элементов зависит от хозяйственной целесообразности и технологии выращивания рыбы.

Структура предприятия в полном объеме должна быть представлена по примеру табл. 14.

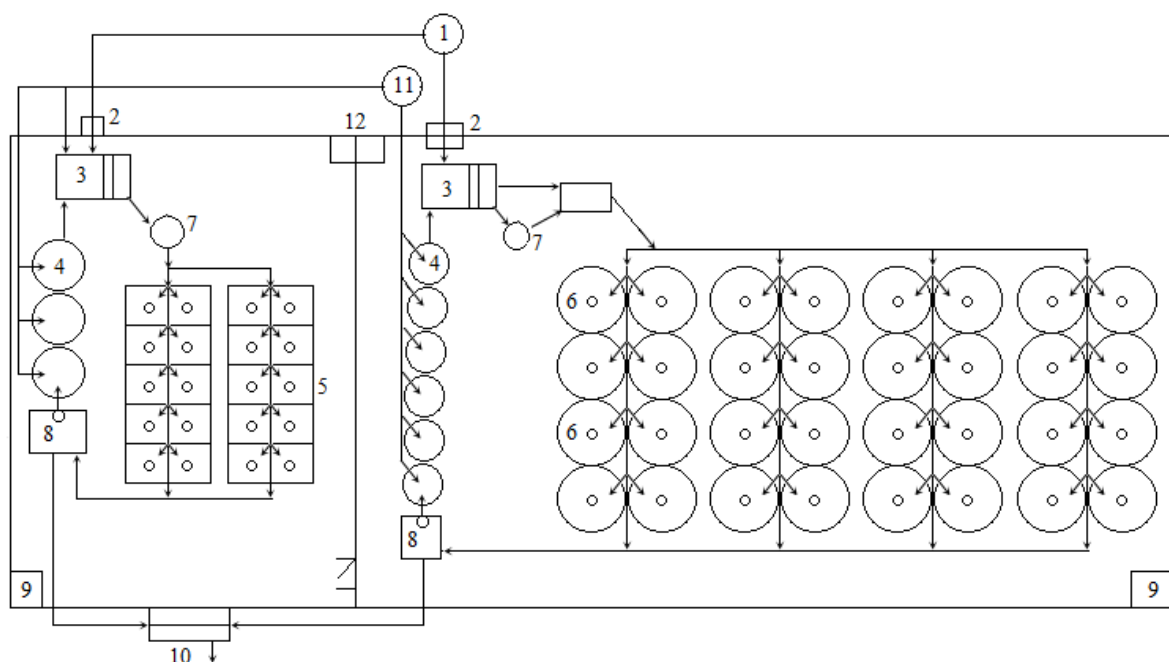
Таблица 14 – Структура предприятия по выращиванию _____

№ п/п	Структурные единицы предприятия
	<i>Производственный блок</i>
	<i>Административно – хозяйственный блок</i>

На отдельном листе в виде рисунка составляется план-схема предприятия в произвольной компоновке с учетом требований к размещению технических средств в последовательности, соответствующей алгоритму рыбоводного процесса. Указываются основные цеха и структурные подразделения, водоисточник, система водоподачи и водоотведения.

План-схема (рисунок) с максимально возможным насыщением технологических блоков должна располагаться по центру страницы, а подпись (название) рисунка – внизу. Она должна иметь обозначения составных частей, структурных компонентов и т.п. Эти обозначения можно делать на горизонтальных линиях, от которых при помощи линейки проведены указывающие линии к соответствующим частям рисунка. Указывающие линии не должны пересекаться. Если подписей много, их можно заменить цифрами. В этом случае рядом с рисунком или под ним составляется «легенда», в которой цифры расшифровываются. План-схема должна быть крупной и четкой, выполненной простым карандашом.

Примерная план-схема предприятия представлена на рис. 1.



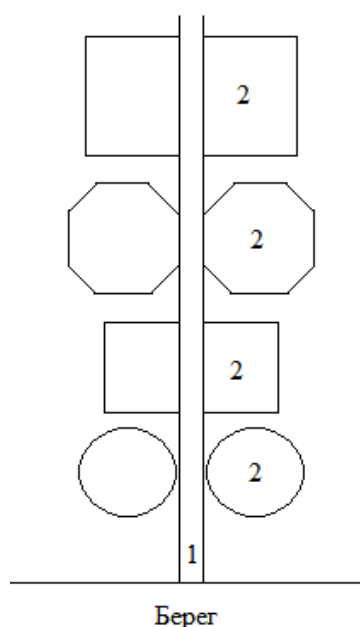
- 1 – артезианские скважины, 2 – скоростной нагреватель воды, 3 – дегазатор,
 4 – биофильтр, 5 – бассейн для карантинизации стекловидного угря,
 6 – бассейны для выращивания посадочного материала, 7 – оксигенатор,
 8 – барабанный фильтр, 9 – кондиционер, 10 – приемный колодец
 технологической воды, 11 – компрессор,
 12 – вентилятор

Рисунок 1 - Примерная план-схема предприятия по искусственному воспроизводству угря

Дается план-схема административно-хозяйственного блока, включающего административную часть, лаборатории, кормосклад (кормоцех), агрегатную, мастерские, гараж, склад и другие объекты, а также кратко характеризуются назначение узлов административно-хозяйственного блока.

При организации садкового хозяйства на берегу водоема располагают базу размещения техники, складские помещения для хранения кормов, инвентаря и оборудования, мастерскую по ремонту садков, бытовые помещения, плавучие средства для подвоза к садковым сооружениям рабочих и кормов, пирс для перегрузки грузов и рыбы. На берегу должен быть источник электроэнергии для обеспечения работы воздушных компрессоров, аэраторов, сортировальных устройств.

В крупных водоемах, садковая линия может представлять понтонный переходный мостик, уходящий вглубь водоема и к нему одной стороной пристыковываются садки любой формы, как показано на рис. 2.



1 – переходный мостик; 2 – садки различной формы

Рисунок 2 – План-схема садкового хозяйства

Садки могут постоянно находиться у переходного мостика, но могут периодически буксироваться к нему для сортировки (молодь), реализации товарной рыбы, посадки рыбы на выращивание и т.п.

Составляя схему УЗВ, необходимо учесть, что важным техническим блоком УЗВ является ультрафиолетовое устройство, в котором ингибируется большая часть бактерий, с учетом многократного (не менее 24 раз в сутки) прохождения технологической воды, что, косвенно проявляется в освещении воды. Важно соблюсти последовательность технологических блоков УЗВ. Необходимо учесть, что в том случае, когда в составе УЗВ предусматривается технический блок, связанный с оксигенацией воды (оксигенатор), то его располагают после технического блока подогрева воды. Обратное расположение технических блоков приводит к насыщению циркулирующей воды пузырьками газа (азот, кислород), вероятное попадание которых в кровеносные русла вызовет газовую эмболию (газопузырьковое заболевание) у рыб.

Примерная структура УЗВ может включать:

- инкубационный блок с участками (инкубатор, блок водоподготовки);
- блок производства живых кормов;
- блок получения посадочного материала;
- блок содержания ремонтно-маточного стада производителей;
- блок «искусственной зимовки»;
- административные и хозяйственно бытовые помещения, склад кормов, лаборатория, кислородно-компрессорная станция.

6) Календарный план работы предприятия

Составляется согласно принятой технологической схемы выращивания рыбы, биологических особенностей вида и климатических условий района.

Сначала дают обоснование предлагаемым срокам проведения технологических этапов с учётом хронологии технологической схемы.

При составлении календарного плана работы индустриального хозяйства на теплых водах учитывают средние даты температуры воды выше 15°C для карпа, 10°C для осетровых, 20°C для канального сома, ниже 20°C для форели, когда проводят активное кормление рыб продукционным комбикормом. Периоды с температурой 8-14°C для карпа, канального сома, осетровых и 18-20°C для форели, используют для проведения сортировки и рассадки рыб на выращивание. Придерживаются положения, что средние даты наступления таких температур на 30-45 дней раньше весной и позже осенью, чем в прудовых хозяйствах. При этом надо предусматривать то, что в зимний период при температуре воды 8-14°C карпа, осетров, канального сома, тем более форель, активно кормят. Карпа, прудовым комбикормом, канального сома, осетров и форель индустриальным, придерживаясь системы нормирования кормления рыб при указанной температуре.

Коренное улучшение температурного режима содержания ремонт и производителей отражается на более ранних сроках созревания производителей, что создает условия для получения потомства (личинки) в более ранние сроки (февраль, март).

Установленные календарные сроки технологических этапов сводят в таблицу по образцу табл. 15.

Таблица 15 - Календарный план работы _____

№ п/п	Наименование работ	Начало (дата)	Продолжитель- ность, сут	Конец (дата)

Для наглядности, сроки проведения технологических этапов необходимо представить в виде графика в соответствии с примером на рис. 3.

Период времени, соответствующий технологическому этапу, обозначается разной штриховкой или разным цветом. График рекомендуется выполнить на отдельном листе формата А4.

7) Водный баланс предприятия

Водный баланс выполняется в виде расчетов. Исходными данными для водохозяйственных расчётов являются:

- нормативные показатели проточности для инкубационных аппаратов, прудов, садков, бассейнов и других используемых технологических ёмкостей и сооружений;

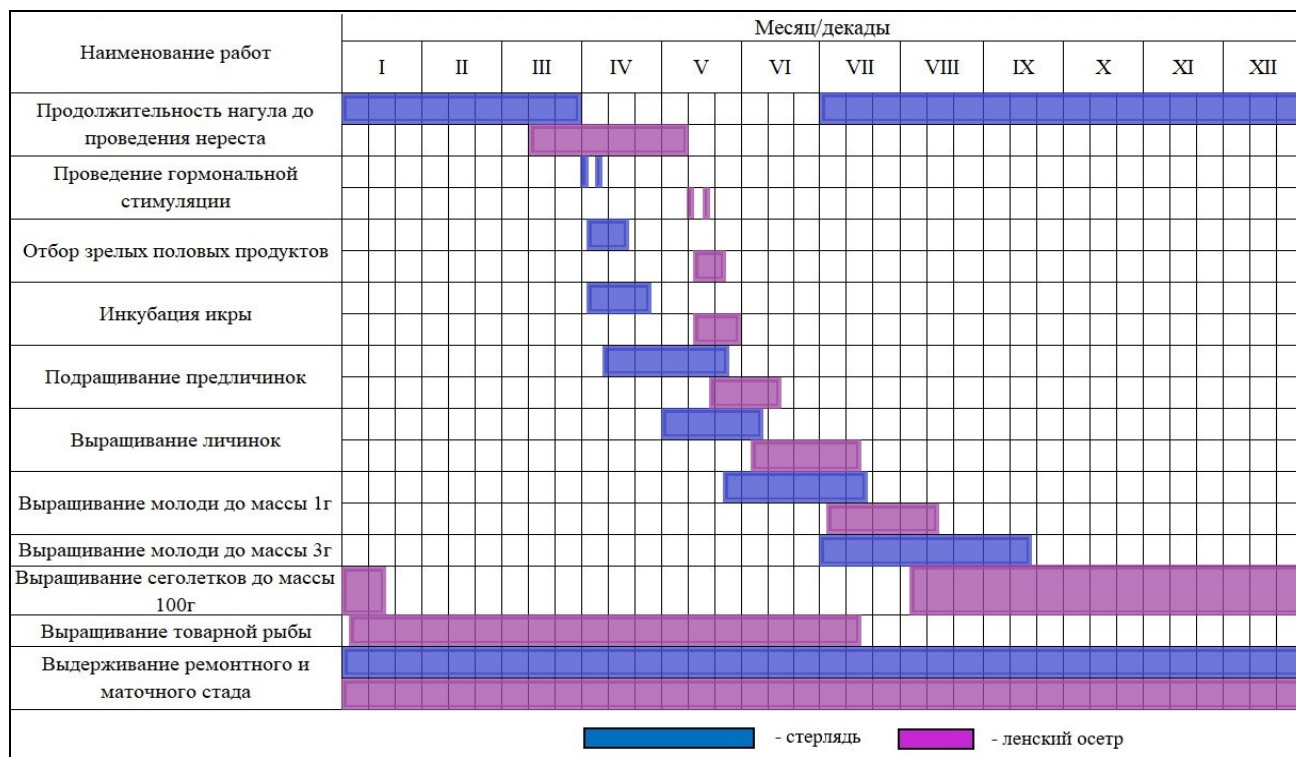


Рисунок 3 – Пример оформления календарного графика работы предприятия

- нормативные расходы воды на определённую плотность посадки и выращиваемого объекта;
- нормы потребления кислорода на единицу массы;
- общее количество используемого оборудования и календарные сроки их эксплуатации.

В некоторых случаях расход воды может определяться из расчёта на единицу массы выращиваемого объекта или полной смены воды в ёмкостях в единицу времени.

В чистом виде водный баланс садкового хозяйства не составляется. Но проводится расчет возможной нагрузки биомассы выращиваемой рыбы на площадь (объем) водоема, где размещено садковое хозяйство.

Расчет проводится по расходной характеристике стока из водоема (без учета оборота воды через системы охлаждения энергетических установок).

Принято нормировать эту зависимость следующим образом: при среднегодовом стоке воды 0,5 м³ на площади водоема 100 га можно выращивать до 10 т рыбы в садках. Каждое увеличение расхода на 0,5 м³ увеличивает мощность хозяйства на 10 т рыбы на каждые 100 га.

Например, при среднегодовом расходе воды в р. Десна 60 м³/с на площади водоема-охладителя АЭС около 6000 га, по расчетам, можно выращивать до 7000 т рыбы в садках и при этом водоем будет справляться с нагрузкой экзометаболитов рыб и самовосстанавливаться.

Поэтому для садковых хозяйств необходимо просчитать, насколько обосновано размещение указанной в задании мощности.

Для бассейновых хозяйств водный баланс составляется относительно этапов производственного процесса: содержания ремонтно-маточного участка, инкубационного цеха, участка выращивания, участка зимнего содержания, участка нагула товарной рыбы.

При содержании ремонта и производителей карпа, осетровых, канального сома расход воды составляет 0,02 - 0,06 л/с на 1 кг массы рыб. В инкубационном цеху расход воды (включая содержание производителей) составляет 3-4 л/с в расчете на 1 млн. свободных эмбрионов и 4-5 л/с на 1 млн. подрощенных личинок.

При выращивании посадочного материала устанавливается расход 0,04 - 0,06 л/с, зимнем содержании - 0,01-0,02 л/с на 1 кг массы рыб.

При содержании радужной форели на всех этапах, за исключением инкубации икры, придерживаются таких же расходных характеристик по воде.

В инкубационном цехе расход воды (с учетом содержания производителей) при использовании лотковых аппаратов на 1 млн. икринок - 5-6 л/с, при использовании вертикальных аппаратов на 1 млн. икринок - 3 л/с (ИВТМ); 1 л/с (ИМ). Расход воды достигает максимума при подращивании личинок и выращивании мальков - 20-30 л/с на 1 млн. шт.

Основная положительная составляющая водного баланса УЗВ - ежесуточная подпитка свежей (подпиточной) воды. Величина ее может быть разная. Опираясь на длительный опыт эксплуатации УЗВ, контроль и анализ изменений в гидрохимических показателях при разной доле подмены воды, предлагаются следующие объемы подпитки воды в зависимости от величины рыбопродукции. Так, если величина рыбопродукции не превышает 30-40 кг/м³, то достаточной будет ежесуточная подпитка на уровне 3-5 %.

Например, в УЗВ циркулирует 100 м³ воды, рыбопродукция по сибирскому осетру товарной массой 3 кг составляет 30 кг (10 шт./м³). Ежедневно из установки следует сливать (вместе с осадками в механическом фильтре) от 3 до 5 м³ технологической воды и, соответственно, восполнять это убытие 3-5 м³ подпиточной воды.

При величине рыбопродукции 50-100 кг/м³ целесообразной становится подпитка в объеме 5-10%. Например, объем циркулирующей в УЗВ воды составляет 1000 м³. Величина рыбопродукции по выращиваемой порционной форели (300-500 г) составляет 100 кг/м³. Ежедневно сливают до 100 м³ воды с осадками.

При величине рыбопродукции 200-500 кг/м³ целесообразной становится подпитка в объеме 15-20 % в сутки. Например, объем циркулирующей в УЗВ воды составляет 500 м³. Величина рыбопродукции по выращиваемому угрю составляет 250 кг/м³. В этом случае объем подпитки составит около 45 м³.

Но, следует отметить, что указанные возможные объемы подпитки воды согласуются с нагрузкой на биофильтры экзометаболитов, выделяемых рыбами.

Результаты расчетов представляют в виде табл. 16 и графика

водопотребления. График водного баланса предприятия содержит: ось ординат, на которой откладываются значения расхода воды, и ось абсцисс, где указаны декады месяцев в течение всего годового цикла. Каждый этап производственного цикла выделяется на поле графика своей штриховкой или цветом. Пример графика представлен на рис. 4.

Таблица 16 - Расчет водного баланса предприятия _____

Рыбоводное оборудование	Нормативные показатели расхода воды, л/с	Расчетные показатели		Примечание
		кол-во оборудования, шт.	общий расход воды, л/с	

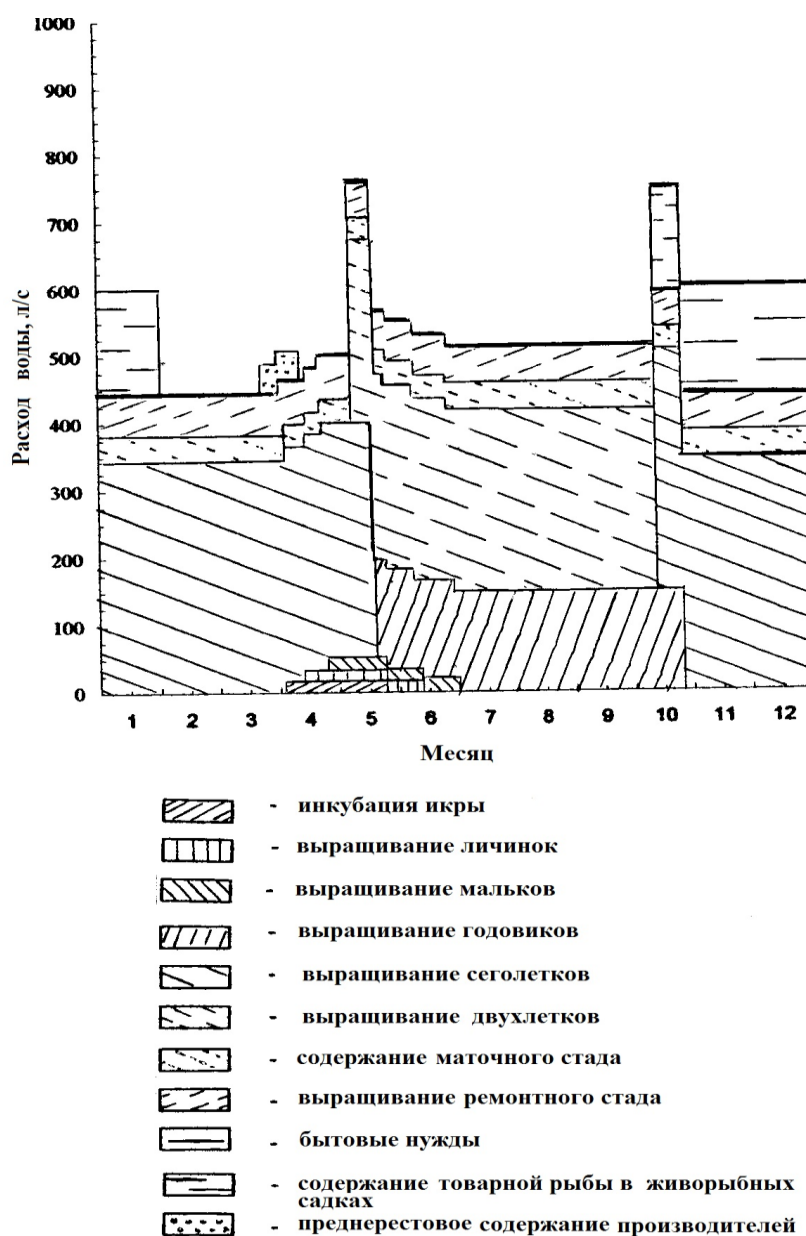


Рисунок 4 - Пример оформления графика водного баланса предприятия

8) Комплекс профилактических мероприятий

В данном разделе описываются методы профилактики для предотвращения попадания в рыбоводную систему болезнетворных агентов (вирусов, бактерий, грибов, паразитов) и прочие мероприятия. Назначение, условия проведения, методика обработки рыбы, лечебные корма и их применение. Особенности проведения ихтиопатологических исследований и карантина для рыб перед посадкой в бассейны, садки, пруды или УЗВ.

Требования к состоянию рыбы и условиям посадки и облова на различных этапах производственного процесса. Требования к транспортировке рыбы на близкие и дальние расстояния. Осуществление контроля за перевозкой рыбопосадочного материала и товарной рыбы.

9) Охрана природы

В данном разделе описывают общие требования к составу и свойствам воды водоемов, используемых в рыбохозяйственных целях, а также водоемах, используемых для выращивания ценных видов рыб (допустимое увеличение в воде концентрации взвешенных веществ по сравнению с природными водами, допустимые пределы увеличения температуры в летний и зимний периоды и др.).

Особое внимание следует обратить на недопустимость поступления в водоемы загрязненных сточных вод от водного и наземного транспорта, удобрений с мест их хранения, бытовых и хозяйственных сточных вод проектируемого рыбоводного предприятия. Следует предусмотреть меры по предотвращению эрозионных процессов на прилегающей к водоемам предприятия ландшафтах, необходимые очистные сооружения, а также мероприятия по предотвращению подтопления и затопления прилегающих территорий, охране атмосферного воздуха от загрязнений, рыбозащиту на водозаборных сооружениях.

10) Заключение

Приводятся общие характеристики предприятия по разведению и выращиванию рыбы, обоснованного в данной работе. Рассматривается возможность строительства подобного предприятия на территории Калининградской области, с учетом численности населения около 1 млн. человек и рекомендованной нормы потребления живой рыбы 22-25 кг на душу населения в год. При этом учитывается, что доля "дорогой рыбы" (осетровые, угорь) в структуре потребления продукции составляет около 10%, "средней" по цене (форель, канальный сом) около 50%, "дешевой" (карп, клариевый сом, тиляпия) около 40%.

Рекомендуемая литература

Основная литература:

1. Товарное осетроводство: Учебник для вузов / Е. И. Хрусталеv, Т. М. Курапова, Э. В. Бубунец [и др.]. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 300 с. - ISBN 978-5-8114-9333-3.
2. Корма и кормление рыб в аквакультуре / Е. И. Хрусталеv, Т. М. Курапова, О. Е. Гончаренко, К. А. Чебан. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 388 с. - ISBN 978-5-507-47288-8.
3. Современные проблемы и перспективы развития аквакультуры: учебник / Е. И. Хрусталеv, Т. М. Курапова, О. Е. Гончаренко, К. А. Молчанова. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 416 с. - ISBN 978-5-8114-2607-2.
4. Технические средства аквакультуры. Осетровые хозяйства: учебник для вузов / Е. И. Хрусталеv, В. Е. Хрисанфов, К. А. Чебан, С. А. Розенталь. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2024. - 180 с. - ISBN 978-5-507-49143-8.
5. Хрусталеv, Е. И. Технические средства аквакультуры. Лососевые хозяйства / Е. И. Хрусталеv, К. А. Чебан. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 140 с. - ISBN 978-5-507-47175-1.
6. Пономарев, С. В. Аквакультура: учебник для вузов / С. В. Пономарев, Ю. М. Баканева, Ю. В. Федоровых. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 440 с. - ISBN 978-5-8114-6994-9.
7. Товарное лососеводство: учебное пособие для вузов / Е.И. Хрусталеv, Т.М. Курапова, Л.В. Савина, О.Е. Гончаренко, К.А. Молчанова. - М.: «МОРКНИГА», 2017. - 487 с.

Дополнительная литература:

8. Козлов, В. И. Современное осетроводство: филогения, запасы, воспроизводство и товарное выращивание: учебное пособие для вузов / В. И. Козлов. - Санкт-Петербург: Лань, 2025. - 304 с. - ISBN 978-5-507-52398-6.
9. Перспективы использования белка насекомых в комбикормах для птицы и рыб: монография / А. Ю. Медведев, С. Н. Фигурак, В. Г. Сметанкина [и др.]; под редакцией А. Ю. Медведева. - Санкт-Петербург: Лань, 2024. - 188 с. ISBN 978-5-507-52209-5.
10. Планирование технологических процессов в аквакультуре: учебное пособие / А. А. Васильев, О. Н. Руднева, М. Ю. Руднев [и др.]. - Москва: МГАВМиБ им. К.И. Скрябина, 2022. - 134 с.
11. Пономарев, С. В. Лососеводство: учебник / С. В. Пономарев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - ISBN 978-5-8114-3131-1.
12. Власов, В. А. Технология производства продукции биоресурсов: учебник / В. А. Власов, А. В. Жигин. - Санкт-Петербург: Лань, 2020. - ISBN 978-5-8114-4595-0.
13. Нестерчук, С. Л. Технологические основы и эколого-паразитарные проблемы аквакультуры: учебное пособие / С. Л. Нестерчук, В. А. Остапенко, М. В. Новиков. - Москва: МГАВМиБ им. К.И. Скрябина, 2023. - ISBN 978-5-86341-490-4.

14. Власов, В. А. Рыбоводство: учебное пособие / В. А. Власов. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – ISBN 978-5-8114-1095-8.
15. Козлов, В. И. Лососеводство: экономические решения: учебное пособие для вузов / В. И. Козлов. – Санкт-Петербург: Лань, 2025. – 212 с. – ISBN 978-5-507-50300-1.
16. Козлов, В. И. Прудовая аквакультура: учебное пособие для вузов / В. И. Козлов. – Санкт-Петербург: Лань, 2025. – 168 с. – ISBN 978-5-507-51723-7.
17. Козлов, В. И. Аквакультура на полифункциональных водоемах: учебное пособие для вузов / В. И. Козлов. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 292 с.
18. Козлов, В. И. Аквакультура в установках замкнутого водообмена (УЗВ): экономические решения: учебное пособие для вузов / В. И. Козлов. – Санкт-Петербург: Лань, 2025. – 344
19. Пономарев, С. В. Ихтиология: учебник для вузов / С. В. Пономарев, Ю. М. Баканева, Ю. В. Федоровых. – 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2025. – ISBN 978-5-507-50459-6.
20. Пономарев, С. В. Индустриальное рыбоводство: учебник / С. В. Пономарев, Ю. Н. Грозеску, А. А. Бахарева. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 448 с.
21. Основы индустриальной аквакультуры: учебник / Е. И. Хрусталева, К. Б. Хайновский, О. Е. Гончаренко, К. А. Молчанова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 280 с. – ISBN 978-5-8114-3229-5.
22. Брайнбалле, Я. Руководство по аквакультуре в установках замкнутого водоснабжения. – Копенгаген, 2010. – 74 с.
23. Серпунин, Г.Г. Биологические основы рыбоводства. – Москва: Колос, 2009. – 384 с.
24. Васильева, М.М. Кормление осетровых рыб в индустриальной аквакультуре / М.М. Васильева, С.В. Пономарев, Н.В. Судяков. – Москва, 2000. – 86 с.
25. Васильева, Л.М. Биологические и технологические особенности товарной аквакультуры осетровых в условиях нижнего Поволжья. – Астрахань, 2000. – 190 с.
26. Пономарев, С.В. Осетроводство на интенсивной основе: учебник / С.В. Пономарев, Д.И. Иванов. – Москва: Колос, 2009. – 324 с.
27. Основы осетроводства в условиях замкнутого водообеспечения для фермерских хозяйств / Г.Г. Матишов [и др]. – Ростов-на-Дону: ЮНЦ РАН, 2008. – 112 с.
28. Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России: справочник, учебное пособие / С.В. Пономарев [и др]. – Астрахань, 2002. – 264 с.
29. Каталог оборудования / AQUACULTUR Fischtechnik GmbH.- Germany, 2002. – 331 с.
30. Проскуренко, И.В. Замкнутые рыбоводные установки. – М.: ВНИРО, 2003. -152 с.

31. Остроумова, И.Н. Биологические основы кормления рыб / И.Н. Остроумова. – СПб., 2001. – 372 с.

32. Пономарев, С.В. Технологические основы разведения и кормления лососевых рыб в промышленных условиях / С.В. Пономарев, Е.Н. Пономарева. – Астрахань, 2003. – 186 с.

33. Аквабиотехнология: учеб.-метод. пособие по изучению дисциплины для студ. магистратуры по напр. подгот. 35.04.07 Водные биоресурсы и аквакультура / О. Е. Гончаренок. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2025. – 30 с.

Интернет-ресурсы:

- <http://fishbase.nrm.se> – База данных по ихтиофауне.
- <http://www.fao.org/> - Департамент по рыболовству Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН.
- <http://www.larvalbase.org> – База данных по личинкам рыб.
- <http://www.eti.uva.nl/> - База по таксономии и идентификации биологических видов.
- <http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/> - База по систематике и таксономии рыб.
- <http://www.sevin.ru/vertebrates/> - Рыбы России.
- <http://nature.ok.ru/> - Редкие и исчезающие животные России и зарубежья.
- <http://www.faunaeur.org/> - Фауна Европы.
- <http://www.biodat.ru/> - Биологическое разнообразие России.
- <http://www.iucnredlist.org/> - Международная Красная книга.
- <http://www.ribovodstvo.com>.
- <http://www.ribo-vodstvo.ru>.
- <http://www.pisciculture.ru>.
- <http://rois.pro/> - Рыбоводное оборудование и системы.
- <http://www.flygt.ru/> - Оборудование для водоснабжения, водоотведения и водоочистке.
- <http://www.aqua-rex.ru/> - Корма для промышленного разведения рыб.
- <http://www.salmo.ru/> - Рыбоводное оборудование.
- <http://www.maritec-spb.ru/> - Оборудование для рыбоводства.

ОБРАЗЕЦ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА

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

КАФЕДРА ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ И АКВАКУЛЬТУРА

Курсовой проект
допущен к защите

Курсовой проект
защищен с оценкой

руководитель
доц., канд. биол. наук
О.Е. Гончаренок

руководитель
доц., канд. биол. наук
О.Е. Гончаренок

**РЫБОВОДНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ ПО ВЫРАЩИВАНИЮ РАДУЖНОЙ
ФОРЕЛИ В САДКАХ**

Курсовая работа по дисциплине
“Аквабиотехнология”

Пояснительная записка

КР.35.04.07.404 ПЗ

Нормоконтролер

должность

И.О.Фамилия

Курсовую работу выполнил
студент гр. _____ ВА/б
И.О. Фамилия

Локальный электронный методический материал

Гончаренок Ольга Евгеньевна

АКВАБИОТЕХНОЛОГИЯ

Редактор И. Голубева

Уч.-изд. л. 4,3. Печ. л. 3,3.

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