

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Соловьев Дмитрий Александрович  
Должность: ректор ФГБОУ ВО Вавиловский университет  
Дата подписания: 14.04.2026 09:48:57  
Уникальный программный ключ:  
528682d78e671e566ab07f01fe1ba2172f735a12

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**

**Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова**

**Методические указания по выполнению курсовых проектов**  
**по дисциплине**  
**«Искусственное воспроизводство рыб»**

Направление подготовки  
**35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура**

Саратов 2025

**Методические указания по выполнению курсовых проектов по дисциплине «Искусственное воспроизводство рыб»** для направления подготовки 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура / Сост.: И. В. Поддубная, О. Н. Руднева, О. А. Гуркина // ФГБОУ ВО «Вавиловский университет». – Саратов, 2025. – 26 с.

Методические указания направлены на формирование навыков отработки методик проектирования нерестово-выростных хозяйств и рыбоводных заводов, способов использования рыбохозяйственных озер и водохранилищ. Материал ориентирован на вопросы профессиональной компетенции будущих специалистов рыбного хозяйства.

## **1. Оформление курсового проекта**

Работа выполняется на стандартных листах формата А4 (297×210 мм), на одной стороне, в объеме 15-20 страниц печатного текста, на каждой странице должно располагаться 28-30 строк. Размеры полей: сверху и снизу по 2 см, справа – 1 см, слева – 3. Страницы нумеруются арабскими цифрами внизу в центре страницы. Титульный лист (см. приложение 1) включают в общую нумерацию, но номер один на нем не ставится. После титульного листа следует поместить лист с оглавлением работы, в котором указываются главы и страницы их размещения в тексте.

Каждый крупный раздел (например, «Введение») начинают с новой страницы. Заглавия разделов пишут более крупными буквами.

Тип шрифта: Times New Roman Cyr. Шрифт основного текста – обычный, размер 14 пт. Шрифт заголовков разделов, структурных элементов «Содержание», «Введение», «Заключение», «Список использованных источников», «Приложение» – полужирный, размер 16 пт. Шрифт заголовков подразделов – полужирный, размер 14 пт. Межсимвольный интервал – обычный. Межстрочный интервал – одинарный, допускается полуторный. Выравнивание текста по ширине.

Написание текста должно быть чётким, качественным. Небрежно оформленные работы возвращаются и не засчитываются. В работе не допускается произвольное сокращение слов и оборотов.

При выполнении курсового проекта необходимо предварительно изучить литературу по данному вопросу. К источникам литературы относятся книги, учебные пособия, брошюры, журнальные статьи, рекомендации, справочники, инструкции. Список литературы составляется в алфавитном порядке: указывается фамилия автора, его инициалы, полное название книги или статьи, название издательства и год издания, для журнальных статей, наряду с годом издания, указывается номер журнала. Оформление библиографии должно соответствовать ГОСТ Р 7.0.5 — 2008.

Для иллюстрации рекомендуется использовать таблицы, планы рыбоводного завода и зданий, рисунки, графики, схемы, диаграммы и фотографии. Они выполняются на обычной бумаге, кальке или миллиметровке стандартного формата.

Курсовой проект выполняется обучающимся по индивидуальному заданию, в котором указывается вид рыбы, район проектирования предприятия по искусственному воспроизводству рыбы (рыбоводный завод, нерестово-выростное хозяйство) и мощность предприятия.

Курсовой проект должен содержать пояснительную записку или теоретическую часть и графическую часть.

## **2. Пояснительная записка**

В пояснительной записке рекомендуется отразить ответы на следующие вопросы:

Введение.

1. Биологическое обоснование необходимости и эффективность искусственного воспроизводства планируемого объекта.
2. Биологическая характеристика объекта разведения.
3. Требования к выбору места для рыбоводного предприятия.
4. Гидрологическая и гидрохимическая характеристика водоёма.
5. Описание технологического процесса рыбоводного предприятия.
6. Рыбоводный расчет и расчет оборудования предприятия.
7. Водоснабжение и расчёт расхода воды.
8. Техника безопасности и меры по охране природы.

## **3. Графическая часть**

Графическая часть курсового проекта состоит из чертежей и схем, выполняемых в карандаше или тушью на листах стандартного формата. Объем графической части выполняется в зависимости от задания. Обязательная часть включает следующее:

1. Копию географической карты с указанием места расположения будущего предприятия, ближайших дорог, населенных пунктов.
2. План инкубационного цеха с обозначением размещения аппаратов и систем водоснабжения и канализации.
3. Чертеж аппарата для инкубации икры.
4. Чертеж бассейна для выращивания молоди.
5. Календарный график работы предприятия.
6. График водопотребления предприятия.
7. Схему расположения на местности всего предприятия.

На схеме показываются все цеха, производственные здания и сооружения, административно-хозяйственные здания и др. Необходимо также обозначить пути поступления воды от источника водоснабжения до сброса ее в водоем. На схеме отражаются взаимосвязи отдельных цехов и участков.

В конце работы приводится список источников литературы.

## **Методические указания по выполнению отдельных разделов курсового проекта**

### **Введение**

Во введении необходимо показать значение искусственного воспроизводства рыб вообще, отметить необходимость и дать обоснование строительства рыбоводного предприятия по воспроизводству конкретного вида в соответствии с заданием.

### **1. Биологическая характеристика объекта разведения**

При описании вида следует указать

- его латинское название, основные морфологические признаки;
- специфику и биологические особенности рыб, обитающих в различных водоёмах;
- описать биологию объекта, отметить места обитания, темп роста, возраст и размеры наступления половой зрелости у самок и самцов;
- наличие внутривидовых биологических групп, дать их характеристику;
- отразить половой диморфизм, привести сведения из литературы о начале и окончании нерестовых миграций, места нереста и их характеристику (скорость течения, характер кладки, нерестовый субстрат), время нереста;
- особенности питания рыб во время нерестового хода, соотношение самок и самцов на нерестилищах, плодовитость.

Особое внимание в этой главе нужно уделить биологии ранних периодов жизни - эмбрионального, предличиночного, личиночного и малькового. Дать характеристику этих этапов, указать критические периоды развития, отразить требования развивающегося эмбриона к условиям среды. Так же необходимо описать морфобиологическую характеристику предличинок, их поведение, возраст перехода на экзогенное питание, продолжительность смешанного питания и объекты питания личинок и молоди. Кроме этого, охарактеризовать темпы линейного и весового роста, длительность пребывания в пресной воде, скат молоди, возраст, размер, массу скатывающейся молоди и морфобиологические и физиологические особенности молоди в этот период.

В заключение этой главы следует отметить, какие основные черты биологии разводимого вида определяют технологическую схему получения зрелых производителей и длительность выращивания молоди.

### **2. Выбор места для рыбоводного предприятия**

В этой главе описываются требования к участку при выборе места для строительства рыбоводного предприятия, при этом необходимо учитывать наличие или отсутствие плотины на данной реке. В условиях зарегулирования большинства рек строительство рыбоводных заводов стало возможным лишь в их низовьях. В то же время, не исключается возможность доставки икры с

рыбоводных пунктов на рыбоводный завод, расположенный в верхнем бьефе плотины, при условии обеспечения ската молоди или её транспортировку (в нижний бьеф или предустьевые участки моря).

При выборе места учитывается наличие транспортных связей для сообщения с рыбоводным предприятием, размещение промысловых участков, близость населенных пунктов для обеспечения предприятия электроэнергией, рабочей силой, снабжения материальными ресурсами, кормами, удобрениями.

Одним из решающих условий в выборе места, для строительства рыбоводного завода 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. Следует отметить источник, место забора воды и тип водоснабжения.

### **2.1 Гидрологическая и гидрохимическая характеристика водоёма**

Приводится характеристика гидрологических, гидрохимических показателей источника водоснабжения, динамика температуры воды по месяцам.

В заключение главы дается обоснование соответствия качества источника водоснабжения биологическим требованиям разводимого вида рыбы, особенно в отношении содержания кислорода в воде, рН, температурного режима.

## **3. Рыбоводный расчёт**

Исходя из данных курсового задания нужно путём последовательных расчетов определить для каждого звена технологического процесса соответствующее количество рыбоводной продукции (пкатики, молодь, личинки, предличинки, икра). В итоге рассчитывается число производителей рыб, необходимое заводу или НВХ для обеспечения выполнения проектного задания. Прежде чем приступать к расчету следует выписать в отдельную таблицу нормы технологического проектирования из рекомендованных источников.

### **3.1. Описание технологического процесса работы рыбоводного предприятия.**

Современные рыбоводные заводы по искусственному воспроизводству ценных проходных рыб представляют собой предприятия индустриального типа, где широко применяется современная техника и технология, средства механизации и автоматизации.

#### *Заготовка производителей*

Первое звено в цепи работ по искусственному воспроизводству рыб - получение зрелых производителей, у которых половые клетки пригодны для оплодотворения.

Вылов производителей для искусственного разведения проводится, обычно, рыболовецкими бригадами на рыболовных тонях, различными орудиями лова, с последующей их доставкой на рыбоводные предприятия.

Описывая отбор полноценных здоровых производителей высокого качества, следует указать соответствующие характерные признаки (размерно-весовые, и экстерьерные показатели, возраст, диаметр икры, плодовитость и др.).

Необходимо обосновать применяемый метод стимулирования созревания половых клеток (экологический, комбинированный, заводской). Время и условия заготовки гипофизов, дозировку гипофизов или их заменителей. Описывается режим выдерживания производителей до и после инъектирования, контроль за созреванием, определение времени инъектирования с целью получения половых клеток в удобное для работы время.

#### *Получение половых клеток, осеменение икры, подготовка икры к инкубации*

В зависимости от масштаба проводимых работ по искусственному разведению, а также от особенностей анатомического строения и типа икрометания описывается способ получения икры и молок, а также описывается биотехника. Не следует забывать о соблюдении определённых требований (освещение, температура, воды и воздуха) Затем нужно описать признаки, характеризующие качество получаемых половых клеток (зрелая, незрелая икра, визуальная и микроскопическая оценка спермы).

Описывается процесс подготовки икры к инкубации. Если предусматривается, инкубация в обесклеенном состоянии, то даются рекомендации по применению аппаратуры и специальных веществ (речной ил, мел, тальк и др.), используемых для этой цели. Далее следует изложить биологическую сущность процессов набухания икры

#### *Инкубация икры*

Исходя из биологических особенностей икры данного вида рыбы, мощности рыбоводного предприятия, удобства работы в период инкубации икры, определяется тип инкубационного аппарата. Дается описание принятого метода инкубации икры, описывается техническая характеристика, принцип работы, выполняется чертеж инкубационного аппарата.

Указывается длительность инкубации икры, рекомендуется метод учета икры и время его проведения (до осеменения или после набухания) Даются рекомендации по уходу за инкубируемой икрой, методы борьбы с заболеваниями (сапролегниоз и др.). Отмечается предполагаемое время выклева предличинок из оболочек, его продолжительность.

#### *Выдерживание предличинок и подращивание личинок*

В зависимости от биологических особенностей вида рыбы и поведения предличинок выбирается метод и соответствующее оборудование для их выдерживания. Описываются особенности и длительность предличиночного периода и требования предличинок к условиям среды, режим этого периода и

основы ухода. Необходимо указать морфофизиологические признаки, свидетельствующие о готовности к переходу на смешанное питание. Дается характеристика смешанного питания и его продолжительность. Проводится описание кормов, режим кормления, мероприятия по уходу за личинками

#### *Выращивание молоди рыб*

Дается обоснование принятого метода выращивания (прудовый, бассейновый, комбинированный), описывается его преимущество. Приводится характеристика бассейнов, питомников для выращивания молоди, их конструктивные особенности, выполняется чертеж бассейна, условия содержания, режим кормления. Указывается и обосновывается длительность выращивания молоди для каждого цикла. Характеризуются искусственные кормовые смеси по содержанию основных питательных компонентов (белков, жиров, углеводов, минеральных веществ, витаминов и др.). Описывается способ хранения и приготовления кормов, уход за выращиваемой молодью (выборка погибших особей, чистка бассейнов, контроль за гидрохимическими показателями, поедаемостью кормов, темпом роста, физиологическим состоянием, профилактические мероприятия и др.).

При прудовом методе выращивания дается характеристика прудов (морфометрия, температурный и гидрохимический режим, состав и величина кормовой базы, продолжительность наполнения и спуска прудов и др.) Описываются методы интенсификации, их сущность (минеральные и органические удобрения, известкование, агроулучшающая обработка, борьба с заилением, зарастанием, вредными беспозвоночными и др.).

При комбинированном методе описывается режим и длительность подращивания личинок в бассейнах и выращивания молоди в прудах. При использовании живых кормов приводятся методы их культивирования, расчеты необходимого количества кормов. Расчеты ведутся по темпу прироста личинок и кормовому коэффициенту, используемых беспозвоночных. Количество сухих гранулированных кормов определяется исходя из индивидуальной массы, величины суточной нормы кормления, температуры воды и период выращивания молоди. От правильной организации и проведения работ по размещению выращенной молоди в водоемах в значительной степени зависит эффективность искусственного воспроизводства. Нужно описать современные средства учёта молоди, что повысит производительность труда, облегчит работу рыбоводов. При погрузке молоди в транспортные средства нужно предусмотреть средства механизации, исключающие её травмирование.

#### *Выпуск молоди*

Необходимо указать район выпуска выращенной молоди, соответствующий её биологическим требованиям на данном этапе развития, способ и средства транспортировки (живорыбные суда, живорыбные автомашины и др.) режим



руководствуясь нормативными плотностями посадки определяют прудовую площадь и количество прудов для размещения питомников и выращивания молоди. При расчёте следует также учитывать повторность использования бассейнов, садков и прудов.

#### **6. Водоснабжение рыбоводного предприятия и расчёт расхода воды**

Исходными данными для расчёта водоснабжения служат нормативные показатели расхода воды на инкубационные аппараты, бассейны, садки для выдерживания производителей и другие рыбоводные ёмкости.

Глубину забора воды из источника водоснабжения нужно определять с учётом колебаний уровня в течение года. В инкубационном цехе устанавливают распределительный резервуар, регулирующий уровень для обеспечения подачи воды во все инкубационные аппараты при многоярусной установке. В случае прекращения подачи воды (аварийная ситуация) в инкубационном цехе следует установить запасной резервуар. Ёмкость его определяется временем, на которое рассчитан запас воды для проведения ремонта в течение 15-20 мин, а иногда и 2 - 3 ч.

При прудовом методе выращивания молоди рассчитывают расход воды на наполнение прудов, на пополнение потерь (испарение, фильтрация) и проточность. Время наполнения прудов зависит от развития кормовой базы к моменту пересадки личинок в пруды.

#### **7. Охрана природы**

При написании этой главы курсовой работы необходимо руководствоваться тем, что одной из важнейших задач в нашей стране является забота об охране природы и улучшении использования природных ресурсов. Мероприятия по воспроизводству рыбных запасов, проводимые на внутренних водоемах страны, являются решением одной из важных проблем по охране природы.

Особое внимание следует обратить на недопустимость поступления в водоемы загрязненных сточных вод от водного и наземного транспорта, удобрений с мест хранения, бытовых и хозяйственных сточных вод. Следует предусмотреть необходимые очистные сооружения, используя знания полученные по санитарной гидротехнике.

Необходимо учитывать, что в районах расположения предприятий по искусственному воспроизводству рыб запрещается проведение лесозаготовительных работ, сброс в источник водоснабжения сточных вод промышленных предприятий, забор воды из реки без рыбозащитных сооружений и т.д.

Необходимо указать, что проекты на строительство рыбоводных предприятий согласуются с органами рыбоохраны. При проектировании хозяйств необходимо учитывать, что на расстоянии меньше 10 км не должны находиться крупные промышленные предприятия (особенно химические),

очистные сооружения, сельскохозяйственные фермы, пищевые перерабатывающие предприятия, скотомогильники, кладбища, свалки, бензозаправки, и другие сооружения, загрязняющие окружающую среду. При проектировании также необходимо предусмотреть озеленение территории предприятия. С целью охраны природы в рыбоводных хозяйствах проектируются водонапорные башни, рыбоуловители, фильтры, пруды-отстойники, карантинные пруды и т.д.

## **8. Биологическая эффективность работы рыбоводного предприятия**

Для определения биологической эффективности необходимо рассчитать величину промыслового возврата от того количества молоди, которое должно быть выращено и выпущено в естественные водоемы. Затем следует определить промысловый возврат от того количества икры, которое отнерестили бы в естественных условиях самки, используемые на рыбзаводе или НВХ, включая резерв.

Из сравнения полученных значений двух показателей промыслового возврата определяется биологическая эффективность работы рыбоводного предприятия

## Расчетная часть

### *Пример рыбоводного расчета №1*

Прежде чем приступить к расчету следует в отдельную таблицу выписать нормы технологического проектирования из рекомендуемой литературы. Исходя из данных проектного задания, нужно путем последовательных расчетов определить для каждого звена технологического процесса соответствующее количество рыбоводной продукции (молодь, мальки, личинки, предличинки, икра). В конечном итоге рассчитывается число производителей рыб, необходимое для обеспечения выполнения проектного задания.

Рассмотрим пример рыбоводного расчета для приведенного ниже задания на проектирование осетрового рыбоводного завода на р. Волге, обеспечивающего выпуск 4,0 млн. шт. молоди осетра. В данном примере в задании не обусловлен метод выращивания молоди, поэтому обучающийся по своему усмотрению отдает предпочтение одному из существующих методов.

Рассмотрим пример рыбоводного расчета для прудового метода выращивания.

1. Выход молоди из выростных прудов составляет 60%, следовательно, в пруды должно быть посажено 6,67 млн. шт. личинок:

4,0 млн. - 60%;

X - 100%;  $x=6,67$  млн. шт.

2. Выживание предличинок за период выдерживания в сетчатых плавучих садках (выростниках) составляет 75%, значит, из инкубационного цеха должно быть доставлено и посажено в выростники на выдерживание 8,89 млн. предличинок.

3. Отход икры за период инкубации в аппаратах «Осетр» составляет 30%, следовательно, требуется 12,7 млн. икринок. Процент оплодотворенной икры осетра равен 80, значит, для получения запланированного количества предличинок необходимо заложить на инкубацию 15,9 млн. икринок.

4. Рабочая плодовитость самок осетра может быть принята равной 250,0 тыс. икринок, значит, заводу потребуется (15,9 млн. икринок : 250 тыс. шт.) 64 самки.

5. Соотношение полов при искусственном разведении осетровых составляет 1:1, поэтому потребуется 64 самца.

6. Процент созревания производителей принят равным 70, значит нужно заготовить еще 40 производителей, в том числе 20 самок и 20 самцов.

7. Следовательно, с учетом резерва (запасных производителей) количество всех заготовленных рыбным заводом производителей для получения 4 млн. шт. молоди осетра должно составить 168 шт., в том числе 84 самки и 84 самца.

### *Пример рыбоводного расчета №2*

В тех случаях, когда в проекте задании указывается величина промыслового вылова, которую должен обеспечить проектируемый завод, поступают несколько иначе. Сначала определяют количество особей, которые составят указанный вылов (разделив его на среднюю массу половозрелой рыбы), а затем, зная показатель промыслового возврата от выпускаемой заводом молоди, определяют то ее количество, которое завод должен вырастить и выпустить для целей намеченного масштаба искусственного воспроизводства.

Предположим, что ставится задача повысить за счет искусственного разведения белорыбицы запас ее в Каспийском море, который обеспечил бы увеличение уловов на 105 т, или на 15 тыс. экз., при средней промысловой массе особи в 7 кг. Выпуск заводом в виде молоди средней массой 1,5 г. Промысловый возврат равен 0,6 %.

$$\frac{15000 \times 100}{0,6} = 2500 \text{ тыс. экз. молоди}$$

Чтобы ежегодно выращивать это количество молоди, заводу потребуется цех, оснащенный выростными прудами для выращивания. С 1 га пруда в дельте Волги получают 40 тыс. экз. молоди белорыбицы средней массой 1,5 г за 45 сут. ее выращивания. Следовательно, для получения 2,5 млн. экз. молоди завод должен иметь прудовой площади  $2500 \ 000 : 40 \ 000 = 62,5$  га, то есть 30 2-х гектарных стандартных прудов и 1 пруд площадью 2,5 га или один водоем типа НВХ.

Учитывая, что выживаемость за период выращивания молоди в прудах не ниже 50 %, потребность завода в трехдневных личинках белорыбицы, составит:

$$\frac{2 \ 500 \ 000 \times 100}{50} = 5 \text{ млн. экз.}$$

Трехдневных личинок получают из сетчатых садков, где их содержат с момента вылупления предличинок. Выживаемость личинок в период выдерживания составляет 85 %.

$$\frac{5000 \ 000 \times 100}{85} = 5,882 \text{ млн. экз. предличинок}$$

Плотность посадки предличинок в сетчатый садок до 200 тыс. экз.

$$5 \ 882 \ 000 : 200 \ 000 = \text{не более 30 садков.}$$

Устанавливают мощность инкубационного отделения, по нормативам с выживаемостью зародышей за период инкубации 75 %,

$$\frac{882 \ 000 \times 100}{75} = 7,843 \text{ млн. экз. оплодотворенной икры}$$

Оплодотворяемость икры белорыбицы по нормативам 97% следовательно в инкубационный цех должно поступать

$$\frac{843\,000 \times 100}{97} = 8,085 \text{ млн. экз. оплодотворённой икры}$$

Для инкубации икры заводу необходимы будут аппараты Вейса, с закладкой икры в них до 200 тыс. шт.

$$8\,085\,000 : 200\,000 = 41 \text{ аппарат Вейса.}$$

При рабочей плодовитости самок в 150 тыс. икринок необходимо:

$8\,085\,000 : 150\,000 = 54$  самок. Т.к., лишь 90 % самок будут зрелыми, то общее количество их составит 60. Выживаемость производителей за период выдерживания не менее 80 %.

$$60 \times 100 / 80 = 75 \text{ экз. самок}$$

В рыбоводных целях принимают соотношение самок и самцов 1 : 1,5. При тех же нормативах для самцов заводу необходимо будет заготавливать в р. Волге 188 производителей белорыбицы (75 самок и 113 самцов). Для перевозки производителей до завода потребуются одно судно и прорези, в каждую из которых можно сажать не более 20 особей, при возможном отходе до 3 %. В нашем примере потребность завода в 194 экз. (77 самок и 117 самцов).

Выдерживают производителей в бассейнах 90 м. по 95 экз. в каждый, т.е. должен быть построен цех с тремя бассейнами (один резервный).

### ***Методы расчета количества кормов при выращивании молоди рыб***

Из проектного задания необходимо обосновать продолжительность сроков выращивания молоди до конечной массы, предусмотренной нормами для конкретного вида рыб при использовании соответствующих кормов.

Руководствуясь литературными источниками, следует составить таблицу прироста молоди рыб по отдельным периодам ее выращивания с учетом нормативного отхода. В качестве примера можно привести расчет количества дафний и олигохет, необходимых для выращивания 4,0 млн. шт. молоди осетра в бассейнах до массы 300 мг, используя комбинированный метод. Начальный вес личинок равен 40 мг. Указанной массы молодь осетра может достигнуть в течение 12-15 дней при кормлении живыми кормами. Приведенные исходные данные и результаты последующих расчетов приведены в табл. 1. Отход молоди за период бассейнового периода равен 30%. Известно, что наибольшее количество гибели личинок отмечается в начальный период выращивания при переходе на смешанное питание. К концу выращивания отход обычно уменьшается. Следовательно, 30% отхода от общего количества 4,0 млн. шт. выращенной в бассейне молоди составит 1710 тыс. шт. Приняв весь отход за 100%, распределим его следующим образом:

первая пятидневка 50% — 855 тыс. шт.; вторая пятидневка 30% — 513 тыс. шт.; третья пятидневка 20% — 342 тыс. шт.

Общий прирост массы молоди равен 260 мг (начальная масса 40 мг, конечная 300 мг), наибольший прирост 150 мг планируется в третью

пятидневку.

Исходя из того, что в первую пятидневку весь прирост молоди обеспечивается за счет кормления олигохетами, во вторую — 40% прироста получено за счет дафний и 60% — за счет олигохет, в третью пятидневку 30% прироста обеспечено за счет дафний и 70% за счет олигохет. Кормовые коэффициенты: дафний 6, олигохет 2.

В первую пятидневку на выращивании находилось 5710 тыс. молоди, к концу пятидневки масса молоди достигает 84 мг, следовательно, индивидуальный прирост равен 44 мг, суммарный прирост без учета отхода составил  $44 \text{ мг} \times 5710 \text{ тыс. шт} = 251,2 \text{ кг}$ .

Не вся молодежь питалась целую декаду - некоторая часть ее ежедневно погибала (за пятидневку отход составил 855 тыс. шт.), однако какое-то время и эта молодежь потребляла задаваемый корм. Если принять, что 50% из погибших за пятидневку мальков питалась все 5 дней, то необходимо исключить из общего прироста молоди величину прироста, составляющую 50% отхода, т.е.

$$44 \text{ мг} \times 855 \text{ тыс. шт.} / 2 = 18,8 \text{ кг.}$$

Расчет прироста молоди за первую пятидневку должен производиться следующим образом: от начального количества молоди, умноженного на прирост одного малька, минусуется произведение средней арифметической величины отхода и прироста одного малька, т.е.

$$\frac{44 \text{ мг} \times 855 \text{ тыс.шт.}}{2}$$

$$44 \text{ мг} \times 855 \text{ тыс.шт.} \quad \quad \quad 2 \quad \quad \quad = 2324 \text{ кг}$$

Можно указанный расчет проводить из конечного количества молоди (4855 тыс. шт.). В этом случае среднюю арифметическую величину прироста за счет отхода необходимо суммировать с приростом всей выжившей молоди

$$44 \text{ мг} \times 855 \text{ тыс. шт.} + \frac{44 \text{ мг} \times 4855 \text{ тыс.шт.}}{2} = 232,4 \text{ кг}$$

Подобным образом рассчитываем прирост молоди за две остальные пятидневки. За вторую

$$66 \text{ мг} \times 513 \text{ тыс. шт.} + \frac{66 \text{ мг} \times 4855 \text{ тыс.шт.}}{2} = 303,4 \text{ кг}$$

$$\text{За третью } 150 \text{ мг} \times 342 \text{ тыс.шт.} + \frac{150 \text{ мг} \times 4342 \text{ тыс. шт.}}{2} = 625,6 \text{ в кг}$$

Для расчета количество корма, необходимого предприятию для кормления молоди в течение одних суток за период бассейнового выращивания, исходят из следующего: в первую пятидневку весь прирост молоди составляет обеспечивается за счет олигохет при условии, что прирост молоди на протяжении всей пятидневки был равномерным; определяют суточную потребность в олигохетах путем умножения общего прироста на кормовой коэффициент олигохет и деления на количество дней выращивания. Кормовой коэффициент олигохет равен двум, следовательно, суточная потребность в

олигохетах равна:

$$\frac{232,4 \times 2}{5} = 92,9 \text{ кг}$$

Во вторую пятидневку 60% прироста молоди осетра обеспечивается за счет питания олигохетами и 40% - за счет питания дафниями. Общий прирост молоди за вторую пятидневку составил 303,4 кг.

Суточная потребность в дафниях будет равна

$$\frac{303,4 \times 40 \times 6}{100 \times 5} = 145,7 \text{ кг,}$$

а суточная потребность в олигохетах составит

$$\frac{303,4 \times 60 \times 2}{100 \times 5} = 72,8 \text{ кг}$$

При аналогичных расчетах в течение третьей пятидневки суточная потребность в живых кормах составит: дафний 225,1 кг, олигохет -175,1 кг.

Из данных табл. 1 видно, что наибольшее количество дафний и олигохет потребуется рыбноводному заводу в третью пятидневку. В связи с этим расчет мощности кормовых цехов необходимо производить из максимального суточного расхода живых кормов, в данном случае 225,1 кг дафний и 175,1 олигохет.

### Пример расчета суточного рациона для молоди осетров

Интервал времени	Масса молоди мг	Прирост, мг	Суточный прирост	Отход молоди	Количество молоди тыс.	Общ. прирост массы молоди, кг.	Прирост массы в процентах за счет	Необходимое количество кормов в сутки, кг
------------------	-----------------	-------------	------------------	--------------	------------------------	--------------------------------	-----------------------------------	---

ни (пя ти- днев ки)	На чад ь ная	Кон еч ная		%	%	тыс. шт.	нача ль ное	конеч ное		дафний	олигохет	дафний	олигохет
1	40	84	44	11,2	50	855	5710	4855	232,4		100	-	92,9
2	84	150	66	11,3	30	513	4855	4342	303,4	40	60	145,7	72,8
3	150	300	150	13,3	20	342	4322	4000	625,6	30	70	225,1	175,1

\* Среднесуточный, прирост определяется по формуле

$$\Pi = \frac{(B_2 - B_1) \times 2 \times 100}{(B_2 + B_1) \times (C_2 - C_1)}$$

где  $\Pi$  - среднесуточный прирост в процентах;  $B_1$  средняя масса молоди в начале периода;  $B_2$  - средняя масса молоди в конце периода;  $C_1$  - возраст в сутках в начале периода;  $C_2$  - возраст в сутках в конце периода.

### ***Расчет площади для разведения кормовых организмов***

Площади для разведения кормовых организмов рассчитывают исходя из максимальной суточной потребности в тех организмах, которые предполагается использовать в качестве кормов для молоди рыб.

Из приведенного выше примера следует, что наибольшее количество дафний и олигохет в сутки потребуется рыбководному заводу в третью пятидневку - 225,1 кг дафний и 175,1 кг олигохет.

Цех для разведения живых кормов должен обеспечивать указанное количество беспозвоночных животных. В связи с этим необходимо выбрать из известных методов разведения дафний наиболее эффективный в конкретных условиях данного рыбководного предприятия. Допустим, что рекомендован метод разведения дафний, который обеспечивает ежедневную продукцию в количестве  $100 \text{ г/м}^3$ , в этом случае для получения 225,1 кг дафний необходима емкость  $2251 \text{ м}^3$  воды. При средней глубине дафниевых бассейнов 1,0 м требуется площадь  $2251 \text{ м}^2$ . Исходя из площади одного дафниевого бассейна можно рассчитать количество бассейнов, необходимых данному предприятию. В перспективе следует ориентироваться на то, что наиболее выгодным и массовым кормом для рыбководных предприятий может быть жаброногий рачок (*Artemia salina*).

По данным литературы средняя суточная продукция науплиусов артемии составляла 9-10 г/л в пересчете на общепринятую единицу продуктивности культуры живых кормов. Это соответствует  $9-10 \text{ кг/м}^3$ .

При расчете площади, необходимой для разведения олигохет, исходят из количества ящиков и стеллажей. Площадь под олигохетник рассчитывается с учетом возможности многоярусной (более 10 ярусов) установки ящиков с грунтом, стеллажей.

При расчете площади для разведения олигохет следует использовать возможность их длительного хранения в условиях низких температур, что позволит сократить площадь, рассчитанную на максимальную потребность в этих организмах.

#### ***3.4 Расчет оборудования предприятия, цехов***

При расчете оборудования, транспортных средств, инвентаря, необходимых для работы каждого цеха рыбководного предприятия, следует исходить из задания на курсовой проект и принятой биотехники искусственного разведения.

В состав рыбководного осетрового завода (в приведенном примере) входят следующие основные производственные цеха: заготовки и получения зрелых производителей, инкубационный, выдерживания личинок и выращивания молоди. На основе этого и производится расчет оборудования, цехов.

Расчеты потребного количества оборудования следует производить

исходя из количества рыбоводной продукции (производители, молодь, личинки, икра) и принятых нормативов плотности (посадки, загрузки) в соответствующие рыбоводные емкости.

Для доставки производителей к пункту сбора икры следует определить транспортные средства и емкости (прорези, живорыбные машины, брезентовые чаны, самоходные суда рефрижераторного типа и др.). Затем, исходя из плотности посадки, принятой для данного вида рыб, в соответствующие транспортные средства и емкости, определяют их количество.

В данном случае необходимо учитывать возможность многократного использования транспортных емкостей в связи с растянутым сроком захода и отлова производителей.

Для обеспечения выдерживания всего потребного количества производителей для рыбоводного предприятия в зависимости от нормативных показателей (плотности посадки) на единицу площади или в целом на садок принятой конструкции для заданного вида рыб определяют необходимое количество садков.

В том случае, если сбор и осеменение икры проводят в месте отлова производителей (рыбоводном пункте), который находится на значительном расстоянии от рыбоводного предприятия, необходимо рассчитать соответствующие емкости для ее транспортировки (количество изотермических ящиков) и др. В данном случае следует учитывать скорости оборачиваемости транспортных средств и возможность повторного их использования. »

В отдельных случаях инкубационный цех наряду с прямым назначением может быть использован и для выдерживания предличинок. Необходимо при установке инкубационных аппаратов учитывать наиболее рациональное их размещение с точки зрения удобства их обслуживания и обеспечения водой.

Прежде всего, необходимо рассчитать потребное количество аппаратов для инкубации всей икры с учетом нормы загрузки для икры предусмотренного в задании вида рыбы.

Следует учитывать возможность сокращения числа аппаратов для инкубации икры весенне-нерестующих рыб за счет повторного их использования. Площадь инкубационного цеха рассчитывают исходя та площади, необходимой для установки всех аппаратов. Кроме того, нужно учитывать необходимое расстояние от стен цеха и свободное пространство между аппаратами для их обслуживания, т.е. свободного прохода обслуживающего персонала во время размещения икры и ухода за ней. В данном случае имеет значения тип установки аппаратов (одно-или многоярусный, лестничный).

Если в инкубационном цехе предусмотрено выдерживание предличинок, то необходимо предусмотреть площадь и для личиночных питомников, лотков

и другого оборудования.

Аппараты, используемые для инкубации икры некоторых рыб, одновременно могут служить для выдерживания и подращивания их личинок, в данном случае может корректироваться их количество.

Из принятого метода выращивания молоди производится расчет площади цеха выдерживания молоди. При бассейновом методе выращивания производят расчет площади цеха из нормативной плотности загрузки молодью одного бассейна и площади, необходимой для его установки. Если в процессе выращивания предусматривается пересадка молоди в другие рыбоводные емкости, то рассчитывается количество всех типов бассейнов, питомников, необходимых предприятию, и площадь для их установки.

При прудовом методе выращивания, руководствуясь нормативами плотности посадки рыб на единицу площади, определяется количество всех прудов и общая прудовая площадь.

При подращивании молоди в сетчатых питомниках следует рассчитывать их количество и прудовую площадь для их размещения.

При комбинированном методе выращивания нужно рассчитать количество необходимых бассейнов и прудов, а также их площадь. При расчете выростной базы следует учитывать возможность повторного использования бассейнов и прудов, что позволит сократить общую выростную площадь.

### *3.5 Расчет расхода воды*

На современных рыбоводных предприятиях используется подача воды с помощью стационарных или плавучих насосных станций.

В цехе работы с производителями необходимо определить расход воды в садках избранной конструкции для их выдерживания. Руководствуясь нормативными показателями, определяют расход воды для одного садка, а затем для всего количества садков. Необходимо учитывать возможность повторного использования садков, принимая во внимание длительность работы данного цеха. При необходимости следует предусмотреть расход воды на наполнение садков.

При расчете водоснабжения инкубационного цеха необходимо исходить из нормы расхода воды для одного аппарата выбранной конструкции, а затем определить расход воды для всего цеха (путем умножения расхода воды, необходимого для одного аппарата, на все их количество).

В некоторых случаях имеется возможность сократить расход воды, принимая во внимание схему расположения аппаратов (двух- или более ярусная лестничного типа установка), а также при повторном проведении инкубации икры весенне-нерестующих рыб в тех же аппаратах.

Если выдерживание предличинок проводится в инкубационном цехе, то следует рассчитать расход воды и на этот период. Необходимо предусмотреть увеличение расхода воды по мере усложнения организации эмбрионов (от

этапа развития).

От принятого метода выращивания молоди зависит расход воды в этом цехе. При бассейновом методе выращивания расход воды в них определяется плотностью посадки молоди, нормативным расходом воды, меняющимся в зависимости от этапа развития, и общим количеством одновременно используемых бассейнов для выращивания молоди. В некоторых случаях расход воды определяется из расчета на единицу массы выращиваемой молоди и полной смены воды в выростной емкости в единицу времени.

При прудовом методе выращивания молоди рассчитывают расход воды на залив прудов, на пополнение потерь воды (испарение и фильтрацию) и проточность. Сроки наполнения прудов определяются с учетом биологических особенностей молоди выращиваемого вида, а также климатических условий района. Время наполнения прудов находится в прямой зависимости от развития кормовой базы к моменту пересадки молоди в пруды. При этом необходимо учитывать спецификацию потребления воды на данном этапе тех или иных кормовых организмов. Например, пруды для рыбы необходимо заполнить водой за 1-3 дня до посадки в них молоди, это связано с тем, что для питания молоди рыбы в этот период требуется наличие мельчайших организмов - биоценоза обрастаний. Значительное пребывание прудов с водой до посадки в них молоди может привести к развитию нежелательных хищных беспозвоночных.

Нужно учитывать, что при заполнении прудов какое-то количество воды расходуется на пропитку ложа, равную глубине залегания грунтовых вод. Одновременно происходят потери воды на фильтрацию, испарение и транспирацию растениями. Поэтому количество воды, требующееся на наполнение прудов, должно учитывать эти потери.

Определение объема воды на пропитку ложа и потерь на испарение и фильтрацию требуют наличия ряда исходных данных (глубины залегания грунтовых вод и пористости грунтов, широтности положения, района, гидрогеологических условий грунта, его проницаемости), а также знаний основ гидротехники, поэтому при выполнении настоящего курсового проекта можно использовать ориентировочные средние данные по сумме всех потерь для различных зон РФ:

Северная зона	0,6 л/с на 1 га;
Средняя зона	0,7 л/с на 1 га;
Южная зона	0,9 л/с на 1 га.

При отсутствии проточности в период эксплуатации прудов нужно поддерживать в них постоянный уровень воды, т.е. расход воды должен соответствовать потерям.

После расчета расхода воды на выращивание молоди провести расчет потребного количества воды для цеха живых кормов, основываясь на принятой

биотехнике разведения кормовых для рыб организмов. Также следует предусмотреть расход воды на бытовые нужды, который составляет в среднем 1,5% от общего расхода воды на рыбоводном предприятии.

Целесообразно цифровые данные представить в виде таблицы.

Расчет единовременного расхода воды на осетровом рыбоводном заводе зарегулирования большинства рек строительство рыбоводных заводов стало возможным лишь в их низовьях. В то же время, не исключается возможность доставки икры с рыбоводных пунктов на рыбоводный завод, расположенный в верхнем бьефе плотины, при условии обеспечения ската молоди или её транспортировку (в нижний бьеф или предустьевые участки моря).

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования**

**«Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и  
инженерии имени Н.И. Вавилова**

Институт биотехнологии

Кафедра «Генетика, разведение, кормление животных и аквакультура»

Направление подготовки бакалавров: 35.03.08 Водные биоресурсы и  
аквакультура

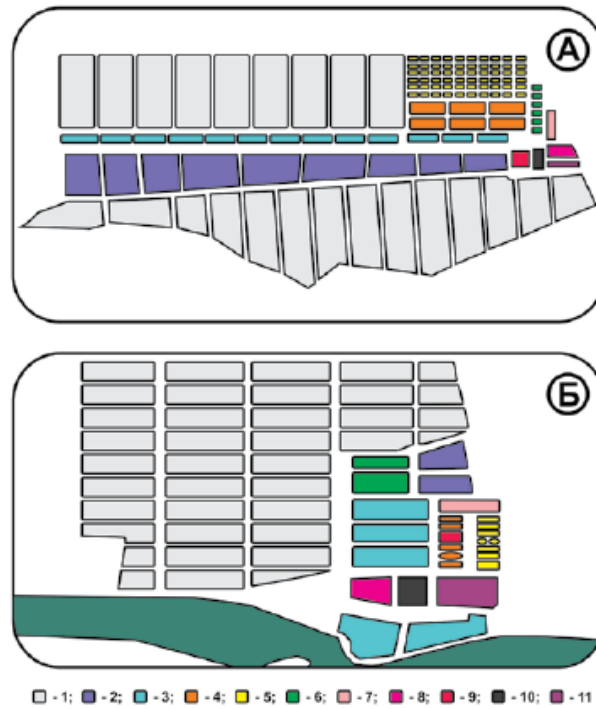
**КУРСОВОЙ ПРОЕКТ**

по искусственному воспроизводству рыб на тему:  
**«Рыбоводный завод на реке Волга по воспроизводству судака  
мощностью 5 млн. молоди в год»**

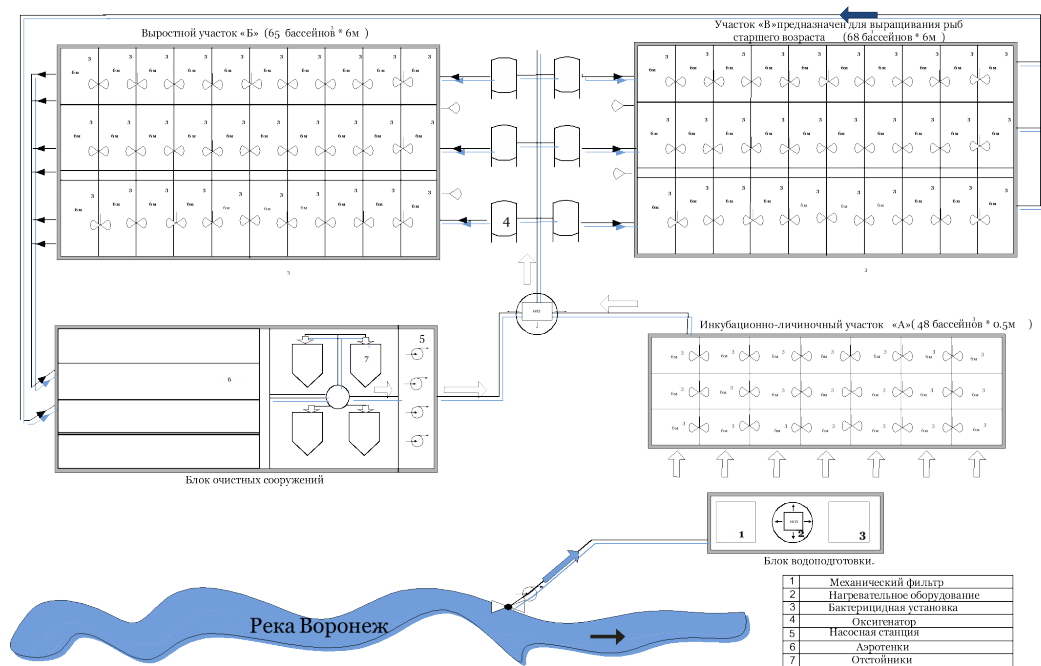
Руководитель курсового проекта  
доцент, к.с.-х. Гусева Ю.А.

Выполнила  
ФИО \_\_\_\_\_  
Курс, группа \_\_\_\_\_

Саратов 2025



**Рисунок 23:** Схема осетрового завода (Иран) (А – Шахид Раджен; Б – Шахид Марджани): 1 – пруды для выращивания молоди; 2 – участок содержания ремонтно-маточного стада; 3 – участок содержания младшего ремонтного и адаптации диких производителей; 4 – бассейны для выращивания дафнии (*Daphnia*) и артемии (*Artemia*); 5 – бассейновый участок для выдерживания предличинок и подращивания личинок; 6 – садки и бассейны для преднерестового содержания производителей; 7 – инкубационный цех; 8 – цех длительного выдерживания производителей; 9 – олигохетник; 10 – административное здание; 11 – складские помещения, транспортный цех.



## Приложение 2

### Нормативы выращивания молоди осетровых

Показатели	Белуга	Осетр	Севрюга
Соотношение производителей по полу	1:1	1:1	1:1
Средняя рабочая плодовитость самок, тыс. шт.	500	200	150
Созревание производителей, %	75	70	80
Оплодотворяемость икры, %	85	80	90
Выход свободных эмбрионов из икры, %	70	75	75
Норма посадки свободных эмбрионов (1 сут.) в садки, тыс. шт./садок	20	25	30
Выживаемость личинок к моменту перехода на активное питание, %	80	80	90
Выживаемость молоди в прудах, %	60	60	60
Выход молоди из прудов, тыс. шт./га	40	40	60
Норма посадки свободных эмбрионов (1 сут.) в бассейны (3 м), тыс. шт.	40	40	50
Средняя масса молоди при выпуске в пруды, мг	100—120	80—100	60—80
Рыбопродуктивность прудов, кг/га	160	130	70
Средняя масса молоди при выпуске, г	3	3	2
Длительность выращивания, сут.	20—25	35—40	30—35

### Нормативы выращивания молоди лососевых рыб

Показатели	Семга	Балтийский лосось	Озерный лосось	Каспийский лосось
Средняя рабочая плодовитость, тыс. шт.	9	8	4	9
Выход икры после инкубации, %	92	94	91	92
Выход свободных эмбрионов после выдерживания	95	99	94	90
Выход личинок, %	85	90	90	85
Выход сеголетков в бассейнах, желобах, %	70	70	60	80
Выход сеголетков в прудах, %	50	50	60	50
Выход молоди после первой зимовки в прудах, %	85	90	95	—
Выход двухлетков, %	90	90	90	94
Выход молоди после второй зимовки, %	95	—	—	98
Выход трехлетков, %	95	—	99	—
Средняя масса, г				
сеголетков в бассейнах	1,2	3	2	3,5
сеголетков в прудах	2	4	3	—
покатников годовалых	—	—	16	—
покатников двухлетних	12	15	12	15
покатников трехлетних	20	—	—	—

### Нормативы инкубации икры лососевых рыб

Показатель	Горизонтальные аппараты	Вертикальные аппараты	
	Аткинса, Шустера, калифорнийский и др.	«Эванг», «Риттай», ИВТ-1	ИМ
Вместимость аппарата, тыс. шт. икринок	18—20	100—200	300
Количество икры на 1 м <sup>2</sup> цеха, тыс. шт.	30—33	150—200	600
Расход воды на 100 тыс. икринок, л/мин	32—35	12—15	5
Возможность выдерживания личинок	есть	нет	есть

Нормативы выращивания щуки

Показатели	Значения
<b>Нерестовый способ</b>	
Соотношение производителей в нерестовых гнездах	1:2; 1:3
Возраст производителей, лет	3—6
Средняя масса производителей, кг	2—5
Рабочая плодовитость, тыс. шт.	35
Выход мальков от эмбрионов в возрасте 13—14 сут., %	60
Выход мальков из одного гнезда при нересте, тыс. шт.	
гнездовом	12—15
групповом	8—10
Площадь нерестового пруда, га на одно гнездо	0,02—0,03
на три гнезда (при групповом нересте)	0,1
<b>Заводской способ</b>	
Количество гипофиза на 1 кг массы тела, мг	
самкам	3—4
самцам	1,5—2
Количество эмбрионов в 8-литровом аппарате Вейса, тыс. шт.	120—220
Расход воды, л/мин	1,5
Выход предличинок от икры, %	70
Плотность посадки личинок (тыс. шт.) в садки размером, м	
2×1,2×0,2	150
0,9×0,45×0,4	60
Выход личинок до перехода на активное питание, %	50
Средняя масса сеголеток, г	200—300
Выход товарных сеголеток от личинок, %	20
Плотность посадки мальков щуки в карповые пруды, шт/га	
при посадке линя и карася	250—400
без посадки добавочных рыб	100—200
Повышение рыбопродуктивности прудов за счет посадки сеголеток щуки, кг/га	
руслowych	30—40
дамбированных	10—35
Кормовой коэффициент	
летом	3—4
зимой для производителей	6—6,5
Потеря массы щукой зимой без кормления, %	10—12
Пррпрост массы зимой при подкормке, %	10—15
Размер бетонных садков, м	3×1,3
Расход воды на 1 ц рыбы, л/с	1,4
Толщина слоя воды, м	1
<b>Показатели</b>	
Плотность посадки производителей, шт/м <sup>2</sup>	10
Размер деревянных садков, м	2×1,2
Расход воды на выдерживание 1 млн. личинок, л/мин	25
Переход на хищный образ жизни, сут.	20