

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра водных биоресурсов, аквакультуры и гидрохимии

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

(Бакалаврская работа)

На тему **«Воспроизводство и выращивание Сибирского осетра в УЗВ»**

**Направление подготовки 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура,**

**профиль «Управление водными биоресурсами и аквакультура»**

Исполнитель \_\_\_\_\_ Наперов Я.В.  
(подпись) (фамилия, имя, отчество)

Руководитель \_\_\_\_\_ доцент Позднякова А.И.  
(подпись) (фамилия, имя, отчество)

**«К защите допускаю»**

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Королькова С.В., к.т.н.  
(подпись)(фамилия, имя, отчество)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 г.

Санкт-Петербург

Введение.....	3
Глава 1. Биологическая характеристика Сибирского осетра.....	5
1.1 Систематика.....	6
1.2 Жизненный цикл и размножение.....	6
Глава 2. Характеристика региона и принципы работы УЗВ для воспроизводства и выращивания Сибирского осетра.....	8
2.1 Климат.....	8
2.2 Рельеф местности и гидрология в месте постройки УЗВ.....	10
2.3 План и принципы работы УЗВ для выращивания и воспроизводства Сибирского осетра.....	12
Глава 3. Расположение рыбоводного завода.....	16
3.1 Краткое описание и схема предприятия.....	16
Глава 4. Описание технологических процессов и применяемого оборудования.....	19
4.1 Отбор производителей, получение оплодотворенной икры.....	19
4.2 Выдерживание предличинок.....	47
4.3 Переход личинок на активное питание.....	50
4.4 Подращивание молоди.....	54
4.5 Выращивание товарной рыбы.....	55
Глава 5. Календарный план рыбоводного завода.....	55
Глава 6. Рыбоводный расчет.....	56
Выводы.....	60
Список литературы.....	61

## **Введение**

Воспроизводство и выращивание осетровых в УЗВ – одна из перспективных форм промышленного рыбоводства в России, так и за рубежом. В настоящее время строится все больше рыбоводных предприятий на базе установок замкнутого водоснабжения с целью товарного выращивания, а также воспроизводства водных биоресурсов.

Сибирский осётр – наиболее популярный вид осетровых, для выращивания в установках замкнутого водоснабжения. Его отличает хорошая выживаемость на всех этапах биологического цикла, что способствует минимизации рисков при искусственном разведении, доступность посадочного материала, а также высокие темпы роста. Икру дает на 4-5 году жизни, один раз в год.

**Актуальность** темы работы, а также широкое распространение установок замкнутого водоснабжения обусловлена по ряду причин:

- 1) Возможность организации без выделения значительных земельных площадей, отвод которых под рыбоводные хозяйства затруднителен.
- 2) Процесс выращивания, температурный и гидрохимический режимы прогнозируемы, и корректируются в зависимости от необходимых условий для содержания гидробионтов.
- 3) Процесс возникновения эпизоотии минимален вследствие, тщательной водоподготовки.
- 4) Количество обслуживающего персонала меньше в связи с технической составляющей.
- 5) Быстрый темп роста, рыба в этом случае не тратит энергию на поиск пищи и большая часть ее расходуется на прирост биомассы.
- 6) Экологичность и экономия водных ресурсов.

**Объект исследования:** Сибирский осетр (лат. *Acipenser baerii*)

**Предмет исследования:** Воспроизводство и выращивание товарного Сибирского осетра в УЗВ

**Цель** данной выпускной квалификационной работы заключается в описании цикла и оборудования для воспроизводства и выращивания Сибирского осетра в товарных целях, на примере частного осетрового хозяйства.

**Для достижения данной цели решались следующие задачи:**

- 1) Дать общую биологическую характеристику, описать жизненный цикл Сибирского осетра
- 2) Описать принципы работы УЗВ, климат и гидрологию в месте его расположения, на примере частного осетрового хозяйства
- 3) Описать технологические процессы и применяемое оборудование для воспроизводства и выращивания Сибирского осетра в товарных целях
- 4) Показать рентабельность и работоспособность, частного осетрового хозяйства.

**Методической и информационной основой** работы являются литературно-информационные источники по выбранной теме, а также материалы и данные, полученные в результате работы на частном осетровом предприятии.

### **Практическая значимость**

Практическая ценность работы заключается в возможности использования полученных в работе материалов для изучения вопросов воспроизводства и выращивания Сибирского осетра в УЗВ.

**Структура работы:** выпускная квалификационная работа на 62 стр. включает в себя введение, 6 главы с 11 подглавами, заключение, в котором содержатся выводы по написанной работе, и список использованной литературы. Работа содержит 61 страницу и 21 литературный источник.

## **Глава 1. Биологическая характеристика Сибирского осетра**

Форма тела, как и у всех других видов осетров, удлинённая, веретеновидная. Внутренний скелет состоит из хряща. Тело покрыто пятью рядами костных жучек. Рыло удлинённое, коническое; на нижней стороне рыла 4 усика. Выдвижной рот расположен снизу головы и окаймлен мясистыми губами. Длина рыла сильно варьирует. Видовым признаком сибирского осетра являются веерообразные жаберные тычинки. Их число колеблется от 20 до 49. Нижняя губа прервана. В спинном плавнике 30-58 лучей, в анальном - 15-33. Спинных жучек - 10-20, боковых - 32-62, брюшных - 7-16. Жучки у молодых экземпляров очень острые. Между рядами жучек разбросаны мелкие костные пластинки. Окраска спины и боков тела от светло-серой до темно-коричневой, брюхо серовато-белое.



Рис. 1. - Сибирский осётр

## **1.1 Систематика**

Царство: Животные

Тип: Хордовые

Класс: Лучепёрые рыбы

Отряд: Осетрообразные

Семейство: Осетровые

Род: Осетры

Вид: Сибирский осётр

## **1.2 Жизненный цикл и размножение**

### Питание

Сибирский осётр является чрезвычайно пластичным в отношении питания видом. Состав его пищи существенно изменяется в пределах ареала, в различных возрастных группах и в течение года.

Сибирский осётр является типичным бентофагом, основу питания составляют личинки хирономид, поденок, ручейников, веснянок, гаммариды, моллюски, бокоплавыв и др. Возрастные изменения размера и состава пищевых организмов осетра выражаются в расширении спектра питания и увеличении роли более крупных форм с увеличением размеров рыб.

Начиная с возраста 3-5 лет, особи большинства популяций осетра, за исключением енисейской, частично переходят на хищное питание, а в отдельных случаях (оз. Байкал) взрослые особи питаются преимущественно рыбой. На большей части ареала сибирский осётр не прекращает питаться зимой.

### Ареал обитания

Обитает в реках Сибири от Оби до Колымы и далее до Индигирки. В Иртыше был распространен до озера Зайсан (и Чёрного Иртыша), в Оби - от Обско-Тазовской губы (от мыса Дровяного) до самых верховьев Оби, Катуня; заходил в Телецкое озеро. В Байкале и Зайсане образует озерные жилые формы. Имеющиеся в литературе указания на то, что сибирский осётр заходит в Печору, в настоящее время не подтверждаются. Но в 1956 г. в Печору были выпущены 18 экземпляров разновозрастной молоди (средний вес 0,4 кг) и 155 экземпляров производителей (средний вес 13,4 кг) обского осетра. В 1956 и 1957 гг. зарегистрированы поимки осетра в среднем и нижнем течении Печоры, включая ее дельту, а также в притоках Усе и Колве. В Оби и Енисее сибирский осётр обитает вместе со стерлядью; в Лене и Колыме это единственный представитель осетровых. Сибирский осётр имеет тупорылую (типичная) и острорылую формы. Обитающего в реках Восточной Сибири от Хатанги и далее в Лене, Яне, Индигирке сибирского осетра некоторые авторы выделяют в особый подвид - хатыс, или якутский осётр. В Байкале обитает особая форма озерного, байкальского осетра, по своей биологии схожая с озерным осетром из Великих американских озер. Для икрометания входит в Селенгу, значительно меньше в Баргузин. По р. Тол проходит в пределы Монголии (известен примерно в 100 км от Улан-Батора).

### Размножение

Нерестилища в Оби расположены в средней и верхней Оби до слияния Бии и Катуня, в Катуня и Ануе. В Енисее нерестилища расположены на участке Ярцево-Ворогово (1500 км от устья). Сибирский осётр растет медленно. Половозрелость самцов в Оби наступает в возрасте 9-14 лет (редко 8), самок - в 11-20 лет (редко 10). В низовьях Енисея осётр достигает половой зрелости в 18-23 года, самцы байкальского осетра созревают с 15 лет, самки - с 18 лет и позднее. Самки обского осетра

нерестятся через 3-4 года, самцы - через 1-2 года; в низовьях Енисея осетр нерестится реже - через 4 года. Предельный возраст сибирского осетра - 60 лет. Питается сибирский осётр ракообразными (амфиподами), личинками насекомых (ручейники, хирономиды), моллюсками, рыбой. Сибирский осётр образует помесь с сибирской стерлядью, так называемую костерь.

## **Глава 2. Характеристика региона и принципы работы УЗВ для воспроизводства и выращивания Сибирского осетра**

### **2.1 Климат**

Ленинградская область относится к зоне умеренного климата, переходного от океанического к континентальному, с умеренно мягкой зимой и умеренно теплым летом.

Основной особенностью климата здесь является непостоянство погоды, обусловленное частой сменой воздушных масс, которые, в зависимости от района формирования, подразделяются на морские, континентальные и арктические. Морские воздушные массы поступают с запада, юго-запада или северо-запада при перемещении через северо-западные районы России атлантических циклонов. Циклоны приносят пасмурную, ветреную погоду и осадки. Зимой они являются причиной резких потеплений, а летом, наоборот, несут прохладу. С востока, юга или юго-востока входит сухой континентальный воздух. В антициклонах, сформировавшихся в этих воздушных массах, устанавливается малооблачная и сухая погода, летом жаркая, а зимой холодная. С севера и северо-востока, главным образом со стороны Карского моря, приходит сухой и всегда очень холодный арктический воздух, формирующийся надо льдом. Вторжения арктических воздушных масс сопровождаются наступлением ясной погоды и резким понижением температуры воздуха. В областях повышенного давления, сформировавшихся в этих воздушных массах, даже летом наблюдаются заморозки, а зимой – наиболее сильные морозы. Разнообразие синоптических процессов и частая смена воздушных масс являются причиной больших межсуточных колебаний метеопараметров. Перепады температуры воздуха, обусловленные сменой воздушных масс, могут значительно превышать амплитуду суточных колебаний и нередко достигают  $\pm 20^\circ$  и более.

По причине большой изменчивости погоды ото дня ко дню (а иногда и в течение одних суток) северо-западный регион России, к которому относится Ленинградская область, является одним из самых сложных для прогнозирования. Особенностью Ленинградской области является неоднородность погодных условий по территории, обусловленная большой протяженностью области с запада на восток, разнообразием ландшафта и близостью крупных водоемов (Финский залив, Ладожское и Онежское озера). Кроме резких изменений погоды, которые сами по себе являются неблагоприятными факторами, на территории области наблюдаются практически все опасные метеорологические явления: сильные ветры, в т.ч. шквалы и смерчи, снегопады и метели, гололед, туман, сильные морозы и жара, кратковременные интенсивные ливни и продолжительные дожди, грозы, град, лесные пожары, засуха и наводнения.

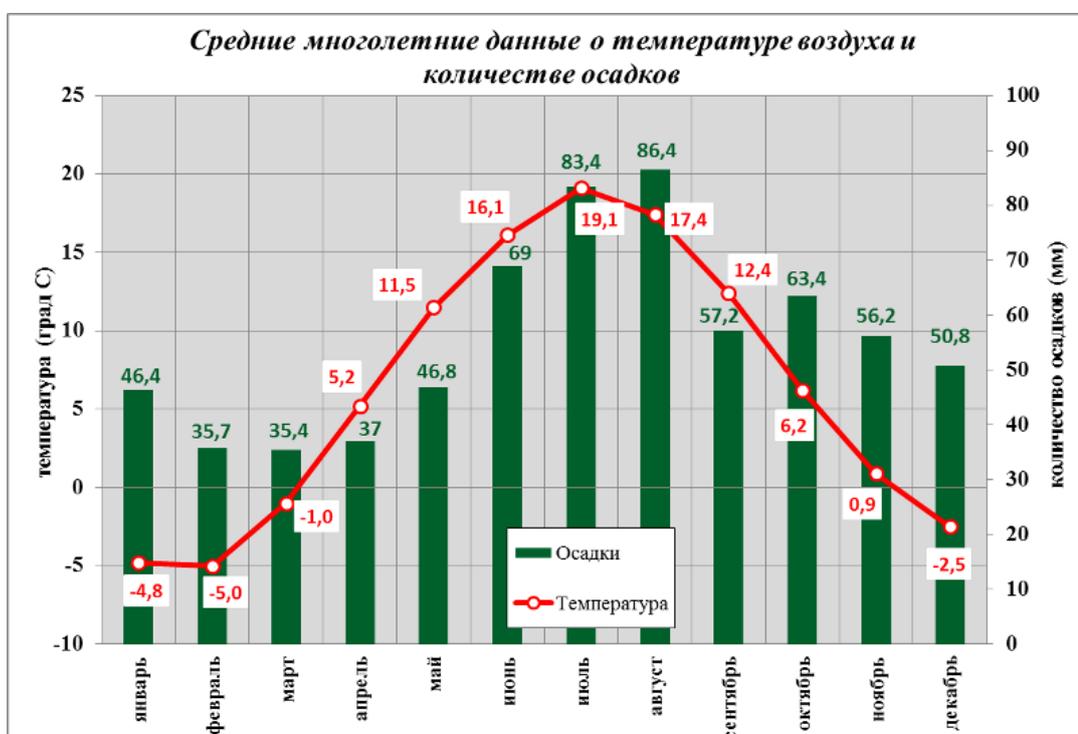


Рисунок 2. - Средние многолетние данные о температуре воздуха и количестве осадков в Санкт-Петербурге.

Среднемесячные и годовые значения метеорологических параметров по данным за период 1991-2020 гг. по Ленинградской области

### Атмосферные осадки в Санкт-Петербурге

Санкт-Петербург по своему географическому местоположению попадает в зону избыточного увлажнения. Выпадение осадков в Санкт-Петербурге определяется, главным образом, интенсивностью циклонической деятельности. В течение года осадки выпадают неравномерно: большая их часть (51 %) приходится на теплый период

(май-сентябрь) и только 49 % – на холодный (октябрь-апрель). В среднем за год выпадает 667,7 мм осадков.

Максимум осадков в Санкт-Петербурге приходится обычно на август (86,4 мм), а минимум – на март (35,4 мм). В отдельные годы, однако, такая закономерность нарушается, и как максимум осадков, так и минимум может наблюдаться в разные месяцы.

Самая большая за всю историю инструментальных наблюдений за погодой в Санкт-Петербурге месячная сумма осадков была отмечена в августе 1933 года и составила 190,8 мм. Но так как август является у нас самым дождливым месяцем в году, это количество осадков составило относительно нормы «всего» 221%. А вот 177,6 мм осадков, выпавших в сентябре 1912 года, составили 310 % от сентябрьской нормы. Это максимальное количество выпавших за месяц осадков в процентном отношении.

Минимальное количество осадков, выпавшее за месяц, было отмечено в марте 1923 года, когда за два дня с осадками выпало всего 0,7 мм, что составило 2% от месячной нормы.

Максимальное количество осадков, выпадавшее за сутки, или суточный максимум, также заметно выше в летние месяцы (76 мм), чем в зимние (28 мм). Максимальное суточное количество осадков весной достигает 56 мм, осенью – 37 мм.

Самое большое количество осадков, выпадавшее в Санкт-Петербурге за одни сутки, составляет 75,7 мм. Такое количество воды обрушилось на город во время ливня 8 августа 1947 года. Пространственное распределение осадков, особенно ливневых, отличается большой изменчивостью. О крайне неравномерном распределении осадков даже в пределах города говорит, например, тот факт, что во время ливня 8 августа 1947 года, когда в центральных районах был зафиксирован абсолютный максимум, в восточной части города количество выпавших осадков составило всего от 14 до 23 мм.

## **2.2 Рельеф местности и гидрология в месте постройки УЗВ**

### Рельеф

Область целиком расположена на территории Восточно-Европейской (Русской) равнины. Этим объясняется равнинный характер рельефа с незначительными абсолютными высотами (в основном, 50—150 метров над уровнем моря).

Территория Карельского перешейка (а особенно его северо-западной части) отличается пересечённым рельефом, многочисленными скальными выходами и большим количеством озёр. Карельский

перешеек является частью Балтийского кристаллического щита. Высочайшая точка Карельского перешейка — гора Кивисюрья высотой 203 м над уровнем моря (по данным финских довоенных топографов — 205 м), расположена неподалёку от посёлка Новожилово, в урочище Каменная гора.

Низменности в основном расположены по берегам Финского залива и Ладожского озера, а также в долинах крупных рек. Основными из них являются Выборгская, Приозерская, Приладожская, Предглинтовая (Приморская), Плюсская, Лужская, Волховская, Свирская и Тихвинская.

Крупнейшими возвышенностями являются Лемболовская, Ижорская, Лодейнопольская, Вепсовская возвышенности и Тихвинская гряда. Наивысшая точка области — гора Гапсельга (291 метр над уровнем моря) — находится на Вепсовской возвышенности. Интересным географическим объектом является Балтийско-Ладожский уступ (глинт) — высокий (до 40—60 метров) обрыв, протянувшийся более чем на 200 км с запада на восток области. Он является берегом древнего моря.

### Гидрология

В гидрологическую сеть Ленинградской области, вместе с малыми речками и ручьями, входит 25 тысяч водных артерий. В регионе выделяется два водораздела, Балтийский и Ладожский. В Ладожское озеро впадают Волхов, Вуокса, Свирь. Особняком стоит Нева, протекающая через низменность между водоразделами и соединяющая Ладогу с Финским заливом.

### Подземные воды

Подземные воды Ленинградской области представлены двумя группами: Воды четвертичных отложений — распространены повсеместно, залегают первыми от поверхности. Воды древних отложений — залегают ниже вод четвертичных пород, часто отделены от поверхности мощной толщей других пород.

В месте расположения осетрового хозяйства, находятся сельскохозяйственные угодья.

Рельеф здесь равнинный, почва в основном чернозем, торф в нижних слоях глина.

Питание хозяйства водой происходит при помощи артезианской скважины, что дает минимальное содержание взвешенных частиц, только в период весеннего паводка возможен проскок песка, который

устраняется фильтром грубой очистки на входе в систему водоподготовки состоящей из двух колонн.

Из-за высокого содержания железа, что может привести к его токсичности и пагубно сказываться на осетровых, на нашей ферме установлены фильтровальные колонны для его устранения.

Первая колонна осаждает на себя часть железа, путем промывки вода идет обратным ходом и вымывает железо через специальную засыпку индивидуально подбирающуюся под определенные условия.

Вторая колонна представлена умягчителем с ионизированной смолой, которая убирает на 99% процентов остаточное железо, другие примеси и умягчает воду.

### 2.3 План и принципы работы УЗВ для выращивания и воспроизводства Сибирского осетра

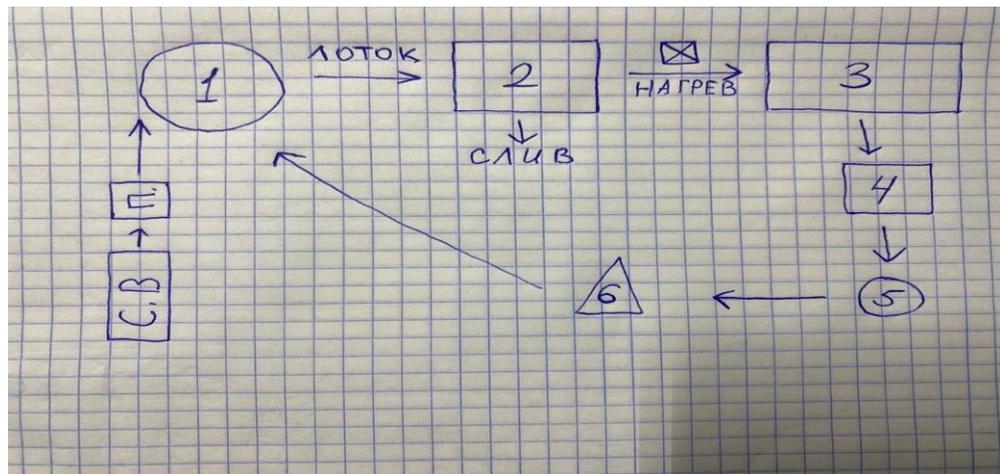


Рис. 3. - Схема УЗВ для выращивания осетровых

1. Бассейн с товарной рыбой
2. Фильтр механической очистки
3. Фильтр биологической очистки с подвижной загрузкой проточный
4. Фильтр биологической очистки с неподвижной загрузкой
5. Бассейн-сумматор подготовленной воды
6. Кислородный конус

С.В.- бассейн-сумматор для подпитки системы свежей водой

П.- Проточный бассейн для отсадки рыбы

На первом этапе вода из рыбоводных бассейнов объемом 13м<sup>3</sup> по трубам попадает в лоток. Лоток в свою очередь по инерции за счет работы насосов в сумматоре несет воду в механический фильтр, также в лотке происходит процесс дегазации т.к на нашей ферме он отдельно не предусмотрен. Далее механический фильтр за счет сетки с мелкой ячейей установленной на барабане, отфильтровывает воду попавшую в него из лотка от крупного мусора, грязь и часть воды для подмены 10-15% уходит в слив. Очищенная от крупных частиц вода, проходя через нагревательный элемент, попадает в биофильтр с подвижной загрузкой, где происходит насыщение воды кислородом и дегазация от углекислого газа, а также ее биологическая очистка с помощью аэробных бактерий которые прикрепляются к загрузке, в свою очередь образуя биопленку, которая позволяет им эффективно захватывать и перерабатывать азотные соединения. Далее вода попадает в биофильтр с неподвижной загрузкой, для нитрификации ее в слое статичной загрузки с анаэробными бактериями, проходя загрузку вода также очищается от механической взвеси в виде отмершей биопленки из биофильтра с подвижной загрузкой. После вода попадает в сумматор, где происходит процесс денитрификации и обеззараживание ультрафиолетовыми лампами, далее забирается насосами и по трубам попадает в кислородный конус, где под давлением снизу в него заходит кислород из специальной бочки-хранилища, а с верху на сетку подается вода, разбиваясь об нее вода перемешивается с кислородом, тем самым обогащаясь. После вода под давлением выходит по трубам и попадает в рыбоводные бассейны. Также для подмены воды, из специального бассейна-сумматора который накапливает в себя подготовленную воду после фильтровальных колонн, она поступает в бассейны-передержки

для отсадки рыбы на продажу, после переливом в рыбоводные бассейны. Таким образом совмещаются два процесса подпитка системы свежей водой 10-15% и проточная очистка рыбы от геосмина для продажи.

В УЗВ используют разные группы бактерий, которые осуществляют различные этапы очистки:

Бактерии группы *Nitrosomonas* — окисляют общий аммонийный азот ( $\text{NH}_3 + \text{NH}_4$ ) в нитриты ( $\text{NO}_2$ ).

Бактерии группы *Nitrobacter* — окисляют нитриты ( $\text{NO}_2$ ) в нитраты ( $\text{NO}_3$ ).

Также для успешного функционирования УЗВ необходимо отслеживать температурный режим, оптимальная температура 19-20 градусов. Ежедневно брать анализ воды на такие гидрохимические показатели как

Ph- водородный показатель воды, для осетра он должен быть нейтральным или слабощелочным 7-8.5. Для поднятия Ph вносится известь, либо увеличивается подменка. Для уменьшения используют растворы соляной кислоты.

$\text{NH}_4$   $\text{NH}_3$ - аммоний, аммиак. В результате жизнедеятельности рыб, разложения корма образуется аммиак, хорошо растворяется в воде в высоких концентрациях токсичен. В кислой воде аммиак отсутствует, в щелочной значительно возрастает, а в нейтральной и слабощелочной его концентрация в малом количестве. Для его нормальной концентрации необходимо поддерживать Ph в пределах нормы, убирать остатки корма. Аммиак до 0.03 мг/л, Аммоний до 0.5 мг/л.

$\text{NO}_2$ -нитрит. Образуется в результате переработки бактериями органических отходов, недостаточная биологическая фильтрация приводит к его накоплению. Длительное накопление ослабляет иммунитет, делая осетров более восприимчивыми к инфекциям. Концентрация до 0.1 мг/л.

$\text{NO}_3$ -нитрат. Является продуктом распада азота в воде. В высоких концентрациях нарушает дыхание и метаболизм. Регулярная подмена воды, устранение отхода и загрязнений помогает его снизить. Концентрация до 5 мг/л.

CO<sub>2</sub>-углекислый газ. Выходит в процессе дегазации в атмосферу. Необходимо своевременно убирать отход из рыбоводных бассейнов.

PO<sub>4</sub>-фосфаты, необходимы для роста и развития осетра, большое его содержание пагубно сказывается на состоянии экосистемы и качестве воды. Помогает частичная замена воды, увеличение подменки. Концентрация 0.3 мг/л.

Fe-железо, удаляется фильтровальными колоннами. Нормальная концентрация 0.1 мг/л.

Для осетра необходима вода определенной солености 5%. ,что корректируется внесением соли в систему.

Кислород должен быть не менее 4 мг/л, лучше 6-8.

### **Глава 3. Расположение рыбоводного завода**



Рис. 4. пос. Молодцово, Лен.обл

Наше предприятие расположено в Ленинградской области, поселок Молодцово.

### **3.1 Краткое описание и схема предприятия**

В середине 20го века в США появились первые УЗВ — установки замкнутого водоснабжения. Эта технология является одним из индустриальных подходов к разведению рыбы. Суть её проста: рыба выращивается в закрытых системах, вода в которых непрерывно циркулирует, очищается, наполняется кислородом и т.д.

#### **Типы УЗВ**

В зависимости от поставленных целей перед УЗВ для разведения рыбы, фермы можно поделить на 4 основных конфигурации:

- **Инкубационная.** На таких УЗВ выращивается рыбопосадочный материал из оплодотворённой икры до малька с навеской 10-50 граммов.
- **Товарная.** Основной тип фермы УЗВ, предназначенный для выращивания рыбы от рыбопосадочного материала до товарного продукта. Срок цикла зависит от выбранной породы.

- Полного цикла. Этот тип УЗВ совмещает инкубационный и товарный. Позволяет запустить и контролировать весь цикл разведения рыбы: от получения оплодотворённой икры до выращивания товарной рыбы.
- Для передержки. Это небольшие УЗВ, в которых гидробионты содержатся при транспортировке, перед продажей или перед разделкой на складах ресторанов или магазинов. Для разведения и выращивания рыбы не предназначены.

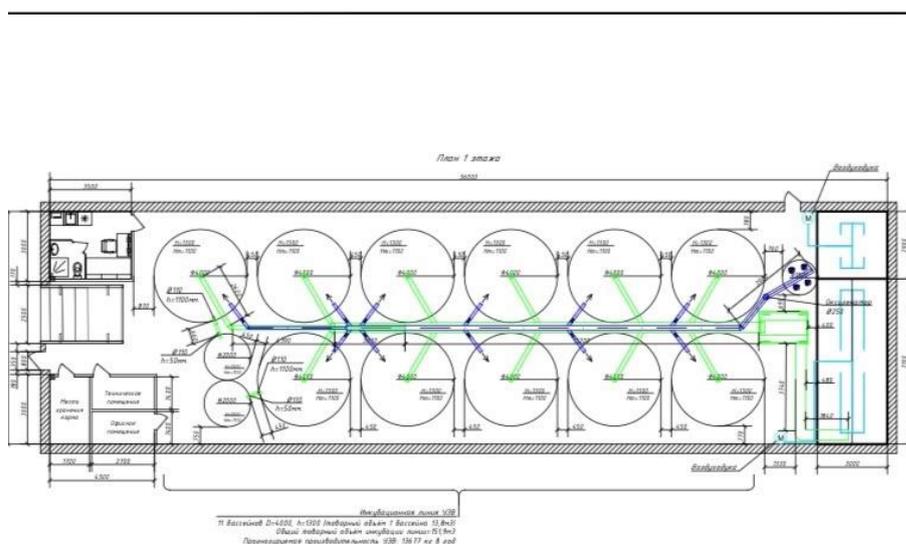


Рис. 5. - Схема товарной линии УЗВ для выращивания осетровых

На базе нашего хозяйства осуществляется выращивание Сибирского осетра от малька приобретенного в специальных племенных заводах до товарной рыбы, с последующей ее реализацией. На схеме рис.4 представлена линия узв для выращивания товарной рыбы от рыбопосадочного материала до товарной рыбы. Рыбоводная мощность 10-13 тонн в год в зависимости от плотности посадки и оптимизации процесса выращивания. Объем рыбоводного бассейна 13.8 м<sup>3</sup> всего их 11 шт., общий объем линии 151.9 м<sup>3</sup>.

В 2025-2026 годах планируется постройка инкубационного цеха, с последующим переходом на полный цикл выращивания от икры до товарной рыбы.



Рис. 6. - Инкубационный цех УЗВ

Инкубационный участок включает в себя цех с инкубационными аппаратами. Здесь осуществляется инкубирование икры в аппаратах, определяются ее качество и состояние. Обеспечиваются уход за икрой и контроль за развитием предличинки, которая после выклева попадает в проточные лотки, где содержится до стадии личинки, после переводят на выростной участок. Выростной участок состоит из бассейнов, где личинок содержат в течение 1-1,5 мес. до достижения необходимой массы, а затем молодь выпускают в выростные бассейны для товарного выращивания.

#### **Глава 4. Описание технологических процессов и применяемого оборудования**

Согласно современной стратегии товарного рыбоводства, система выращивания осетровых должна включать:

1. Ненатуральное воспроизводство за счет сформированных маточных стад в контролируемом процессе.
2. Прижизненное получение икры.
3. Многократное применение производителей.

Как известно, осетровые созревают долго. Это говорит о рациональности формирования маточных стад.

#### **4.1 Отбор производителей, получение оплодотворенной икры**

Подготовку производителей осетровых рыб к использованию можно разделить на несколько этапов:

1. Осенняя бонитировка или отбор производителей осеннего хода;
2. Зимовка производителей;
3. Весенняя бонитировка или отбор производителей весеннего хода;
4. Предварительное тестирование производителей;
5. Определение температурных режимов и сроков преднерестового выдерживания;
6. Тестирование производителей перед инъекцией гормональных препаратов.

Соответственно, при внесезонном получении половых продуктов от производителей работе схема будет выглядеть иначе.

При работе с производителями необходимо руководствоваться как визуально оцениваемыми морфологическими признаками, так и

специальными методами оценки функционального состояния репродуктивной системы самцов и самок.

Основной задачей осенней бонитировки производителей является отбор рыб, способных дать зрелые половые продукты в предстоящем рыбоводном сезоне. Так как успешное завершение гаметогенеза зависит от многих факторов (условия зимовки, температурные условия в весеннее время, нагул и т.д.), некоторые из рыб, отобранных при осенней бонитировке, могут быть отбракованы весной.

В период весенней бонитировки с целью определения режима и времени преднерестового содержания и сроков получения половых продуктов кроме отбраковки непригодных к использованию производителей проводится тестирование рыб по степени готовности к нересту.

### **Осенняя бонитировка**

Осенняя бонитировка маточного стада проводится при снижении температуры воды ниже 12<sup>o</sup>C, при которой рыбу обычно прекращают кормить. Вместе с бонитировкой маточного стада проводится бонитировка старшего ремонта с целью отбора впервые созревающих рыб. При осенней бонитировке отбирают самок с гонадами на IV, а для некоторых видов и гибридов (о чем будет сказано ниже) III стадиях зрелости. Самцы ко времени первого созревания самок обычно уже отобраны и могут использоваться ежегодно, так что специального отбора самцов при осенней бонитировке не требуется.

При осенней бонитировке желательно отделить от основной группы или пометить впервые созревающих самок, рыб с яичниками на III и III-IV и очень зрелых или слабо упитанных самок. Очень зрелые и слабо

упитанные рыбы будут готовы к нересту раньше остальных, а впервые созревающие самки обычно дают икру невысокого качества.

Для отбора самок при осенней бонитировке оптимально использовать метод определения стадий зрелости гонад при помощи УЗИ. При отсутствии собственного УЗИ-сканера для осенней бонитировки следует или пригласить специалиста с соответствующим оборудованием или провести отбор рыб на основании результатов биопсийного, оперативного или эндоскопического изучения гонад, что требует значительно большего времени, менее эффективно и наносит рыбе дополнительные травмы.

Тем не менее, биопсийный, оперативный или эндоскопический методы изучения гонад следует рассмотреть подробно:

1. Биопсия гонад, осуществляется путем введения через брюшную стенку или через боковые мышцы специального щупа, который извлекает частицу гонады. Следует отметить, что в гонадах рыб в период нагула или очень упитанных рыб жировой ткани значительно больше, чем генеративной, и попасть щупом именно в генеративную часть гонад не всегда удастся. Поэтому этот способ применим при тестировании только зрелых самцов и самок, начиная с II-III и III стадий зрелости гонад.

2. Близок к биопсийному оперативный метод. При использовании которого в брюшной стенке тестируемой особи делается небольшой надрез (около 2 см) через который извлекается частица гонады, при этом возможно визуально контролировать тип анализируемой ткани. Ограничения использования данного метода аналогичны методу биопсии.

3. Одной из модификаций оперативного метода является прямая пальпация гонад через операционное отверстие. Точность данного

метода несколько выше, чем биопсийного, однако он более травматичен, требует наложения операционных швов и более продолжителен по времени, что, на наш взгляд, ограничивает его применение, хотя в США его широко применяют в товарных осетровых хозяйствах.

4. Значительно более совершенным методом изучения гонад осетровых рыб является эндоскопия. Эндоскопия позволяет изучать гонады визуально при помощи медицинского исследовательского цистоуретроскопа, применяемого в медицине для диагностики заболеваний мочеиспускательной системы или барископа. Зонд цистоуретроскопа вводится в полость тела через прокол в брюшной стенке рыб, как при биопсии или через половое отверстие. Изучение гонад осуществляется через оптико-волоконную систему аппарата. Разрешающая способность метода очень высока, поскольку через оптическую систему прибора хорошо видны мельчайшие детали строения и окраска тканей. 15 Преимуществом всех перечисленных анатомических методов является доступность оборудования, при этом наибольшую стоимость имеет цистоуретроскоп, цена которого составляет 1500-1800 долларов США.

Недостатком всех анатомических методов является их травматичность. При этом проникновение в полость тела не только может отрицательно сказаться на физиологическом состоянии рыбы, но и является сильным стрессовым фактором. Кроме того, операционный метод предполагают отслеживание дальнейшего состояния рыбы и заживления операционных швов, т.е. продолжительное содержание рыбы в условиях, когда она легко доступна, а также частые манипуляции, инъекции антибиотиков и витаминов. Продолжительность обследования одной рыбы составляет от 1 до 5-10 минут.

## **Зимовка производителей**

Оптимальным режимом перевода производителей в режим зимовки и вывода из него является содержание при естественном температурном режиме. Оптимальной в период зимовки, исключая периоды снижения и повышения температуры в начале и конце зимовки, является температура 3- 5 оС. При этом допускаются кратковременное повышение температуры до 6- 7 оС и ее понижение до 2оС. Длительное содержание производителей осетровых рыб при температуре ниже 2оС приводит к снижению качества икры, а иногда – к ухудшению физиологического состояния и гибели производителей. Особенно это касается рыб, отловленных в естественных водоемах. В период зимовки бассейны с производителями не следует тревожить, так как в этом случае поврежденный слой слизи и кожный покров длительное время не восстанавливаются, что может привести к заболеваниям и гибели рыбы.

При получении половых продуктов в осенне-зимний период и ранней весной (до начала основного нерестового сезона) перевод на зимовальный режим и вывод из него производится искусственно.

При этом следует придерживаться следующих рекомендаций:

Перевод в режим зимовальных температур должен производиться постепенно с градиентом 1-2оС в сутки – для самок и 2-3оС – для самцов;

Рыб с поврежденными кожными покровами следует держать при температуре 8-10оС до полного выздоровления и только после этого понижать температуру;

Перевод в нерестовый режим должен быть постепенным с суточным градиентом повышения температуры не более 1,5оС – для самок и 2- 3 оС – для самцов, с периодами содержания при постоянной температуре.

## **Весенняя бонитировка**

При весенней бонитировке проводится отбор, как самок, так и самцов. В процессе бонитировки отбирают только производителей, гонады которых достигли IV стадии зрелости.

Отбор самцов наиболее эффективен методом УЗИ-диагностики. Самцов отбирают также по морфологическим признакам, т.к. в искусственно выращенных маточных стадах у большинства видов созревшие самцы имеют выраженный брачный наряд. В случае если самцы отобраны в соответствии с требованиями осенней бонитировки, специального отбора самцов не требуется, но рекомендуется сохранять их резерв (5-10%).

Отбор самок. При весенней бонитировке самок для извлечения ооцитов и оценки степени их поляризации необходимо применять метод биопсии гонад. Во время бонитировки, самок, не достигших за период зимовки IV стадии зрелости гонад и с резорбцией ооцитов, отбраковывают и отсаживают на нагул. Ооциты, изъятые при биопсии самок с гонадами на IV стадии зрелости, подвергают исследованию. Для этого несколько извлеченных от каждой самки ооцитов фиксируют путем кипячения в физиологическом растворе в течение 2 минут. Более удобно фиксировать ооциты путем их обработки паром в бытовой пароварке в «сухом» состоянии в течение 3 мин. Фиксированные пробы должны все время находиться в физиологическом растворе в отдельных для каждой пробы сосудах.

Для исследования фиксированные ооциты разрезают в меридиональном направлении (посередине) и изучают под биноклем, оснащенным окулярмикрометром. Наличие пигмента в желтке ооцита свидетельствует о начале резорбции. Основным показателем, который

исследуется на разрезах ооцитов, является коэффициент их поляризации. Для его вычисления на разрезе измеряют наибольшее расстояние от анимального до вегетативного полюса (L) и расстояние от анимального полюса до верхнего края зародышевого пузырька (l) (рис.4). Оболочки при этом не учитываются. Коэффициент поляризации (Кп) равен отношению расстояния от анимального полюса до верхнего края зародышевого пузырька (l) к наибольшему расстоянию от анимального до вегетативного полюса (L):  $K_p = l / L$  По результатам определения коэффициента поляризации рыб делят на группы. Рекомендации по использованию

1	$K_p \leq 0,05$	перезревшие
2	$0,05 \leq K_p \leq 0,10$	зрелые
3	$0,10 \leq K_p \leq 0,12$	зрелые
4	$0,12 \leq K_p \leq 0,15$	близкие к созреванию
5	$0,15 \leq K_p \leq 0,18$	способные к созреванию
6	$0,18 \leq K_p$	незрелые

отправляются в нагул 1 при достижении нерестовых температур инъецируются любым гормональным препаратом 2 при достижении нерестовых температур инъецируются «сурфагоном» 3 при достижении нерестовых температур инъецируются после выдерживания при нерестовых температурах 7-14 суток 4 инъецируются при нерестовых температурах 20-40 суток перед инъекцией 5 отсаживаются на нагул.

После разделения производителей на группы производится планирование дальнейших рыбоводных работ. Самки из 2 и 3 групп могут в дальнейшем использоваться без повторной биопсии, коэффициент поляризации ооцитов самок из 4-5 групп исследуют повторно, в зависимости от расчетного времени их готовности. Рыбы 5-ой группы, у которых показатель поляризации ооцитов не изменился, после выдерживания при нерестовых температурах в течение 14- 21 суток относятся к категории незрелых. Преднерестовое выдерживание производителей При работе с самками основным критерием для выбора режима преднерестового выдерживания являются значения коэффициентов поляризации, полученные при биопсии гонад во время весенней бонитировки. Так, от самок с Кп менее 0,09 можно получать

икру при достижении нерестовых температур без предварительного преднерестового выдерживания. Конечным параметром преднерестового выдерживания является теплозапас, выражающийся в градусо-днях.

Преднерестовое выдерживание должно осуществляться при нерестовых температурах, без повышения температуры воды выше оптимальной даже на непродолжительное время.

При этом, чем менее зрелая рыба выдерживается, тем ниже должна быть температура и меньше градиент ее повышения. Несоблюдение данного условия приводит к десинхронизации созревания ооцитов и, как результат к снижению качества полученной икры. Для самцов основным требованием к режиму преднерестового содержания является сохранение их репродуктивных качеств. Поскольку самцы обычно готовы к нересту уже при кратковременном выдерживании при нерестовых температурах, наиболее эффективным приемом сохранения их репродуктивных качеств является содержание при невысоких температурах. В случае длительного содержания при нерестовых температурах самцы перезревают (особенно это касается севрюги, белуги и стерляди) и при работе с последними партиями самок могут возникать проблемы со спермой. Данные рекомендации могут быть применены к производителям из искусственных маточных стад и «диких» рыб заготовленных летом и осенью.

### **Гормональная стимуляция нереста производителей**

Из гонадотропных препаратов, применение которых возможно для стимуляции созревания осетровых рыб, наиболее часто используют следующие:

1. Ацетонированный гипофиз осетровых рыб;

2. Ацетонированный гипофиз карповых рыб;
3. Глицериновая вытяжка гипофизов осетровых рыб (ГГП);
4. «Сурфагон» (GnRHa) – суперактивный аналог гонадотропинрелизинг-гормона млекопитающих;

Существуют три схемы инъекций:

1. Однократная инъекция, при которой вся доза препарата вводится рыбе единовременно. Такая схема применима исключительно к очень зрелым самкам и обычно практикуется для самцов;
2. Дробные инъекции, при которых доза препарата делится на равные части, вводимые рыбе через определенные промежутки времени. При такой схеме последняя инъекция называется разрешающей, а все остальные предварительными;
3. Градуальные инъекции, при которых доза делится на неравные части, при этом обычно наибольшая часть вводится последней и называется разрешающей, остальные предварительными. Иногда в схеме дробных и градуальных инъекций предусмотрено введение дополнительной дозы препарата после разрешающей инъекции. Эта доза называется завершающей и применяется когда необходимо увеличить концентрацию препарата в крови после начала действия разрешающей инъекции.

Общие рекомендации по инъекционному лечению.

Для инъекций используют обычные медицинские шприцы, лучше одноразовые. Длину иглы и объем шприца подбирают в зависимости от размера рыбы и дозы препарата. Диаметр иглы зависит от того, какой препарат вводится. При использовании ацетонированных гипофизов необходимо использовать иглы для внутривенных инъекций (большого диаметра).

При приготовлении раствора ГГП и суспензии ацетонированного гипофиза необходимо, чтобы объем готового препарата для рыб массой до 5 кг не превышал 2 мл, на следующие 5 кг массы рыбы объем раствора увеличивается на 1 мл.

Инъекцию производят в спинную мышцу между спинными и боковыми жучками на уровне 2-4 спинной жучки. Следует соблюдать осторожность при введении препаратов в мышечные ткани, следить, чтобы рыба при сжатии мышц не вытолкнула препарат.

При инъекции препарат не должен вводиться подкожно, нельзя допускать попадания иглы и препарата в жировые ткани. Опасно также слишком глубокое введение иглы (можно повредить спинной мозг или крупные сосуды). Если одной рыбе производят 2 инъекции, вторую инъекцию необходимо делать в другую сторону спины, чтобы избежать потерь препарата через отверстие, оставшееся после первой инъекции.

После инъекций шприцы и иглы моют чистой теплой водой и хранят сухими. Специальной дезинфекции не требуется.

Для приготовления суспензии ацетонированных гипофизов можно применять медицинский физиологический раствор или раствор для пойкилотермных животных (Детлаф и др, 1984).

Эти же растворы применяются и для разбавления сурфагона, в случае если необходимо снизить его концентрацию. При разбавлении ГГП используется дистиллированная вода. Не следует хранить разбавленные препараты и приготовленную суспензию, все препараты готовятся и набираются в шприцы непосредственно перед инъекциями.

#### Применение гипофизарных препаратов.

При гормональной стимуляции нереста гипофизарными препаратами следует отдавать предпочтение градуальным инъекциям. Общая доза препарата зависит от температуры и массы рыбы (табл.4), а доля

предварительной инъекции от степени зрелости ооцитов, оцениваемой по значению коэффициента поляризации. Следует учесть, что истощенные рыбы более чувствительны к гипофизарным инъекциям, и дозировки препаратов необходимо снижать. Доза для самцов в два раза меньше, чем для самок, а инъекция производится одновременно с предварительной инъекцией самкам. В начале и в конце сезона, при пограничных нерестовых температурах самцов инъецируют также градуально, снизив относительные дозировки на 25-50% относительно самок. Рекомендации по применению суперактивного аналога гонадотропин-релизинг-гормона млекопитающих (GnRHа, «Сурфагон»)

25 При использовании «Сурфагона» необходимым условием созревания самок является способность гипофиза выделять в кровь под действием препарата достаточное количество гонадотропинов. При применении «Сурфагона» негативную роль также может сыграть секреция в кровь в ответ на введение препарата, его ингибитора – дофамина (Гончаров, 1998). Подобная реакция эндокринной системы чаще всего наблюдается у потамодромных видов и форм осетровых рыб (стерлядь, сибирский осетр (ленской популяции)). «Сурфагон» для осетровых рыб рекомендуется применять исключительно при работе в традиционные рыбоводные сроки при оптимальной нерестовой температуре. В отличие от гипофизарных препаратов, релизинг-гормоны не повреждают ооциты даже при 400-кратном превышении доз (Гончаров, 1998). Препараты могут вводиться единовременно, дробно или градуально. Наиболее эффективен «Сурфагон» при работе с самками проходных видов – севрюги, русского осетра и белуги, и самцами всех видов, для которых оптимальной дозой является 1 мкг/кг. Для стерляди и ленского сибирского осетра препарат менее эффективен, однако в случае отсутствия гипофизарных препаратов при оптимальной нерестовой температуре его можно применять, однако дозировки в этом случае следует увеличить.

В некоторых случаях возникает необходимость комбинированного применения гипофизарных препаратов и «Сурфагона». В этом случае препараты вводятся, или одновременно, или «Сурфагоном» производится разрешающая инъекция после предварительной гипофизарной. Если «Сурфагон» вводится перед гипофизарным препаратом, существует опасность, что введенный после него экзогенный гонадотропин будет «лишним», что приведет к повреждению ооцитов. Время созревания производителей зависит от температуры.

При работе с гибридом русский осетр X сибирский осетр для расчетов используют данные по продолжительности созревания русского осетра. В случае, если для самок применялась однократная инъекция «Сурфагоном» или схема, предусматривающая завершающую инъекцию, расчеты производятся с учетом 5-6 часовой задержки созревания.

### **Просмотр самок, признаки созревания**

Просмотр начинают в соответствии с расчетным временем созревания первых самок.

При нормально протекающем процессе овуляции происходит следующее:

1. Брюшко при прощупывании сбоку и снизу (при тонкой теше и отсутствии костных образований в брюшной части) становится мягким, слегка раздувается. При прощупывании сбоку четко ощущается, что брюшная полость наполнена жидкостью;
2. При пальпации полового отверстия ощущается слизь;

3. В дальнейшем при пальпации внутри полового отверстия через стенки яйцеводов прощупывается икра, яйцеводы наполнены жидкостью и сдавливают палец;

4. При дальнейшем созревании открываются яйцеводы и при оказании надавливания на заднюю часть брюшка или при сгибании рыбы вбок (при удержании ее за голову и хвост) из полового отверстия вытекает овариальная жидкость, количество которой может быть значительно, в этот период с овариальной жидкостью могут выбиваться отдельные икринки. При содержании рыб после инъекции в небольших бассейнах, выделение значительного количества овариальной жидкости сопровождается появлением на поверхности воды пены.

5. На следующем этапе созревания вместе с овариальной жидкостью вытекает икра (количество икринок может быть как очень малым, так и значительным). Вытекание большой порции икры при просмотре самки в этот период часто служит причиной преждевременного забоя заводским методом или неудачных попыток отбора икры прижизненными методами;

6. Практически полная овуляция икры сопровождается самопроизвольным ее выбоем, обнаружить который проще, установив на сливные гусаки бассейнов сито из полимерной или металлической сетки с размером ячеек около 1 мм. При надавливании на заднюю часть брюшка или сгибании рыбы наблюдается струя икры. Вместе с тем давление на брюшко или сгибание рыбы может не вызвать выход икры из полового отверстия. Причиной задержки выхода икры могут являться или «пробка» из склеившихся при попадании в заднюю часть яйцевода воды икринок, или сжатые мышцы (при небольших размерах полового отверстия). Поэтому рекомендуется введение пальца в половое отверстие как для удаления "пробки", так и для снятия мышечных спазмов. Отсутствие сильной струи икры из полового

отверстия является частой причиной задержек при взятии икры, что негативно сказывается на ее рыбоводном качестве. Вместе с тем, струя икры при просмотре самки не всегда означает, что большая часть икры овулировала.

Для окончательного принятия решения об отборе икры необходимо поднять рыбу головой вверх. В этом случае западание брюшка до 3-4 жучки обычно означает, что большая часть икры овулировала и икру можно отбирать. При этом у тощих рыб, при низкой плодовитости брюшко может западать, хотя овулировала только незначительная часть икры. Таким образом, окончательное решение об отборе икры принимается с учетом большинства признаков созревания и, основываясь на опыте рыбовода, при этом все перечисленные отклонения от нормальных признаков созревания являются исключением из правил и встречаются не часто.

Приемы просмотра производителей в принципе общие для всех видов осетровых, однако, конкретные особенности их применения зависят от размеров рыб, типа рыбоводных емкостей в которых содержатся самки после инъекции, видовой принадлежности.

При просмотре самок необходимо снизить до минимума стрессирующие рыбу воздействия. Не следует просматривать рыб раньше наступления расчетного времени и в дальнейшем чаще, чем указано ниже. Установка сит на сливные гусаки бассейнов значительно облегчает контроль над созреванием самок. При просмотре самок не следует привлекать лишних людей, не должно быть шума. В случае если просмотр при естественном освещении невозможен, свет в помещении должен гореть постоянно.

Частота просмотра:

Первый просмотр обязательно проводить в расчетное время созревания первых самок; · При первом просмотре отмечают самок, дающих овариальную жидкость, отдельные икринки и струю икры; · Рыб дающих струю икры тестируют способами указанными выше, рыбам, показывающим отдельные икринки и овариальную жидкость, производят пальпацию полового отверстия; 30

Следующий просмотр рыб, у которых не обнаружено никаких признаков созревания кроме мягкого брюшка, проводят не ранее, чем через 2-3 часа; · Обычное время наступления массовой овуляции после появления первых икринок – 1,5 часа;

Просмотр часто вызывает быструю овуляцию даже у рыб, у которых не удалось заметить отдельные икринки.

При обнаружении рыб показывающих отдельные икринки и достаточно обильную струю икры, рационально получить сперму.

После получения спермы самок повторно просматривают и получают икру в порядке уменьшения их готовности к нересту;

В случае обнаружения рыб готовых к немедленному отбору икры сначала получают икру, а потом сперму. В общем, время от обнаружения таких рыб до получения от них икры не должно превышать 30-40 мин. В случае, если икра в полости будет оставаться дольше указанного времени качество и личинок может значительно снизиться.

Для облегчения работы с самками при их просмотре, переносе к месту отбора икры и самом отборе необходимо иметь специальные приспособления и оборудование (столики, носилки, делевые рукава и т.п.).

## **Получение овулировавшей икры**

В настоящее время известно 4 способа получения овулировавшей икры у самок осетровых рыб: заводской, различные модификации метода «кесарева сечения», метод надрезания яйцеводов (Подушка, 1986) и сцеживание.

При заводском методе взятие икры осуществляется после забоя рыбы. При этом рыба умерщвляется путем удара по голове специальной деревянной колотушкой. Далее рыба подвешивается за хвост и обескровливается путем рассечения жаберных дуг, моется, протирается ветошью насухо и подвешивается за жаберную крышку на крюк. Брюшная полость вскрывается по медиальному срезу, а икра отбирается в таз;

При использовании метода Бурцева или "кесарева сечения" рыба укладывается на специальный столик брюшком вверх, брюшко насухо протирается ветошью. Далее в задней трети брюшка, отступив 1,5-2 см от средней линии скальпелем или хирургическими ножницами делается продольный разрез длиной 8-14 см (в зависимости от размера самки) из которого столовой ложкой отбирается икра. После отбора икры разрез зашивается хирургическим швом. В качестве шовного материала могут применяться кетгут, хирургический шелк, капроновая нить или рыболовная леска;

При использовании метода Подушки ("надрезания яйцеводов") (Подушка, 1986) самку помещают на специальный наклонный столик, конструкция которого может быть различна, в положении на боку, головой вверх. Через половое отверстие вводят скальпель и делают надрез длиной 1,5-2,5 см в каудальной части стенки одного или обоих яйцеводов, открывая тем самым брюшную полость в ее каудальной части. Через полученный разрез икру сцеживают, аккуратно массируя заднюю треть брюшка. Иногда для поддержания созданного разреза в

открытом состоянии приходится прибегать к помощи ручки скальпеля или другого плоского металлического предмета. После получения икры разрезы не требуется зашивать, а икру через них можно сцеживать в несколько приемов. Этим методом можно получать икру от больших партий самок, так в ЮФ ФСГЦР методом надрезания яйцеводов за один день одним оператором была получена икра от 200 самок стерляди.

При сцеживании получение икры происходит без оперативного вмешательства. При данном методе с определенными интервалами сцеживают икру из яйцеводов или чередуют сцеживание с массажем брюшка от хвоста к голове, в результате которого яйцеводы наполняются очередной порцией икры. Даже при наличии достаточных навыков этим методом сцедить практически всю икру невозможно. В некоторых случаях абдоминальные поры у самок могут быть настолько велики, что без надреза и дополнительных усилий через них может быть сцежена в 1-2 приема вся овулировавшая икра, как при использовании метода Подушки. К недостаткам данного метода относятся длительность, трудоемкость, ухудшение качества икры в последних порциях и неполное сцеживание. Эта технология не пригодна для получения икры от крупных промышленных партий самок. Иногда, для упрощения операции отбора икры или избежания массажа брюшка рыбы, которое может негативным образом сказаться на состоянии, как кожных покровов, так и внутренних органов, используют различные приспособления, действующие по принципу вакуумного насоса. Наиболее удобным является хирургический аппарат для отсоса крови (Мальцев, 2002). Однако при использовании подобного оборудования следует производить точную регулировку давления, чтобы избежать повреждения ооцитов.

Следует еще раз отметить, что качество полученной икры в первую очередь зависит от точности времени ее отбора.

## **Получение спермы**

Обычно используемый на заводах метод сцеживания спермы в чашки часто приводит к потере части спермы и попаданию в сперму воды или слизи, поэтому ниже приводится более рациональная процедура отбора спермы.

Для отбора спермы потребуется ветошь, стандартный набор мужских уретральных катетеров разных размеров из ПХВ или красной резины и пластиковые одноразовые шприцы Жане, количество которых должно соответствовать количеству самцов, обычно одновременно используемых при воспроизводстве.

Стандартный набор включает 10 катетеров пяти 33 различных размеров, что позволяет подбирать катетер, плотно входящий в половое отверстие, не повреждая его.

Катетер надевается на шприц Жане. Катетер и шприц должны быть сухими и чистыми. Самца фиксируют на боку, брюхом к самому краю столика, накрытого сухой ветошью, одновременно зажимая половое отверстие, чтобы избежать потерь спермы.

Половое отверстие и область вокруг него насухо вытирается ветошью.

После выполнения указанных процедур свободный конец катетера вводится в половое отверстие так, чтобы конец вошел в один из семяпроводов на 1-3 см, шприц опускается чуть ниже края стола, так чтобы наклонно расположенный катетер от полового отверстия к шприцу не имел петель и изгибов.

Очень медленно отводят поршень шприца, набирая сперму, наблюдая, чтобы катетер не присасывался к стенкам семяпровода, т.к. это может их повредить и привести к попаданию крови в сперму.

После отбора необходимого количества спермы катетер аккуратно вынимают из полового отверстия и снимают со шприца со спермой, который убирают в прохладное темное место.

Сперма в шприце Жане не требует переливания в другие емкости, попадание мусора и воды исключено, кроме того, из шприца можно всегда отмерить необходимое количество спермы без применения дополнительной мерной тары.

Особенно важно предостеречь от принятой на заводах практики хранения спермы от нескольких самцов в одной емкости. В случае попадания в емкость различной спермы оплодотворяющая способность такой смеси резко падает и может быть полностью утрачена за 20-30 мин.

Смешивание спермы может быть осуществлено только непосредственно перед оплодотворением.

Следует отметить, что оплодотворение одной самки несколькими самцами в «одном тазу» не обеспечивает должного уровня генетической разнокачественности получаемого потомства, формирование которой особенно важно в условиях ограниченного числа производителей и низкой эффективной численности искусственно формируемой популяции. Причина этого разнокачественность спермы, получаемой от разных самцов. Сперма различных самцов имеет разную активность и концентрацию, в значительной мере зависящие от физиологического состояния самцов, условий преднерестового выдерживания и получения спермы, кратности и времени отбора эякулята.

В случае оплодотворения икры от одной самки спермой разного качества велика вероятность преобладания в потомстве особей от одного самца, что неприемлемо при формировании гетерогенного стада или популяции. Работы, проведенные в Южном филиале ФСГЦР, показали, что для получения генетического разнокачественного потомства осетровых рыб, икру, полученную от одной самки, целесообразно разделять на 3-5 порций, оплодотворяя каждую порцию спермой одного самца, а после оплодотворения ее можно снова соединять, обесклеивая и инкубируя вместе. При проведении воспроизводственных работ на предприятиях, ориентированных на выпуск молоди в естественные водоемы нецелесообразно использовать одних и тех же самцов для оплодотворения разных самок, тем более что численность зрелых самцов, заготавливаемых в море пока еще достаточно велика. При резком сокращении численности «диких» самок, используемых заводами, увеличение количества самцов, используемых при скрещивании, позволяет повысить эффективную численность искусственно формируемых популяций. После получения спермы необходимо оценить ее качество. В настоящее время используется ряд критериев оценки качества спермы сельскохозяйственных животных, из которых, ввиду технологических особенностей, для осетровых рыб применяют только один – подвижность сперматозоидов по бальной системе (Персов, 1975), оценивающей долю неподвижных и совершающих колебательные движения сперматозоидов, и долю сперматозоидов, совершающих поступательные движения, после добавления в сперму воды. Такой критерий, как концентрация спермы, оценивается «на глаз» и практически не учитывается. Применение 35 показателей скорости движения сперматозоидов и продолжительности их активности вообще не принимаются во внимание. Важными особенностями икры осетровых рыб, с учетом которых основана оптимальная технология

оплодотворения, являются: 1. способность к полиспермному оплодотворению; 2. скорость активации икры после попадания в воду; 3. время потери икрой способности к оплодотворению после попадания в воду; 4. время приобретения икрой клейкости. Возможность полиспермного оплодотворения обусловлена наличием у икры осетровых рыб нескольких или многих микропиле. Именно эта особенность и определяет применение «полусухого» (или «русского») способа оплодотворения. Основным принципом данного способа заключается в том, что в икру добавляют уже раствор спермы в воде, концентрация которого обеспечивает наибольшую вероятность моноспермного оплодотворения. Для достижения необходимой концентрации оптимальное соотношение спермы и воды составляет 1:200. Этот же прием позволяет избежать продолжительного пребывания икры в воде без спермы (как при «мокром» способе), т.к. икра сразу попадает в раствор спермы в воде, где очень быстро оплодотворяется. В процессе оплодотворения очень важно, чтобы соотношение икры и оплодотворяющего раствора было оптимальным. Учитывая, что избыток оплодотворяющего раствора при оплодотворении «полусухим» способом не может иметь негативных последствий (важна только концентрация спермы в воде) необходимо обеспечить соотношение икры и раствора, при котором всю смесь было бы легко перемешивать, и обеспечивался контакт всех икринок с оплодотворяющим раствором. Минимальное отношение спермы и икры составляет 10 мл/кг или 2 л оплодотворяющего раствора на 1 кг икры. В норме данного соотношения и необходимо придерживаться. Вместе с тем, при наличии густой, трудноотделимой овариальной жидкости, крови или 36 частичной резорбции следует увеличить количество оплодотворяющей жидкости в 1,5-2,0 раза.

Вопрос о продолжительности технологической процедуры оплодотворения, т.е. времени пребывания икры в оплодотворяющем растворе, должен быть рассмотрен отдельно.

Технологически продолжительность пребывания икры в оплодотворяющем растворе по действующим рекомендациям определяется по следующим параметрам:

1. продолжительность оплодотворяющей способности спермы;
2. время, на протяжении которого икра способна к оплодотворению;
3. время до приобретения икрой клейкости. Действующие рекомендации определяют время оплодотворения для разных видов осетровых рыб от 3 до 5 минут, обеспечивая максимальную реализацию оплодотворяющего потенциала спермы, вместе с тем практически вся полноценная икра способная к оплодотворению оплодотворяется в течение первых 20-60 секунд. При этом, у части рыб, особенно стерляди, икра приобретает клейкость еще до завершения процедуры оплодотворения, что затрудняет работу. Во многих странах с развитым осетроводством икру осетровых рыб не оплодотворяют дольше 1 минуты. Учитывая трудоемкость процесса оплодотворения и необходимость очень быстро проделывать все манипуляции после 3-5 мин оплодотворения из-за появления клейкости, можно считать теоретически оправданным и целесообразным проведение ряда сравнительных экспериментов для уменьшения времени оплодотворения до 1 мин.

### **Обесклеивание икры**

Способы обесклеивания икры осетровых, предлагаемые в существующих инструкциях, основаны на перемешивании только что оплодотворенных икринок в суспензиях различных веществ, частицы

которых приклеиваются к клейким оболочкам и лишают икринку клейкости.

В качестве обесклеивающего вещества обычно применяют молоко, минеральный ил или тальк. Молоко плохо обесклеивает крупную икру осетровых рыб, тальк делает оболочки икры практически непрозрачными, что затрудняет контроль над развитием икры, а ил – негигиеничен и снижает содержание кислорода в обесклеивающем растворе.

Значительно более эффективным веществом является «голубая» или вулканическая глина, лишенная всех указанных недостатков (Подушка, 1999). «Голубая» глина была испытана на многих рыбоводных хозяйствах и хорошо себя зарекомендовала. В экспериментальных исследованиях для обесклеивания икры различных видов рыб применялся фермент гиалуронидаза, который разрушает гиалуроновую кислоту, определяющую клейкость оплодотворенных икринок. Вместе с тем гиалуронидаза значительно дороже всех вышеуказанных веществ, труднодоступна и разработка технологии ее применения не завершена.

Другим возможным путем лишения икринок клейкости является химическая коагуляция гиалуроновой кислоты применением танина, который кроме доступности и относительной дешевизны очень эффективен при невысоких концентрациях и малой экспозиции.

При этом применение данного препарата требует осторожности и точности дозировки и времени обработки, т.к. может вызвать гибель икры.

### **Техника обесклеивания**

Минеральный ил заготавливается осенью, очищается от мусора и примесей, прокаливается для дезинфекции, хранится 1л суспензии на 5л воды 35-45 мин.

В аппаратах АОИ или АОК, вручную в эмалированных, алюминиевых 38 в виде густой суспензии, перед применением разводится до консистенции сметаны. или пластиковых тазах.

Тальк добавляется в воду непосредственно перед обесклеиванием 100г на 5л воды 45-60 мин

«Голубая глина» (ТУ 5142-001- 46893474-97) хранится в сухом виде, за сутки перед применением разводится кипятком до консистенции жидкой сметаны. 300г сухой глины на 5л воды 35-45 мин.

Танин растворяется в воде непосредственно перед применением. 2,5г на 5л воды 40сек только в ручную.

### **Инкубация икры**

Обесклеенную икру размещают в инкубационные аппараты различной конструкции: "Осетр", системы Ющенко, Вейса или Макдональдса.

В аппарате «Осетр» инкубируемая икра закладывается в изолированные ящики, из которых свободные эмбрионы по общему желобу попадают в личинкоприёмник и по мере его наполнения переносятся в бассейны.

В аппарате Ющенко предличинки остаются в емкости, в которой проходила инкубация, и их отбор производят из каждой секции отдельно. Использование этих аппаратов удобно при проведении одновременной инкубации икры разных видов осетровых или их гибридов, а также при проведении экспериментальных наблюдений и селекционной работы. Рекомендуется использовать данный тип аппарата для доинкубации икры после стадии 18-19.

Вместе с тем, например, в Польше аппараты Вейса со специальными вкладками – рассекателями струи воды используются для всего периода инкубации икры. В ходе инкубации для оценки рыбоводного качества икры, определяется процент оплодотворения и доля типично

развивающихся эмбрионов. Определение процента оплодотворения  
Процент оплодотворения определяется на стадии второго-третьего деления.

Для определения процента оплодотворения икру в аппарате перемешивают, берут пробу 200-300 икринок и подсчитывают долю нормально развивающихся эмбрионов в общем количестве икринок в пробе. Время отбора проб определяется по графикам.

### **Наблюдения за дальнейшим развитием икры**

Дальнейшее наблюдение за эмбриональным развитием включает определение процента нормально развивающихся эмбрионов. Для определения времени отбора проб используют графики. Пробы можно просматривать с помощью лупы или бинокля. По количеству живых подвижных эмбрионов можно получить представление об ожидаемом выходе личинок.

Типичными нарушениями нормального развития эмбрионов на стадиях конца гастролы – начала нейрулы является отсечение фрагмента желтка и неполное закрытие бластопора.

Большая часть уродств, наблюдаемых у зародышей осетровых, возникает в процессе гастрюляции. Нарушение гастрюляции происходит в результате неправильного режим выдерживания производителей или неблагоприятных условий инкубации.

Если вследствие плохой отмывки икры наблюдается ее комкование в инкубационных аппаратах, то у эмбрионов, находящихся в центре комка развитие замедляется, и желточные пробки имеют больший размер. Подобное явление наблюдается и при перегрузке аппаратов, недостаточном водообмене или нарушении газового режима. В икре хорошего рыбного качества при соблюдении биотехники

инкубации гастрюляция проходит синхронно, в конце ее могут встречаться лишь отдельные эмбрионы с большими желточными пробками неправильной формы.

Если при развитии качественной икры наблюдаются значительные различия в размерах желточной пробки у зародышей, это может свидетельствовать о неблагоприятных условиях инкубации и должно привлечь внимание рыбоведа.

Большая часть аномалий в развитии, приводящих к гибели эмбрионов, предличинок и личинок является следствием нарушений гастрюляции, однако проявляются они на следующих стадиях эмбриогенеза.

Типичные аномалии развития зародышей на стадиях 27-28:

- а) отсутствует передний мозговой пузырь;
- б) отсутствует головной и переднотуловищный отделы;
- в) два зачатка сердца;
- г) отсутствует зачаток сердца.

Таким образом, во время инкубации икры, особенно на стадиях дробления и гастрюляции следует избегать механических воздействий, в том числе тряски при перевозке икры, а так же соблюдать оптимальный температурный, газовый и гидрохимический режим.

Интенсивность потребления кислорода в процессе эмбрионального развития увеличивается. Содержание растворенного в воде кислорода не должно снижаться менее 7,5 мг/л. Концентрация ниже 6 мг/л (80% насыщения) приводит к различным отклонениям в развитии (гипертрофия сердца, водянка перикарда и др.), концентрация кислорода 3 -3,5 мг/л приводит к полной гибели эмбрионов.

Таким образом, выращивание молоди осетровых должно проводиться в условиях, обеспечивающих на выходе из бассейнов содержание

кислорода, превышающее 45-54% насыщения в зависимости от температуры воды. При этом осетровые способны выдерживать понижение насыщения кислорода в воде до 16-20%. Однако, при этом они не будут питаться и расти. Значительно труднее дать оценку влияния других факторов внешней среды.

Имеющийся опыт выращивания различных видов осетровых в проточных и замкнутых системах свидетельствует, что наиболее благоприятная реакция среды слабощелочная – рН 7-8, концентрация аммонийного азота – менее 1 мг/л. Вместе с тем при указанной рН осетровые хорошо переносят более высокую концентрацию этого вещества – до 2 мг/л и даже способны выдерживать до 2-х недель увеличение концентрации аммонийного азота до 20-22 мг/л (при температуре воды – 20°C).

Однако наиболее токсичным является неионизированный аммиак. Интенсивность его образования из иона аммония зависит от температуры и величины рН.

Предельная концентрация аммиака должна составлять не более 0,05 мг/л. Превышение концентрации свободного аммиака в результате повышения рН в течение всего процесса выращивания рыбы приводит к тяжелым аутоксикозам, которые проявляются в некрозе жабр, поражении кожных покровов и плавников. Аутоксикозы могут являться причиной массовой гибели рыб и вторичных бактериальных инфекций.

Для создания благоприятного кислородного режима (6,6 – 9,0 мг/л) необходимо обеспечить расход воды не ниже 8-10 л/мин.

Одним из показателей нормального эмбрионального развития, характеризующих качество полученного потомства, является синхронность развития зародышей. В ходе нормального развития икры

стадийный разброс развития не должен превышать более двух стадий в пробе.

Изменение темпов и синхронности эндогенного развития рыб может возникать вследствие повреждающего воздействия абиотических факторов. С повышением температуры наблюдается десинхронизация развития, которая характеризуется большими стадийными различиями, приводящими к формированию различных уродств, значительному увеличению продолжительности выклева, проходящего без ярко выраженного пика (Вернидуб, 1951; Детлаф и др., 1981).

Подобные явления довольно часто наблюдаются при инкубации икры на рыбоводных заводах, где создание оптимальных условий обычно сопряжено со многими техническими трудностями. Управление температурным режимом инкубации икры позволяет избежать негативного воздействия изменений температуры за пределами оптимального интервала и создать наиболее благоприятные условия для развития эмбрионов, предотвращая этим также поражение их сапролегнией.

Оптимальная температура для развития икры осетра 15-22 °С. Значительное отклонение от оптимальных температур как: в сторону повышения, так и понижения приводит к различным уродствам и гибели эмбрионов. Контроль над температурным режимом осуществляют каждые 2 часа. Суточные колебания температуры воды не должны превышать 2 °С.

Температурные показатели, ход и результаты инкубации регистрируются в журналах.

## **4.2 Выдерживание предличинок**

Начало выклева характеризуется появлением в инкубационном аппарате единичных плавающих предличинок.

Постепенно их число увеличивается и время, когда в аппарате появляется несколько сот предличинок можно считать началом массового выклева.

Отбор предличинок из инкубационного аппарата Ющенко производится во время массового выклева при помощи марлевого сачка.

Выклюнувшихся предличинок переносят в бетонные круглые бассейны ВНИРО (диаметром 2,5 м) или пластиковые (ИЦА-2 или др.).

### **Условия содержания предличинок в бассейнах и лотках**

Подсчёт предличинок ведётся визуально по эталону 500 шт. или весовым способом.

На следующий день после посадки предличинок в бассейнах производится отбор оболочек, мёртвой икры и уродливых особей. Отбор погибшей икры и оболочек производят при помощи резинового сифона.

В последующие дни количество погибших личинок подсчитывается ежедневно и заносится в рыбоводный журнал. Показатели

Норматив							
Площадь рыбоводных бассейнов, лотков, м <sup>2</sup>	4-6						
Плотность посадки, тыс. шт./м <sup>2</sup>	2						
белуга	осётр	севрюга	стерлядь	4-5	5-6	6-7	6-8
Глубина воды в бассейне, см	20						
Содержание кислорода мг/л	7-9						
Освещённость, люкс	40-80						
Расход воды, л/мин.	8-14.						

Следует отметить важность оценки размеров желточного мешка при осуществлении рыбоводно-экологического мониторинга молоди,

выращенной на осетровых заводах. Показателем деформации желточного мешка предличинок осетровых, является отношение его высоты к длине, составляющее в норме 0,55-0,69. Для деформированного (грушевидного или удлинненно-овального) желточного мешка данное отношение уменьшается до 0,29-0,44. (Е.С. Беляева, 1983).

Действительно, в случае небольших размеров мешка (и значительной индивидуальной изменчивости его морфометрических показателей) эндогенные ресурсы не обеспечивают дальнейший рост и нормальное развитие на одном из наиболее важных этапов – переходе к экзогенному питанию.

Вместе с тем, и излишне большой объем желтка на стадиях дифференцировки отделов пищеварительной системы негативно влияет на их формирование, приводя к задержке секреторной функции эпителия (Гербильский, 1957; Богданова, 1972). Скорость утилизации желточной массы также связана с развитием молоди. Ускорение рассасывания желточного мешка (по сравнению с предшествующим этапом – пассивным залеганием на дне бассейнов) обусловлено началом активного плавания предличинок и ускорением процессов морфогенеза.

При выдерживании предличинок в бассейнах, необходимо так же, как и в период инкубации икры, осуществлять постоянный контроль за температурным и кислородным режимом.

В процессе развития предличинок происходит поэтапное формирование органов и систем, обеспечивающих нормальный рост и развитие организма. Особенность этого периода заключается в смене личиночных органов (непарная плавниковая складка, наружные жабры, запас желтка и др.) на органы и системы характерные для взрослого организма. Эти процессы требуют обеспечения необходимых условий,

поскольку любое 50 отклонение от оптимума приводит к нарушениям в развитии и гибели молоди. Для того чтобы отличать изменения признаков, лежащие в пределах нормы от патологических изменений, необходимо знать особенности нормального строения предличинок на различных стадиях развития.

При подращивании предличинок следует обратить особое внимание на стадии постэмбрионального развития, сопряженные с увеличением количества гибнущих особей: - переход на жаберное дыхание: - образование отделов желудка; - окончание гистогенеза печени и формирование желчного пузыря; - переход на активное (внешнее) питание (ПАП). Нарушения в развитии перечисленных систем и функций вызывают гибель личинок. Время наступления той или иной стадии зависит от температуры воды. Хронология развития предличинок осетровых описана Т.А. Детлаф, А.С. Гинзбург, О.И. Шмальгаузен (1981г.).

Следует отметить некоторые особенности поведения предличинок в первые дни жизни. После выклева предличинки рассеиваются в толще воды и совершают так называемые «свечки»: периодически поднимаются к поверхности воды и опускаются на дно бассейна.

При естественном нересте такое поведение предличинок осетровых позволяет им, во-первых, избежать заиливания, и, во-вторых, скатываясь по течению быстрее достигать зон богатых кормовыми организмами.

При переходе на жаберное дыхание и стадии формирования пищеварительной системы, так называемый период «роения», предличинки опускаются на дно бассейна и образуют различного рода скопления («пятна»).

В случае, если скопления личинок находятся в зонах с низким водоснабжением, возможна их гибель из-за недостатка кислорода (интенсивность потребления кислорода к этому периоду возрастает в 51 несколько раз по сравнению с эмбриональным). На этом этапе также возможна массовая гибель предличинок, которая может быть вызвана как рыбоводным качеством икры. Так и неблагоприятными условиями выращивания.

По достижению этих стадий, предличинки, имеющие морфологические дефекты и отклонения в развитии органов дыхания, пищеварения, ферментной системы уже не способны к дальнейшему развитию и погибают. В связи с этим необходимо каждые трое суток отбирать пробы в количестве 30-50 штук живых и погибших предличинок для наблюдения за развитием и оценкой качества предличинок.

### **4.3 Переход личинок на активное питание**

С началом перехода на активное питание (ПАП) у предличинок рассасывается временная клеточная перегородка, закрывающая проход из ротовой полости в пищевод и одновременно из анального отверстия выбрасывается меланиновая («желточная») пробка. К моменту перехода на активное питание предличинки, находившиеся до этого в состоянии относительного покоя («роения»), рассеиваются по дну бассейна в поисках корма.

Появление на дне бассейна единичных меланиновых пробок служит сигналом к началу первого кормления, которое осуществляют при выбросе меланиновой пробки у 2-3% личинок.

Период выброса меланиновых пробок может длиться 3-4 суток, а несвоевременное внесение корма приводит к взаимному

травмированию и гибели личинок, что особенно характерно для личинок хищных видов осетровых (белуга, калуга).

Сроки перехода на активное питание зависят от температуры воды и ее химического состава. До возраста 10 суток оптимальные температуры выдерживания предличинок соответствуют оптимуму нереста: белуга-10-14, осётр - 15-20 °С, севрюга - 18-22 °С, стерлядь - 13-17 °С.

В период перехода на активное питание следует избегать резких колебаний температуры воды. Так, понижение температуры, несмотря на выброс меланиновых пробок, может вызвать у личинок отказ от корма, что объясняется замедлением процесса резорбции жира в пищеварительной системе (хорошо заметно при осмотре брюшной стороны личинок). В период перехода на активное питание увеличивается количество погибших особей, основную часть среди которых составляют личинки с различными морфологическими дефектами.

Наиболее часто встречаемыми в аномалиями в период предличиночного развития являются: аномалии грудных плавников, обонятельных органов, пищеварительной системы, недоразвитие жаберных крышек, дефекты формы головы. Следует отметить, что проведение тератологического анализа является эффективным и важным элементом эколого-морфологического мониторинга молоди, выращиваемой на ОРЗ.

### Кормление молоди осетровых

В качестве живого корма традиционно используют науплий артемии, дафнию, моюну, или мелкорубленых олигохет. Суточная норма потребления живых кормов рассчитывается в соответствии с

планируемым приростом и кормовым коэффициентом потребляемых организмов (науплии артемии 2-4, дафнии – 6, олигохеты – 2).

Для кормления подрощенной молодежи можно использовать трубочник, при этом крупные личинки могут потреблять целых червей.

Суточные дозы кормления варьируют от 20 до 30% от массы тела личинок. Кратность кормления по суточному рациону живыми кормами зависит от видовой специфики интенсивности переваривания кормовых объектов.

Так, скорость переваривания олигохет и артемии у осетра в 1,5 раза ниже, чем у севрюги при одной и той же температуре. В среднем у осетра этот процесс происходит за 5-6 часов, поэтому суточную дозу для осетра можно давать в 4 приема, для севрюги от 6 до 8.

Суточная норма олигохет составляет: для осетра 40-50% и для севрюги 25-30% от массы личинок. Рубленые олигохеты лучше всего разводить водой в определенном объеме, рассчитанном соответственно по количеству молодежи в бассейне. Обычно при полноценном питании (качество и количество) личинки осетра за 5-6 суток достигают массы 80-90 мг, а севрюга за тот же период – 50-60 мг.

В процессе подращивания необходимо контролировать плотности посадки и размерную структуру осетровых рыб в каждом бассейне. При достижении массы 0,2-0,3 г, каждые 10 дней следует проводить сортировку молодежи, выделяя три размерные группы: крупную среднюю и мелкую. По достижению молодью возраста 2 месяца такую сортировку проводят по необходимости.

#### Кормление искусственными кормами

Длительное использование только живых кормов может существенно осложнить последующий переход молодежи на искусственные корма (облегчить такой переход может одновременное использование

нескольких видов живых кормов). Поэтому рекомендуется применять пылеобразные фракции искусственных кормов сразу при переходе на активное питание с постепенным повышением их доли в общем рационе. Первую неделю подращивания личинок доля искусственных кормов в общем рационе должна составлять 70-80%, в последующем (до массы 1,5-2,5 г и возраста 40-45 суток) – не менее 90- 95%.

Суточные нормы кормления комбинированными кормами рассчитываются на период 5-10 дней (в зависимости от возраста рыбы) с учетом температуры воды, средней массы молоди и ее количества.

Определение средней массы производят один раз в пять суток, начиная с момента перехода на активное питание. Численность рыбы определяется с учетом погибшей. Кроме этого, в зависимости от массы молоди подбирают фракцию (размер крупки) стартовых кормов. Для кормления молоди осетровых рыб можно использовать корма отечественного и импортного производства с содержанием белка не менее 48-55% и жира 8-12%.

Наиболее эффективны сбалансированные полноценные корма отечественные корма производства НТЦ «Аквакорм» - ОСТ-4, ОСТ-6, а также фирм производителей «Крафт» (Германия), «Биомар» (Дания). Примечание: Как правило, производители комбикормов сопровождают свою продукцию рекомендациями по кормлению и значениями коэффициента оплаты корма. При переходе к более крупной фракции рекомендуется смешивать ее с крупкой предшествующего размера.

В процессе подращивания необходимо контролировать плотности посадки и размерную структуру осетровых рыб в каждом бассейне. При достижении массы 0,2-0,3 г, каждые 10 дней следует проводить сортировку молоди, выделяя три размерные группы: крупную, среднюю и мелкую.

Необходимость сортировки объясняется пищевой конкуренцией при интенсивном росте молоди и невозможностью точного определения количества задаваемого корма в случае, если масса молоди в одном бассейне различаются более чем на 50%.

В период кормления искусственными кормами молоди осетровых очень важно обеспечить чистоту бассейнов и не допускать накопления остатков корма. Следует отметить важность своевременной замены фильтрующих решеток («фонарей», «стаканов») на стоке воды из бассейнов. По мере роста личинок, ячейка сливного экрана на «фонарях», «стаканах» должна увеличиваться от 1мм при выдерживании предличинок, до 2мм при переходе на активное питание и далее постепенно до 7мм при выращивании молоди до 10г.

#### **4.4 Подращивание молоди**

В первые 2 месяца выращивания молоди в бассейны личиночного участка поступает чистая вода, и они находятся на прямотоке. Уровень воды в этот период поддерживается на отметке 20 см. В третий месяц бассейны постепенно переводят на водообеспечение из малькового УЗВ и поднимают уровень воды до 30 см.

Плановый отход молоди в личиночном участке составляет 16%. Далее молодь массой 15 г в количестве 2967 шт. переводят в мальковый участок в бассейны с диаметром 2,1 м. Молодь рассаживаем в четыре бассейна, по 742 шт. в каждый, сортируя по размеру.

Перед тем как перевести молодь из личиночного участка в бассейны малькового участка, ее следует помыть от донных и пристеночных отложений остатков корма и фекалий, далее продезинфицировать 3%-м раствором перекиси водорода.

Выращивание молоди в мальковом участке производится 90 дней до средней массы 245 г и плотности 48 кг на 1 м<sup>2</sup> площади дна бассейна. Плановый отход осетра в этот период составляет 8%.



Подращивание личинок												
Выращивание малька												
Подращивание до товарной рыбы												
Реализация рыбы												

## Глава 6. Рыбоводный расчет

Таблица 2.

### Рыбоводный расчет осетрового хозяйства

Статья расходов	Сумма	Количество	Итого: руб в год
Зарплата директора/руководителя	100000	1	1200000
Зарплата рыбовода На небольшой УЗВ-ферме руководитель может брать на себя роль рыбовода	50000	2	1200000
Зарплата разнорабочего (2 дня в неделю)	25000	1	300000
Налоги на зп	Налоги на зп ФОТ и подоходные (30% + 13%)		
Бухгалтерия	7500	Сбер решения	90000
Меркурий, ПО учета рыбы	1000	1	12000
Сайт, реклама и мониторинг	15000	1	180000

конкуентов			
Интернет трафик, связь	3000	1	36000
Отопление помещения	газ		45172
Подогрев воды	газ		37315
Электричество (оборудование освещение) +	5.0 руб/кВтч	68538.24 кВт*ч	342691
Рыбопосадочный материал(малек)	3900 руб/кг	130 кг	507000
Корм для осетра	220 руб/кг	13000 кг	2860000
Итого расходов в год:			7971178

Оборудование	Модель	Кол-во	Цена	Сумма
Помещение	Утепленный ангар из сэндвич-панелей 200мм	340 м2	32000	10880000
Отопление	Котёл(магистральный газ) + обвязка и монтаж	1 шт	380000	380000
Насосы основные	EPD100-125B	3 шт	105000	315000
Насос резервный	EPD100-125B	1 шт	105000	105000
Компрессоры основные	Вихревая воздуходувка URBAN VORTEX UV/265-220	1 шт	48000	48000
Компрессор резервный	Вихревая воздуходувка URBAN VORTEX UV/265-220	1 шт	48000	48000
Аэраторы	Аэратор круглый 300мм	39 шт	2100	81900
Биозагрузка	Biremax s1500	6.4м3	46500	297600
Механический фильтр	Барабанный фильтр для УЗВ 200м3	2 шт	450000	900000
Оксигенатор	Безнапорный оксигенатор ОХУJET 200м3 (нерж.сталь)	2 шт	225000	450000
Кислородный концентратор	Концентратор кислорода Армед 7F-10L	4 шт	110000	440000
Озонатор	Озонатор 60г/час	2 шт	125000	250000

Аварийный кислород	Система аварийной подачи кислорода	1 шт	311480	311480
Полипропилен Листовой	полипропилен 5мм	2999кг	335	1004665
Трубы/фитинги	Трубы/фитинги набор	1 шт	753500	753500
Автоматика	Расширенный комплект автоматики +2 датчик(ов) кислорода	1 шт	285000	285000
Система кормления	Автоматические кормушки Акварост	1 к-т 8	73000	73000
Генератор с автозапуском	Генератор с комплектом АВР 1	1 шт	65000	65000
Передержка (карантин)	Бассейн на проточке с аэрацией	4 шт	32500	125000
Расходные материалы	Расходные материалы	1 шт	311400	311400
Проект УЗВ	Проект УЗВ	1 шт	99000	99000
Инвентарь	(сачки, ведра, весы и пр.)	1 шт	239000	239000
Закупка рыбопосадочного материала		1300 руб/кг	2600 кг	3380000
Сборка, монтаж, пусконаладка, закупка, комплектование и пр.				2030000

Сумма инвестиций на старте: 22957545 руб.

### **Первый год**

Первый год учитываем не 100%-ную мощность системы с учетом обучения персонала и обкатки рынка сбыта.

Вложения в год: 7971178 Выручка от продажи 10.4 тонн (80% мощности первый год) осетра в год: 13520000 руб

Прибыль в первый год составит 5548822

## Второй год

Второй год учитываем 100% мощность системы. Рынок сбыта выведен на прогнозируемый.

Вложения в год: 7971178

Выручка от продажи 13 тонн (100% мощности) осетра в год: 16900000 руб

Прибыль за второй год составит 8928822

Третий и последующие годы

Система УЗВ имеет достаточно большой запас по мощности. Для безопасного использования этого резерва надо иметь опыт работы с высокими плотностями посадки.

К третьему году мы уже можем научиться работать с высокой плотностью и изучить все нюансы этой работы.

Третий и последующие годы учитываем 110% мощности системы.

Вложения в год: 7971178 Выручка от продажи 14.3 тонн (110%+ мощности) осетра в год: 18590000 руб .

Прибыль в год составит 10618822

Возврат инвестиций и окупаемость

Инвестиции вернутся через 1 год и 12 месяцев.

Год	Выручка	Расходы	Результат
0	0	22957545	-22957545
1	13520000	7971178	-17408723
2	16900000	7971178	-8479901
3	18590000	7971178	2138921
4	18590000	7971178	12757743
5	18590000	7971178	23376565

## **Выводы**

В данной выпускной квалификационной работе были описаны технологические процессы и оборудование для воспроизводства и выращивания Сибирского осетра в товарных целях, а также принципы работы УЗВ на примере частного осетрового хозяйства, где в итоге показана его рентабельность и работоспособность.

В связи с чем, были сделаны следующие выводы :

- 1) Сибирский осётр – наиболее популярный вид осетровых, для выращивания в установках замкнутого водоснабжения. Его отличает хорошая выживаемость на всех этапах биологического цикла, что способствует минимизации рисков при искусственном разведении, доступность посадочного материала, а также высокие темпы роста. Икру дает на 4-5 году жизни, один раз в год.
- 2) Осетровые требовательны к качеству воды, на примере расположения нашего хозяйства, можно сделать вывод, о более тщательном выборе места постройки в связи с требованиями по водоподготовке для выращивания рыбы. В противном случае, необходимо будет устанавливать дополнительные механизмы очистки и водоподготовки воды.
- 3) Также необходимость постоянного мониторинга гидрохимических показателей, общего состояния рыбы, рационального кормления на всех этапах воспроизводства и выращивания, контроль и своевременная замена неисправных узлов УЗВ, значительно снижает негативное влияние различных факторов на рыбу.
- 4) Для оптимального функционирования хозяйства, должен быть выстроен календарный план работ. Также перед запуском УЗВ необходимо провести точный рыбоводный расчет, благодаря которому будут видны сроки выхода хозяйства на проектную мощность, его ежегодная прибыль и расходы.

## Список используемой литературы

1. Аквакультура России.[Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://aquacultura.org/> (дата обращения: 17.06.2025)
2. Аринжанов А.Е., Мирошникова Е.П., Килякова Ю.В. РЫБОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ГИДРОТЕХНИКА 2014...: ИНФРА-М, 2012. – 384 с.
3. Баринов В.А. Организационное проектирование: учебник. – М.: ИНФРА-М, 2012. – 384 с.
4. Горфинкель В.Я., Бобков Л.В., Захаров П.Н. Бизнес-планирование. Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2015.
5. Бизнес-планирование: Учебник для вузов/ Под ред. В.М. Попова, С.И. Ляпунова, С.Г. Млодика. – М.: Финансы и статистика, 2012. – 816 с.
6. Бизнес-планирование. Учебник / П.И. Орлова. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2015. – 288 с.
7. Ворошилина З.П., Саковская В.Г., Хрусталева Е.И. Товарное рыбоводство: практикум. – М.: Колос, 2009. – 266 с.
8. Моружи И.В., Моисеев Н.Н. Рыбоводство, - Колосс , 2010.-300 с.
9. Мамонтова Р.П. Рыбохозяйственная гидротехника – М.: Моркнига, 2012. – 377 с.
10. Матросова И.В. Рыбохозяйственная гидротехника / Методические указания по выполнению лабораторных работ и организации самостоятельной работы студентов всех форм обучения направления подготовки 111400.62 «Водные биоресурсы и аквакультура», – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2015, 133 с.
11. Подушка С.Б. Выращивание осетровых в рыбноводном цехе Алексинского комбината / С.Б. Подушка, В.М. Шебанин, А.Н. Пилаури, В.Ф. Харитонов // Состояние и перспективы науч.-практич. разработок в области марикультуры России. Ростов-н/Д. - М.: ВНИРО, 1996. - С. 261-262.

12. Товарное осетроводство : учебник для вузов / Хрусталеv Е. И. и др. 2 е изд., стер. Санкт-Петербург : Лань, 2022. 300 с.
13. Технологии и нормативы по товарному осетроводству в IV рыболовной зоне. Москва ВНИРО 2006г.
14. Абросимова Н.А., Лобзакова Т.В. Особенности кормления годовиков осетровых для формирования маточного стада / Сб «III Международная научно- практическая конференция « Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития», С. 230 - 231. Астрахань, 2004г.
15. Головин П.П. «Основные болезни осетровых рыб в товарных промышленных хозяйствах и меры борьбы с ними» ст. 122-124., сб.
16. Романов А.А. «Заводское разведения осетровых в дельте Волги (1971-1976 гг)» Сб. Биологические основы развития осетрового хозяйства в водах СССР. М., 1979г.
17. Лукьяненко В.И., Кулик П.В. Продолжительность выдерживания производителей в заводских условиях. /«Физиолого- биохимическая и рыболовная характеристика разновозрастных производителей волго-каспийских осетровых рыб», ст. 144 – 151.
18. Подушка С.Б. «Икорно товарное осетроводство России», Сб.Осетровые рыбы и их будущее. Бердянск 2011г.
19. Иванов А.П. «Рыболовство в естественных водах». ВО «Агропромиздат» 1988г.
20. Детлаф Т.А., Гинзбург А.С. «Зародышевое развитие осетровых рыб». Академия наук СССР. Москва 1954г.
21. Бондаренко Л.Г., Склярв В.Я., Черных Е.Н. Новые корма для эффективного выращивания осетровых рыб, « Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития», С. 231- 235 Астрахань, 2004г.