



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 «Перспективы воспроизводства чавычи *Oncorhynchus tshawytscha*,
Walbaum, 1792, в условиях Малкинского рыбоводного завода»

Направление подготовки 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура,
профиль «Управление водными биоресурсами и аквакультура»

Исполнитель _____ Тырнова Софья Михайловна
(подпись) (фамилия, имя, отчество)

Руководитель _____ Королькова С.В., к.т.н., доцент
(подпись) (фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

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

«____» _____ 2025 г.

Санкт-Петербург

Содержание

<u>Введение</u>	4
<u>1. Биологическая характеристика Чавычи (<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>)</u>	6
1.1. Положение в системе и описание.....	6
1.2. Жизненный цикл и размножение.....	10
1.3. Эмбриональное и постэмбриональное развитие.....	12
1.4. Критические стадии развития чавычи.....	22
<u>2. Гидробиологическая и гидрохимическая характеристика водного объекта, на котором расположен рыбоводный завод</u>	24
2.1. Климат и термический режим водного объекта	24
2.2. Рельеф местности.....	25
2.3. Водные растения.....	25
2.4. Фитопланктон, зоопланктон, бентос.....	26
2.5. Ихтиофауна.....	27
2.6. Хозяйственное освоение акватории водного объекта и прибрежных территорий.....	27
<u>3. Искусственное воспроизводство чавычи на Малкинском ЛРЗ</u>	29
3.1 Характеристика Малкинского ЛРЗ.....	29
3.2. Заготовка и выдерживание производителей.....	31
3.3. Получение половых продуктов и их осеменение.....	32
3.4. Инкубация икры.....	33
3.5. Выдерживание предличинок и их подращивание.....	36
3.6. Выращивание молоди чавычи.....	37

3.7. Транспортировка икры, личинок, молоди и взрослых рыб.....	38
3.8. Календарный план рыбоводного завода.....	41
3.9. Рыбоводный расчёт.....	42
3.10. Расчёт оборудования предприятия.....	48
<u>4. Проблемы и перспективы воспроизводства чавычи на Малкинском ЛРЗ.....</u>	<u>50</u>
4.1. Проблема окупаемости Малкинского ЛРЗ при производстве чавычи.....	50
4.2. Динамика численности выпуска и возвратов заводской чавычи.....	55
4.3. Проблема адаптации заводской молоди к диким условиям.....	59
<u>Заключение.....</u>	<u>62</u>
<u>Выводы.....</u>	<u>63</u>
<u>Список литературы.....</u>	<u>65</u>

Введение

Полуостров Камчатка является уникальным местом размножения шести видов тихоокеанских лососей, во многом живёт за счёт промышленной эксплуатации этих ценных промысловых рыб. В последние годы в результате воздействия антропогенных факторов запасы лососей оказались сильно истощены. Необходим комплекс мер для восстановления и поддержания на должном уровне их воспроизводства. Такими мерами являются: регулирование промышленного изъятия рыб в морях и реках, борьба с браконьерством, пропуск оптимального количества производителей на нерестилища, мелиоративные мероприятия и искусственное воспроизводство. Причём искусственное воспроизводство не должно заменять естественное, а призвано быть дополняющим элементом в поддержании угасающих популяций этих рыб.

В настоящее время из пяти камчатских рыболовных заводов Северо-Восточного филиала ФГБУ «Главрыбвод» по выращиванию тихоокеанских лососей искусственным воспроизводством чавычи занимается только Малкинский ЛРЗ (МЛРЗ).

Чавыча *Oncorhynchus tshawytscha* является одним из ценных представителей рода тихоокеанских лососей. Она отличается не только самыми крупными размерами и наиболее продолжительным периодом морского нагула — до 5 лет, но и разнообразием пресноводного периода жизни. Кроме этого, нерестовый ход производителей чавычи начинается первым из всех видов тихоокеанских лососей.

Актуальность: тема дипломной работы обусловлена тем, что популяция чавычи на Западной Камчатке находится в состоянии депрессии. Особенно в бассейне реки Большая, куда ориентирован выпуск молоди с Малкинского ЛРЗ. Современные уловы несопоставимо малы с данными десяти-двадцатилетней давности. Снижение численности создаёт угрозу исчезновения уникальных локальных стад, что означает потерю ценных генетических линий и снижение общей устойчивости вида. Истощение запасов

официально подтверждается занесением чавычи в Красную книгу Камчатского края как вида, находящегося под угрозой исчезновения. Таким образом, необходима качественная работа по воспроизводству чавычи на Малкинском ЛРЗ для восполнения численности популяции. Исходя из этого критически важно оценить, насколько эффективно завод работает в настоящее время, а точнее определить возврат производителей, проанализировать эффективность применяемых на заводе технологических процессов и дать оценку приспособленности выпускаемой молоди к условиям дикой среды.

Цель работы: изучение процесса искусственного воспроизводства чавычи на Малкинском ЛРЗ, выявление проблем и составление соответствующих рекомендаций по улучшению работы завода.

Задачи работы:

1. Изучение биологической характеристики чавычи.
2. Рассмотрение гидробиологической и гидрохимической характеристик реки Ключёвки, на которой расположен Малкинский ЛРЗ.
3. Ознакомление с характеристикой рыбоводного завода.
4. Описание технологических процессов и применяемого оборудования.
5. Изучение календарного плана завода.
6. Проведение рыбоводного расчёта.
7. Проведение расчёта оборудования предприятия.
8. Выявление проблем и перспектив воспроизводства чавычи на Малкинском ЛРЗ.

Объект исследования: Малкинский ЛРЗ.

Предмет исследования: процесс воспроизводства чавычи.

Работа состоит из 67 страниц, 4 глав, введения, заключения, выводов и списка литературы, включающего 27 источников.

1. Биологическая характеристика Чавычи (*Oncorhynchus tshawytscha*)

1.1. Положение в системе и описание

Надцарство: *Eukaryota* (Эукариоты) Chatton, 1925, 1937/1938, Chadefaud, 1960;

Царство: *Animalia* (Животные) Linnaeus, 1758;

Подцарство: *Eumetazoa* (Эуметазои или настоящие многоклеточные) Butschili, 1910;

Раздел: *Bilateria* (Двусторонне-симметричные, билатеральные) Hatschek, 1888;

Клада: *Nephrozoa* (Нефрозоа) Jondelius et al., 2002;

Подраздел: *Deuterostomia* (Вторичноротые) Grobben, 1908;

Тип/Отдел: *Chordata* (Хордовые) Bateson, 1885;

Клада: *Craniata* (Черепные) Lankester, 1877;

Подтип/Подотдел: *Vertebrata* (Позвоночные) S.F.Gray, 1821;

Надкласс: *Gnathostomata* (Челюстноротые) Gegenbaur, 1874;

Клада: *Eugnathostomata* (Эвгнатостоматы);

Надкласс: *Osteichthyes* (Костистые позвоночные) Huxley, 1880;

Класс: *Actinopterygii* (Лучеперые рыбы) Klein, 1885;

Подкласс: *Neopterygii* (Новоперые рыбы) Regan, 1923;

Инфракласс: *Teleostei* (Костистые рыбы) J. P. Müller, 1845;

Надотряд/Надпорядок: *Protacanthopterygii*;

Отряд/Порядок: *Salmoniformes* (Лососеобразные);

Семейство: *Salmonidae* (Лососевые рыбы) Regan, 1914;

Подсемейство: *Salmoninae* (Лососевые);

Род: *Oncorhynchus* (Лососи тихоокеанские) Suckley, 1861;

Вид: ***Oncorhynchus tshawytscha* (Чавыча) Walbaum, 1792. [22]**

Чавыча или *Oncorhynchus tshawytscha* (англ. - Chinook salmon, King salmon) относится к видам тихоокеанских лососей с длительным

пресноводным и морским периодами жизни. Молодь чавычи проводит в пресных водах 1 - 4 года, небольшая часть скатывается в первое лето жизни - сеголетками. В море чавыча живет 2 года, реже - 5 и, исключительно редко, - 1 и 6.

Тело чавычи, как и у других лососевых, длинное, сжатое с боков, покрыто закругленной циклоидной чешуёй. Брюшные плавники, по сравнению с другими пресноводными рыбами, отодвинуты назад, расположены в задней части брюха довольно близко к анальному плавнику. Грудные расположены ниже к анальному плавнику. Спинных плавников два - настоящий и расположенный позади жировой плавничок, который характерен для всех лососевых. Плавники не имеют колючих лучей. В спинном плавнике III-IV 10 лучей, в анальном III 15-16, жаберных лучей 15-19, пилорических придатков 140-185, жаберных тычинок 23-27; позвонков 67-71; в боковой линии 130-165 чешуй. [25]

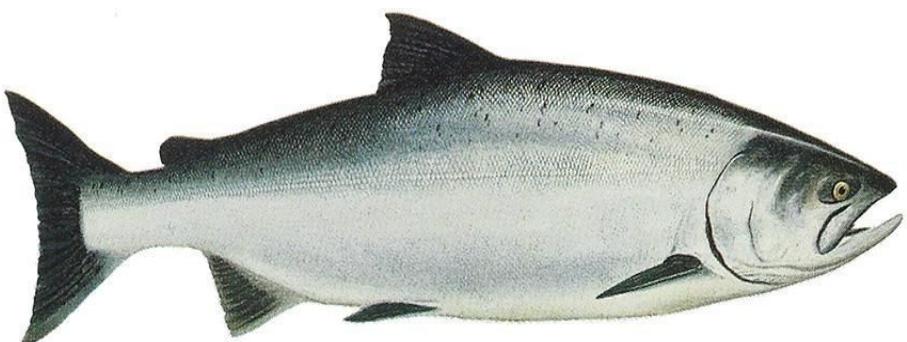


Рис. 1 – Чавыча (*Oncorhynchus tshawytscha*)

Бока чавычи на океанской фазе имеет яркий серебристый окрас. Спина и верх головы, как правило, зеленовато-голубого, красноватого или пурпурного цвета; брюхо белого цвета. Для чавычи как на океанской, так и на речной фазе характерны чёрные дёсны на нижней челюсти. Мелкие тёмные пятна покрывают не только её верхнюю часть тела (до боковой линии) и хвостовой стебель, но и обе доли хвостового плавника. Кроме того, от других лососей чавыча отличается большим (больше 15) числом жаберных лучей. [25]

На океанской фазе самцы и самки чавычи и других проходных лососей не имеют особых отличий. Но когда приходит время нереста, и лосось начинает заходить в реки, рыба сильно изменяется в форме и окрасе, проявляется половой диморфизм. Радикально меняется цвет тела - рыба теряет серебристую окраску, приобретая розовые, красные и бордовые тона, появляются красные и чёрные пятна. Тело также трансформируется: оно становится более высоким и угловатым, голова заметно удлиняется (особенно у самцов). Челюсти становятся крючкообразными, а зубы более крупными. Эти метаморфозы особенно заметны у самцов, которые претерпевают значительно больше изменений, чем самки. [23]

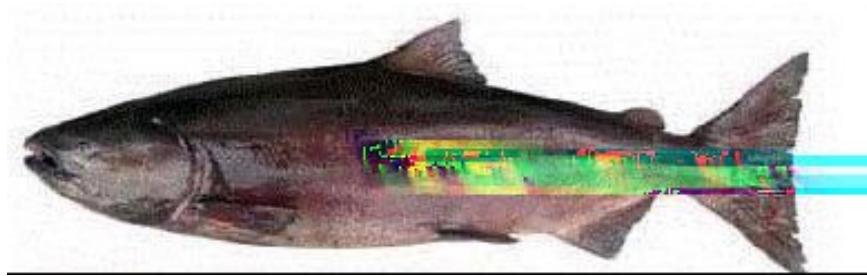


Рис. 2 – Самка в брачном наряде

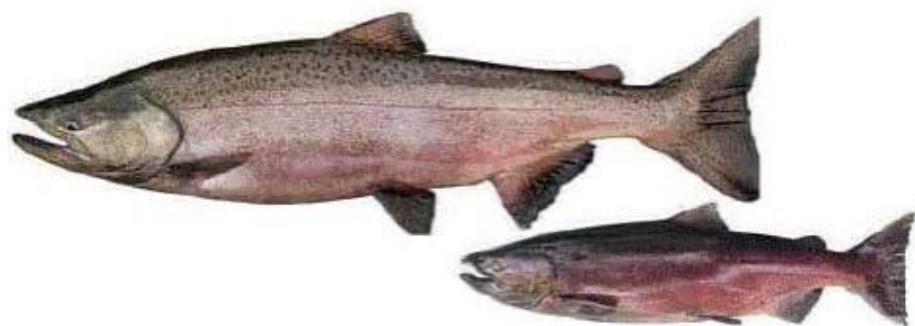


Рис. 3 – Самец в период нерестового хода и нереста

Поскольку чавыча является проходной рыбой, её главные места обитания - пресноводные реки, солоноватые устья и открытое море. На

территории России чавыча наиболее многочисленна у восточного побережья Камчатки, заходит в реки северного побережья Охотского моря, вплоть до лимана Амура, Командорских, Курильских островов. В океане чавыча распространена от 41° с. ш. (вблизи Японии от 40° с. ш.) до 60° с. ш.



Рис. 4 – Ареал распространения *Oncorhynchus tshawytscha* на территории РФ



Рис.5 – Ареал распространения *Oncorhynchus tshawytscha* в океане

В реках молодь чавычи любит держаться на течении в довольно глубоких местах с галечным или гравийным дном. Устья являются для чавычи своеобразной транзитной зоной между морем и рекой. Замечено, что чем больше водной растительности в водах устья, тем лучше для лосося, поскольку в таких местах рыба находит укрытие от хищников, а также необходимую

пищу, которая нужна для дальнейшего движения вверх по реке или в открытое море. В море чавыча может держаться как в прибрежных водах, так и мигрировать на тысячи километров от побережья Тихого океана. Чавыча не является глубоководной рыбой и редко встречается на глубине более 35 метров.

Рыба предпочитает насыщенную кислородом довольно холодную воду. Температура воды в 10-14°C является самой оптимальной для развития. [2]

1.2. Жизненный цикл и размножение

Появляется чавыча на свет в быстротекущих пресноводных реках. Самки созревают в возрасте от 3 до 7 лет, чаще 5 лет, самцы на год раньше. Молодь этого вида выходит в море в конце этапа смешанного питания, сеголетками, годовиками и двухгодовиками. Небольшое количество самцов созревает двухлетками. Карликовые самцы созревают в первый год жизни, причём у них наблюдается повторный сперматогенез. Таким образом, возрастная структура популяций может быть очень сложной.

В море чавыча проводит от 1 до 5 лет. В солёной воде рыба стремительно набирает массу: в среднем около 99 % своей массы чавыча набирает именно в море. Когда приходит время нереста, взрослые особи чавычи сбиваются в стаи и начинают заходить в реки, двигаясь вверх по течению к тем местам, где рыба появилась на свет, это явление называется хомингом. Чавыча заходит в реку в основном с гонадами в III стадии зрелости, но особи, мигрирующие позднее, имеют более развитые половые продукты, а у некоторых из них уже при заходе в реку могут быть заметны брачные изменения, выражющиеся в изменении окраски, т.к. преднерестовые изменения экстерьера у чавычи относительно невелики. Сроки нереста у лосося наследственные. Как только взрослая чавыча заходит в реки на нерест, она практически перестает питаться и заканчивает своё половое созревание, продвигаясь вверх по реке к нерестилищам. За время движения до нерестилищ чавыча теряет в весе от 15 до 20%. Количество жира снижается более чем на 13%, белка — на 3%. [3]

В отличие от других видов лососей (кроме горбуши), чавыча нерестится только на речных участках - в главных руслах рек и речных протоках. Почти все речные участки, где располагаются нерестилища чавычи, имеют ярко выраженный предгорно-горный характер. Как правило, подавляющая масса чавычи нерестится в условиях типично речного режима. Она охотно размещается в зонах, где проявляется воздействие подрусловых потоков, а мест, где выходят грунтовые воды, избегает. В соответствии с этим нерестилища чавычи обычно расположены в русле реки на относительно быстрым течении от 0,6-0,8 до 1,5-1,8 м/сек, а нередко и при скорости 0,3-0,5 м/сек. Нижний предел - 0,2 м/сек, верхний - 2-3 м/сек и даже более. Таким образом, эта крупная сильная рыба может избирать для нереста такие участки, где ей приходится противостоять чрезвычайно большому напору воды (лососи других видов нереститься в таких условиях не могут). [3]

На нерестилищах самка выбивает хвостом так называемые “нерестовые ямы” в крупной гальке и булыжниках, откладывая до 20 000 крупных икринок, после чего их оплодотворяет самец. Плодовитость чавычи значительно выше других тихоокеанских лососей. На Камчатке она варьирует от 4200 до 20000 икринок, средняя — 9350 икринок. Икра окрашена в интенсивный оранжево-красный с розовым оттенком цвет, богата астаксантином (Рис. 6). Яйцевые оболочки несколько тоньше, чем у кеты. [17]



Рис. 6 – Икра чавычи

В течении одной-двух недель после нереста самка чавычи погибает (самки моноцикличны), самцы чавычи могут нереститься многократно, с разными самками. В реках, расположенных на территории России, нерест чавычи начинается в июне и длится практически всё лето.

Основная масса молоди чавычи выходит из гнёзд в конце апреля - первой половине мая, в период начала повышения уровня и температуры воды, связанного со снеготаянием.

В период паводка, когда заливаются обширные участки поймы, молодь чавычи частично сносится течением, частично расселяется по заливаемым участкам, находя укрытия в местах со слабым течением вдоль береговой линии.

1.3. Эмбриональное и постэмбриональное развитие

В эмбриональном развитии выделяются 13 этапов:

1 этап. Обводнение икры, образование зародышевого диска.

Развивающаяся икра чавычи имеет диаметр 7—9 мм (среднее 7,5 мм) и вес 260—330 мг. Вес икринок в результате обводнения возрастает на 15,5%, а объём — на 16,5. [15]

2 этап. Дробление зародышевого диска.

Первая бороздка дробления формируется примерно через 4,5 градусо-дня после осеменения. До стадии 64 бластомеров зародышевый диск сохраняет немного вытянутую форму, а со стадии 128 бластомеров становится округлым. На этой стадии между нижележащими бластомерами образуются межклеточные промежутки, которые в последующем дают полость между бластодермой и перибластом. Первая борозда проходит глубже других. После стадии 128 клеток бластодиск приобретает круглую форму с диаметром около 1 мм. Снизу бластодиск подстилает периblast. [15]

3 этап. Бластула.

В возрасте 5 суток диаметр зародышевого диска увеличивается до 1,35—1,5 мм. Диаметр клеток покровного слоя бластулы уменьшается. Со временем бластодиск расширяется и уплотняется (Рис. 7, Е).

4 этап. Гастроуляция.

С увеличением диаметра бластодиска до 2,5—3,2 мм образовывается «краевой узелок» (Рис. 8, 3). Границы эмбрионального щита выходят за зону скопления мелких жировых капель. В возрасте 5 суток образовывается зародышевая полоска длиной 1,3—1,4 мм (Рис. 7, И). С началом гастроуляции икринки становятся очень чувствительными к толчкам. [15]

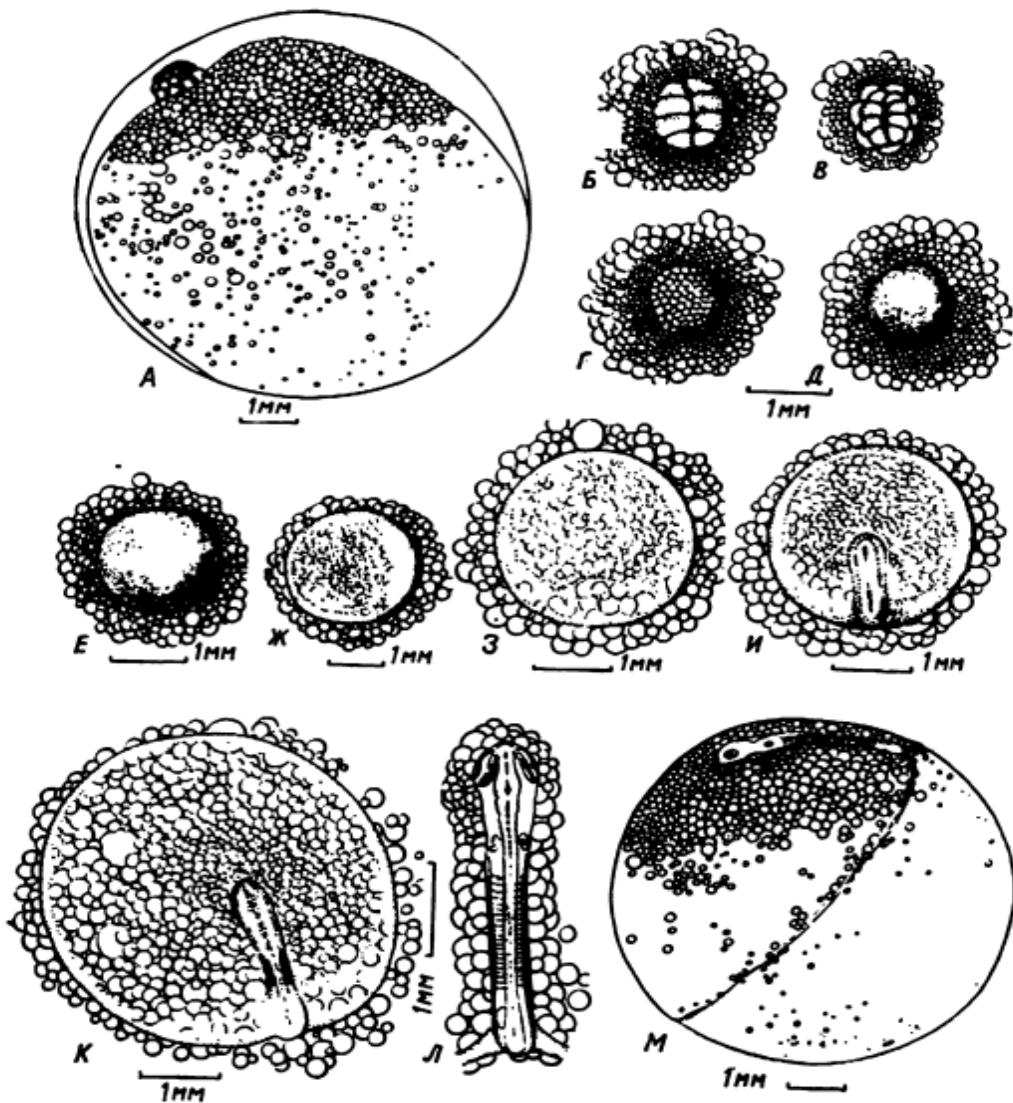


Рис. 7 – Развитие чавычи от стадий дробления до образования головы и туловища эмбриона

5 этап. Формирование головы и туловища зародыша.

В икринках первые сегменты появляются в возрасте 19—20 суток. В инкубаторе через 2 суток после начала сегментации эмбрионы достигают длины 3,2 мм. У них формируются по 7—8 сомитов, обозначаются зачатки глаз. Через сутки, на стадии 12—13 сомитов, появляются зачатки хрусталиков и слуховые пузырьки. Когда у эмбрионов насчитывается 20—22 сегмента, головной отдел составляет 34,5% их длины (Рис. 7, Л).

В возрасте 25 суток бластодерма охватывает до половины сферы желточного мешка. Зародыши достигают длины 3,3—3,6 мм, у них насчитывается 25—26 сегментов. Образовывается перикардиальная полость, в которой размещается зачаток сердца. [15]

К 34 суткам бластодерма покрывает 2/3 поверхности желточного мешка или немного большую часть. Эмбрионы достигают длины 4,1—4,4 мм, у них насчитывается 35—37 сегментов. Образовывается небольшая хвостовая почка. Размер головного отдела сокращается до 28% длины зародыша. Слуховые капсулы от глаз удалены на расстоянии, почти равном ширине 10 сегментов. Обозначаются обонятельные плацоды. Чётко выявляются отделы Головного мозга и энцефаломеры. Когда бластодерма покрывает большую половину желточного мешка, чувствительность икринок к толчкам на некоторое время снижается. [15]

6 этап. Обособление задней части тела зародыша от поверхности желточного мешка.

В конце 36 — начале 37 зародыши достигают длины 4,9—5,2 мм и у них сформировываются 45—48 сегментов. Сохраняется лишь небольшая желточная пробка. Продолжает дифференцироваться хвостовая почка. Появляются зачатки жаберных крышек. В этом состоянии наблюдаются слабые сокращения миотомов. Сердечная трубка принимает изогнутую форму и у эмбрионов с большим числом миотомов волнообразно сокращается.

У основной массы зародышей эпиболия завершается при 53-56 сегментах. В это время длина головы составляет 23% длины эмбрионов. От

желточного мешочка отделяется хвостовая почка, равная ширине семи тулowiщных миотомов. Ниже 43—44 сомитов формируется анальное отверстие. Появляется зачаток непарной плавниковой складки. Во время завершения эпидолии икра очень чувствительна к толчкам. [15]

7 этап. Развитие подкишечно-желточной системы кровообращения.

В условиях низкой температуры циркуляция крови у разных эмбрионов обнаруживается через 43—47 суток. Появляются зачатки жаберных крышек. Начинают формироваться обонятельные ямки. Слуховые пузырьки заметно увеличиваются; в них дифференцируются полукружные каналы и видны многочисленные мелкие отолитики. [15]

От 15 или 17-го миотома вдоль спины тянется узкая плавниковая складка. Значительной длины достигает преанальная складка. Закладываются грудные плавнички. Позади них просматриваются клубочки пронефроса. Намечается обособление желудка.

8 этап. Возникновение кардиальных вен и смешанного подкишечно-желточного и печёочно-желточного кровообращения.

Число сегментов в хвосте увеличивается до 35. Голова зародышей начинает отделяться от желточного мешка. Расстояние между глазами и слуховыми капсулами сокращается до ширины 5 тулowiщных миотомов. Углубляется ротовая воронка. Появляются зачатки нижних челюстей. Расширявшаяся непарная плавниковая складка достигает 4—5-го тулowiщного сегментов. Кровью снабжается 18—20 сегментов хвоста. Формируются задние кардиальные вены, образовываются кювьеровы протоки. Подкишечно-желточная вена опускается ниже скопления жировых капель. На желточном мешке появляются 5—6 тонких капилляров. [15]

9 этап. Формирование печёочно-желточной системы кровообращения.

При температуре около 4°C течение крови из печени отмечается на 62—63-е сутки. Эмбрионы достигают длины 10,3—11,8 мм и имеют 78—80 миотомов (из них хвостовых 37-38), сегментация заканчивается. Голова становится массивной. Слуховые капсулы увеличиваются, их основания

расширяются, образовываются полукружные каналы и крупные отолиты. Кончик хорды начинает изгибаться кверху и хвост утрачивает симметричность. Основания грудных плавников принимают наклонное положение. Наполняются кровью 1 или 2 пары жаберных артерий. Кровью не снабжаются только 6—8 последних хвостовых миотомов. Капиллярами покрывается весь желточный мешок, исключая небольшой участок ниже головы. В течение этого этапа быстро увеличивается длина хвоста. [15]

10 этап. Формирование верхних и нижних конусов миотомов.

Зачатки верхних и нижних конусов миотомов у зародышей появляются на 68—70-е сутки, эмбрионы имеют длину 12—13 мм. Их голова становится выше, но продолжает оставаться относительно короткой. Хвостовой отдел составляет 32 - 33% общей длины. Намечаются зачатки непарных плавников. Кровью снабжаются три пары жабр. На дорсальной поверхности головы развивается густая сеть капилляров. Сосудами покрывается вся поверхность желточного мешка. Образовывается нижняя приносящая желточная вена. Выявляются первые железки вылупления. На поверхности головы, вблизи крупных сосудов и на выстилке брюшной полости появляются первые меланофоры. [15]

11 этап. Развитие подвижности челюстей, жаберных крышечек, завершение инкубации.

Этап начинается на 90-95-е сутки. Появляются зачатки жаберных лепестков. В обонятельных отверстиях намечается образование перегородок. Хвостовой отдел составляет 36 % всей длины эмбрионов. Образовываются гипуралии и становится больше лучей хвостового плавника.

В анальном и спинном плавниках намечается дифференцировка опорных элементов. Закладываются брюшные плавники. Сегментальные сосуды развиваются по всему телу. В головной части туловища появляются капилляры над спинным мозгом и у поверхности тела.

В хвосте образовывается 15—17 лепидотрихий; наиболее крупные из них имеют по 3-4 членика. Отчетливо выявляются контуры непарных

плавников. Поверхность головы зародышей становится тёмной. Меланофоры распространяются по всему телу, но их заметно меньше в передней трети туловища. Масса пигментных клеток покрывает промежутки между лучами хвостового плавника. Появляются хроматофоры в лопасти анального и в основании жирового плавников. Чётко выявляются многочисленные железки вылупления. По сравнению с неркой, у чавычи железок больше на рыле, нижних челюстях и грудных плавниках, но меньше на жаберных крышках. [15]

12 этап. Пассивное состояние свободных зародышей.

Для чавычи характерен дружный выход из икры. Икра крупная и зародыши при вылуплении имеют длину 22-23 мм. Желточный мешок зародыша яйцевидный. Большинство жировых капель сливаются, образовывается одна огромная капля.

Во время вылупления насчитывается 72—75 миотомов, хвост имеет 29-31 миотом и составляет около 41 % всей длины. Рот зародышей полунижний. Глаза крупные, неподвижные. Разросшиеся кожные выросты жаберных крышечек не покрывают лишь кончики некоторых жаберных лепестков. В псевдобранхиях развиваются круглые лопасти. В непарных плавниках продолжается дифференцировка лучей, появляются меланофоры и липофоры, чётко выявляются их контуры; обозначается контур и жирового плавничка. В хвостовом плавнике насчитывается до 20—22 лучей. Вершины брюшных плавников почти достигают края преанальной плавниковой складки. Появляются зачатки лучей в грудных плавниках.

После вылупления тонкие капилляры желточного мешка начинают запустевать. Эта утрата частично компенсируется развитием капилляров между лучами хвостового плавника и вблизи поверхности тела. Существенно возрастает роль жаберного дыхания.

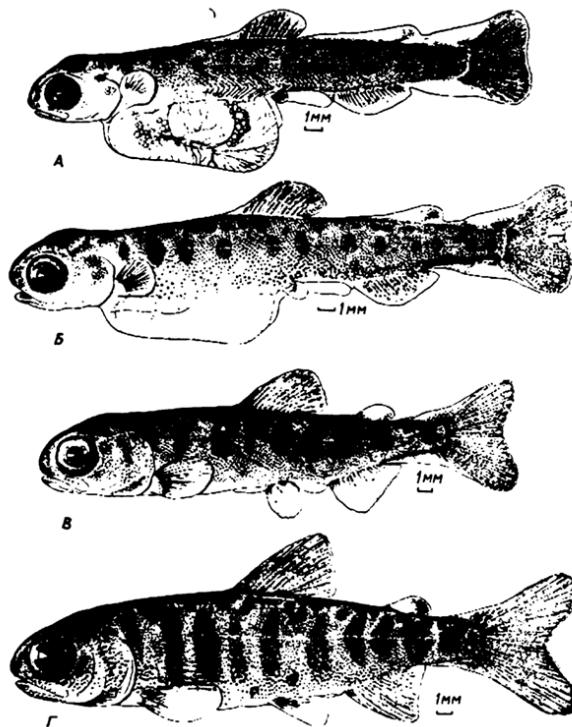
На осторожное прикосновение зародыши не реагируют, также как и на слабое освещение. Яркий свет возбуждает зародышей, но к слабому свету они относятся безразлично. Вылупившиеся зародыши неподвижно лежат на одном месте, энергично помахивают грудными плавниками. При 14—15°C сердце

сокращается 92—95 раз в минуту. Поднятые струёй воды, зародыши короткое время могут активно удерживаться в толще воды. После выхода из икринок потребление зародышами кислорода резко возрастает. [15]

13 этап. Формирование непарных, брюшных плавников и плавательного пузыря.

Через некоторое время, аналогично другим видам, поведение зародышей изменяется. Они начинают перемещаться навстречу течению, положительно реагируют на прикосновение посторонних предметов, проявляют сильное беспокойство на освещённых участках и прячутся в темноту.

На их теле появляются пятна (Рис. 8). Непарная плавниковая складка сильно уменьшилась. Лучи спинного плавника расчленяются. Хвост приобретает симметричную форму. Появляются так называемые редуцированные хвостовые лучи. Образовываются лучи в грудных и брюшных плавниках. [15]



А – свободный зародыш; Б – личинка длиной 33,3 мм;

В – личинка длиной 37,5 мм; Г – малек

Рис.8 – Молодь чавычи

В постэмбриональном развитии выделяются 2 периода:

1 период. Личиночный период развития.

Чавыча начинает захватывать корм на 220—230 сутки. Такие личинки имеют длину 29,3—30,5 мм и весят более 345 мг (Рис. 8). Их тело приобретает обтекаемую форму. На челюстях прорезаются зубы и развивается хватательная функция рта. На желтом мешке к этому времени остаётся открытым небольшой участок сосудистой поверхности с редкими капиллярами. От непарной плавниковой складки небольшой остаток сохраняется позади жирового и анального плавников. Признаки резорбции преанальной плавниковой складки едва заметны. Увеличиваются передние ветвистые лучи непарных плавников. Лопасть хвостового плавника становится крупной, интенсивно пигментирована. У концов 4-6 первых лучей грудных плавников скапливаются чёрные и вишнево-красные пигментные клетки. На брюшных плавниках появляются липофоры. Вдоль средней линии тела располагается до 10—12 крупных овальных тёмных пятен, выше которых имеется примерно вдвое более мелкие округлые пятнышки. Тело слегка серебрится. Отложения гуанина особенно обильны на жаберных крышках, боках тела и внутренней выстилке брюшной полости.

Развиваются крупные разветвлённые жаберные лепестки. Закладывается 7—8 жаберных тычинок. Анатомически дифференцируются оба отдела желудка. Выявляются зачатки пилорических придатков. Плавательный пузырь наполняется воздухом.

В условиях слабого освещения личинки имеют тёмную окраску, как только освещение усиливается — светлеют. Меняя освещение, перемену окраски можно вызвать многократно, в естественных условиях в подобном состоянии большинство личинок, видимо, находится ещё в гнёздах, но некоторые особи уже начинают выходить из грунта. Выйдя из гнёзд, молодь перемещается к прибрежным отмелям со слабым течением.

Вскоре после перехода к жизни в толще воды остаток желтка закрывается брюшными стенками и быстро рассасывается. Одновременно в

полости тела развивается жировая ткань. В конце этапа ускоряется резорбция преанальной плавниковой складки (Рис. 8).

В природе молодь чавычи длиной 34—39 мм держится уже одиночно. Каждая особь занимает участок около $0,11 \text{ м}^2$ и активно его охраняет. Ночью мальки пассивны, держатся у прибрежных отмелей, иногда в участках со слоем воды менее 5 см. В текучей воде их находят только у дна, а при отсутствии течения у дна, и у поверхности. Зимой мальки затаиваются среди камней, так как они имеют защитную окраску. [15]

2 период. Мальковый период развития.

В последних числах августа вылавливаются мальки, имеющие на чешуе от 1 до 3 склеритов (Рис. 8). У некоторых особей сохраняется небольшой остаток преанальной плавниковой складки. Возраст таких особей, считая от откладки икры, равен году.

Ко времени закладки чешуи чавыча практически утрачивает личиночные органы. У неё отмечаются лишь следы желтка и преанальной складки. Крупные мальки становятся всё более высокотелыми, о чём свидетельствуют следующие примеры.

Грудные плавники длинные, их кончики почти достигают вертикали, опущенной от переднего края основания спинного плавника. Передние ветвистые лучи спинного и анального плавников удлиняются и образовывают заострённые вершины. Длинные лучи хвостового плавника почти вдвое превосходят размер средних лучей.

Бока мальков серебристые с зеленовато-голубым оттенком. Выше средней линии тело окрашено в тёмно-фисташковый цвет, спинка коричневая с сине-зеленоватым оттенком. Контуры удлинённых эллиптических крупных боковых тёмных пятен очерчен чётко. Между их верхними концами располагаются яйцевидные пятнышки величиной со зрачок, а выше, на спинке — ещё более мелкие. У некоторых экземпляров отдельные мелкие пятна появляются и ниже крупных боковых пятен. В передней части спинного плавника на уровне середины плавниковых лучей образовывается тёмная

полоска. Меланофоры очерчивают контуры жирового и хвостового плавников. Небольшое число меланофоров имеется между первыми лучами грудных плавников, на анальном плавнике их совсем мало, а в брюшных плавниках нет. Все плавники окаймлены многочисленными липофорами яркого вишнёво-красного цвета. К проксимальной части плавников число таких пигментных клеток уменьшается, а жёлто-оранжевых липофоров — увеличивается. Заострённые вершины спинного, анального, а также кончики брюшных плавников приобретают беловатую окраску. Яркая красная полоска появляется на нижней челюсти у основания зубов. В покровах головы и тела преобладают оранжевые липофоры, которые всё больше маскируются отложениями гуанина.

К переходу в мальковое состояние развивается большое количество пилорических придатков (у чавычи, как известно, их особенно много). Число заложившихся жаберных тычинок приближается к дефинитивному.

Тело чавычи с возрастом становится шире, массивнее. Голова несколько удлиняется, преимущественно за счёт роста рыла. Постанальный отдел относительно укорачивается. Размер глаз у сравниваемых особей составляет 32,4 % и 20,8% от длины головы. Относительная длина парных плавников при дальнейшем росте изменяется мало. Существенно меняется форма непарных плавников. Заострённость переднего края утрачивается, он становится округлым. Относительная высота спинного плавника уменьшается с 20,8 до 15,4 %, а анального — с 14,8 до 10,7% длины тела. С переходом ко второму мальковому этапу меняется и окраска. Боковые пятна укорачиваются. На спине появляются многочисленные мелкие чёрные пятнышки, размером примерно с половину диаметра зрачка. Несколько подобных пятнышек появляется в основании спинного плавника и у верхнего края вблизи основания лопасти хвостового плавника.

Мальки чавычи на перекатах занимают обособленные участки и охраняют их. Между отдельными особями наблюдается соперничество и устанавливается иерархическая зависимость. В приливно-отливной зоне при

повышении уровня молодь удерживается в толще воды, переходя от одиночного образа жизни и соперничества к стайному образу жизни. При спаде воды поведение меняется, молодь опять занимает индивидуальные участки. [15]

1.4. Критические стадии развития чавычи

В процессе развития икры существуют чувствительные этапы, при которых изменения различных факторов среды или механические воздействия приведут к гибели икры. Такие этапы называются критическими периодами.

Главным признаком, характеризующим критические периоды, является высокая чувствительность клеток зародышей к действию внешних агентов, обусловленная пониженной регулятивной деятельностью в эти периоды. [14]

Лососёвый тип развития икры характеризуется чередованием периодов устойчивости и чувствительности.

У икры лососёвых критическими периодами являются: уплощение бластодиска — бластула, начало гаструляции, появление краевого узелка, закрытие бластопора, перед выклевом.

Устойчивые стадии эмбриогенеза икры лососёвого типа: до стадии утолщения бластодиска, на стадии обрастаания желтка бластодермой, на стадиях роста хвостового тела, на стадии пигментации глаз. [26]

Отбор погибшей икры производят исключительно в периоды её пониженной чувствительности к механическим воздействиям.



Рис. 9 – Бластула

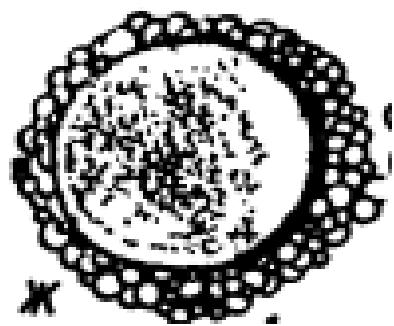


Рис. 10 – Начало гаструляции

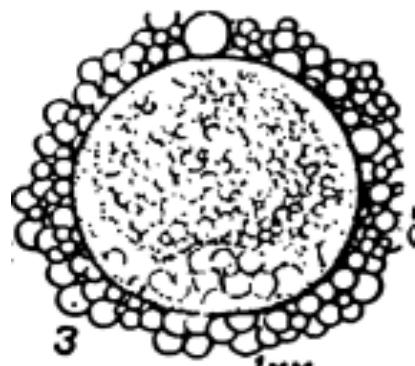


Рис. 11 – Появление краевого узелка

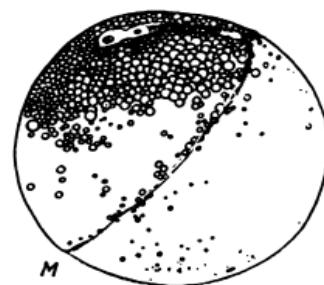


Рис. 12 – Закрытие бластопора

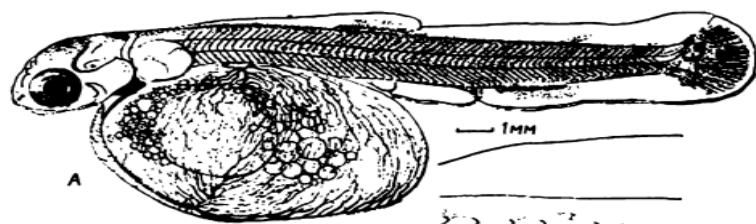


Рис. 13 – Чавыча на момент массового вылупления

2. Гидробиологическая и гидрохимическая характеристика водного объекта, на котором расположен рыбоводный завод

2.1. Климат и термический режим водного объекта

Малкинский ЛРЗ расположен на р. Ключёвка (бассейн р. Быстрая, западное побережье Камчатки), более чем в 200 км от Охотского моря. Последнее обстоятельство затрудняет формирование заводского стада и учёт возвращающихся на завод производителей. Раньше здесь выращивали чавычу, кижучу, кету и нерку, с 1995 г. — только чавычу и нерку.

Река Ключёвка впадает в р. Быстрая (бассейн р. Большая) в 4 км ниже с. Малки. Длина реки — 25 км, крупных притоков нет. Она имеет горный характер, грунт дна составляет мелкая, средняя и крупная галька. Расход воды колеблется от 0,5 м³/с в феврале до 15,8 м³/с в июне. Средний уровень воды — 179 см, низший (в период открытого русла) — 86 см. Наивысшая мутность (32-53 г/м³) наблюдается с конца мая по вторую декаду июня. Средняя температура воды низкая. Максимальные дневные температуры отмечаются в июле (до 14,5° С). В зимний период температура воды не опускается ниже 0,2° С. Начало ледостава приходится на конец ноября, его продолжительность — 133 дня, разрушение льда начинается в первой декаде апреля. В бассейне реки имеется месторождение геотермальных вод. Использование такой воды при выращивании тихоокеанских лососей с длительным пресноводным периодом жизни позволяет добиться получения полноценных смолтов в более короткие (по сравнению с естественными условиями) сроки. Использование её в качестве теплоносителя наряду с речной водой на Малкинском ЛРЗ обусловило преимущество в результатах выращивания молоди лососей по сравнению с холодноводными камчатскими ЛРЗ. Пресная вода поступает в цеха завода из р. Ключёвка самотёком, проходя через камеры водоподогрева, где её температура может повышаться до 15° С. [7]

2.2. Рельеф местности

Река Ключёвка находится на территории Елизовского муниципального района. Елизовский муниципальный район занимает юго-восточную часть полуострова. Самая северная точка – исток р. Малая Чажма, а самая южная – мыс Лопатка. Свыше 70% его территории занято горами. Низменности прослеживаются лишь в виде узких полос речных долин. Самая крупная в районе – Авачинская низменность. Для рельефа района характерны глубокие каньонообразные долины рек с большим количеством порогов и водопадов, крутые, местами почти отвесные склоны гор. В границах Елизовского муниципального района расположены 19 из 29 действующих вулканов Камчатки. Самый высокий из них – Кроноцкий, 3528 м. [19]

2.3. Водные растения

Сообщества водных растений являются местом нереста ценных промысловых рыб. На реке Ключёвке можно выделить четыре основные группы сообществ гидрофитов.

Сообщества плавающих пресноводных гидрофитов («водные луга»). Сообщества *ace. Potamogetonetum perfoliati subpurum*, *ace. Potamogetonetum pectinati aquicherbosum*, *ace. Potamogetonetum praelongi subpurum*, *Sparganium angustifolium*, *Sparganium gramineum*, *Sparganium hyperboreum*. [9]

Сообщества прикрепленных гидрофитов («подводные луга»). Группа формаций *Batrachietosum trichophylli*, формация *Batrachieteta* - шелковников, сообщества *Batrachium trichophyllum (Chaix) Bosch*, формация *Zannichellieta* – занникеллий, сообщества *Zannichellia repens Boenn.* [9]

Сообщества прикрепленных гидрофитов с подводными и плавающими листьями (нимфейная растительность). Сообщества формации *Persicarieta amphibiae* – горца земноводного, формация *Potamogetoneta natantis* – рдеста плавающего, сообщества *ace. Potamogetonetum natantis subpurum*. [9]

Сообщества свободноплавающих наводных растений. Формация *Spirodeleta polyrrhiza* — многокоренника обыкновенного. [9]

2.4. Фитопланктон, зоопланктон, бентос

В р. Ключёвка обнаружено 166 таксонов макрозообентоса. Хотя определение видового состава донных беспозвоночных в настоящее время затруднено вследствие слабой таксономической изученности регионального бентофауны, большинство личинок амфибиотических насекомых, планарии, бокоплавы и пиявки определены до вида или группы видов, остальные — до рода. Олигохет, моллюсков и жуков рассматривали по семействам, поскольку по доступным определителям точной идентификации поддаются лишь несколько видов олигохет.

Кроме нематод, мермитид, олигохет и водяных клещей на всём протяжении р. Ключёвка встречаются только планарии *Polycelis schmidti*, пиявки *Acanthobdella peledina*, поденки *Baetis pseudothermicus*, *Ephemerella aurivillii*, веснянки *Suwallia sp.* и 18 видов хирономид. Следует отметить, что все они, за исключением хирономид *Micropsectra gr. praecox*, *Rheotanytarsus pentapodus*, *Tvetenia gr. bavarica* и *Thienemanniella gr. clavicornis*, являются обычными, но всегда немногочисленными. [20]

В камчатских водотоках, где зоопланктон отсутствует, а быстрое течение и плотные каменисто-галечные грунты ограничивают доступность макрозообентоса, дрифт донных беспозвоночных является важным фактором, способствующим питанию молоди лосося по всей площади водотока. [20]

В р. Ключёвка при идентификации микроводорослей в световом микроскопе было обнаружено 87 таксонов микроводорослей из 4 отделов (*Cyanophyta*, *Ochrophyta*, *Dinophyta*, *Chlorophyta*) и 5 классов (*Bacillariophyceae*, *Chrysophyceae*, *Dinophyceae*, *Chlorophyceae*, *Zygematophyceae*). Общий список водорослей данного района с учётом литературных данных насчитывает 143 вида. В общем списке 24 вида относятся к отделу синезелёных водорослей, 80 — к классу диатомовых, 5 — к классу золотистых, динофитовые водоросли представлены 3 таксонами, и 31 вид отнесён к отделу зелёных водорослей. По видовому богатству выделяются

диатомовые водоросли, за ними в порядке убывания расположены зелёные, синезелёные, золотистые, динофитовые. [5]

2.5. Ихтиофауна

Река Ключёвка является левобережным притоком реки Быстрой. Ихтиофауна реки Быстрой представлена всеми видами дальневосточных лососей: горбуша, кета, нерка, кижуч, чавыча, сима, голец, микижа, из пресноводных – хариус. Здесь также встречаются колюшки, минога. Река является одним из важнейших нерестовых водоёмов для всех видов тихоокеанских лососей и нагула их молоди. [6]

2.6. Хозяйственное освоение акватории водного объекта и прибрежных территорий

Река Ключёвка особо не эксплуатируется. Поблизости находится посёлок Малки. Он входит в Начикинское сельское поселение. Посёлок расположен в небольшой долине между горами. Является традиционным местом отдыха жителей Петропавловска-Камчатского и Елизово. Место примечательно тем, что недалеко от него находятся термальные источники. Вода из реки Ключёвки по небольшим канальцам попадает в источники и понижает их температуру примерно до 36-42 градусов. По химическому составу воды гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатные натриевые, содержащие кремниевую кислоту, метаборную и мышьяковистую кислоты, а также бром в небольшом количестве. Состав газа азотный. [19]

В посёлке находится санаторий-профилакторий, основанный на выходах горячих термальных вод. Первая лечебница была открыта в 1818 году врачом И. В. Любарским.

Недалеко от Малок расположен Малкинский завод по розливу минеральной воды. ЗАО “Малкинское” является единственным предприятием на Камчатке, осуществляющим розлив непосредственно на источнике. Вода поступает на завод из скважины по экологически чистым пластиковым трубам. При газировании используется натуральный природный газ, который

выделяется непосредственно из минеральной воды при её добыче. Благодаря всему этому сохраняются все природные и лечебные свойства продукции.

3. Искусственное воспроизведение чавычи на Малкинском ЛРЗ

3.1. Характеристика Малкинского ЛРЗ

Малкинский лососёвый рыбоводный завод находится на территории Елизовского района в 200 км от Охотского моря на реке Ключёвка бассейна реки Большой. Завод был организован на базе контрольно-наблюдательного пункта Камчатрыбвода - 20 мая 1982 года с производственной мощностью 50 тыс. штук молоди лососей. Основной его задачей было определено экспериментально-производственное разведение покатной молоди чавычи, кижучча, нерки и кеты с использованием тепла геотермальной воды. [7]

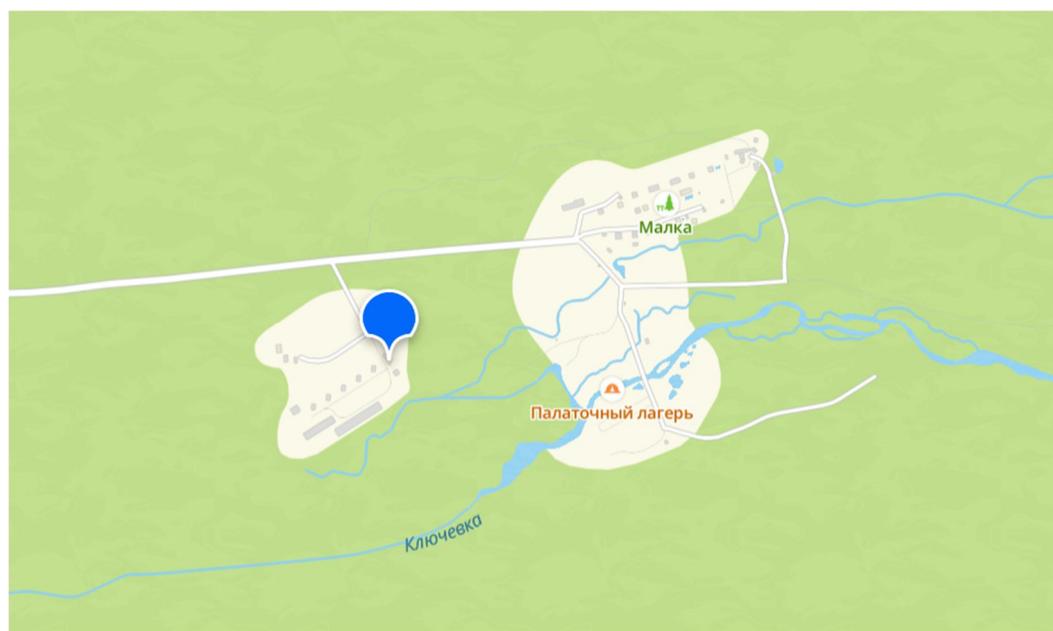
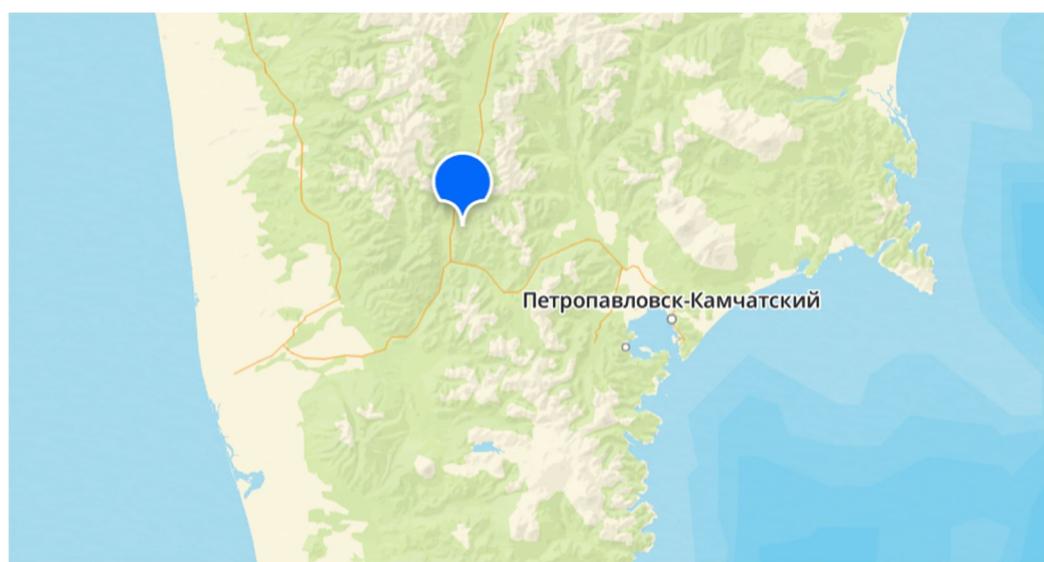


Рис. 14,15 – расположение Малкинского ЛРЗ

В результате проведенных работ была выявлена принципиальная возможность выращивания акселерированной молоди тихоокеанских лососей с длительным пресноводным циклом развития, разработаны нормативы выживаемости рыбопосадочного материала на различных стадиях, что в дальнейшем позволило применять эти новые разработки в деятельности Малкинского, а затем и других рыбоводных заводов. [7]

В 1992 году началась комплексная реконструкция Малкинского ЛРЗ с целью преобразования его в современное рыбоводное предприятие с применением передовых технологий в области рыборазведения и водоподготовки. [7]

В 1996 году завод был принят Государственной комиссией с проектной мощностью 0,9 млн. шт. молоди: 0,64 млн. шт. чавычи и 0,26 млн. шт. нерки.

На сегодняшний день расчётная производственная мощность завода составляет 1,67 млн шт. молоди лососей, из которых 0,8 млн шт. чавычи, 0,86 млн шт. нерки. Мощность рассчитана на основе производственных нормативов, утверждённых приказом Федерального агентства по рыболовству.

Выращивание молоди лососей осуществляется при температуре +4 - +5°C. По проекту завод обеспечивается холодным технологическим водоснабжением от речного подруслового водозабора. Вода подаётся самотёком двумя водоводами. И геотермальной водой (температура 82–86°C) из двух скважин, которые расположены на термальной площадке в 600 м. Именно на Малкинском заводе впервые стали использовать геотермальные источники для подогрева воды. В цеху 150 бассейнов. Каждый рассчитан примерно на восемь тысяч мальков. В 126 бассейнах – чавыча, остальные – для нерки. На заводе выращивают малька чавычи до массы, превышающей 7 граммов. Они почти вдвое крупнее мальков, выросших в естественных условиях. Выживаемость заводской молоди – 95 процентов. То есть, из ста икринок 95 станут мальками. В природе этот показатель едва ли превышает 10 процентов. Выпуск начинается примерно в 17:00 и идет до самой ночи. Из

каждого бассейна по водоводу с помощью специального насоса мальков отправляют в Ключёвку. [7]

На Малкинском заводе мечение проводится путем повышения и понижения температуры воды в бассейнах. В результате этих действий на слуховых косточках (отолитах) образуется легко читаемая метка. Схема, по которой рыбоводы создают рисунок разрабатывается учёными из Камчатского филиала ВНИРО «КамчатНИРО» для каждого лососёвого рыболовного завода индивидуально. Таким образом, поймав тихоокеанского лосося в море, можно легко определить не только год выпуска, но и завод, с которого осуществлен выпуск. Данная процедура проводится в целях определения численного возврата выпускаемой молоди тихоокеанских лососей с ЛРЗ. [7]

3.2. Заготовка и выдерживание производителей

До начала нерестового хода тихоокеанских лососей, часть нерестовой реки (от 1/8 до 1/4 ширины реки) перегораживают рыбозаградительными сооружениями — щитами, состоящими из пластмассовых трубок повышенной прочности, которые крепятся между собой. Внизу каждый щит крепится на металлическую двутавровую балку, а вверху оборудуется поплавком, длина которого равна длине щита. Поплавок способствует поднятию верхней стороны каждого щита (и соответственно всех вместе) во время половодья, что препятствует проходу производителей вверх по течению. В остальной, свободной части реки устанавливают ловушки и садки.

Производители сами заходят в ловушки, из которых их сачками отсаживают в садки. Плотность посадки производителей в садки осуществляется в соответствии с разработанными нормами. Количество рыб в каждом садке определяется в зависимости от уровня воды в реке. Самцов и самок выдерживают в садках раздельно, причем самцов помещают выше по течению реки. Срок выдерживания от момента отсаживания до полного созревания половых клеток составляет 3 - 7 суток и на разных заводах различается в зависимости от места расположения рыбозаградительных сооружений (в нижнем, среднем или верхнем течении реки).

Чавыча р. Камчатка в массе созревает в 4-летнем возрасте, реже — в трех- и пятилетнем, первые ее производители в конце мая начинают заходить в устье реки. Интенсивный ход рыб приурочен к июню и началу июля, хотя единично заходящие в реку особи могут встречаться даже в сентябре. Нерест чавычи р. Камчатка приходится на июнь–июль и продолжается до конца августа. Нерестится она преимущественно в главном русле реки, в крупных протоках и устьях притоков, в глубоких местах с быстрым течением.

Отлов производителей чавычи проводится в среднем течении р. Большой, в её притоках Малкинский Вахтан и Ключёвка во II–III декадах июля. Заготовка выполняется ставными ловушками на речных перекатах и глубине до 1,5 м.

Производителей чавычи выдерживают в стационарных естественных садках, установленных на мелководных участках рек. Плотность посадки составляет 10–13 шт./м³. Садок представляет собой деревянную решётчатую перегородку высотой 3,3 м, заграждающую участок ручья с галечным дном. Скорость течения в садке равна 0,5 м/с. Самцы и самки первоначально содержатся вместе, а при наступлении нерестовых температур (в среднем через 7–15 дней после заготовки) отсаживаются в разные садки. Дальнейшее их содержание осуществляется в стационарных естественных садках при разреженной посадке.

Заготовка половых продуктов и осеменение икры производятся на речном стане в отсутствие прямых солнечных лучей. [10]

3.3. Получение половых продуктов и их осеменение

Зрелую икру и сперму получают путём вскрытия. Рыбу оглушают колотушкой, далее ножом вскрывают брюшную полость. Осеменение проводится сухим способом. На 1 самку берётся 2–3 самца. Оплодотворённую икру промывают холодной водой, обрабатывают раствором йодинола для профилактики грибковых заболеваний и оставляют на 1,5 часа для набухания в пластиковом ящике. Через полчаса после оплодотворения раствор йодинола из ящика сливают, а икру осторожно заливают свежей речной водой. По

прошествии 1,5 часов икру транспортируют на завод в изотермических контейнерах. Общие сроки получения зрелых половых продуктов и закладки икры для чавычи – с 21 июля по 5 августа.

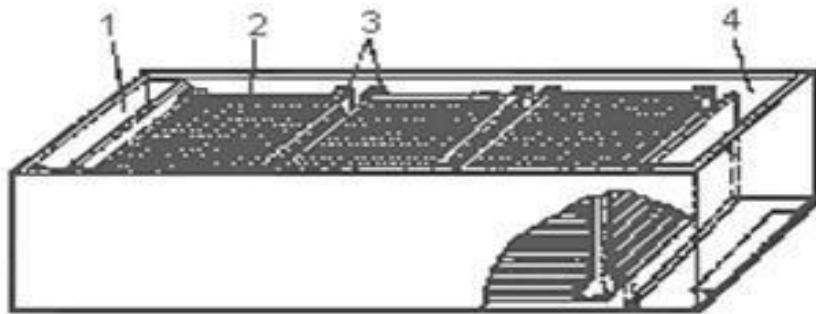
Для предотвращения заражения икры чавычи вирусом INHV применяют метод обработки воды, принадлежностей для взятия половых продуктов, а также всего оборудования раствором йодофора в концентрации 1:100 с экспозицией 1 час.

3.4. Инкубация икры

Инкубация икры производится в 15 отсеках инкубаторов Аткинса. Расход воды на один инкубатор составляет 0,5 л/с, уровень воды – 17 см.

Аппарат Аткинса применяется для инкубации икры лососей. Аппарат представляет собой прямоугольный деревянный или пластмассовый желоб длиной 1-2,5 м, шириной 0,35 м и высотой 0,4 м. Конструкция его торцевых сторон, у одной из которых подаётся вода, а у другой она сбрасывается такая же, как и в лотковом аппарате. В передней части аппарата иногда устанавливают поперечную перегородку, отделяющую водоприёмную камеру. Она ниже бортов желоба на 5 см.

Икра инкубируется в аппарате на рамках, уложенных в стойках (каркасах) по 2-6 стопок. Каждая стопка состоит из 10 рамок. На одной рамке размещается в один слой 1,5 тыс. икринок лосося, общая рабочая емкость аппарата 50-150 тыс. икринок. Рамки имеют бортики и обтянуты металлической тканой сеткой типа "Трепсе" с ячейй размером 18x3,5 мм и покрыты асфальтовым лаком. Размер рамки—32x32 см, высота бортика-1 см. Две противоположные стороны бортиков каждой рамки сплошные, а две остальные имеют вырезы. [24]



1 – водоприемная камера; 2 – рамки для икры; 3 – стойки; 4 – водосливная камера

Рис. 16 – Инкубационный аппарат Аткинса

Рамки укладывают в стопки так, чтобы их бортики с вырезами располагались перпендикулярно к течению воды в аппарате, которое должно быть не ниже 0,6 см/с. Это обеспечивает лучшую омываемость икры водой. В инкубационном цехе аппаратыстыкуют по два в ряд, устанавливая их в лестничном порядке. Расход воды в аппаратах составляет 1-1,5 л/с на 1 млн. икринок.

Перед вылуплением предличинок в аппарате оставляют 4-6 рамок с икрой, а остальные рамки с икрой распределяют по запасным (резервным) аппаратам, исходя из плотности 20-30 тыс. икринок на 1 кв. м. Если вода содержит много ила, под рамки с икрой ставят сетчатые подрамники. В этом случае вылупившиеся предличинки падают в подрамники, в которых они содержатся в чистоте и равномерно распределяются по всей площади аппарата.

В инкубационном цехе автоматически поддерживается постоянный термический режим. Для синхронизации вылупления предличинок температура поступающей в контейнеры воды несколько выше, чем в природных условиях – 7,4 °С для чавычи.

При соблюдении гидрохимического режима и постоянной проточности продолжительность инкубации составляет 76–79 суток.

Уход за икрой в период инкубации заключается в обеспечении светового и температурного режима, контроля качества подаваемой воды, проведении профилактических ванн и постоянного отбора погибшей икры. В процессе развития икры существуют чувствительные этапы, при которых изменения различных факторов среды или механические воздействия приведут к гибели икры. Такие этапы называются критическими периодами.

В процессе развития икры существуют чувствительные этапы, при которых изменения различных факторов среды или механические воздействия приведут к гибели икры. Такие этапы называются критическими периодами.

Удаление погибшей икры лососевых довольно эффективно производится с применением солевых ванн, которые одновременно выполняют и профилактическую роль. При погружении рамок с икрой в такой раствор погибшая икра всплывает, а живая остается на рамке.

В целях профилактики инфекционных заболеваний икру обрабатывают йодинолом в пропорции 1:10 непосредственно перед закладкой и на стадии «глазка». Для борьбы с сапролегниозом используется 0,5%-й раствор формалина при постоянной проточности.



Рис. 17 – Сапролегниоз икры

За несколько дней до вылупления икра транспортируется в выростное отделение и размещается в лотковых прямоточных бассейнах с искусственным субстратом. Проточность должна составлять не менее 1,2–1,5 л/с, уровень воды – 15 см. Температура воды в бассейнах соответствует таковой при инкубации. Содержание кислорода составляет не менее 75 % насыщения.

Если INHV обнаруживается на какой-либо из стадий инкубации, вся икра, подверженная заражению, а также личинки уничтожаются, а оборудование подвергается жёсткой дезинфекции. Только подобные меры позволяют предотвратить возникновение эпизоотии. Уничтожение заражённой рыбы и икры производится путём их обеззараживания 1:200 раствором хлора в течение 12 часов с последующим захоронением в земле. [11]

3.5. Выдерживание предличинок и их подрашивание

Вылупление происходит в первой половине октября. Отход за период инкубации не превышает 5 %. Средняя масса однодневных предличинок чавычи составляет 0,28 г. Выдерживание проводится при температуре 7 °C, плотность посадки равна 13–14 тыс. шт./м³. Продолжительность выдерживания составляет 43–48 суток.

Предличинки питаются исключительно за счёт желточного мешка. Сигналами для начала искусственного кормления служат поднятие личинок на плав, изменения в окраске (появление тёмных полос вдоль позвоночника и по бокам тела) и положительная реакция на свет. Начало поднятия на плав приходится на третью декаду ноября. При этом уровень воды необходимо поднять до 30 см. При достижении личинками массы 0,3 г начинают подкормку сухими кормами AllerAquaFutura SGP 493 на основе рыбной муки. Кормление производится с помощью автоматической кормушки 6–10 раз в сутки. Кормовой коэффициент чавычи на этом этапе развития составляет 1,2.

В целях профилактики инфекционных и других заболеваний в корм личинкам добавляют тетрациклин из расчёта 5 г на 100 кг их массы в течение

6 дней. Для повышения иммунитета корм также пересыпают аскорбиновой кислотой в количестве 1–2 г на 1 кг корма. [11]



Рис. 18 – Личинки чавычи

3.6. Выращивание молоди чавычи

Молодь подращивают в пластиковых бассейнах круглой формы с центральным водостоком. Диаметр бассейна 3м, высота столба воды 0,5м, объём воды при этом составляет 1,5м³. Полное обновление воды в бассейне происходит за 16 минут, при этом поддерживается постоянная концентрация кислорода, равная 9–10 мг/л. Температура воды составляет 7,5 °С.

Кормление осуществляется 3 раза в день экструдированными кормами датского производства AllerAquaDigester на основе крилевой муки и рыбьего жира. Продолжительность периода подращивания определяется морфофизиологическим состоянием молоди и температурным режимом и в среднем составляет 165 суток. [9]

Выпуск молоди чавычи осуществлялся в середине мая. Вся выпускаемая молодь чавычи помечена термическим методом маркирования отолитов. [13]



Рис. 19 – Молодь чавычи

3.7. Транспортировка икры, личинок, молоди и взрослых особей

Транспортировка икры лососевых производится в специальных упаковках. Многие питомники в большом количестве пересылают икру лососевых и используют при этом современную упаковку из стиропора фабричного производства, предназначенного для разового употребления. Стандартная кювета из стиропора имеет вид квадрата со стороной 30 см и высотой 6 см. Она разделена на 4 равных отсека. В дне сделаны отверстия, а нижние края профилированы таким образом, что на 1 см входят в пазы нижестоящей кюветы. Кюветы устанавливают стопкой до 8 штук в один компактный блок, который помещают в картонную коробку с пенопластовыми прокладками. Нижний ящик заполняют торфянной крошкой или пенопластовой стружкой, которая впитывает воду, образовавшуюся после таяния кусочков льда, помещённых в верхней кювете. Такая вода, просачиваясь сверху вниз, охлаждает и смачивает икру в кюветах. Каждый отсек заполняют одинаковым количеством икры, укладывая её в несколько слоев. При таком способе упаковки транспортировка может продолжаться несколько дней без потерь. Во избежание распространения заболеваний икру после доставки орошают 3%-

ным раствором поваренной соли и только после этого отправляют на инкубацию.

Перевозка спермы. В семенной жидкости сперматозоиды находятся в неактивном состоянии. Сперму рыб можно перевозить на любые расстояния в сухих стерильных пробирках, установленных в термосе со льдом. Необходимо учитывать сроки её активности. Длительность оплодотворяющей способности спермы лососевых – 2-3 суток при температуре в контейнере равной 2°C. Хранению в перевозке подлежит свежеотобранная сперма, помещённая в сухие пробирки отдельно для каждого самца с плотно прижатыми пробками во избежание попадания воды. Пробирки с этикетками заворачивают в марлю и опускают в термос, наполненный мелко наколотым льдом.

Транспортировка личинок. Для транспортировки личинок используют стандартные полиэтиленовые пакеты (объём-40л, высота-65см, ширина рукава-50 см). Перед перевозкой их упаковывают в стандартные картонные коробки (65x35x35 см) и наливают 10-12 л воды, свободное пространство заполняют кислородом, затем закрывают при помощи зажима Мора или резинового шланга. В один пакет помещают до 16 тысяч личинок лососевых. Транспортировку личинок из инкубационного цеха также можно производить и в другой таре, используя для этого молочные фляги с крышкой. При температуре 4-5°C и продолжительности транспортировки в течение 2 часов допустимая плотность посадки 2-3 тысяч экземпляров на 1 л воды. После помещения личинок воду доливают до горловины фляги и плотно обвязывают двойным слоем марли, на марлю кладут деревянный бруск размером 2x2 см и опускают крышку, но, не стягивая ее зажимом. Этим достигается постоянная аэрация воды и исключается выброс личинок при толчках во время перевозки.

[27]

Транспортировка молоди рыб. Молодь можно успешно перевозить в самых различных ёмкостях, если учитывать следующие такие моменты как то, что потребность молоди в кислороде выше, чем у икры и возрастает с повышением температуры, поэтому особенно важно здесь охлаждение. Нельзя

транспортировать личинок с желточным мешком, так как к этому моменту происходит наполнение плавательного пузыря атмосферным воздухом. В естественных условиях молодь лососевых держится на камнях, либо лежит на дне, так как она ещё не способна выравнивать давление с помощью плавательного пузыря. При перевозке личинки быстро утомляются, идут ко дну и погибают. Позже личинки свободно плавают в толще воды и их можно транспортировать.

Перевозки на значительные расстояния целесообразно осуществлять, когда ещё не полностью израсходовано содержимое желточного мешка, и когда личинка начинает активно питаться, иначе при перевозке может возникнуть большой процент отхода из-за истощения организма. Нельзя перевозить личинок, только что получивших корм, так как при активном пищеварении повышается потребность в кислороде. Перед перевозкой личинок, как правило, на несколько часов подвергают голоданию. Чем взрослеет личинка, тем дольше она может обходиться без пищи. Подрошенную молодь следует выдерживать перед транспортировкой без кормления в течение 24 часов.

Транспортировка взрослых рыб. На выживаемость перевозимой рыбы влияют несколько факторов, основными из которых являются содержание в воде кислорода, накопление продуктов жизнедеятельности и свободное пространство. Большое значение придаётся качеству и физиологическому состоянию. Для перевозки живой рыбы необходимо использовать воду из естественных водоемов. Не допускается использование воды из артезианских скважин, колодцев, водопровода. Вода при перевозке должна быть чистой, прозрачной, без химических и органических примесей. Очень важно, чтобы перевозимая рыба не испытывала резких колебаний температуры. Разница температур воды, в которой рыб находилась до погрузки, и воды, в которой она будет перевозиться, не должна превышать 1-2°C, также как и при выгрузке рыбы. [27]

Важно, чтобы перевозимая рыба была подготовлена к длительной перевозке. С этой целью ее отсаживают в специальные бассейны с постоянным

водообменом. Во время предварительного выдерживания допускается плотность посадки рыбы, при которой содержание в воде растворенного кислорода поддерживается на уровне 6,0-6,5 мг/л. Соотношение между временем выдерживания рыбы в чистой воде и длительностью транспортировки должно составлять 2:1. Как было отмечено выше, во время выдерживания рыбу не кормят. [27]

3.8. Календарный план работы рыбоводного завода

Наименование работ	МЕСЯЦЫ																																			
	Январь			Февраль			Март			Апрель			Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь			Октябрь			Ноябрь			Декабрь		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III			
Отлов и выдерживание производителей																																				
Отбор икры и осеменение																																				
Инкубация икры																																				
Выклев предличинки																																				
Выдерживание предличинки																																				
Выдерживание личинок																																				
Подрачивание малька																																				
Выпуск молоди																																				
Текущие работы																																				

Отлов производителей чавычи проводится в среднем течении р. Большой, в её притоках Малкинский Вахтан и Ключёвка в I–III декадах июля.

Производителей чавычи выдерживают в стационарных естественных садках, установленных на мелководных участках рек. Самцы и самки первоначально содержатся вместе, а при наступлении нерестовых температур (в среднем через 7–15 дней после заготовки) отсаживаются в разные садки.

Заготовка половых продуктов и осеменение икры производятся на речном стане в отсутствие прямых солнечных лучей. Общие сроки получения зрелых половых продуктов и закладки икры для чавычи проходят с 21 июля по 5 августа.

При соблюдении гидрохимического режима и постоянной проточности продолжительность инкубации составляет 76–79 суток.

Вылупление происходит с I декады октября. Продолжительность выдерживания предличинки составляет 43–48 суток.

Продолжительность периода подращивания определяется морфофизиологическим состоянием молоди и температурным режимом и в среднем составляет 135–147 суток для чавычи.

Выпуск покатной молоди происходит во II декаде мая в ночное время суток в целях обеспечения безопасного ухода молоди от нападения птиц, таких как чайки и вороны. Выпуск проводится в р. Ключёвке (бассейн р. Быстрой).

3.9. Рыбоводный расчёт

Рыбоводный расчёт осуществляется в целях избежания лишних потерь в процессе воспроизводства и для получения максимального количества здоровой молоди.

Расчёт осуществлен на основе данных таблицы 2 и на планируемом объёме выпуска посадочного материала = 0,8 млн. шт.

- Количество икры чавычи, которое необходимо получить для проведения оплодотворения**

$$N_{\text{икры}} = K \left(\frac{1000000 * 100^i}{S_{\text{трансп.}} * S_{\text{выращ.}} * S_i} \right)$$

где:

N - количество икры, шт.;

K - планируемый объем выпуска посадочного материала, млн. шт.;

S_i - выживаемость посадочного материала на этапе выращивания (например: *S_{трансп.}* - выживаемость посадочного материала при транспортировке к месту выпуска, *S_{выращ.}* - выживаемость посадочного материала на этапе выращивания), %;

i - количество этапов выращивания посадочного материала до выпуска;

1 000 000 - множитель для приведения количества к 1 млн. шт. посад. материала;

100i - множитель для перевода процентов в десятичные доли, возведенный в степень, соответствующую количеству этапов выращивания посадочного материала до выпуска.

$$N \text{ икры} = 982757 \text{ шт.}$$

- **Общая масса самок чавычи, необходимая для получения количества 982757 шт. икры**

$$M_{\text{самок}} = \frac{N \text{ икры}}{R}$$

где:

M_{самок} – общая масса самок, кг;

N_{икры} – количество икры, которое необходимо получить для оплодотворения, штук.

R – средняя относительная плодовитость самки, шт. икры/кг.

$$M_{\text{самок}} = 945 \text{ кг}$$

- **Количество самок чавычи, подлежащее вылову**

$$N_{\text{самок}} = \frac{M_{\text{самок}}}{m_{\text{ср.самки}}} * \frac{100}{S_{\text{выдерж.}}} * \frac{100}{100 - S_{\text{выбрак.}}}$$

где:

N_{самок} – количество самок, подлежащих добыче (экз.);

M_{самок} – общая масса самок (кг);

m_{ср. самки} – средняя масса одной самки (кг);

S_{выдерживание} – выживаемость самки при выдерживании, %;

S_{выбраковка} – количество самок, выловленных, но имеющих сильное истощение или дефекты тела, что не позволяет их использовать для целей аквакультуры (рыбоводства), %.

N самок = 152 шт.

- **Общая масса самок, подлежащих вылову**

$$M_{\text{самок вылов}} = N_{\text{самок}} \times m_{\text{ср. самки}}$$

где:

M **самок вылов** – общая масса самок, подлежащих вылову, кг;

N **самок** – количество самок, подлежащих вылову, шт.;

m_{ср.} самки – средняя масса одной самки, кг.

$$M_{\text{самок вылов}} = 1109,6 \text{ кг}$$

- **Количество самцов, подлежащих вылову**

$$N_{\text{самцов}} = N_{\text{самок}} \times Z$$

где:

N **самцов** – количество самцов, подлежащих вылову, шт.;

N **самок** – количество самок, подлежащих вылову, шт.;

Z – количество самцов в нерестовом стаде, приходящееся на одну самку.

$$N_{\text{самцов}} = 304 \text{ шт.}$$

- **Общая масса самцов, подлежащая вылову**

$$M_{\text{самцов вылов}} = N_{\text{самцов}} \times m_{\text{ср. самца}}$$

где:

M **самцов вылов** – общая масса самцов, подлежащих вылову, кг;

N **самцов** – количество самцов подлежащих вылову, экз.;

m_{ср.} самца – средняя масса одного самца, кг.

$$M_{\text{самцов вылов}} = 2219,2 \text{ кг}$$

Таблица 1 – Результаты рыбоводного расчёта

Количество икры чавычи, которое необходимо получить для проведения оплодотворения, шт.	982757
Общая масса самок чавычи, кг.	945
Количество самок чавычи, подлежащее вылову, экз.	152
Общая масса самок, подлежащих вылову, кг.	1109,6
Количество самцов, подлежащих вылову, экз.	304
Общая масса самцов, подлежащая вылову, кг.	2219,2

Таблица 2 – Биотехнические показатели по выращиванию молоди чавычи

№ п/п	Показатели	Камчатский край
		Малкинский завод
1.	Средняя масса производителей, кг: 1.1 при вылове: - самки	7,3

N п/п	Показатели	Камчатский край
		Малкинский завод
-	самцы	7,3
1.2	при повторном созревании:	
-	самки	-
-	самцы	-
2.	Соотношение при получении половых продуктов – самки: самцы, экз.: экз.	1:2
3.	Отбраковка производителей, не соответствующих рыбоводным требованиям, %	5
4.	Средняя относительная плодовитость, тыс. шт./кг	1,04
5.	Выживаемость производителей, %:	
5.1	транспортировка	-
5.2	выдерживание	
5.2.1	кратковременное	90
5.2.2	длительное	-
5.3	после нереста	-
6.	Доля самок с резорбцией икры, %	-
7.	Доля производителей, созревших после инъекции, %	-
8.	Доля самок, отдавших доброкачественную икру от числа созревших, %	-
9.	Количество созревших производителей от общей численности маточного стада:	
9.1	самки, экз./%	-/-
9.2	самцы, экз./%	-/-
10.	Средний процент оплодотворения икры, %	98
11.	Икра:	

№ п/п	Показатели	Камчатский край
		Малкинский завод
Выживаемость, %	11.1 транспортировка 11.2 инкубация	98 93
12.	Личинки: 12.1 выдерживание 12.2 переход на активное питание 12.3 подращивание	98 - -
13.	Молодь: - после подращивания 13.1 пруды 13.2 бассейны - укрупненной навески массой 10 г - после транспортировки к месту выпуска	- - 93 - -
14.	Доля молоди для пополнения РМС, %	-
15.	Средняя масса выпускаемой молоди, г	7,0
16.	Производители (самки/самцы), необходимые для выпуска 1 млн. шт. молоди: - количество, экз./экз. - масса, кг/кг	189/379 1380/2767

3.10. Расчёт оборудования предприятия

Производителей чавычи выдерживают в стационарных естественных садках, установленных на мелководных участках рек. Плотность посадки

составляет 10 шт./м³. Объём садка 13,5 м³. Всего должно быть заготовлено 455 производителей, необходимые для выпуска 0,8 млн. шт. молоди, следовательно требуемый объём садков $455/10 = 45,5$ м³, так как объём одного садка 13,5 м³, потребуется 4 садка.

Икру инкубируют в аппаратах Аткинса. Количество самок 152 шт. (так как отбраковка производителей, не соответствующих требованиям, составляет 5%). Средняя масса самки 7,3 кг, относительная плодовитость 1,04 тыс. икринок/кг. Абсолютная плодовитость на 1 самку: $7,3 \text{ кг} \times 1,04 \text{ тыс./кг} = 7,592$ тыс. икринок. Общее количество икры: $152 \times 7,592 = 1153984$ икринок, при учёте процента оплодотворения икры (98%), икринок получается 1130905 шт. Максимальное количество рамок в аппарате Аткинса – 50. Рабочая ёмкость: 50 рамок $\times 1,5$ тыс. икринок = 75 тыс. икринок. Следовательно, потребуется 16 инкубаторов при полной загрузке ($1130905 \text{ икринок} / 75000 \text{ икринок} = 15,07$).

За несколько дней до вылупления икра транспортируется в выростное отделение и размещается в лотковых прямоточных бассейнах с искусственным субстратом. Для выдерживания предличинки и подращивания личинки используют бассейны с объёмом 2,4 м³. Плотность посадки 14 тыс. шт./м³. Количество предличинок на 1 бассейн: $2,4 \times 14000 = 33600$ шт. Требуемое количество бассейнов: $1051742/33600 = 32$ бассейна (так как выживаемость икры при инкубации составляет 93%).

Молодь подращивают в пластиковых бассейнах круглой формы с центральным водостоком. Диаметр бассейна 3м, высота столба воды 0,5м, объём воды при этом составляет 1,5м³. Процент выживаемость личинок после подращивания составляет 98%, следовательно количество молоди = 1030707 шт. Плотность посадки 7500 шт/м³. Количество молоди на 1 бассейн: $1,5 \times 7500 = 11250$ шт. Требуемое количество бассейнов: $1030707/11250 = 92$.

Таблица 3 – Расчёт оборудования ЛРЗ «Малкинский»

Показатель	Единицы измерения	«Малкинский ЛРЗ»
------------	-------------------	------------------

Стационарный естественный садок для выдерживания производителей, объём 13,5 m^3	Шт.	4
Аппарат Аткинса	Шт.	16
Лотковые прямоточные бассейны объёмом 2,4 m^3 для выдерживания предличинки и подращивания личинки	Шт.	32
Пластиковые бассейны круглой формы с центральным водостоком, объёмом 1,5 m^3	Шт.	92

4. Проблемы и перспективы воспроизводства чавычи на Малкинском ЛРЗ

4.1 Проблема окупаемости Малкинского ЛРЗ при производстве чавычи

Оценка окупаемости деятельности ЛРЗ возможна при сравнении суммарных производственных затрат с накопленной стоимостью возврата.

Для того, чтобы рассчитать себестоимость чавычи, выращенной ЛРЗ, необходимо определить коэффициент возврата (процентное отношение количества возвращающихся на нерест « заводских » лососей к количеству выпущенных мальков), который демонстрирует эффективность биотехнологий производства и грамотный учёт условий окружающей среды, в которых оно функционирует.

Коэффициент возврата является не только предметом споров специалистов, но и предметом спекуляций на всех уровнях планирования – от составления технико-экономического обоснования отдельного предприятия до разработки федеральной целевой программы. От его значения в наибольшей степени зависит – эффективно или неэффективно производство, поэтому работа по его определению, фактически, должна стоять во главе угла при планировании любого аквакультурного производства пастбищного типа. [1]

Для расчётов используются средневзвешенные значения коэффициента возврата $K_{возвр}$, эти значения включают:

- учтённых у ЛРЗ производителей;
- доли промыслового изъятия;
- статистику легальных уловов и заполнения нерестилищ;
- информацию об идентификации заводских рыб и общих подходах.

Таблица 4 – Основные биоэкономические показатели производства

	Показатели	Малкинский ЛРЗ				
		2007	2008	2009	2010	2011
	Затраты по предприятию (с учетом аморт. отчислений), тыс. руб.	25 855,40	28 680,80	28026,4	26861	26946,0
ЧАВЫЧА						
ВЫПУСК	Выпуск молоди, тыс. шт.	799	780	784	877	815
	Средняя масса молоди, г	9	10,5	10,1	9,8	9,54
	Биомасса, кг	7191	8190	7918,4	5994,1	7775,1
	Доля в биомассе выпуска	71,416%	72,560%	71,713%	65,667%	69,864%
	Затраты, тыс. руб.	18 464,84	20 810,81	20 098,61	17 638,86	18 825,63
	Себестоимость молоди, руб./шт.	23,11	26,68	25,64	20,11	23,10
ФАКТ ПЛАН	Средний вес взрослой чавычи, кг/шт	7,30	7,30	7,30	7,30	7,30
	Плановый к-т возврата					
	Плановый возврат, тонн					
	Плановая себестоимость возврата, руб./кг.					
	Средневзвешенный к-т возврата	0,08%	0,08%	0,08%	0,08%	0,08%
	Возврат, тонн	4,67	4,56	4,58	5,12	4,76
	Себестоимость возврата, руб./кг	3 957,18	4 568,58	4 389,72	3 443,96	3 955,30

Таблица 4 приведена для показателей с 2007-2011 гг., по современным данным, в последние годы возврат в среднем равен 5 тоннам, следовательно средневзвешенный коэффициент возврата будет аналогичен и равен 0,08%, с учётом нелегального промысла 0,4 %. Однако, оценка рентабельности производства с учётом браконьерского изъятия не имеет практической ценности, поскольку собственник завода даже при условии прекращения нелегального изъятия его продукции не сможет легально выловить столько же, поскольку этот улов научно не обоснован и подрывает промысловый запас.

В таблице 5 и на графике 1 ниже представлен расчёт себестоимости заводской чавычи в возврате. Наглядно показано, при каких значениях $K_{возвр}$ можно рассчитывать на самоокупаемость, если текущие производственные затраты неизменны. Себестоимость продукции ЛРЗ определена как отношение производственных затрат к чистой стоимости ВБР, учтённых при определении коэффициента возврата.

Таблица 5 – Себестоимость чавычи в возврате Малкинского ЛРЗ.

Малкинский ЛРЗ - чавыча	Средневзвешенный коэффициент возврата, %					Себестоимость возврата, руб/кг					Стоимость руб/кг
	2007	2008	2009	2010	2011	2007	2008	2009	2010	2011	
K _{возвр}	0,08%	0,08%	0,08%	0,08%	0,08%	3 957	4 569	4 390	3 444	3 955	85
С учетом нелегального промысла K _{возврMAX}	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	791	914	878	689	791	85
	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	317	365	351	276	316	85
	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	106	122	117	92	105	85
	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	63	73	70	55	63	85
	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	45	52	50	39	45	85
	9,00%	9,00%	9,00%	9,00%	9,00%	35	41	39	31	35	85
Условие самоокупаемости	3,72%	4,30%	4,13%	3,24%	3,72%	85	85	85	85	85	85

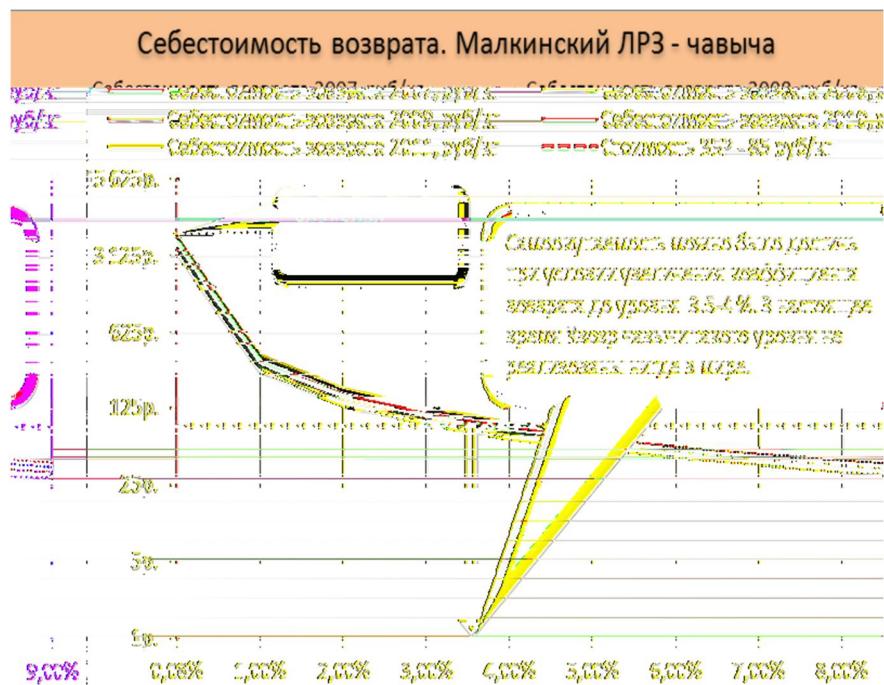


График 1 – Зависимость себестоимости чавычи в возврате (ось Y) от $K_{возвр}$ (ось X).

Из расчётов видно, что себестоимость производства чавычи держалась на уровне 4000 рублей за килограмм. Если принять, что возможный нелегальный промысел чавычи в реке Большая в 21 раз больше легального, то стоимость производства чавычи будет 700-900 руб./кг. При чистой стоимости чавычи 85 руб./кг её производство нельзя считать рентабельным даже при условии легализации всего вылова заводской чавычи в р. Большая.

Затраты на производство значительно менялись в рассматриваемый период, но очевидно, что для самоокупаемости в 2007 – 2011 годы необходимо

было удерживать $K_{возвр}$ на уровне 4%. Такой показатель возврата считается очень высоким и нигде в мире не фиксировался.

В таблице 6 и на графике 2 ниже представлено, как производитель должен был изменить себестоимость произведенной молоди чавычи, чтобы достичь самоокупаемости производства при различных значениях $K_{возвр}$. Кроме того, показано, как можно менять себестоимость производства одного смолта в зависимости от чистой стоимости чавычи (рыночных условий).

Таблица 6 – Себестоимость смолта чавычи, необходимая для самоокупаемости производства в зависимости от $K_{возвр}$ и стоимости ВБР.

Малкинский ЛРЗ - чавыча	Стоимость ВБР, руб/кг					Себестоимость 1 шт. молоди, необходимая для самоокупаемости	
						$K_{возвр} = 0.08\%$, руб.	$K_{возврMAX} = 0.4\%$, руб.
	2007	2008	2009	2010	2011	2007-2011	2007-2011
Текущая стоимость ВБР	85	85	85	85	85	0,50	2,49
	100	100	100	100	100	0,58	2,93
	120	120	120	120	120	0,70	3,52
Текущие показатели	3 957	4 569	4 390	3 444	3 955		

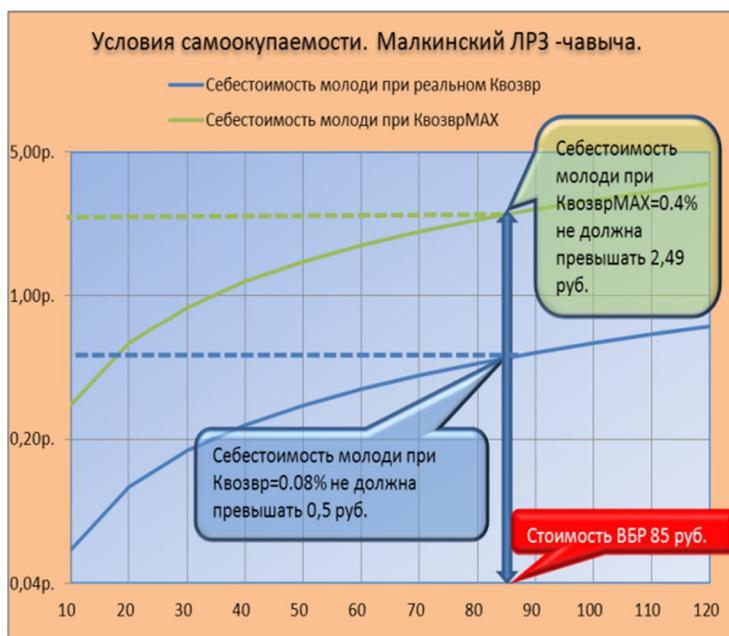


График 2 – Себестоимость смолта чавычи, необходимая для самоокупаемости производства в зависимости от $K_{возвр}$ и стоимости ВБР

Из расчётов видно, что при текущей чистой стоимости чавычи 85 руб/кг, себестоимость производства одного смолта при наилучшем $K_{возвр}$ не должна была превышать 0,5 руб., хотя на деле варьировалась в рассматриваемый

период от 20 до 27 руб. Для достижения самоокупаемости требовалось снижение издержек в среднем за рассматриваемый период в 48 раз, что является невыполнимым условием. [1]

Проведённый анализ экономических показателей свидетельствует, что затраты на искусственное воспроизведение далеко не эквивалентны условной стоимости возвращающихся производителей.

В настоящее время ЛРЗ работает исходя из производственных возможностей, которые складываются из их обеспеченности водными ресурсами, инкубационными и выростными мощностями, а также объёмами средств, выделяемых Росрыболовством для закупки кормов. Потенциально масштаб искусственного воспроизведения мог бы наращиваться, но так как это экономически невыгодно даже в целях товарного рыбоводства из-за продолжительного цикла развития чавычи относительно других лососёвых рыб, ситуация остаётся неизменной.

Предложения по решению проблемы:

- Методика расчёта «объёма подлежащих изъятию объектов аквакультуры» должна основываться на коэффициенте возврата;
- Федеральному агентству по рыболовству произвести сравнительную оценку эффективности природоохранных и аквакультурных мероприятий для повышения рыбопродуктивности лососёвых рек. По итогам сравнительной оценки принять решение о дальнейшем бюджетном финансировании наиболее эффективного вида деятельности;
- Провести анализ методики Федерального агентства по рыболовству, в соответствии с которой ущерб, наносимый водным биоресурсам, компенсируется аквакультурными мероприятиями, вне зависимости от их экономической и биологической эффективности. Внести поправки, предусматривающие возможность направлять компенсационные средства на более эффективные мероприятия, например, на защиту

ключевых мест обитания ВБР (размножения, нагула, путей миграции и т.д.).

С другой стороны, изначально строительство ЛРЗ было ориентировано не на коммерческий эффект, а на поддержание уровня запасов чавычи в бассейне реки Большая, максимально подверженном антропогенному воздействию. Поэтому присутствие ЛРЗ Малкинский вполне оправданно и вносит свой вклад.

4.2. Динамика численности выпуска и возвратов заводской чавычи

Фактические данные об объёмах выпуска молоди чавычи в 2001–2013 гг. представлены в таблице 7. Межгодовая динамика показана на графике 3.

Таблица 7 – Объёмы выпуска молоди чавычи с МЛРЗ в 2001–2013 гг., млн. экз.

Год	МЛРЗ, Чавыча
2001	0,517
2002	0,297
2003	0,741
2004	1,177
2005	0,839
2006	0,779
2007	0,799
2008	0,780
2009	0,784
2010	0,877
2011	0,814
2012	0,911
2013	0,910
Среднее	0,787

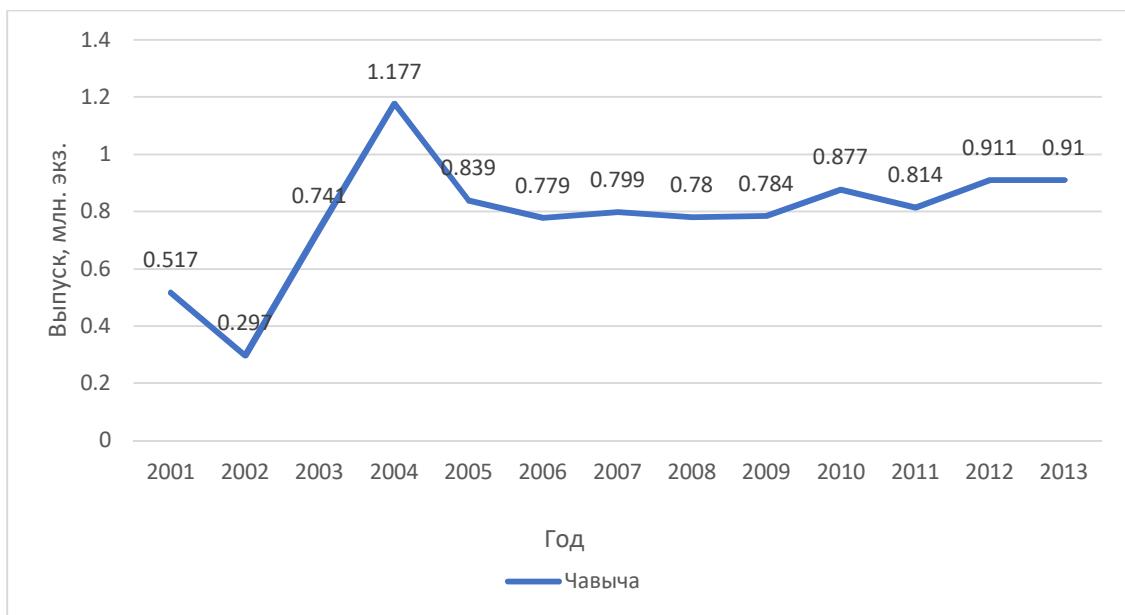


График 3 – Динамика выпуска молоди чавычи с МЛРЗ в 2001–2013 гг.

Общий ежегодный выпуск чавычи в период с 2001 по 2013 год относительно стабилен на протяжении всего ряда наблюдений, среднее значение 0,787 млн. экз., что соответствует современному значению 0,8 млн. экз.

Следует отметить, что планируемый объём выпускаемой молоди напрямую не зависит от экологической ёмкости базовых водоёмов воспроизводства, выпуск мог бы быть значительно выше, но ограничивается нехваткой финансирования для обновления мощностей и расширения предприятия.

В настоящее время завод подвержен значительному антропогенному воздействию, включая фактор промысла, как законного, так и незаконного, а также значительное влияние последствий человеческой жизнедеятельности, которое отражается на состоянии экосистемы водоёма. По сути, на современном этапе запасы чавычи реки Большая в значительной степени подорваны и находятся в депрессивном состоянии, о чём свидетельствуют данные авиаучётных работ КамчатНИРО об относительно низком заполнении производителями естественных нерестилищ. [12]

Эффективность работы ЛРЗ в первую очередь определяет уровень возвратов производителей в базовые водоёмы воспроизводства. Фактические данные об объёмах возвратов чавычи к представлены в таблице 8. Межгодовая динамика показана на графике 4.

Таблица 8 – Возврат производителей чавычи к МЛРЗ в 2001–2013 гг., тыс. экз.

Год	МЛРЗ, Чавыча
2001	1,803
2002	1,444
2003	0,408
2004	0,818
2005	0,102
2006	0,133
2007	0,089
2008	0,859
2009	2,141
2010	0,480
2011	0,567
2012	0,341
2013	0,135
Среднее	0,717

Эти цифры не представляются достаточно значимыми, если рассматривать их относительно других видов тихоокеанских лососей, а тем более относительно из масштабов промыслового лососевого фонда Камчатки.

Следует учитывать тот факт, что цифры официальной статистики возвратов производителей к МЛРЗ, представленные Севвострыбводом, достаточно занижены, поскольку учитываются только те рыбы, которые непосредственно вернулись к заводу. В данном случае не учитывается часть стад, изымаемая браконьерством и промыслом.

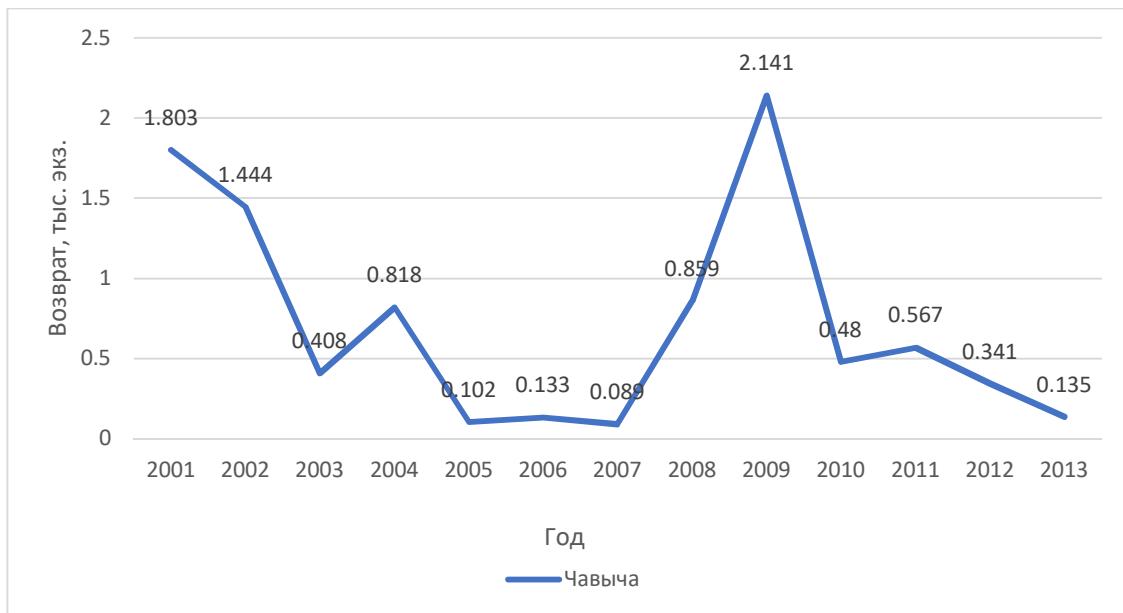


График 4 – Динамика возвратов производителей чавычи к МЛРЗ в 2001–2013 гг.

Для чавычи в целом уровень флюктуаций объёмов выпуска молоди и возвратов производителей оставался на относительно низком уровне. При этом уровень возвратов также был низок. Учитывая, что чавыча выпускаются с более высокой навеской, это может говорить о том, что фактор промыслового прессинга на ней отражается достаточно сильно, что логично, поскольку именно чавыча являются излюбленным объектом спортивно-любительского рыболовства, которым зачастую прикрывается браконьерский лов. [21]

В настоящее время для снижения антропогенного прессинга решением Отраслевого совета по промысловому прогнозированию при Федеральном агентстве по рыболовству (протокол от 29.01.2024 г. № 1) в 2024 году в связи с депрессивным состоянием популяций тихоокеанских лососей рек, впадающих в бассейн Авачинского залива, а также чавычи западнокамчатского побережья, КамчатНИРО рекомендует Комиссии в 2024 году не устанавливать объёмы добычи (вылова):

- тихоокеанских лососей в акватории Авачинского залива, в т.ч. Авачинской губы, в целях осуществления промышленного и любительского рыболовства;

- чавычи и нерки в акватории Авачинского залива, в т.ч. Авачинской губы, реках Авача и Паратунка в целях осуществления промышленного, традиционного и любительского рыболовства;
- чавычи в Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской подзонах в целях осуществления промышленного и традиционного рыболовства.

[18]

4.3. Проблема адаптации заводской молоди к диким условиям

Низкий уровень возврата производителей чавычи к Малкинскому ЛРЗ объясняется не только антропогенным воздействием, но и тем, что молодь при выпуске с МЛРЗ испытывает трудности с переходом на естественное питание, она задерживается у завода и некоторое время голодает. Это связано с тем, что у рыбы чаще всего отсутствует рефлекс, помогающий добывать пищу в естественных условиях. Поскольку кормление чавычи на Малкинском ЛРЗ осуществляется экструдированными кормами (неживыми, т.е. неподвижными), она не приспособлена охотиться в дикой среде и не адаптирована к активному поиску пищи. В июне начинается паводок, и масса кормового дрифта падает в 2,5 раза, по сравнению с маев. [8]

Естественно предположить, что с увеличением объёма выпускаемой молоди указанные проблемы обостряются ещё в большей степени. Часть молоди чавычи в паводок может попадать в боковые протоки, которые после спада воды пересыхают и тогда рыбы погибают.

Возможные пути решения:

- Селекция производителей. Отдавать приоритет диким производителям, по возможности, использование для заводского разведения производителей, отловленных в дикой природе (не их потомков из ЛРЗ предыдущих поколений). Их гены несут более сильные инстинкты выживания. Если используются заводские производители, стараться отбирать тех, чьё потомство показывает лучшее поведение при поиске пищи в тестовых условиях.

- Стратегии кормления. Частичная замена гранул живым кормом (дафнии, личинки насекомых). Это заставляет молодь охотиться, развивая навыки распознавания, преследования и захвата добычи. Даже 10-20% живого корма в рационе дают эффект; Кормовые автоматы переменного действия, т.е. подача корма осуществляется нерегулярно и в разных точках, а не всегда в одном месте и по расписанию. Рыба вынуждена активно патрулировать территорию в поисках пищи.
- Предвыпускная адаптация. Перед выпуском молодь перемещать в большие, специально оборудованные пруды или загороженные участки реки с максимально естественными условиями (текущее, природный субстрат, естественная кормовая база), чтобы она провела в данных условиях от нескольких недель до месяцев, активно обучаясь добывать натуральный корм.

Ещё одной из причин малого возврата чавычи к Малкинскому ЛРЗ является отсутствие физиологической готовности к жизни в морской воде сразу после выпуска с завода. Вследствие этого пестрятки не становятся смолтами и задерживаются в реке на год и более, расселяясь в другие биотопы.

Удлинение пресноводного периода жизни чавычи, обогащая её популяционную структуру разнообразными вариантами стратегий, способствует стабилизации. В то же время, именно в пресных водах, где концентрация хищников выше, а пищевых объектов - ниже, чем в морских, происходит вымирание молоди.

Кроме того, поскольку превращение заводских пестряток в смолтов происходит в других биотопах, импритинг (запоминание множества характеристик окружающей среды), тесно связанный со смолтификацией, может сформироваться в местах, весьма отдалённых от ЛРЗ, а хоминг - привести именно туда взрослых рыб. В результате, возвраты к заводу от выпуска пестряток будут ниже, чем при выпуске смолтов, как за счёт их повышенной смертности, так и по причине их стреинга (расселения).

Заводу необходимо выпускать физиологически полноценную молодь, готовую в тот же сезон смолтифицироваться и мигрировать в морские воды, инвертировав водно-солевой обмен с пресноводного на морской тип без существенных потерь в жизнеспособности. [7]

Путём решения проблемы является учёт следующих факторов:

- Количественным критерием готовности заводских сеголеток чавычи к обитанию в морской воде служит уровень осмолярности плазмы крови (мера концентрации растворенных частиц (осмотов) в единице объёма плазмы крови, что отражает количество веществ, растворенных в жидкости, и оказывает влияние на осмотическое давление и водный баланс в организме) при их переводе из пресной воды в солёную. У «истинных» смолтов осмолярность крови должна восстанавливаться до исходного уровня через одно-трое суток после перевода в 30%-ную морскую воду и не превышать 340 мосм/л. Рыбы с более высокой осмолярностью крови в итоге погибают. [21]
- Тolerантность к морской воде заводских сеголеток чавычи, получаемых при тепловодном подращивании, повышается с увеличением массы тела. Первые признаки смолтификации проявляются при массе тела от 4 г. Молодь при массе более 7 г готова к обитанию в морской воде, часть молоди массой от 5 до 7 г находится на завершающих этапах смолтификации, меньше 5 г — как правило, не готова к смене среды обитания. [21]

Заключение

Перспективы воспроизводства чавычи на Малкинском ЛРЗ в его текущем формате и масштабе ограничены низкой эффективностью возврата производителей, обусловленной как внешними (антропогенный пресс, деградация экосистемы), так и внутренними (неадаптированность молоди, технологические ограничения) факторами. Экономическая нецелесообразность расширения производства делает увеличение объемов выпуска маловероятным. Главная перспектива заключается в качественной трансформации технологического процесса на заводе.

Фокус должен сместиться с количества выпускаемой молоди на повышение ее жизнестойкости и адаптивности через внедрение методов, стимулирующих естественное поведение и обеспечивающих физиологическую готовность к миграции. Одновременно критически важны системные решения на уровне регулирования рыболовства и финансирования, позволяющие сравнивать и направлять ресурсы на наиболее эффективные меры восстановления запасов чавычи, включая прямую охрану естественных популяций и мест обитания. Только комплексный подход, сочетающий оптимизацию работы ЛРЗ и усиление природоохранных мер, может обеспечить реальные перспективы восстановления депрессивной популяции чавычи бассейна реки Большая.

Выводы

1. Даны биологическая характеристика чавычи, обозначены положение в системе, ареал обитания, жизненный цикл и размножение, эмбриональное и постэмбриональное развитие с выделением критических стадий.

2. Рассмотрены гидробиологические и гидрохимические характеристики реки Ключёвки, на которой расположен Малкинский ЛРЗ. Река Ключёвка — горный водоток длиной 25 км с каменистым дном и резкими сезонными колебаниями расхода воды ($0,5\text{--}15,8 \text{ м}^3/\text{с}$). Средняя температура воды низкая (максимум $+14,5^\circ\text{C}$ летом), ледостав длится 133 дня. Ключевое преимущество для рыбоводства — использование геотермальных вод, находящихся в бассейне реки, что позволяет добиться получения полноценных смолтов в более короткие (по сравнению с естественными условиями) сроки. Применение её в качестве теплоносителя наряду с речной водой на Малкинском ЛРЗ обусловило превосходство в результатах выращивания молоди лососей по сравнению с холодноводными камчатскими ЛРЗ. Также река обладает разнообразной водной растительностью (4 группы сообществ), богатым макрозообентосом (166 таксонов) и фитопланктоном (87 таксонов), служа нерестовым и нагульным водоёмом для тихоокеанских лососей. Хозяйственное использование реки минимально, но её термальные источники используются для рекреации и розлива минеральной воды. Главный недостаток для завода — удалённость от моря (свыше 200 км), затрудняющая учёт производителей.

3. Описаны технологические процессы и применяемое оборудование на Малкинском ЛРЗ. Завод осуществляет искусственное воспроизводство чавычи с проектной мощностью 0,8 млн экземпляров молоди в год. Технологический процесс включает: заготовку производителей ставными ловушками с выдерживанием в речных садках ($10\text{--}13 \text{ шт./м}^3$); инкубацию икры в аппаратах Аткинса (76-79 суток при $7,4^\circ\text{C}$); подращивание молоди в круглых бассейнах ($1,5 \text{ м}^3$, $7,5^\circ\text{C}$) до массы 7+ грамм; мечение отолитов для последующего учёта. Применение стандартизованных методов (сухое осеменение, солевые ванны

для икры, автоматизированное кормление) обеспечивает стабильную выживаемость на уровне 95% от икры до молоди.

4. Изучен календарный плана завода, проведён рыбоводный расчёт и расчёт оборудования предприятия. Отлов производителей проводится в I-III декадах июля в притоках реки Большой - Малкинский Вахтан и Ключёвка. Выдерживание производителей происходит в стационарных естественных садках плотностью 10 шт./м³, с последующим раздельным содержанием самцов и самок. Для получения запланированного выпуска 0,8 млн штук молоди требуется: 982757 оплодотворённых икринок, 152 самки общей массой 1109,6 кг, 304 самца общей массой 2219,2 кг. Технологический процесс включает: инкубацию в 16 аппаратах Аткинса (76-79 суток при 7,4°C), выдерживание предличинок в 32 лотковых бассейнах (2,4 м³), подращивание молоди в 92 круглых бассейнах (1,5 м³). Выпуск молоди массой 7 г проводится во II декаде мая в реку Ключёвку, исключительно в ночное время для защиты от хищных птиц.

5. Выявлены проблемы и перспективы воспроизводства чавычи на Малкинском ЛРЗ. Малкинский ЛРЗ демонстрирует низкую эффективность воспроизводства чавычи - при выпуске 800 тыс. мальков возвращается лишь 0,08% производителей. Основные проблемы включают физиологическую незрелость молоди (только 23% достигают нужной стадии смолтификации) и нарушенное пищевое поведение из-за искусственного кормления. Хотя себестоимость производства (4000 руб/кг) многократно превышает рыночную цену (85 руб/кг), завод сохраняет важное значение для поддержания популяции в бассейне реки Большой. Улучшить результаты может введение живых кормов, селекция производителей и предварительная акклиматизация молоди. Комплексная модернизация технологий позволит повысить эффективность работы завода без утраты его природоохранных функций.

Список литературы

1. Анализ экономической эффективности деятельности ЛРЗ Камчатского края 2007-2011 годы.
2. Бугаев В.Ф. Рыбы реки Камчатка / В.Ф. Бугаев, Б.Б. Воронский, Л.О. Заварина, Ж.Х. Зорбиди, А.Г. Остроумов, И.В. Тиллер. Петропавловск-Камчатский: Изд - во КамчатНИРО, 2007. 459 с.
3. Вронский Б.Б. Материалы о размножении чавычи *Oncorhynchus tshawytscha* (Walbaum) р. Камчатки. / Б.Б. Вронский. // Вопросы ихтиологии- 1972.- т. 12.- вып. 2 – С. 93-94.
4. Вронский Б.Б. Нерестовые стадии, гидрологический режим и выживание потомства в гнездах чавычи *Oncorhynchus tshawytscha* в бассейне р. Камчатки / Б.Б. Вронский, В.Н. Леман // Вопросы ихтиологии. - 1991. - Т. 31. - № 2. - С. 282–292.
5. ДОКЛАД ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В КАМЧАТСКОМ КРАЕ В 2016 ГОДУ / Министерство природных ресурсов и экологии Камчатского края. - ПетропавловскКамчатский, 2017. – 374 с.
6. Е.В. Есин, В.В. Чебанова, В.Н. Леман Экосистема малой лососевой реки Западной Камчатки (среда обитания, донное население и ихтиофауна). — М.: Т-ва науч. изд-в КМК, 2009. — 176 с.
7. Запорожец Г.В. Лососевые рыболовные заводы Дальнего Востока в экосистемах Северной Пацифики / Г.В. Запорожец, О.М. Запорожец. Петропавловск-Камчатский: Изд - Камчатпресс, 2011. 268 с.
8. Макоедов А.Н., Макоедов А.А. Искусственное воспроизводство и состояние запасов тихоокеанских лососей // Изв. ТИНРО. — 2022. — Т. 202, вып. 3. — С. 661–678.
9. Нешатаева В. Ю. Растительность полуострова Камчатка / автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук: Изд - СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 2006. 63 с.
10. Пономарёв С. В. Опыт выращивания тихоокеанских лососей: нерки и чавычи на Малкинском ЛРЗ Камчатской области / С.В. Пономарёв, С.А.

- Бабак. - А.: Астраханский Государственный Технический университет. – 2006. – С. 28.
11. Попова Т. А. Искусственное воспроизводство чавычи на Камчатке: [с применением геотерм. вод для выращивания молоди] / Т. А. Попова, Н. А. Чебанов, Е. С. Лашина // Рыб. хоз-во. — 2005. — № 1. — С. 48-50.
12. Растиагаева Н.А., Бугаев А.В., Ромаденкова Н.Н., Кудзина М.А., Давидюк Д.А., Гаврюсева Т.В., Устименко Е.А., Бочкова Е.В. Результаты многолетнего биологического мониторинга тихоокеанских лососей рыболовных заводов Камчатского края // Изв. ТИНРО. — 2015.— Т. 180 — С. 273–309.
13. Ромаденкова Н.Н. Оценка искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей на Малкинском ЛРЗ в рыболовный сезон 2015-2016 гг. // «Современное состояние водных биоресурсов» — Новосибирск, 2016 г. – С. 86-88.
14. Рыжков Л. П., Кучко, Т. Ю., Дзюбук, И. М. Основы рыбоводства: Учебник. — СПб.: Издательство «Лань», 2011. — 528 с.
15. Смирнов А.И. Биология, размножение и развитие тихоокеанских лососей / А.И. Смирнов. - М.: Издательство московского университета, 1975. – С. 335.
16. Современные проблемы и перспективы развития аквакультуры: краткий курс лекций для магистров I курса направления подготовки 35. 04.07 «Водные биоресурсы и аквакультура», профиль подготовки «Аквакультура» / Сост.: И.А. Галатдинова // ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2016. – 54 с
17. Справочные материалы по плодовитости промысловых рыб / Составитель А.А. Яржомбек. — М.: Изд-во ВНИРО. 2019.— 84 с.
18. Стратегия промысла тихоокеанских лососей в Камчатском крае в 2024 году / КамчатНИРО.
19. ФГУП «РосНИПИ Урбанистики». Елизовский муниципальный район. Схема территориального планирования. 2012. – 207 с.

- 20.Чебанова В.В. Бентос лососевых рек Камчатки / Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук – 2008. 51 с.
- 21.Шульгина Е.В.,Леман В.Н.,Есин Е.В.Оценка готовности к обитанию в морской воде молоди чавычи при её тепловодном подращивании на Малкинском рыбоводном заводе (Камчатка) //Труды ВНИРО. 2023 г. Т. 194. С. 155-164.
- 22.Oncorhynchus tshawytscha (Чавыча)//zooclub.ru. — URL:
https://zooclub.ru/tree/oncorhynchus_tshawytscha [электронный ресурс]
Дата обращения 27.05.2025 г.
- 23.Анадромная миграция, созревание, сроки нереста чавычи//losos.arktikfish.com — URL:
<https://losos.arktikfish.com/index.php/biologiya/667-anadromnaya-migratsiya-sozrevanie-sroki-neresta-chavychi> [электронный ресурс] Дата обращения 27.05.2025 г.
- 24.Аппарат Аткинса//arktikfish.com — URL:
<https://arktikfish.com/index.php/tekhnika-i-inventar-v-akvakulture/280-apparat-atkinsa> [электронный ресурс] Дата обращения 27.05.2025 г.
- 25.Описание Чавычи//zooclub.ru. — URL: <https://zooclub.ru/rybki/vidy-opisanie-foto/chavycha-ryba.shtml> [электронный ресурс] Дата обращения 27.05.2025 г.
- 26.Особенности размножения и развития чавычи//losos.arktikfish.com — URL: <https://losos.arktikfish.com/index.php/biologiya/672-osobennosti-razmnozhennyia-i-razvitiya-chavychi> [электронный ресурс] Дата обращения 27.05.2025 г.
- 27.Транспортировка//losos.arktikfish.com — URL:
<https://losos.arktikfish.com/index.php/semgi/712-transportirovka-ikrylichinok> [электронный ресурс] Дата обращения 27.05.2025 г.