

ТИХООКЕАНСКИЕ ЛОСОСИ: СОСТОЯНИЕ. ПРОБЛЕМЫ. РЕШЕНИЯ.

**В.В. Зиничев
В.Н. Леман
Л.А. Животовский
Г.А. Ставенко**

**ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА
СОХРАНЕНИЯ
БИОРАЗНООБРАЗИЯ
ПРИ РАЗВЕДЕНИИ
ТИХООКЕАНСКИХ
ЛОСОСЕЙ**



Москва – 2012



Всероссийский НИИ
рыбного хозяйства
и океанографии



Институт общей
генетики
им. Н.И. Вавилова РАН



Фонд
«Русский лосось»

В. В. Зиничев, В. Н. Леман, Л. А. Животовский, Г. А. Ставенко

Теория и практика сохранения биоразнообразия при разведении тихоокеанских лососей

Москва — 2012

УДК 639.371.1

В. В. Зиничев, В. Н. Леман, Л. А. Животовский, Г. А. Ставенко.
Теория и практика сохранения биоразнообразия при разведении тихоокеанских лососей // Тихоокеанские лососи: Состояние. Проблемы. Решения. — М.: изд-во ВНИРО, 2012. — 240 с.

В книге обобщен современный опыт сохранения природного биоразнообразия и минимизации угроз диким популяциям при искусственном разведении тихоокеанских лососей. Дано описание экологических и генетических последствий пастбищного лососеводства, подходов к оценке эффективности рыбоводных заводов, проведению мониторинга состояния заводских стад лососей и биотехники разведения с позиции сохранения биоразнообразия. Рассмотрены вопросы взаимодействия заводских и диких лососей, выделены основные подходы к сохранению диких популяций лососей при размещении, проектировании и деятельности лососевых рыбоводных заводов.

Книга адресована широкому кругу специалистов рыбного хозяйства — рыбводам, рыбопромышленникам, специалистам в области управления водными биоресурсами для решения прикладных задач заводского разведения тихоокеанских лососей, мониторинга состояния их популяций и регламентации деятельности лососевых рыбоводных заводов с учетом сохранения биоразнообразия, а также экологам, специалистам по охране природы и всем, кто заинтересован в сохранении многообразия диких тихоокеанских лососей — главного богатства дальне-восточных рек и морей.

Может использоваться в качестве пособия по заводскому разведению тихоокеанских лососей на основе принципов сохранения биоразнообразия и минимизации угроз диким лососям.

Рецензенты:

академик РАН Д. С. Павлов

доктор биологических наук, профессор Е. В. Микодина

Печатается по решению

Ученого совета ВНИРО

№ 9 от 16 ноября 2011 г.

ISBN 978–5–85382–439–3

© Фонд «Русский лосось»

© ФГУП «ВНИРО»

© ИОГен РАН

© Коллектив авторов

Оглавление

Предисловие авторов	5
Введение	7
Глава I. Влияние искусственного воспроизводства на биоразнообразие диких лососей	10
1. Биологическое разнообразие лососей и важность его сохранения.....	10
1.1.1. Что такое биологическое разнообразие лососевых рыб?	10
1.1.2. Почему важно сохранить биологическое разнообразие?	19
1.1.3. Антропогенные причины изменений биоразнообразия лососей	23
1.2. Основные понятия, их определения и взаимосвязь	26
1.3. Цели и задачи искусственного воспроизводства	34
1.4. Генетические и экологические последствия искусственного воспроизводства	36
Глава II. Размещение, управление ЛРЗ и сохранение диких лососей.....	58
2.1. Стратегия размещения ЛРЗ на региональном уровне. Заказники рыбохозяйственного назначения и рыбохозяйственные заповедные зоны.....	58
2.2. Планирование ЛРЗ на бассейновом уровне.....	64
2.3. Подходы к организации управления ЛРЗ. Трудности внедрения принципов сохранения биоразнообразия.....	69
2.4. Экосистемный подход к управлению ЛРЗ	71
2.5. Требования к разработке рыбоводно-биологического обоснования с учетом принципов сохранения биоразнообразия.....	78
2.5.1. Обоснование целесообразности строительства ЛРЗ.....	79
2.5.2. Перечень исходных данных, необходимых для разработки РБО.....	80
2.5.3. Место размещения, объект разведения, мощность ЛРЗ	83
2.5.4. Обеспечение производителями	84
2.5.5. Биотехника выращивания и сезонный график работы.....	85
2.5.6. Технологическая схема и режим работы	86
2.5.7. Профилактика заболеваний	86
2.5.8. Обеспечение водой и кормами.....	87
2.5.9. Порядок и стратегия выпуска молоди.....	87
2.5.10. Оценка возврата	87
2.5.11. Экологическая безопасность проекта.....	88
2.5.12. Заключение о целесообразности строительства ЛРЗ	88
Глава III. Биотехника и мониторинг	90
3.1. Основные практические подходы к минимизации воздействия заводского воспроизводства на биоразнообразие диких лососей.....	90
3.2. Общая схема биотехники, в которую включены действия по сохранению биоразнообразия и минимизации угроз диким лососям	99
3.2.1. Отлов производителей	99
3.2.2. Выдерживание производителей.....	103

3.2.3. Сбор половых продуктов	108
3.2.4. Оплодотворение	112
3.2.5. Набухание и транспортировка оплодотворенной икры.....	113
3.2.6. Загрузка инкубаторов	114
3.2.7. Инкубация икры	119
3.2.8. Выклев и выдерживание личинок	121
3.2.9. Подращивание молоди	123
3.2.10. Выпуск молоди.....	128
3.3. Мечение молоди.....	131
3.3.1. Мечение обрезанием плавников	132
3.3.2. Проволочные метки	133
3.3.3. Термомаркирование отолитов.....	134
3.4. Мониторинг заводского и дикого стада лососей.	
Эффективность ЛРЗ	141
3.4.1. Общие положения	141
3.4.2. Корректировка сроков выпуска.....	143
3.4.3. Мониторинг смолтификации молоди	146
3.4.4. Мониторинг выпуска молоди.....	150
3.4.5. Мониторинг состояния заводского стада	154
3.4.6. Популяционно-генетический мониторинг.....	156
3.4.7. Мониторинг и оценка эффективности ЛРЗ	159
3.4.7.1. Расчетные методы	160
3.4.7.2. Методы аналогий	162
3.4.7.3. Мониторинг численности разводимых видов лососей	165
3.4.7.4. Оценка вклада ЛРЗ в промысел и воспроизводство	166
Заключение	168
Литература	170
Приложения:	
Приложение 1. Сеть ключевых лососевых рек Дальнего Востока России	179
Приложение 2. Перечень и расположения водных объектов, рекомендованных для создания лососевых рыбохозяйственных заповедных зон.....	181
Приложение 3. Основные характеристики и размещение лососевых рыбозаводов на Дальнем Востоке России	184
Приложение 4. Пример управления рыбопродуктивными лососевыми заводами юго-востока штата Аляски и залива Принца Уильяма (Prince William Sound), штат Аляска, США.....	200
Приложение 5. Особенности проведения MSC-сертификации промыслов (предприятий), связанных с «расширенным рыболовством», в том числе с продукцией ЛРЗ.....	206
Приложение 6. Временные биотехнические показатели по разведению тихоокеанских лососей от 19.04.2010	216

Предисловие авторов

Поводом для написания данной книги послужила озабоченность будущим тихоокеанских лососей, которым, казалось бы, ничто не угрожает, поскольку они воспроизводятся на лососевых рыбоводных заводах во всех странах тихоокеанского региона (России, США, Канады, Японии, Китая и Кореи) и общий промышленный вылов их приближается к историческому максимуму.

Однако в последние годы пришло осознание того факта, что экологическая емкость среды не безгранична и безудержный рост заводских стад может приводить к снижению численности дикого лосося за счет конкурентных отношений на всех этапах жизненного цикла. Более того, заводская молодежь, выращенная в комфортных условиях рыбоводных заводов, генетически отличается от дикой по своей приспособленности к факторам окружающей среды, действующим на ранних стадиях развития. А значит, заводская рыба, в случае половой конкуренции там, где она превосходит по численности дикую рыбу, может ухудшить генофонд дикого лосося.

Дикие лососи оказались сейчас в ловушке: с одной стороны, площадь сохранившихся в естественном состоянии нерестилищ сужается под давлением хозяйственной деятельности человека, с другой стороны — пытаюсь искусственно воспроизводить лосося, человек ухудшает его генетическую природу, что сказывается не только на жизнеспособности заводских особей, но и на товарных качествах продукции, получаемой из них. Поэтому широкое строительство рыбоводных заводов и использование их в качестве единственной формы роста уловов и поддержания численности популяций может отрицательно сказаться на состоянии промысловых стад лососей уже в ближайшем будущем.

Данная книга — попытка донести до самой широкой аудитории, в первую очередь до рыбоводов и менеджеров в области управления водными биоресурсами, понимание того, что действительно существует проблема взаимодействия заводских и диких лососей и ее игнорирование может нанести значительный ущерб экономике, промыслу и собственно лососям, как биологическому виду. В России, к счастью, еще остались значительные территории, где, если исключить браконьерство, сами физические условия естественного воспроизводства лососей идеальны. Сохранение таких мест от вторжения и разрушения как экологического, так и генетического — основа благополучия нашего лососевого хозяйства. Тем не менее защита диких лососей не означает непримиримой борьбы с рыбоводными заводами. Напротив, они должны стать важным элементом общего воспроизводства лососей при условии, что размещение рыбоводных заводов, управление их деятельностью и применяемая биотехника основываются на принципах сохранения биоразнообразия, в том числе диких лососей.

Следуя этим принципам, прежде чем выбрать место и построить рыбоводный завод, необходимо провести тщательные исследования не только возможностей для его успешного функционирования как технического сооружения и инкубатора для лососей, но и угроз для естественного воспроизводства диких лососей в данной реке. Следует просчитать, сопоставив все факторы, включая экономические, что целесообразнее для данного бассейна — сохранение

и поддержание естественного воспроизводства или строительство рыбоводных заводов.

Предлагаемая книга, по сути, состоит из двух частей — теоретической, где изложены принципы сохранения биоразнообразия тихоокеанских лососей, и практической, где, на основе накопленного мирового опыта, обобщен и предложен набор действий и методов, внедрение которых в практику управления лососевым хозяйством и повседневную деятельность рыбоводных заводов позволит в значительной мере способствовать сохранению биоразнообразия, естественного воспроизводства диких лососей и минимизации угроз их существованию. С этой целью в книге рассмотрены вопросы создания сети ключевых лососевых рек, лососевых заказников и рыбохозяйственных заповедных зон, разработки рациональной схемы размещения ЛРЗ на региональном и бассейновом уровне. В книге также приведена схема составления рыбоводно-биологического обоснования с учетом возможных последствий для диких лососей и предложена биотехника разведения тихоокеанских лососей, в которую включены все возможные действия, связанные с сохранением биоразнообразия диких лососей и минимизации угроз для них.

Авторы видят несомненную пользу от того, что в книге, хотя бы в первом приближении, удалось соединить теоретические рассуждения и практические предложения, объединяющие взаимные выгоды от сохранения естественного воспроизводства и заводского разведения лососей.

В целом положения и рекомендации, изложенные в данном пособии, являются гибкими и могут быть легко адаптированы к местным природным и экономическим условиям, а по мере поступления новой информации могут быть пересмотрены и дополнены. В этой связи мы будем благодарны всем приславшим любую информацию по затронутым в данной книге проблемам, особенно по спорным вопросам, что будет важно при подготовке переиздания.

Авторы выражают особую признательность Б. П. Смирнову и Е. Г. Акиничевой за оперативно предоставляемые в ходе работы содержательные комментарии и предложения, М. А. Кудзиной, С. Р. Чалову, Т. Г. Точилиной и С. Ю. Диденко за оказанную помощь в подготовке этой книги, а также Д. С. Павлову, первому читателю этой книги, за ценные советы и замечания.

«Давайте начнем действовать немедленно, и давайте постараемся сделать что-то для лосося до того, как будет слишком поздно».
Ливингстон Стоун «Заповедники для лососей» (1892 г.)

Введение

Естественный ареал тихоокеанских лососей занимает значительные области в северной части Тихого океана. Они освоили все жизненное пространство, включая бассейны рек, озер, морей и открытый океан, и на всем протяжении своего ареала лососи играют важную роль в экологии и экономике прибрежных регионов. В последние десятилетия суммарные объемы уловов тихоокеанских лососей выросли и находятся на стабильно высоком уровне, но при этом было бы ошибкой считать, что все проблемы тихоокеанских лососей уже в прошлом и наступил «золотой век» сосуществования лососей и человека. К сожалению, численность и биоразнообразию большинства популяций диких тихоокеанских лососей неуклонно сокращаются, именно на диких лососях тотальный промысел и хозяйственное развитие территорий сказываются в первую очередь и самым негативным образом. В районах с высоким антропогенным воздействием искусственное воспроизводство становится необходимым инструментом сохранения и увеличения численности лососей, но при этом крайне важно, чтобы рыбоводные заводы не использовались как альтернатива естественным нерестилищам, а развивались с учетом интересов диких лососей и важности сохранения всего их природного биоразнообразия. Эта проблема должна решаться как на уровне отдельных бассейнов или регионов, так и для всей Северной Пацифики в целом.

Можно привести множество примеров пагубного воздействия на лососей и неудачных попыток их спасения. Наиболее показателен опыт северо-западных районов США, где, собственно, и зародилось современное пастбищное разведение тихоокеанских лососей. Уже в конце девятнадцатого века из-за интенсивного разрушения среды обитания, строительства плотин и тотального промысла численность лососей в этом регионе стала быстро падать. В условиях утраты значительных площадей естественных нерестилищ появилась идея заменить их рыбоводными заводами, а для нагула молоди по-прежнему использовать кормовые ресурсы океана. Джим Лихатович в книге «Лосось без рек» (Лихатович, 2004) писал: «Они [лососевые менеджеры] верили в то, что смогут улучшить природу и сохранить производство, если возьмут на себя контроль над воспроизводством лососевых. Они верили, что рыбные фабрики, как раньше называли рыбоводные заводы, способны решить эту задачу. Эти фабрики обеспечат людям контроль над воспроизводством рыбы, и однажды менеджеры лосося смогут увеличить поставки этой ценной рыбы так же, как сельское хозяйство увеличивает урожай и поставки мяса».

Первоначально лососевые рыбоводные заводы (*далее — ЛРЗ*) предназначались для компенсации падения численности лососей из-за их чрезмерного промыслового изъятия и потерь нерестово-выростных угодий. В последующем это привело к развитию системы ЛРЗ как инструмента создания промысловых стад. К настоящему времени пастбищное рыбоводство тихоокеанских лососей

имеет более чем столетнюю историю. Первый лососевый рыболовный завод был построен в США в 1872 году (в Японии — в 1888 г., в России — в 1909 г.), а на сегодняшний день общее число заводов в Северной Пацифике превышает 800, и ежегодный выпуск составляет около 5 млрд шт. молоди, т. е. пастбищное лососеводство, развиваясь путем проб и ошибок, превратилось в крупнейшую отрасль рыбного хозяйства. Практически каждый второй лосось, нагуливающийся в Тихом океане, рождается не на диких нерестилищах, а в условиях заводских инкубаторов, созданных человеком, чтобы защитить рыб от неблагоприятных факторов внешней среды. Столь впечатляющие результаты свидетельствуют, что заводское разведение достигло уровня, соизмеримого с естественным воспроизводством лососей и превратилось в глобальный фактор регулирования их общей численности. На сегодняшний день искусственное воспроизводство оказывает влияние как на отдельные популяции лососей, так и на всю тихоокеанскую экосистему и экономику прибрежных регионов.

Хотя в последние десятилетия пастбищное лососеводство стало динамично развивающимся сектором экономики стран тихоокеанского региона, оно до сих пор остается предметом дискуссии специалистов (Современные проблемы..., 2006; Экологическое взаимодействие..., 2010; Марковцев, 2010). Обсуждение ведется, в основном, по двум направлениям — экономическая эффективность ЛРЗ и экологические (и генетические) последствия искусственного разведения, в том числе для природных популяций лососей и их биоразнообразия. Все больше специалистов считают, что для повышения рентабельности ЛРЗ и минимизации угроз диким лососям необходимо внедрение новых систем управления пастбищным разведением.

Для Дальнего Востока России проблемы сохранения естественного воспроизводства и биоразнообразия, взаимодействия диких и заводских лососей в настоящее время приобретают особую остроту и актуальность. В этом регионе сохранились крупнейшие области естественного размножения диких лососей, еще практически не затронутых искусственным воспроизводством — достаточно указать на Камчатку, где площадь нерестилищ превышает 350 млн м² и где воспроизводится более 20% мировых запасов дикого лосося, и при этом среди многих сотен рек только на пяти стоят ЛРЗ. С другой стороны, в последнее время приняты две федеральные целевые программы «Повышение эффективности использования и развития ресурсного потенциала рыбохозяйственного комплекса в 2009–2013 гг.» и «Социально-экономическое развитие Курильских островов (Сахалинская область) на 2007–2015 гг.», в случае успешной реализации которых число ЛРЗ на российском Дальнем Востоке увеличится до 70. Кроме того, в утвержденной Правительством Камчатского края «Стратегии социально-экономического развития Камчатского края до 2025 года» приоритетным направлением объявлено развитие горнодобывающей промышленности, энергетики, транспорта и масштабное освоение минерально-сырьевых ресурсов по всей территории полуострова. Такие управленческие решения крайне опасны и непосредственно противоречат задачам сохранения на длительную перспективу Камчатки как центра воспроизводства диких лососей. Избранный путь неизбежно ведет к исчезновению многих стад диких лососей, как это уже случилось столетие назад в Север-

ной Америке. Исходя из того же опыта, совершенно очевидно, что в качестве компенсации ущерба для спасения лососей и рыболовства прежде всего будет предложено строительство сети новых ЛРЗ.

Пока все эти программы находятся на начальных стадиях реализации, пока не сделаны необратимые шаги, еще есть время для того, чтобы принять взвешенные решения, которые позволят сохранить естественное воспроизводство и биоразнообразие лососей. При этом необходимо учесть и целесообразность форсированного разведения лососей в ближайшем будущем, и богатый опыт ошибок и достижений, накопленный во многих странах и регионах при решении рыбохозяйственных, экологических и природоохранных проблем, возникающих в связи с развитием сети ЛРЗ.

Глава I. Влияние искусственного воспроизводства на биоразнообразии диких лососей

1.1. Биологическое разнообразие лососей и важность его сохранения

1.1.1. Что такое биологическое разнообразие лососевых рыб?

Биоразнообразие — это существование на данной территории/акватории разных группировок живых организмов, а применительно к теме книги — лососевых рыб. В зависимости от того, что это за группировки, можно по-разному взглянуть на биоразнообразие и его роль. Наличие разных видов, разных внутривидовых группировок (популяций), генетически различных особей в каждой популяции — это три основных уровня видового и подвидового разнообразия, которые представлены в виде следующей иерархической схемы (рис. 1.1.1).

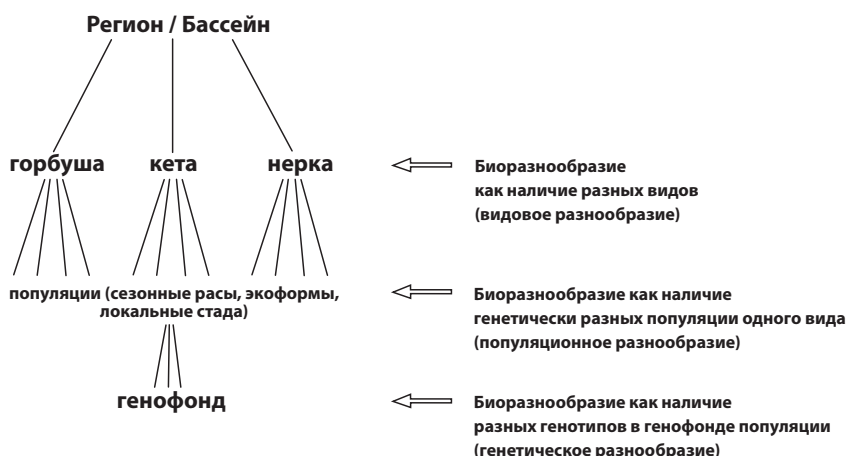


Рис. 1.1.1. Иерархическая схема биоразнообразия лососевых рыб

На первом (межвидовом) уровне наличие генетических различий очевидно: виды отличаются друг от друга по наследственно обусловленным признакам. На втором (внутривидовом, межпопуляционном) уровне наличие генетических различий между группировками не всегда очевидно, и они не всегда существенны; поэтому оценка биоразнообразия на межпопуляционном уровне требует специальных эколого-популяционных и популяционно-генетических исследований. На третьем (внутривидовом, внутривидовом) уровне, где существует большое количество мелких временных группировок, а их изменчивость перекрывается межиндивидуальными различиями, наличие генетически разнокачественных особей теоретически обеспечивает генетический «резерв» популяции, ее приспособление к меняющимся условиям среды; стохастические процессы в больших по численности популяциях незначительны и случайные потери аллелей не драматичны. В то же время внутривидовое разнообразие делает популяцию пластичной по отношению к селективным факторам промысла и искусственного воспроизводства.

ства. Помимо указанных типов биоразнообразия выделяют также разнообразие экосистем.

Видовое разнообразие (межвидовой уровень). Чем больше различных видов обитает на определенной территории, тем вся экосистема устойчивей в пространстве и времени. Высокое биоразнообразие всегда выгодно и с экологической, и с экономической точек зрения. Например, размножение в реках Сахалина тихоокеанских лососей сима, горбуши и кеты обеспечивает население свежей рыбой в течение длительного времени: сима идет в мае-июне, горбуша — в июле-августе, кета — в сентябре-октябре. Соответственно, длительное время задействованы рыболовецкие и другие организации рыбной отрасли. На Камчатке, где в некоторых реках обитают все шесть видов тихоокеанских лососей, ход еще более плотный и растянутый.

Важным для сравнительной оценки речных бассейнов по представленности в них разных видов является возможность количественно оценить биоразнообразие. Одной из мер биоразнообразия является, так называемое, видовое богатство — r (или обильность — от английского термина richness), т.е. число встреченных видов в рассматриваемом районе. Эта мера дает важную информацию о размахе видового состава вне зависимости от того, редкие это формы или частые.

С другой стороны, с позиций промысла, редко встречающиеся виды мало что вносят в суммарный вылов, поэтому они не присутствуют в статистике уловов как непромысловые виды, а могут отдельно учитываться как объекты спортивного рыболовства. Аналогично, с точки зрения теоретической экологии, редкие формы также имеют меньшую ценность для функционирования экосистемы (хотя это не всегда так, особенно с учетом пирамиды численностей, уникальных мест обитаний и пр.). Поэтому большее значение в количественной оценке биоразнообразия приобретают доминирующие по численности виды, т.е. уровень биоразнообразия количественно оценивается с учетом относительного представительства разных видов.

Существуют различные показатели биоразнообразия, учитывающие частоту встречаемости видов. Один из них — индекс Симпсона:

$$D = 1 - \sum_{i=1}^r p_i^2,$$

где p_i — это доля вида i среди учтенных r видов. Он дает оценку разнообразия в долях единицы: чем ближе к 1, тем выше разнообразие. Этот индекс дает величину биоразнообразия, в основном, только по доминирующим видам и слабо учитывает редкие формы, встречающиеся на уровне нескольких процентов, и тем самым преувеличивает вклад часто встречающихся форм и преуменьшает вклад редких форм в общую оценку биоразнообразия.

Как было сказано, не всегда следует пренебрегать редкими видами при количественной оценке величины биоразнообразия. Другим показателем является индекс разнообразия μ (Животовский, 1980):

$$\mu = \left(\sum_{i=1}^r \sqrt{p_i} \right)^2,$$

который, напротив, подчеркивает присутствие редких форм. Этот индекс равен своему максимально возможному значению — числу учитываемых

видов r , т. е. видовому богатству, только тогда, когда численности всех видов одинаковы, т. е. когда нет видов ни доминирующих, ни редких по численности или биомассе. Индекс μ дает тем меньшие величины, чем неравномерней распределены численности видов, т. е. чем больше редких видов, и может быть значительно меньшим, чем r . Поэтому, наряду с индексом μ , важно определять показатель редкости видов, или долю редких видов:

$$(r - \mu)/r,$$

где r , как и выше — это видовое богатство, т. е. число видов в данном районе вне зависимости от их редкости. Данный показатель показывает, сколь велик «хвост» редких форм, неучтенных индексом μ ; умножив на 100, можно представить этот показатель в процентах.

Оценку биоразнообразия можно давать под разным углом зрения: по данным о вылове (это даст представление о биоразнообразии промысла) или же с учетом прошедших на нерест производителей (это даст представление о биоразнообразии всего запаса лососей), отдельно по промысловым объектам (биоразнообразии промысловых видов), а можно и по всем видам (биоразнообразии всех видов), по данным о биомассе или же численности. Все это высвечивает разные стороны биоразнообразия, которые можно затем сравнивать по регионам, годам и другим категориям.

Рассмотрим условный пример (табл. 1.1.1 а). Пусть в условном районе запасы тихоокеанских лососей определяются преимущественно промысловыми видами — горбушей и кетой, помимо которых существуют еще и как объекты спортивного рыболовства — кижуч, нерка и сима. В табл. 1.1.1 б приведены результаты расчетов показателей биоразнообразия для пяти разных вариантов представительности этих видов.

Таблица 1.1.1 а. Условные данные по биоразнообразию тихоокеанских лососей в данном районе (в тыс. экз.)

Вид	Варианты представительности видов				
	1	2	3	4	5
Горбуша	25000	5000	5000	5000	5000
Кета	4000	4000	4000	4000	4000
Кижуч			300	300	} 850
Нерка			500	500	
Сима				50	
Всего	29000	9000	9800	9850	9850

Таблица 1.1.1 б. Показатели разнообразия (по данным табл. 1.1.1 а)

Показатель	Варианты представительности видов				
	1	2	3	4	5
Видовое богатство, r	2	2	4	5	3
Индекс Симпсона, D	0,24	0,49	0,57	0,57	0,57
Индекс разнообразия, μ	1,69	1,99	3,08	3,32	2,70
Доля редких видов	16%	~0	23%	34%	10%

Из табл. 1.1.1 б видно, что индекс Симпсона D практически не учитывает вид, если он малочислен (ср. варианты 4 и 3). Величина индекса также мало меняется, если редкие виды объединить в одну группу (ср. варианты 5 и 4). В то же время индекс разнообразия μ чувствителен к наличию редких видов и спецификации каждого вида. Доля редких видов для варианта 1 (16%) отражает неравную представительность двух основных промысловых видов (горбуши и кеты). В варианте 2 они представлены почти поровну; это выразилось в том, что и индекс Симпсона, и индекс разнообразия больше, чем для варианта 1, а индекс редкости практически нулевой. В варианте 4 доля редких видов максимальна (34%); это означает, что биоразнообразие в этом районе на треть представлено такими видами. Объединение редких видов в одну категорию (вариант 5) приводит к недооценке индекса разнообразия и доли этих видов.

Приведенные примеры демонстрируют биоразнообразие лососей как наличие разных видов лососевых рыб (рис 1.1.2). Снижение биоразнообразия означает в этом случае уничтожение или резкое сокращение одного или нескольких видов в данном районе или повсеместно и, соответственно, снижение устойчивости экосистемы этого региона. В то же время при сравнительной оценке биоразнообразия как в пространственном отношении (между речными бассейнами), так и во времени (в многолетнем аспекте) следует помнить, что на изменения уровня биоразнообразия, вызванные антропогенными причинами (промысел, заводское разведение, техногенное воздействие, браконьерство), накладывается многолетняя динамика численности популяций лососей, вызванная естественными причинами. Вычленение естественной составляющей из общих факторов, влияющих на биоразнообразие, — одна из сложных задач при оценке состояния биоразнообразия популяций лососей.

Деятельность ЛРЗ может представлять угрозу видовому разнообразию в водоеме, так как регулярные и массовые выпуски молоди разводимых видов повышают их численность в базовом водоеме, в результате чего они получают значительные преимущества перед дикими видами, занимающими сходные экологические ниши. Обострение конкуренции и смещение равновесия в пользу искусственно воспроизводимых видов может приводить к депрессивному состоянию диких видов.

Популяционное разнообразие (внутривидовой, межпопуляционный уровень). Биоразнообразие — это не только наличие разных видов. Это могут быть различные сезонные расы, экологические формы, жизненные стратегии одного и того же вида, обитающего и/или размножающегося в различных условиях среды. В пределах одного бассейна могут наблюдаться наследственные различия между различными экологическими формами (Иванков, 1985; Глубоковский, 1995; Каев, 2008 и др.).

Например, на западе и юге Сахалина нерестятся две формы горбуши: летняя и осенняя. Летняя горбуша заходит в реки, начиная с конца июля, потому что она нагуливается в Японском море, где и созревает быстрее и откуда пути нерестовой (анадромной) миграции — назад, в родные реки — короче. Осенняя же горбуша заходит в реки позже, поскольку она нагуливается в Тихом океане, в прикурильской акватории и севернее, где и созревает позже и откуда пути миграции длиннее. И нерестятся они хоть и в одних реках, но на разных их участках: летняя — в верхнем течении, а осенняя — в среднем и ниж-

нем течения. Соответственно, летняя горбуша скатывается раньше на две — три недели, а осенняя — позже, попадая в условия с иными температурными и гидрологическими режимами побережья и разными спектрами и обильностью пищи. В последние десятилетия численность летней горбуши резко упала, возможно, из-за переловов нашим прибрежным ловом и браконьерства на реках. Иметь обе формы экономически выгодно: более длительный ход горбуши обеих форм на юге Сахалина (в Анивском заливе) и восстановление стад горбуши на юго-западе острова, где ее сейчас мало, дают гарантии для организации более устойчивого и растянутого промысла. Поэтому повышенное биоразнообразие в виде успешного размножения обеих форм горбуши так же выгодно, как и биоразнообразие на видовом уровне.

Приведем другие примеры важности популяционного разнообразия. Кета среди лососей в Сахалинской области и вообще на российском Дальнем Востоке занимает второе место после горбуши по мощности подходов. Пополнение запасов кеты идет как путем естественного воспроизводства, так и за счет разведения на рыбоводных заводах. Однако важно, увлекшись успехами заводского разведения кеты, не забывать о ее разнообразии и держать в уме возможность его использования и необходимость сохранения.

Например, на Южных Курилах, обитает озерная форма кеты, больше нигде не встречающаяся. В отличие от Сахалина и большинства районов материкового побережья Охотского моря, природные популяции кеты южных Курил заходят на нерест не только в реки и ручьи, но и в озера, где нерест идет на мелководье на выходах грунтовых вод. При этом речная кета может «транзитом» идти через озеро на нерест во впадающие ручьи и нереститься там в какой-то сотне метров от озерных нерестилищ. Рыбы озерной формы отличаются от речной формы: они высокотелы и более крупны, с отчетливее выраженными внешними брачными изменениями, а также с большей упитанностью по сравнению с речной формой. Эти различия устойчивы по годам, вследствие того что рыбы каждой формы скрещиваются только друг с другом; за многие поколения озерная форма оказалась репродуктивно изолированной от кеты другой формы, несмотря на близкое расположение их мест нереста.

На острове Итуруп, в заливе Простор, есть озеро Сопочное, где воспроизводятся различные виды лососей, а из кеты основная доля приходится на озерную форму, но существует и речная форма. На одном из притоков озера предполагается строить рыбоводный завод по воспроизводству кеты. При этом возникает опасность исчезновения озерной формы (рис. 1.1.3), если для быстрого увеличения объемов выпуска молодежи кеты на новый завод начнут завозить оплодотворенную икру с соседнего рыбоводного завода, где, как и везде, разводят обычную, речную кету. Объемы возврата при этом, скорее всего, возрастут, но тогда озерная форма генетически «растворится» в речной и исчезнет. Генетически эти две формы различны и не взаимовосполняемы. Что выгоднее: получить за одно-два поколения планируемый объем кеты обычной, речной формы или постепенно, за два-три поколения, «разогнать» коммерчески более успешную, озерную форму до этого объема? Экономически обоснованный ответ на этот вопрос зависит от вероятностного прогноза конъюнктуры рынка и от заданной продолжительности оцениваемого времени: 5, 10 или

более лет (одно, два или более поколений кеты). При отсутствии вероятностных расчетов и прогнозов экономической ситуации разумнее положиться на принцип сохранения биоразнообразия. На основе генетических исследований уже были даны рекомендации по кете оз. Сопочного воспроизводить озерную форму, не смешивая ее с речной, тем более не завозя «чужую» кету (Животовский, 2006 б). Лучше всего специализировать разведение кеты оз. Сопочного с установкой только на озерную форму этого вида.

Кета, как нерка, чавыча и другие виды тихоокеанских лососей, образует систему популяций, генетически отличающихся друг от друга. Поэтому теоретически наиболее приемлемое — это воспроизводство и поддержание всех этих популяций. Однако это не всегда возможно и главное — не обязательно. Важным является поддержание уникальных популяций лосося (сезонных рас, экологических форм, жизненных стратегий) со значительными генетическими отличиями, находящихся в уникальных экологических условиях и адаптированных к этим условиям. Такие популяции могут безвозвратно исчезнуть без возможности их восстановления. Например, рыбозаводный завод может работать на рыбе, нерестящейся только в нижнем и среднем течении реки, в то время как в изменившихся условиях популяции верхних притоков могут не воспроизводиться. Исчезновение таких популяций снижает общую продуктивность реки, которая если и восстановится, то не сразу — пока за счет расселения рыб верхние нерестилища не начнут вновь заполняться и пока отбор не адаптирует генофонд восстановленных популяций к местным условиям. В этом отношении меньшие проблемы возникают с горбушей: вследствие более сильного, чем у других лососей, дрейфа, она более лабильна и проблема сохранения и воспроизводства мелких локальных группировок для нее так остро не стоит.

Генетическое разнообразие (внутривидовой, внутривидовой популяционный уровень). Еще один тип разнообразия — это генетическое разнообразие особей в пределах одной популяции, одного стада. С общетеоретических позиций, внутривидовое разнообразие индивидуальных особенностей важно для более полного использования ресурсов среды, а наличие рыб, по-разному реагирующих на меняющиеся во времени и в пространстве условия среды, обеспечивают популяции возможность выживания в широких диапазонах непредсказуемых изменений условий внешней среды (Geiger et al., 1997).

Различия между индивидами обнаруживаются на молекулярном, клеточном или органном уровнях, затрагивают морфологические, физиологические и поведенческие особенности. Присутствие или отсутствие определенного нуклеотида в данной позиции ДНК, наличие той или иной изоформы фермента, группы крови, активность фермента, его устойчивость к температуре и кислотности среды, пол особи, число зрелых икринок у самки, реакция на стимул — все это примеры разных признаков, по которым особи могут отличаться друг от друга.

Наследственные различия между особями возникают на уровне ДНК. Они могут трансформироваться в различия по производимым в клетке белкам, но могут и не проявиться, если различия по ДНК не затрагивают структурные гены, кодирующие белки. Различия по ДНК и белкам ведут к наследствен-

ным морфофизиологическим и поведенческим различиям между особями (рис. 1.1.4).

Первичные, на уровне ДНК, различия между особями значительны, отчего и возможна ДНК-идентификация. Однако большинство таких различий нейтральны, т.е. не затрагивают важных функциональных признаков. А те, что затрагивают, чаще всего, имеют незначительный эффект, поскольку такие признаки полигенны: каждый ген имеет малое влияние на признак, но только вместе — значительное. Поэтому случайные потери некоторых аллелей здесь не драматичны. Однако направленные генетические изменения, вызванные деятельностью человека, могут оказаться значительными из-за того, что важные признаки, такие как выживаемость, размер, плодовитость и др., подвержены селективным процессам. Они приводят к отбору сразу по большому числу генов, в силу чего селективные процессы могут оказать большое влияние на затрагиваемые отбором признаки. Поэтому при искусственном разведении важно представлять возможные негативные последствия селективного воздействия хозяйственной деятельности человека на стада лососей.

Как следует из теории и практики искусственного отбора (Фолкнер, 1985), за десятки поколений направленная селекция приводит к усилению желаемого признака за счет накопления в генофонде стада соответствующих генов. Но последствия селекции могут оказаться и негативными, если неконтролируемый отбор нежелательным образом затрагивает важный признак. Вот хорошо известный факт: за несколько десятков лет промышленного лова к середине-концу прошлого века горбуша Аляски заметно измельчала. Анализ многолетних данных показал, что из-за больших размеров ячеи чаще облавливались крупные рыбы. Поскольку размер рыб — это наследственный признак, то понемногу из года в год, казалось бы, незаметные в каждом отдельном поколении изменения вследствие такого селективного вылова за десятки лет вылились в генетически закрепленное заметное измельчение рыбы.

При существующей организации промысла и воспроизводства лосося возможно также направленное наследственное ухудшение качества рыбы. Например, в начале рунного хода основная часть подходящей рыбы изымается промыслом, что фактически оборачивается интенсивным отбором против ранней рыбы (Животовский и др., 2010), поскольку сроки возврата у лососей наследственно обусловлены (Smoker et al., 1998; McGregor et al., 1998; Sato et al., 2000).

Еще пример: закладка икры на инкубацию производится лишь при массовом подходе зрелых производителей, ведь чем меньше времени рыба выдерживается в ловушках до созревания, тем удобнее работать рыбоводам. Тем самым рыбоводный процесс, если нет возможности длительной отсадки производителей, также может преобразовать стадо за счет искусственного отбора на наследственное закрепление в стаде быстро созревающих производителей. В частности, за счет такого отбора увеличивается доля рыб, рано развивающих признаки брачной окраски, причем еще до захода рыбы в реки, примером чего является заводская кета юго-западного Сахалина (Рухлов, 1980). Одновременно с этим идет отбор на более поздние сроки возврата. Действительно, если головная часть стада не воспроизводится, то это является отбо-

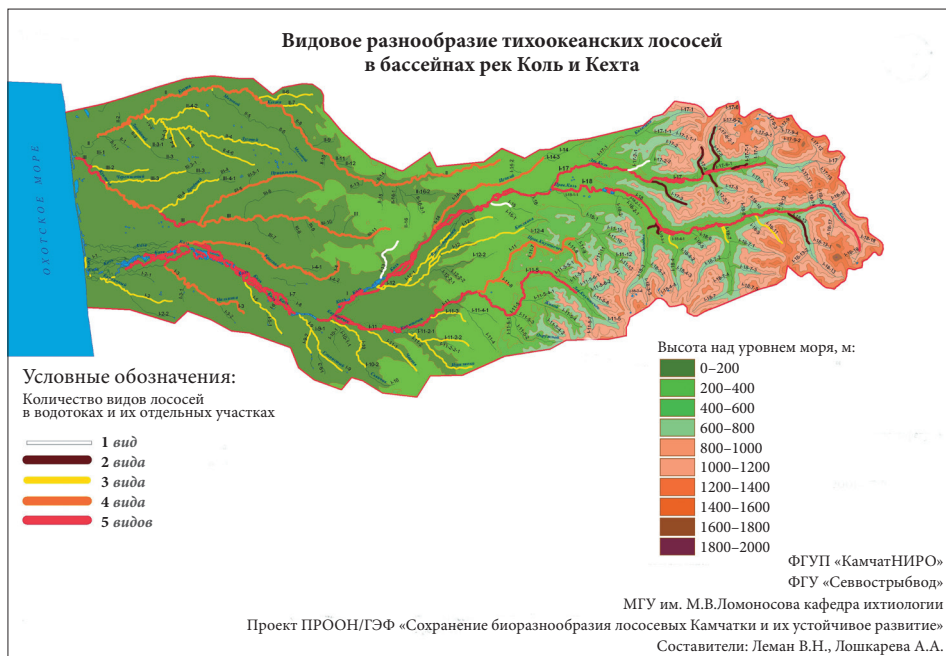


Рис. 1.1.2. Видовое разнообразие тихоокеанских лососей в бассейнах рек Коль и Кехта

ром, направленным против незрелых рыб с ранним сроком возврата. Хотя время возврата лосося во многом зависит от гидрологических и экологических факторов на путях нерестовой миграции, наследственные особенности также определяют сроки протекания таких миграций: от рано пришедшей рыбы потомки также возвращаются в среднем раньше, чем потомки от производителей более поздних подходов. А потому изъятие селективным промыслом ранней рыбы и соответствующий сдвиг сроков закладки икры на рыбоводных заводах за многие десятки лет приводят в среднем к сдвигу пиков улова на более поздние сроки.

Еще одно возможное последствие селективного промысла и разведения — это ухудшение признаков, коррелированных с поздними сроками возврата. Помимо увеличения в уловах доли рыб с признаками брачной окраски, могут появляться и другие признаки ухудшения качества продукции. На графике (рис. 1.1.5) приведена суточная динамика высших, наиболее ценных категорий цвета мяса в уловах кеты острова Итуруп Сахалинской области. Ситуация такова, что до начала октября практически вся кета здесь изымается промыслом, а это именно то время, когда подходит рыба высших по цвету категорий. И хотя численность первых подходов кеты невелика, а в середине сентября — это и вовсе прилов во время заканчивающейся горбушевой путины на Итурупе, в результате такого вылова все равно идет направленный отбор против размножения рыб с лучшим по цвету мясом, что приводит к предпочтительному воспроизводству и увеличению в стаде кеты низших по цветности категорий.

Селективный промысел и селективное воспроизводство, помимо сдвига к более поздним срокам возврата и ухудшения качества рыбной продукции, могут приводить к элиминации разных популяционных компонентов в сложноорганизованной популяции, в том числе внутривидовых форм с



Рис. 1.1.3. Озеро Сопочное на о-ве Итуруп (Южные Курилы).

Здесь нерестится озерная и речная кета:

озерная — на озерной литорали, речная — в ручьях, впадающих в озеро

разным временем хода, разными темпами созревания, с разной экологией. Поэтому промысел и разведение должны осуществляться так, чтобы минимизировать сопутствующие негативные эффекты, в частности, обеспечивая постоянный пропуск в реки и воспроизводство как дикой, так и заводской рыбы в течение всего нерестового хода соответственно популяционной структуре стада — с учетом наличествующих генетически и экологически различных форм.

1.1.2. Почему важно сохранить биологическое разнообразие?

Биоразнообразие является одним из основных показателей состояния биологических ресурсов и одним из основных элементов устойчивого развития территории.

Биологическая продуктивность. Потеря биологического разнообразия часто снижает естественную производительность экосистем. Экосистемы дальневосточных рек способны поддерживать существование многочисленных стад разных видов диких лососей, что достигается за счет использования сугубо внутренних ресурсов и возможностей, например посредством разделения экологических ниш, снижения внутри- и межвидовой конкуренции и более полного и эффективного использования ресурсов в сообществе с большим числом видов, внутривидовых группировок и экологических форм. Этим достигается более полное использование биотических и абиотических ресурсов экосистемы.

Уровни генетической изменчивости

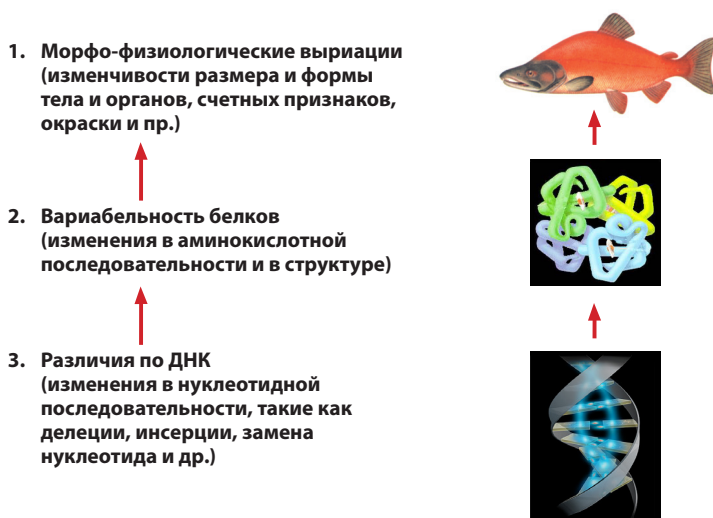


Рис. 1.1.4. Основные уровни индивидуальной генетической изменчивости:

1. Уровень организма, его органов и тканей.
2. Уровень клетки, производимых ею белков.
3. Уровень ДНК

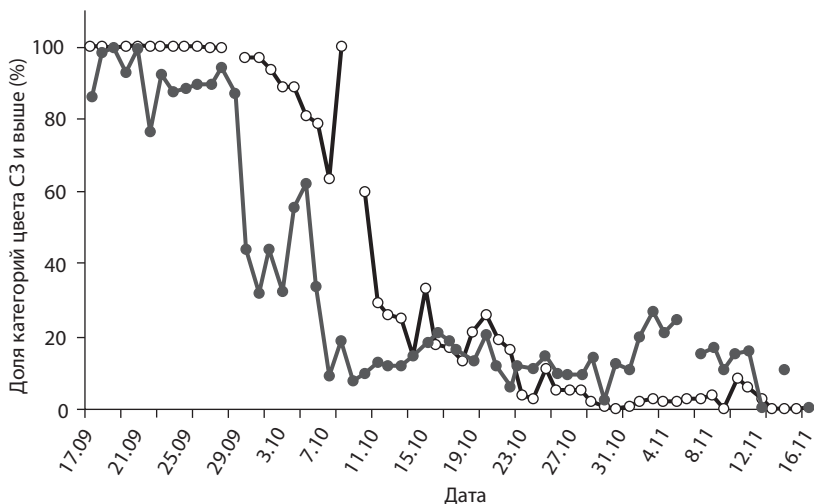


Рис. 1.1.5. Сезонная динамика суточного вылова кеты лучших категорий цветности (С3 и выше) в заливах Простор и Курильский о. Итуруп в 2005 г. (черные кружки) и 2006 г. (белые кружки)

Устойчивость к факторам окружающей среды. В богатом в видовом отношении сообществе создаются условия для развития разнообразных связей между видами, которые со временем перерастают в глубокие взаимные адаптации, стабилизирующие сообщество и повышающие его устойчивость (Бродский, 2002). Внутривидовое разнообразие играет ключевую роль в формировании широкого спектра экологических вариаций, позволяющих видам длительно и устойчиво существовать в нестабильных и суровых условиях (Дгебуадзе, 2001; Павлов, Букварева, 2007). Именно наличие особей, по-разному реагирующих на меняющиеся из года в год и от региона к региону условия среды, обеспечивает устойчивость генофонда стада (Geiger et al., 1997). В популяциях с полным объемом природного генофонда существует определенный резерв внутривидовой наследственной изменчивости, имеющий приспособительное значение при изменении условий внешней среды. Для вида в целом выгодно иметь в популяции особей с различными наследственными свойствами. Наличие в популяции особей с различной реакцией на изменение условий среды позволяет экосистеме не только поддерживать высокую стабильность в широком диапазоне абиотических условий, благодаря тому что разные особи выживают при разных условиях, но и снизить напряженность конкурентных отношений. Сохранение в возможно более полном объеме всего генофонда является основой поддержания устойчивости экосистем на достаточно высоком уровне.

Популяционные механизмы поддержания равновесия в экосистеме могут играть существенную роль в условиях техногенной деградации среды обитания. Связанная с антропогенным изменением среды деградация отдельных видов и популяций часто происходит не в результате непосредственной гибели организмов, а вследствие необратимых изменений популяционной структу-

ры (Шварц, 1967). Поэтому главным условием устойчивости популяций является полночленность их состава (возрастной структуры и др.), обеспечивающая поддержание численности и объема генофонда в череде сменяющихся друг друга поколений. Выживают в условиях достаточно интенсивных антропогенных воздействий, как правило, лишь немногие из членов популяции, которые имеют в генотипе какие-то особенности, обеспечивающие их носителям большую устойчивость к действию данного антропогенного фактора, или же устойчивые к этому фактору в силу демографических, например возрастных, особенностей.

Высокое генетическое разнообразие позволяет популяции более эффективно сопротивляться распространению среди ее членов патогенных инфекционных (вирусы, бактерии, водоросли, грибы) и инвазионных (простейшие, ракообразные, гельминты) организмов. Сходные в генетическом отношении организмы, обладающие сходной реакцией иммунной системы на вторжение патогенных микроорганизмов, в большей степени подвержены риску одновременного и массового распространения среди них болезней. На небольших, но высокоэффективных рыбоводных предприятиях может из года в год происходить, по сути, расширенное воспроизводство немногочисленных генотипов производителей, отобранных для закладки икры. Заводское стадо, если оно генетически менее разнообразно по сравнению с дикими популяциями, может иметь пониженный популяционный иммунитет к болезнетворным организмам. Следует также отметить, что многие болезни возникают вследствие снижения иммунитета рыб из-за разнообразных стрессов, в том числе действующих и на рыбоводных заводах.

Сохранение генофонда. Генофонд — это совокупность всех генов данного вида, весь объем информации, который передается из поколения в поколение и определяет такие свойства организма, как устойчивость к заболеваниям, размеры и пропорции тела, внешний облик, жизненная стратегия, скорость роста и развития и т. п. Генотипическое разнообразие лососей образует уникальный генофонд. Исследование наследственных особенностей популяций, живущих в относительной изоляции в районах, контрастных по условиям окружающей среды, показало, что у лососей каждой географической «ниши» сложились свои характерные генетические особенности, обеспечивающие приспособленность к конкретным условиям обитания. Поэтому любая из обособленных популяций лососей или внутрипопуляционная группа является уникальной «генетической жемчужиной» в «ожерелье» генофонда лососей всей Северной Пацифики, и потеря любого звена — невосполнимая утрата (Алтухов, 1999).

Генотипическое разнообразие лососей является важным фактором их сохранения. В случае возникновения глобальных катастроф или пандемий оно позволит выжить виду хотя бы на части ареала — изолированной популяции, например генетически устойчивой к воздействию какой-либо смертоносной вирусной или бактериальной агрессии. Сужение генетической вариативности ведет к уменьшению для популяции шансов уцелеть при экологических катастрофах или опустошительных инфекциях. Даже геномы, не принимающие активного участия в работе экосистемы в текущий момент времени, в будущем могут оказаться важными. Они служат своего рода резервом на буду-

щее, повышая вероятность функционирования экосистем в различных экологических ситуациях, в том числе не встречавшихся прежде.

Экосистемная функция. Лососи несут важнейшую средообразующую функцию для речных и озерных экосистем (Кольцов, 1995), являясь источником питания для различных видов животных, обеспечивая перенос биогенных элементов и питательных веществ из морской среды на сушу, оказывая существенное влияние на развитие русловых процессов нерестовых рек и т. д. Это — ключевые виды, определяющие способность других организмов сохраняться в экосистеме.

Экономическое значение. О том, что сохранение высокого биоразнообразия выгодно не только с экологической, но и с экономической точки зрения, уже говорилось в начале этой главы. Действительно, чем больше различных видов и экоформ лососей обитает в конкретной реке, тем более растянут их общий нерестовый ход и, соответственно, большее число месяцев в году население может зарабатывать и обеспечивать себя рыбой, занимаясь промышленным и любительским рыболовством. Например, в камчатских реках, которые отличаются наиболее полным разнообразием видов тихоокеанских лососей, ход в реки начинается еще в мае, с захода чавычи и нерки, далее все лето идут горбуша, сима, кета, а ход кижуча может продолжаться до декабря. Кроме того, водоемы с сохранившимся высоким разнообразием лососей более привлекательны для развития рыболовного туризма, который приносит дополнительный доход местному населению.

Вместе с тем высокое видовое и популяционное разнообразие обеспечивает более эффективное использование различных типов нерестилищ и кормовой базы, что, естественно, способствует увеличению общей продуктивности.

Высокое биоразнообразие делает всю экосистему водоема более устойчивой, что само по себе приносит положительный экономический эффект. Максимальную пользу, в том числе и в экономическом выражении, можно получить, имея возможность развивать лососевое хозяйство в устойчивой окружающей среде, поэтому основным экономически оправданным условием использования лососей является сохранение и восстановление их средообразующих функций, способности к самовоспроизводству и устойчивости к природным и антропогенным изменениям (Павлов и др., 2009).

Кроме того, последние годы нарастает понимание экономической ценности генома уникальных популяций, что можно оценить по растущим масштабам объема мирового рынка генетических ресурсов, уже сопоставимым с объемами мировой торговли лесом и морепродуктами. Сегодня в мире идет настоящая «охота» за природными генетическими ресурсами, использование которых в сельском хозяйстве и промышленности бурно растет благодаря развитию биотехнологий. Появились даже специальные термины «биоразведка» (поиск новых генетических ресурсов) и «биопиратство» (нелегальное использование генетических ресурсов). Развивается практика заключения контрактов между биотехнологическими компаниями и администрациями природных территорий, на которых осуществляется поиск новых генетических ресурсов (Павлов и др., 2009). В приложении к лососевым рыбам это означает, что отдельные популяции, обладающие

ценными генами, могут быть полезны при дальнейшем развитии товарного рыбоводства и выведении пород, устойчивых к экстремальным условиям и болезням.

Сохранение природных генетических ресурсов заложено в принципах экологической сертификации морского промысла, в которой одним из критериев устойчивого рыбоводства и рыбоводства является поддержание генетического своеобразия затрагиваемых заводских и диких популяций лососей (Спиридонов, Згуровский, 2003; Животовский и др., 2009 а).

1.1.3. Антропогенные причины изменений биоразнообразия лососей

В целом масштаб потерь биоразнообразия лососевых рыб на Дальнем Востоке определяется хозяйственным развитием региона, в том числе и рыбоводства, и состоянием нерестовых рек. Однако конкретное соотношение между масштабами этих явлений в разных районах различается — от полной сохранности диких популяций (насколько это возможно при наличии промысла) до их сокращения до критического размера, когда стабильное воспроизводство практически уже невозможно без дополнительных усилий (в том числе и за счет заводского разведения). Важно отметить, что искусственное изменение разнообразия внутри сообществ, видов и популяций ведет к угрозе деградации их функций, поэтому опасность представляет не только полное уничтожение природных экосистем, но также нарушение их естественной структуры, т.е. снижение в них биоразнообразия (Павлов и др., 2009).

Деградация биологического разнообразия в лососевых нерестовых реках может идти под влиянием нескольких взаимно усиливающих друг друга факторов.

Техногенное воздействие. Ущерб биоразнообразию выражается через видоизменение и исчезновение местообитаний. Нерестилища, нагульные угодья и зимовальные ямы лососей сокращаются по площади и ухудшаются по качеству, а природные экосистемы замещаются урбанизированными и производственными территориями, что приводит к сокращению или полному исчезновению лососевых рыб, особенно в верховьях рек. С хозяйственным развитием растет экономическая ценность осваиваемых территорий и закономерно сокращается площадь фактически нетронутых территорий, в том числе и нерестовых угодий лососей, что отражает рыночный характер управления ресурсами. Экономическую «полезность» сохранения нерестилищ трудно выразить в денежном отношении, и она ценится ниже той прибыли, которую можно получить при альтернативных схемах развития территории, не учитывающих наличие нерестилищ.

Промысел. Из-за недостаточной избирательности промысла промысловые усилия неравномерно распределяются как по отдельным видам лососей, так и по их внутривидовым группировкам (проблемы прилова и перелова). Вылов многочисленного вида приводит к перелову малочисленного, попадающего в качестве прилова, промысел на который может быть закрыт или ограничен. Небольшие внутривидовые группировки лососей попадают под относительно более интенсивное давление промысла, чем более мощные, что приводит к устойчивому сокращению их вклада в общее воспроиз-

водство популяции (стада) и падению численности. Существующие правила установки морских ставных неводов приводят к тому, что помимо локального стада данного нерестового водоема в невод попадает в значительных объемах прилов лососей из других локальных стад, т.е. принципиальной проблемой является фактическое избыточное промысловое давление, вызывающее депрессивное состояние отдельной популяции или внутривидовой группировки (Макоедов, Кожемяка, 2007; Макоедов и др., 2009). Кроме того, к отрицательным последствиям приводит селективность промысла, т.е. избирательность вылова по времени хода, размерно-возрастному составу и пр. Так, например, сплошной вылов ранней серебряной рыбы с ярким алым цветом мяса без периодического пропуска ее на нерестилища или на рыболовный завод для воспроизводства приводит как к уменьшению доли такой рыбы в ряду поколений и увеличению доли худшей по качеству рыбы (рис. 1.1.6), так и к сдвигу возврата рыбы на более поздние сроки (Рухлов, 1980; Животовский и др., 2010).

Незаконный, несообщаемый и нерегулируемый промысел (ННН-промысел). Браконьерство является одной из наиболее серьезных угроз воспроизводству популяций лососей. Его следствие — ухудшение заполнения нерестилищ (как по общей численности производителей, так и по половой структуре) и сведе-

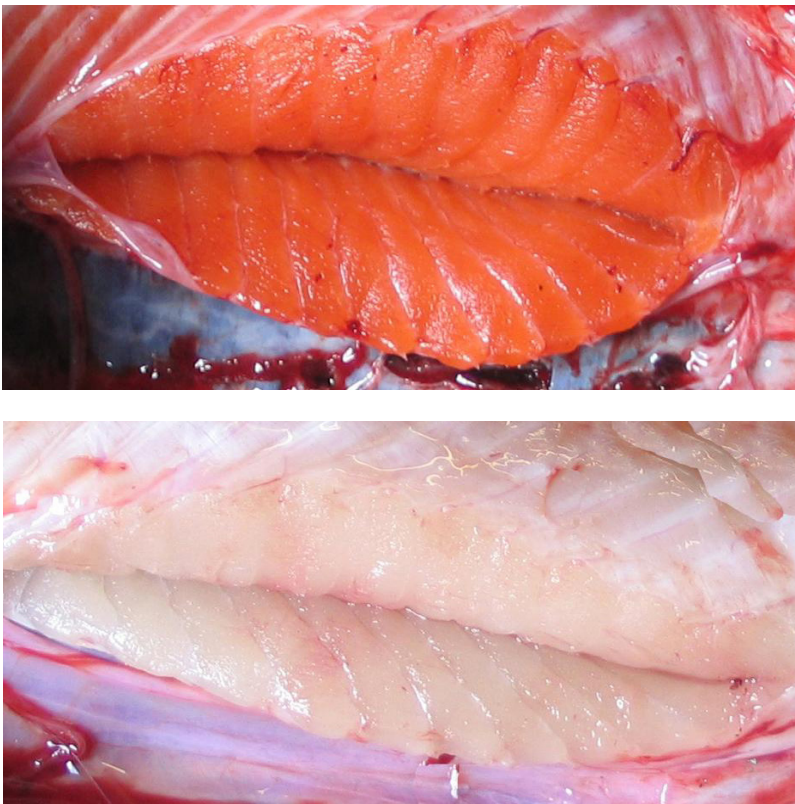


Рис. 1.1.6. Контрастная окраска мышц у производителей кеты

ние к минимуму возможностей локального регулирования промысла и охраны малочисленных внутривидовых группировок (Региональная концепция..., 2008).

Межбассейновые (межпопуляционные) перевозки. Рыбоводные заводы при нехватке собственных производителей нередко перевозят икру на большие расстояния, что влечет за собой ряд негативных последствий. Деграция аборигенных видов может происходить в связи с притоком инородных «менее адаптированных» генов при межбассейновых перевозках организмов из генетически отличающихся популяций внутри ареала вида. Происходящее в результате перевозок перемешивание популяций ведет к повышению межпопуляционной однородности, в то время как сохранение биологического разнообразия требует сохранения генетического разнообразия аборигенных комплексов ихтиофауны. Кроме того, практика показывает, что рыбоводные показатели перевезенного материала при попадании в новую среду зачастую хуже, чем у местных стад. Это значит, что естественный уровень генетического разнообразия следует поддерживать, максимально избегая перевозок икры, сеголеток или взрослых особей между речными бассейнами или крупными водоемами¹.

Интродукция и акклиматизация. При интродукции (вселении) видов (как правило, ценных с человеческой точки зрения) происходит изменение видового разнообразия. При этом, если условия в новой среде для интродуцируемого вида оказываются благоприятными, происходит его акклиматизация, т.е. формирование самовоспроизводящихся диких популяций. В противном случае существование интродуцированного вида может поддерживаться за счет постоянного искусственного воспроизводства. В отношении тихоокеанских лососей существует целый ряд примеров удавшихся интродукций, когда вселенцы наряду с их искусственным воспроизводством образовали дикие самовоспроизводящиеся популяции: горбуша на Кольском полуострове и в американских Великих озерах, чавыча в Новой Зеландии и др. Однако интродукция и акклиматизация, при всей их кажущейся привлекательности с хозяйственных позиций, несут в себе серьезные экологические и экономические угрозы. Конкуренция за жизненное пространство, пищу, хищничество между вселенцами и аборигенными видами, занос новых болезней и паразитов и др. могут приводить к деграции и вымиранию целых групп местных видов. В результате вместо планируемого увеличения биоразнообразия интродукция может приводить к сокращению разнообразия видов и значительным экономическим потерям.

Необходимо выделить и реинтродукцию — вторичное заселение ранее утраченных ареалов, что, несомненно, является положительным действием, особенно если популяции в данной местности исчезли в результате антропогенного воздействия.

¹ В природе случаи смешения лососей из разных популяций (речных бассейнов) наблюдаются вследствие природного расселения (или стрейнга), т.е. захода определенной части лососей в соседние, чужие реки. Но природный стрейнг, который происходит, хотя и в разной степени, у всех лососей, а наиболее часто и массово — у горбуши, по своим масштабам и последствиям может быть значительно слабее искусственных перевозок.

В России любые действия по интродукции и акклиматизации строго регламентируются статьей 25 Федерального закона «О животном мире».

Искусственное воспроизводство. При определенных условиях может оказывать очень существенное влияние на биоразнообразие и численность диких лососей, что может быть важно с позиций экономической и природоохранной деятельности. Однако искусственное воспроизводство может угрожать естественным экосистемам, пути минимизации таких угроз рассмотрены в данной книге.

1.2. Основные понятия, их определения и взаимосвязь

Постановка проблемы сосуществования диких популяций лососей с искусственно воспроизводимыми стадами требует точного определения таких понятий, как «дикий и заводской лосось», «природная и заводская популяция», «естественное и искусственное воспроизводство», «заводское и внезаводское разведение». Все эти пары понятий интуитивно ясны, чем и объясняется их широкое использование, хотя на самом деле они внутренне неоднозначны и противоречивы. Отсутствие точных научных определений мешает всесторонне осознать проблему взаимодействия диких и заводских лососей и ее значение для дальнейшего развития пастбищного лососеводства на Дальнем Востоке.

Основные сочетания естественного и искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей обобщены в табл. 1.2.1.

Естественное воспроизводство — это размножение лососевых рыб на естественных нерестилищах. При неизменных экологических условиях оно сохраняет природный генофонд, динамику и структуру популяции (возрастные, половые, размерно-весовые соотношения и т. д.).

Следует различать естественное воспроизводство без участия человека и при искусственном регулировании. В чистом виде под приведенное определение естественного воспроизводства попадают только мало или необлавливаемые популяции, что наблюдается в случаях, когда промысел запрещен (заповедные территории; виды, занесенные в Красную книгу) или нерентабелен (для непромысловых видов и малочисленных популяций промысловых видов).

Абсолютное же большинство промысловых стад лососей находится под искусственным управлением, что подразумевает регулируемый пропуск производителей на нерест, исходя из приемной емкости нерестилищ, а также их охрану в этот период. Регулирование пропуска в реки вкупе с селективностью промысла являются факторами изменения динамики и структуры природных популяций лососей, т. е. отклонений от их природных показателей даже в отсутствие ЛРЗ. Следует также учитывать, что помимо целенаправленного управления значительное число популяций испытывает нерегулируемое воздействие в виде браконьерства, потерь местообитаний, загрязнения воды и т. д., так что дикие популяции лососей, находящиеся в своем первозданном состоянии, крайне редки и могут быть обнаружены, например, только в пределах заповедных территорий.

Для многих промысловых популяций (стад) тихоокеанских лососей характерен смешанный тип воспроизводства, т. е. сочетание естественного размножения и заводского разведения. На практике это означает ежегодное попол-

Таблица 1.2.1. Типизация основных подходов к искусственному воспроизводству лососевых рыб

	Естественное воспроизводство	В естественных условиях
Искусственное воспроизводство	Заводское разведение	1. Популяции заповедных территорий с полным запретом промысла.
		2. Популяции непромысловых видов.
		3. Необлавливаемые малочисленные популяции промысловых видов.
		4. Популяции видов, занесенных в Красную книгу.
		5. Промысловые стада (популяции) лососей с регулируемым пропуском в реки и заполнением нерестилищ.
		5.1. Без ЛРЗ.
		5.2. С ЛРЗ и пополнением природной популяции заводской рыбой.
		6. Фертилизация водоемов минеральными удобрениями с целью улучшения кормовой базы (рыбохозяйственная мелиорация).
		7. ЛРЗ с полным циклом разведения внутри одного речного бассейна (базового водоема ЛРЗ).
		7.1. Выпуск молоди в районе ЛРЗ.
	7.2. Выпуск молоди с зарыблением пустующих притоков. ЛРЗ выступает как завод-питомник.	
	7.3. Выпуск в море после подращивания в морских садках.	
	8. ЛРЗ с отдельным циклом разведения: отлов производителей и выпуск молоди – в одном бассейне, где нет ЛРЗ, инкубация и подращивание молоди – в другом, где есть ЛРЗ. ЛРЗ выступает как завод-питомник. На реке, где нет ЛРЗ, создается заводское стадо на основе собственных производителей.	
	9. ЛРЗ с использованием донорской популяции для получения икры и создания собственного заводского стада.	
	9.1. Межбассейновые перевозки икры на ЛРЗ из других речных бассейнов (популяций). В базовом водоеме создается заводское стадо на основе рыб из другой популяции. Такие перевозки нежелательны, если есть возможность создать стадо на основе своей рыбы.	
	9.2. Межбассейновые перевозки икры на ЛРЗ, где в реке нет диких лососей. Создание на базе ЛРЗ чисто заводского стада.	
	9.3. Межбассейновые перевозки икры на ЛРЗ из близко расположенных генетически сходных популяций. Возможно в целях зарыбления водоема взамен исчезнувшей популяции.	
	10. Полноцикловый ЛРЗ с собственным маточным стадом.	
	10.1. Выпуск молоди.	
10.2. Выпуск производителей.		
Внезаводское разведение	11. Нерестовые каналы.	
	12. Гравийные инкубаторы.	
	13. Зарыбление водоемов	
	13.1. Перевозка молоди в другие бассейны.	
	13.2. см. пункт 8 в данной таблице.	

нение природной популяции заводскими рыбами, вернувшимися к размножению на нерестилищах, а заводской популяции — рыбой, родившейся на естественных нерестилищах.

К основным видам рыбоводных мероприятий относятся пастбищное воспроизводство, интродукция и акклиматизация, фертилизация олиготрофных озер, сооружение искусственных нерестилищ (от гравийных инкубаторов до нерестовых каналов с отсыпкой калиброванной галькой) и рыбохозяйственная мелиорация.

Искусственное воспроизводство тихоокеанских лососей — выращивание и выпуск в естественные водоемы, включая водохранилища, молоди лососевых рыб.

Помимо данного определения существуют и другие², юридические, экономические и биологические различия между которыми в данной книге не рассматриваются. Важно, что искусственное воспроизводство — это, как правило, разведение на ЛРЗ с использованием базового водоема. Юридического определения понятия «базовый водоем ЛРЗ» нет. Традиционно под ним понимается или весь речной бассейн, где находится ЛРЗ, или отдельный приток с расположенным на нем заводом. В последнем случае в одном бассейне может быть несколько «базовых водоемов» — по числу присутствующих ЛРЗ. Представляется, что именно эту трактовку целесообразно взять за основу при определении понятия «базовый водоем ЛРЗ», так как в практическом отношении оно наиболее точно и полно отражает его правовую природу и может быть использовано для управления искусственным воспроизводством лососей. Таким образом, главными признаками базового водоема (водотока) являются наличие в нем собственно ЛРЗ, осуществление здесь же вылова производителей и выпуска заводской молоди. К идеальному базовому водоему следует отнести вариант с отсутствующей или находящейся на грани уничтожения дикой популяцией. В бассейнах рек, где полноцен-

² *Искусственное воспроизводство* — деятельность человека, направленная на поддержание водных биоресурсов или их восстановление до уровней, при которых могут быть обеспечены их устойчивая добыча и сохранение биологического разнообразия, включающая создание специальных условий инкубации, развития и кормления в целях их лучшего выживания.

Пастбищное рыбоводство — предпринимательская деятельность по разведению, содержанию, выращиванию водных биоресурсов и их выпуску в водные объекты рыбохозяйственного значения в целях получения дополнительного промыслового запаса. Действия, направленные на пополнение или поддержание промысловых запасов одного или нескольких водных видов, а также увеличение общей продуктивности или продуктивности отдельных объектов промысла сверх уровня, устойчиво обеспечиваемого природными процессами (Техническое руководство ФАО..., 2008).

Рыбоводство (аквакультура) — деятельность по содержанию и разведению, в том числе выращиванию, водных биоресурсов в полувольтных условиях или искусственно созданной среде обитания и в предусмотренных настоящим Федеральным законом случаях по добыче (вылову) данных водных биоресурсов (Федеральный закон..., 2004).

Товарное рыбоводство — предпринимательская деятельность по содержанию и разведению, в том числе выращиванию, водных биоресурсов в полувольтных условиях или искусственно созданной среде обитания, их добыче (вылову) с последующей реализацией уловов водных биоресурсов (Федеральный закон..., 2004).

но воспроизводятся популяции диких лососей, строительство ЛРЗ нецелесообразно.

С учетом рассматриваемой проблемы взаимодействия диких и заводских рыб, все ЛРЗ можно подразделить на две группы:

— заводы, создавшие собственное стадо в отсутствие природных нерестилищ (например, ЛРЗ «Скальный» на острове Итуруп). Такие ЛРЗ идеальны с точки зрения сохранения диких лососей. Для них проблема взаимодействия диких и заводских рыб распространяется только на популяции, находящиеся в зоне стрейнга, а в остальном ограничивается только морским периодом жизни;

— заводы, основанные на смешанном воспроизводстве, т. е. с ежегодным вовлечением в рыбоводный процесс диких рыб, подходящих к забойкам рыбоводных заводов или облавливаемых вне стационарных забоек в пределах базового водоема. В эту группу входят большинство ЛРЗ Дальнего Востока.

Помимо воспроизводства на рыбоводных заводах, т. е. собственно заводского разведения, к искусственному воспроизводству относятся также внезаводские способы разведения лососей — нерестовые каналы и гравийные инкубаторы.

Иногда по формальному признаку отсутствия ЛРЗ к внезаводским способам разведения лососей относят фертилизацию нерочьих озер и зарыбление водоемов молодь лососей.

Фертилизация озер — это внесение минеральных удобрений для стимуляции развития кормовой базы в олиготрофных озерах, где подрастает молодь ценных видов, прежде всего нерки. Обычно для фертилизации используется суперфосфат, поскольку фосфаты являются, как правило, лимитирующим элементом кормности водоема. Однако фертилизация — это, скорее, рыбоводно-мелиоративные работы, чем искусственное воспроизводство.

Зарыбление — это, по сути, вариант пастбищного воспроизводства с разведением мальков на ЛРЗ с их последующим выпуском в естественные водоемы. Однако, в отличие от традиционного пастбищного лососеводства, когда вся технологическая цепочка привязана к одному речному бассейну, при зарыблении возможны два варианта, различающиеся по сочетанию мест отлова производителей и выпуска молоди:

— первый вариант предусматривает отлов производителей и выпуск молоди в одной реке, а расположение ЛРЗ на другой реке. В этом случае не происходит генетического смешивания рыб из разных популяций, что является вполне приемлемым с точки зрения сохранения и поддержания естественного генетического разнообразия;

— второй вариант предусматривает перевозку подрошенной молоди для выпуска в другие речные бассейны. Данный вариант следует тщательно прорабатывать, поскольку появляются риски смешивания генетически различных популяций.

Существенные черты сходства и различий заводских и диких рыб для тихоокеанских лососей обобщены в табл. 1.2.2.

Дикий лосось — это особи, воспроизводящиеся на природных нерестилищах, вне рыбоводных заводов, обитающие в вольных условиях и произошедшие от естественного подбора производителей, родившихся на естественных нерестилищах.

Таблица 1.2.2. Классификация различий между заводскими и дикими лососями при искусственном и естественном воспроизводстве

Уровень сравнения		Различия	
		Фенотипические	Генетические
Организ- менный	Молодь	Заводская молодь может отличаться от дикой в худшую (мелкая и слабая) или лучшую (крупные смолты) стороны вследствие разных условий развития и роста на ранних этапах жизненного цикла. Эти отличия после выпуска могут постепенно нивелироваться. Кормление и оптимальный выпуск заводской молоди может увеличить ее приспособленность.	Среди заводских рыб могут быть особи, наследственно менее жизнеспособные по сравнению с дикими рыбами.
	Взрос- лые рыбы	Различия по ряду признаков могут сохраняться до взрослого состояния.	
Популяционный		Динамика и структура заводской популяции может существенно отличаться от таковых у дикой популяции.	Средняя приспособленность заводской популяции к естественным условиям может быть более низкой по сравнению с дикой популяцией.

При внешней простоте данного понятия оно требует уточнения в отношении рыб из популяций смешанного воспроизводства, т.е. заводского и естественного. Совершенно очевидно, что доля чисто диких рыб в популяциях смешанного воспроизводства, т.е. таких, чьи предки никогда не вовлекались в заводское воспроизводство, может достигать крайне малых значений, будучи зависима от размера исходной природной популяции, мощности ЛРЗ и продолжительности его работы. Некоторая же часть — это рыбы, условно говоря, «смешанного происхождения», т.е. такие, чьи предки в разном соотношении, с разной частотой и в разные годы искусственно разводились на рыбоводных заводах, вновь и вновь смешиваясь с дикими и заводскими рыбами, повторно попадая то на природные нерестилища, то на рыбоводный завод. При этом генетически эта группа рыб может нести в себе признаки заводской популяции в виде некоего «заводского генотипа», сформированного при искусственном разведении на ЛРЗ и переданного им от заводских предков. Теоретически можно ввести количественную меру степени «чистоты» диких и заводских рыб (например, рыба наполовину заводского происхождения или заводская рыба во втором поколении), поскольку здесь возможны любые варианты «чистоты происхождения» — от 100 до единиц процентов. Однако этот процент трудно оценить на практике, а кроме того, при возвращении заводских рыб к размножению на нерестилищах, а диких — на ЛРЗ, включаются свои направления отбора, что смещает соотношения дикого и заводского генотипов в природе и на заводе от пропорций у их родителей.

Учитывая сказанное, принимается, что к категории «дикий лосось» относятся:

- рыбы из популяций, самовоспроизводящихся на естественных нерестилищах и не пополняемых рыбами заводского происхождения;

- рыбы из популяций смешанного воспроизводства, произошедшие от нереста родителей разной степени заводского и естественного происхождения на природных нерестилищах. Таким образом, уже первое поколение, полученное от естественного нереста заводских рыб, можно рассматривать как «дикое». Из-за трудности выявления у таких рыб соотношений «дикого» и «заводского» генотипов их нередко относят к промежуточной категории «естественно воспроизведенных» (natural), оставляя термин «дикие» (wild) за рыбами, предки которых в течение ряда поколений воспроизводились только на естественных нерестилищах.

Понимая условность данного подхода, предлагается, тем не менее, из соображений целесообразности принять его за основу, поскольку более точные критерии отнесения рыб к категории «дикий лосось» трудноприменимы в практической деятельности.

Заводской лосось — это рыбы, полученные при искусственном разведении. Различия между заводскими и дикими рыбами могут проявляться на индивидуальном (организменном) и популяционном уровнях.

На организменном уровне заводская молодежь может заметно отличаться от дикой по своему физиологическому состоянию и жизнестойкости. Эти отличия могут быть как в худшую, так и в лучшую сторону, например при выпуске с завода мелкой и слабой молодежи против выпуска физиологически полноценных крупных смолтов. После выпуска с завода эти различия в естественных условиях постепенно нивелируются, однако могут сохраняться до взрослого состояния, проявляясь фенотипически у отдельных взрослых рыб в виде смещения нерестового хода на более ранние сроки, степени выраженности брачного наряда и окраски мяса, по величине тела и так далее, вплоть до генетического закрепления.

Заводская популяция также может заметно отличаться от дикой по своим экологическим параметрам — динамике численности и возрастной структуре. В зависимости от местных особенностей для нее могут быть характерны сглаженные колебания численности (за счет устранения межгодовой изменчивости смертности в пресноводный период жизни), смещение сроков нерестового хода на более ранние или поздние даты, более простая возрастная структура, иные линейно-весовые характеристики и т. д.

Популяционно-генетические различия между дикими и заводскими рыбами при искусственном воспроизводстве могут накапливаться вследствие действия нескольких факторов:

- селективный (направленный — случайный или осознанный) искусственный отбор производителей в пользу особей с наследственно закрепленными биологическими характеристиками (в частности, по срокам хода, размерам тела, степени зрелости) и выбраковкой рыб с иными признаками. Например, рыбоводы, опасаясь не выполнить план по закладке икры, начинают массовый отбор икры от первых же подошедших рыб, что означает преимущественное разведение рыб раннего хода и укорачивание нерестового хода популяции;

— отсутствие на рыбоводных заводах избирательного скрещивания, действующего на природных нерестилищах. Например, у нерки брачные пары формируются с участием как крупных, медленно растущих, так и мелких, быстрорастущих самцов, соотношение которых при разном уровне водности на нерестилищах и по годам меняется. Заводское воспроизводство нарушает естественную систему скрещивания, и более крупные самцы могут во все большей мере передавать свои гены последующим поколениям;

— пропорциональное изъятие одних генотипов и недоиспользование или неравномерное воспроизводство других. Игнорирование внутренней структурированности популяции нарушает эволюционно сложившиеся уровни внутривидового наследственного разнообразия и порождает неблагоприятные популяционно-генетические процессы, приводящие к снижению приспособленности заводского стада;

— отсутствие полового отбора (для самцов — по агрессивности и склонности к соперничеству, яркому брачному наряду и ритуалу ухаживания, для самок — по сложным формам нерестового поведения, связанного с выбором, строительством и охраной нерестового гнезда). Важность полового отбора ясно выражена в развитии брачного наряда, разницей в размерах тела и с явлением доминирования. Половой отбор у самцов основан на трех условиях: конкуренции между самцами за самку; генотипических различиях между самцами, определяющими их конкурентоспособность в борьбе за самок; репродуктивном преимуществе самцов, добившихся успеха над другими самками. У самок к таким условиям относятся: конкуренция между самками за нерестовый участок, благоприятный для развития и выживания икры; генотипические различия между самками, определяющие их успешность в период нереста; конкурентоспособность самок при защите нерестового гнезда от других самок (в том числе от перекапывания в течение 10–14 дней после завершения нереста); репродуктивное преимущество одних самок перед другими, обеспечивающее большее выживание потомства. Все эти условия не соблюдаются и не могут соблюдаться при отборе и выбраковке производителей на рыбоводных заводах;

— отсутствие или слабая выраженность дифференциальной (избирательной) смертности организмов (икры, личинок и мальков) на рыбоводных заводах. В естественных условиях на нерестилищах действует неизбирательная и избирательная смертность. Неизбирательная смертность является следствием факторов среды, превосходящих по интенсивности экологическую пластичность вида, в результате чего происходит массовая гибель особей безотносительно к их индивидуальным свойствам. Избирательная смертность — это гибель части особей популяции, наследственно менее приспособленных к факторам окружающей среды. Такая смертность является показателем интенсивности действия естественного отбора. На нерестилищах на фоне высокой неизбирательной смертности в результате аномальных паводков, промерзания, обмеления и т.п., действует и избирательная смертность — например, в связи с индивидуальной изменчивостью по кислородной чувствительности. Комфортные условия на рыбоводных заводах обеспечивают высокую выживаемость икры, личинок и мальков лососей, в том числе и слабых, менее жизнеспособных особей, которые в природных условиях, вне рыбоводных заводов, как правило, погибают на ранних стадиях развития;

— смещение направления отбора в заводских условиях по ряду признаков. Отсутствие факторов отбора, действующих в природе, может приводить к смещению направления отбора в пользу особей с иными, чем у диких рыб, комбинациями признаков. Наиболее простой пример — возможный отбор особей по темпу роста, которые после выпуска, будучи относительно более крупными, получают конкурентное преимущество в борьбе за пищу и в избегании пресса хищников;

— недостаточное число производителей, отбираемых на завод, может приводить в определенных условиях к тому, что одни генотипы оставят потомков больше, чем другие, и это вызовет изменение генетической структуры популяции. Разница средней кратности размножения лососей на заводе и нерестилищах достигает 1:5, т. е. заводские генотипы, зачастую случайно отобранные, оставляют в 2–10 раз больше потомства, чем в естественных условиях. Риск таких популяционно-генетических изменений выше на высокоэффективных, но небольших рыбоводных заводах, где часть рыб, забираемая для разведения, генетически менее разнообразна, чем целая популяция. На крупных ЛРЗ этот побочный эффект не проявляется, поскольку заводское стадо здесь значительно многочисленнее дикого, а на завод закладывается икра от тысяч и десятков тысяч производителей;

— формирование заводских стад в генетическом отношении менее разнообразных (более однородных) по сравнению с дикими популяциями. Опасность возникновения такой ситуации выше при небольшом размере заводской популяции, высоком хоминге и высокой доле повторного вовлечения в рыбоводный процесс заводских рыб, что в целом приводит к близкородственному скрещиванию (инбридингу). Однако такая ситуация достаточно маловероятна для массово разводимых видов.

Таким образом, рыбоводная практика, преследующая благородную цель воспроизводства ресурсов лососевых рыб, может приводить к нежелательным последствиям. Стада лососей — это сложно структурированные популяционные системы, состоящие из множества дискретных субпопуляций (подразделенных популяций), в разное время заходящих на нерест. Их искусственное воспроизводство на рыбоводных заводах требует осуществлять сбор половых продуктов на всем протяжении нерестового хода, а не ограничиваться использованием лишь части дифференцированного генофонда.

Из всего сказанного можно заключить, что в общем возврате заводских рыб существуют особи, наследственно менее приспособленные к природным условиям, но доживающие до половой зрелости и передающие свои гены потомству, в том числе и диким рыбам при скрещивании на природных нерестилищах. Назовем такой генотип заводских рыб условно «заводским». Из-за генетической специфики заводских рыб уже в год первого заводского возврата генетическая структура популяции начинает отклоняться от исходной.

Генетические и фенотипические различия заводских и диких рыб после возвращения рыб заводского происхождения к размножению на природных нерестилищах постепенно, начиная с первого поколения, нивелируются, что связано с действием естественного отбора в пользу более жизнеспособных особей, т. е. в пользу «дикого генотипа».

Отдаленные последствия совместного искусственного и естественного воспроизводства во многом зависят от того, какая часть диких рыб вовлекается в рыбоводный процесс, каково соотношение заводских и диких рыб на естественных нерестилищах, а также от управленческих решений, используемых на ЛРЗ с целью оптимизации данных процессов.

1.3. Цели и задачи искусственного воспроизводства

По задачам, которые решают своей деятельностью лососевые рыбоводные заводы, можно выделить рыбоводные заводы промыслового и экологического назначения.

Лососевые рыбоводные заводы экологической направленности призваны решать задачи, связанные с восстановлением занесенных в Красную книгу редких и исчезающих видов, деградирующих малочисленных популяций. Как правило, деятельность таких ЛРЗ является составной частью целого комплекса природоохранных мер: восстановления и сохранения среды обитания и нерестилищ, охраны от браконьерства, мониторинга и др. При этом должны быть учтены все угрозы, которые могут проявиться при искусственном воспроизводстве, и выбрана биотехника, которая минимизирует возможные негативные последствия. Деятельность экологических ЛРЗ после выполнения поставленной задачи прекращается. В настоящее время ЛРЗ экологической направленности на Дальнем Востоке России отсутствуют.

Все ныне действующие и планируемые ЛРЗ Дальнего Востока России имеют промысловое назначение, их общей целью является увеличение объемов промышленного вылова лососей, и они решают общие задачи:

- достижение максимальной прибыли в период подъема запасов лососей и минимизация потерь в период их сокращения;
- компенсация ущерба, наносимого промысловым запасам лососей хозяйственной деятельностью;
- сглаживание межгодовых колебаний численности для устойчивой работы промысла.

Для достижения поставленных целей по повышению экономической эффективности рыбоводных заводов промыслового назначения необходимо увеличение выхода молоди от заложенной икры и коэффициента возврата.

При правильно организованном рыбоводном процессе потери на рыбоводных заводах России в период инкубации и подращивания молоди сводятся до минимума. По существующим нормативам они допустимы в пределах 5–8% рабочей плодовитости, с учетом имеющих место генетических нарушений и болезней — не превышают 15–25%, что принято как биологический норматив для дальневосточных ЛРЗ. Как правило, фактический выход молоди от заложенной икры составляет 85%. В реках выживаемость за период от икрометания до покатной миграции изменяется в пределах от 0,4–6,9 до 4,2–33%. Именно эта разница в выживаемости в заводских и естественных условиях, достигающая величины — от 2,5 раз до 10–100 раз, является биологической основой экономической деятельности ЛРЗ (Временные..., 2010; Смирнов, 1975).

Коэффициент возврата — основной показатель эффективности работы ЛРЗ промыслового назначения. Например, для кеты при коэффициенте

тах возврата более 2% стоимость ее заводских возвратов в два и более раз превышает величину текущих затрат на их воспроизводство, включая амортизацию основных фондов (Ксенофонтов, Гольденберг, 2008). В настоящее время самый высокий коэффициент возврата для кеты достигнут в Японии, при этом стоимость производства всей выпускаемой в море молоди кеты составляет лишь 6% стоимости прибрежных уловов этого вида полностью заводского происхождения (Billard, 1988).

Очевидно, что индикатор успеха деятельности ЛРЗ промыслового назначения состоит в увеличении вклада заводских рыб в уловы лососей в локальных районах промысла, но в чисто промысловой деятельности ЛРЗ есть опасность влияния на популяционное разнообразие лососевых рыб. На региональном уровне основу лососевого хозяйства Дальнего Востока в обозримом будущем составит сочетание естественного и искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей. Однако при переходе на местный уровень соотношение между масштабами естественного и искусственного воспроизводства становится переменным, меняющимся с учетом размера популяций, их структуры и состояния, а также в связи с поставленными целями и задачами. В одних случаях оптимальной стратегией управления будет промысловая эксплуатация диких популяций с сохранением среды их обитания и борьбой с браконьерством, в других — создание чисто заводских стад с развитием на их основе промысла. Между этими двумя крайними ситуациями возможны любые переходные варианты, а попытки определить оптимальные пропорции, ограничивающие объем заводского разведения, оставляют весьма мало места для учета местных природных и экономических особенностей.

Имеющиеся перспективные планы по дальнейшему развитию пастбищного лососеводства на Дальнем Востоке требуют осмысления проблемы взаимодействия диких и заводских лососей, особенно в районах совмещения их естественного и искусственного воспроизводства. Реформирование рыболовных заводов и постепенный перевод их в новые условия деятельности должны естественным образом сопровождаться изменениями целей и задач, стоящих перед ними. В этих изменениях можно выделить три качественно своеобразных периода, условно называемых современными, переходными и перспективными, каждый со своей стратегией управления ЛРЗ (табл. 1.3.1).

Стратегической, т.е. перспективной задачей развития пастбищного лососеводства, как и всей аквакультуры, согласно Кодексу ответственного рыболовства (Что такое кодекс..., 2008), должно быть «сохранение генетического разнообразия и сокращение до минимума негативного воздействия разводимой рыбы на природные популяции рыбы при увеличении производства рыбы для человеческого потребления». Не вдаваясь в частные детали, на переходном этапе развития пастбищного лососеводства на Дальнем Востоке можно сформулировать четыре обобщенные задачи, которые необходимо срочно решать в части сохранения биоразнообразия лососей и деятельности ЛРЗ. К таковым можно отнести:

- ликвидацию условий деградации биоразнообразия лососей;
- совершенствование биотехники искусственного разведения в части соблюдения принципов сохранения биоразнообразия;
- восстановление численности популяций лососей с учетом видового состава и популяционной структуры лососей;

Таблица 1.3.1. Смена приоритетов при реформировании системы ЛРЗ на Дальнем Востоке по мере внедрения принципа сохранения биоразнообразия

Система ЛРЗ на Дальнем Востоке		
Современный период	Переходный период	Период перспективного планирования
Текущая цель	Среднесрочная цель	Долгосрочная цель
Прирост уловов и восстановление численности популяции путем наращивания мощности ЛРЗ без снижения качества выпускаемой молоди.	Ликвидация условий для деградации биоразнообразия лососевых без ущерба для экономической стороны деятельности ЛРЗ.	Поддержание численности промысловых стад лососевых на относительно высоком и устойчивом уровне при сокращении до минимума негативного воздействия заводских рыб на природные популяции лососей и сохранении их генетического разнообразия.

— коррекцию популяционной структуры лососей, изменившейся под влиянием разрушения среды обитания, депрессии численности или селективного разведения и промысла.

Важно осознавать, что на переходном этапе реформирования ЛРЗ мероприятия по сохранению биоразнообразия лососей при их искусственном воспроизводстве не должны накладывать критические ограничения на промысловые рыбоводные заводы, назначение которых — устойчивое неистощительное ведение природопользования.

Окончательное решение о применении той или иной схемы искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей в конкретном бассейне принимается с учетом разнообразных сочетаний целей и задач, зависящих от местных условий, специфических подходов и реальных возможностей.

1.4. Генетические и экологические последствия искусственного воспроизводства

При пастбищном разведении лосося находятся в искусственных условиях только относительно небольшой период — в начале и самом конце жизненного цикла. Как правило, это пришедшие на нерест производители, которые отлавливаются и выдерживаются в садках до полного созревания и взятия половых продуктов, далее это икра, личинки и молодь до выпуска в естественные водоемы. Выращенная на заводе молодь после выпуска в естественную среду сталкивается с обитающими там дикими лососями, и с этого момента единая жизненная стратегия и общее жизненное пространство вынуждают их тесно взаимодействовать и конкурировать между собой. Кроме того, часть заводских рыб

возвращается не на родной завод, а приходит для размножения на естественные нерестилища, где скрещивается с дикими лососями. Таким образом, при пастбищном рыбоводстве избежать экологического и генетического взаимовлияния заводских и диких рыб невозможно. Единственный путь — это изучение этого процесса и совершенствование биотехники, чтобы свести к минимуму возможные негативные последствия этих взаимоотношений.

Генетические факторы. Генетические факторы, влияющие на биоразнообразие лососей — это отбор, генетический дрейф, поток генов (стреинг), межбассейновые перевозки, подбор производителей, мутационный процесс. Рассмотрим последовательно, сколь эти факторы важны при заводском воспроизводстве лососей.

Отбор производителей. Заводское воспроизводство может повлиять на генетический состав популяции через отбор производителей либо прямо — через селективируемый признак, либо косвенно — через корреляцию признаков: продуктивность, время созревания, сроки возврата производителей и пр.

В условиях рыбоводного завода направленно или неосознанно постоянно осуществляется отбор производителей, но этот процесс в корне отличается от естественного отбора в природе. Отбраковывая незрелых самок и самцов, не используя производителей в самом начале хода или, напротив, после завершения закладки икры, мы выпускаем в процесс воспроизводства отбор против рано или поздно мигрировавших особей, против быстро или медленно созревающих рыб и т.д. Все это прямо или косвенно может изменить стадо через ряд поколений, приводя к более поздним возвратам, продукции худшего качества и пр. Поэтому важно иметь в виду отдаленные изменения, которые могут последовать за той или иной рыбоводной стратегией, и противодействовать им соответствующими рыбоводными мероприятиями. Какими — следует выяснять через детальное исследование конкретной ситуации на данном ЛРЗ. Такие же нежелательные последствия свойственны и внезаводским методам воспроизводства лососей.

Выживаемость на ранних этапах развития. Большая выживаемость от икринки до покатной молоди в заводских условиях — это другая сторона проблемы отбора. Смертность в нерестовых буграх может достигать 80-ти и более процентов, в то время как в цехах завода — около 5%. Означает ли это, что в заводских условиях выживают особи с «плохими» генами, т.е. такие, которые погибли бы в естественных условиях? Это непростой вопрос, поскольку на нерестилищах большая часть смертности икры и эмбрионов вызвана природными причинами — паводками, заиливанием, промерзанием — и не связана с наследственными факторами.

Завод, обеспечивая комфортные условия и уменьшая смертность в эмбрионально-личиночный период развития, несомненно, вносит положительный вклад в сохранение и увеличение численности данной популяции. Но при этом не исключено, что какая-то часть выживших в природе особей генетически более приспособлена к экстремальным условиям среды: нехватке кислорода или выходящим за пределы видового оптимума температурам, и такие указания есть. Например, В.С. Кирпичников (1977) показал, что полиморфизм по локусу фосфоглюкомутазы (фермент, широко распространенный в органах и тканях организмов, особенно много его в печени) у нерки вызван, вероятно, разной приспособленностью аллельных вариантов этого фермента

к температурным условиям на ранних стадиях развития. На природную дифференцированную смертность развивающихся эмбрионов при низких содержаниях растворенного кислорода косвенно указывает увеличение их смертности ниже 25–50% насыщения (при температуре 4–11 °С), которая быстро возрастает при дальнейшем снижении содержания кислорода (Кляшторин, 1982). Таким образом, факт широкой индивидуальной изменчивости отдельных икринок и личинок лососей по их кислородной и температурной чувствительности очевиден, однако неизвестно, сколь значительна генетическая составляющая такой приспособленности для распространенных у нас видов тихоокеанских лососей.

Генетический дрейф. Как популяционно-генетический фактор, генетический дрейф проявляется в популяциях малой репродуктивной (как говорят — эффективной) численности и существен, например, при заводском воспроизводстве стад русского осетра, беломорской семги или при разработке планов сохранения сахалинского тайменя, проходной микижи и других малочисленных популяций — когда число производителей исчисляется несколькими десятками. Небольшое число производителей не может «вместить» в свои геномы все генетическое разнообразие популяции, поэтому они передают в следующее поколение выборочный, а не весь набор генов, обедняя генетически следующее поколение. И хотя для каждого поколения это обеднение невелико, за многие поколения аккумулируются большие потери генетического разнообразия.

При эффективной численности N_e внутривидовое генетическое разнообразие уменьшается вследствие дрейфа в каждом поколении обратно пропорционально численности: $1/2N_e$. Дрейф также может быть существен в диких популяциях сахалинского тайменя, проходной микижи, когда идет сильный пресс браконьерства на крупных половозрелых особей, а популяция воспроизводится несколькими десятками рыб. Для тихоокеанских лососей, особенно таких массовых видов, как кета и горбуша, генетический дрейф пренебрежительно мал, поскольку на рыбозаводном заводе даже столь малой мощности, как 1 млн молоди, требуется более тысячи производителей, что обуславливает лишь небольшую потерю внутривидового разнообразия: $1/2N_e = 0,0005$. Даже при ста производителях и равном соотношении полов за одно поколение будет потеряно лишь 0,005 всего генного разнообразия. Таким образом, процессы генетического дрейфа в популяциях тихоокеанских лососей с большой численностью практически незначимы и не могут привести к потере генетической изменчивости в течение нескольких поколений, особенно если учесть стрейнг (расселение рыб), который даже при небольшой интенсивности способен поддерживать постоянный обмен генами между популяциями, восстанавливая возможную случайную потерю генетической изменчивости, вызванную генетическим дрейфом. Однако в длительном ряду поколений накопленный дрейф может оказаться существенным.

Стрейнг и поток генов. Поток генов у лососей — это привнесение части генофонда одной популяции в генофонд другой популяции через стрейнг производителей, т.е. когда некоторое количество особей заходит на нерест в неродные водоемы, или через межбассейновые перевозки оплодотворенной икры. Стрейнг — естественное свойство организмов. Это не нарушение

хоминга, а важнейшее эволюционное приобретение лососей, которое позволяет им осваивать новые места обитания, а также возвращаться в места ранее разрушенные, но затем восстановленные. Действительно, представим, что осенью 2021 г. в некоей горбушевой реке браконьеры активно вырезают рыбу, затем проходят мощные тайфуны и паводки, происходит порыв нефтепровода на участке, проходящем через бассейн реки, а пришедшая зима оказывается малоснежной и холодной, так что нерестилища полностью промерзают, уничтожая остатки этого поколения горбуши. При отсутствии стрейнга из-за строгого двухлетнего жизненного цикла в 2023 г. горбуши в этой реке не было бы, и линия нечетных лет горбуши никогда бы здесь не восстановилась, в отличие, скажем, от кеты и других видов со сложной возрастной структурой. Так что, естественно, что из тихоокеанских лососей наиболее чувствительной к разрушению локальных группировок является горбуша как моновозрастной вид, и стрейнг позволяет ей адаптироваться на ареале в условиях локально меняющейся среды.

В настоящее время общепризнано, что горбуша образует ряд стад, связанных определенным комплексом рек (а не отдельными нерестовыми районами, так как инстинкт возврата в «родную» реку у горбуши наименее развит из-за непродолжительного периода пребывания в реках мальков). В то же время не исключено, что горбуша из крупных речных систем имеет статус локальных популяций, как и горбуша, выпускаемая рыбоводными заводами после периода ее подращивания в питомниках. Вероятно, если молодь горбуши задерживается в пресной воде на длительный срок, она приобретает способность к более высокому хомингу, в противоположность молоди, которая быстро скатывается в море, например, из коротких рек, каких на Сахалине и Южных Курилах большинство.

Так что естественно, что у горбуши стрейнг, как правило, выше, чем у кеты и других видов тихоокеанских лососей, из-за чего часть ее более активно расселяется по ближайшим рекам, а также внутри речного бассейна. Четверть века назад была обоснована теория «флуктуирующих стад горбуши» (Глубоковский, Животовский, 1986), предполагающая отсутствие четкой популяционно-генетической структуры у этого вида из-за более высокого по сравнению с другими видами стрейнга, особенно в азиатской части ареала, в регионах с короткими реками и сильным антропогенным воздействием. Постоянный стрейнг (допустим, на уровне 10%) уже следует считать достаточно значительным, чтобы обеспечить генетическую однородность горбуши для комплекса рек. Более высокий стрейнг и склонность к генетической однородности стад горбуши — это эволюционное свойство данного вида, и оно заставляет нас серьезно задуматься о стратегии разведения и промысла горбуши и возможных последствиях массовых внедрений заводской горбуши в дикие, а горбуши естественного воспроизводства — в заводские популяции.

Может ли многолетнее заводское воспроизводство горбуши значимо воздействовать на генофонд дикой рыбы? Возможно, что и нет, поскольку за долгие годы что заводская, что дикие популяции стали генетически близки из-за предшествовавших многих поколений генных потоков между ними. Однако воздействие рыбоводного завода отсутствует только в том случае, когда завод

воспроизводит весь генофонд данного стада, характерный для диких рыб. Но, как только разведение горбуши (как и других видов) становится селективным и какая-то часть стада начинает усиленно воспроизводиться в ущерб другой, действие рыбоводного завода начнет ощущаться вначале на заводском стаде, а затем (вследствие стрейнга) и на диких популяциях горбуши, вплоть до разрушения локальных генетических адаптаций, в зависимости от уровня и дальности стрейнга.

У всех видов лососей может усиливаться локальный стрейнг при увеличении численности заводского стада за счет освоения нерестилищ в притоках и соседних речках возвращающимися на нерест заводскими производителями (Zhivotovsky et al., 2011).

Межбассейновые и межпопуляционные перевозки. Созвучной предыдущему разделу о стрейнге является тема перевозок оплодотворенной икры (или самих рыб, что много реже) с одного рыбоводного завода или водоема на другой, что нередко делают при нехватке производителей на местах (Марковцев, 2010). Перевозки осуществляют в основном в двух целях: 1) интродукции и акклиматизации, т.е. зарыбления водоема отсутствующим там видом, о чем уже писалось выше; 2) рыбоводства, т.е. для выполнения плана ЛРЗ по закладке икры и поддержание разводимого стада на определенном уровне численности при нехватке производителей собственного стада и диких производителей из этой же реки. Эти перевозки являются, по сути дела, искусственно созданным стрейнгом, причем порой высокой интенсивности — до 50% и даже выше. В природе такая высокая степень стрейнга, вероятно, возможна только у горбуши, для всех остальных видов тихоокеанских лососей перевозки даже в пределах части видового ареала — это «навязанный стрейнг», входящий в противоречие с их высокой генетической дифференциацией и адаптацией к локальным условиям среды. Основной вопрос здесь таков: как и насколько межбассейновые перевозки влияют на биоразнообразие заводских и диких лососей? На рис. 1.4.1 показана схема перевозок оплодотворенной икры кеты между рыбоводными заводами о. Сахалин за период с 1960 по 2000 гг. Объемы перевозок были значительны — вплоть до 30–40% от объема заложенной на инкубацию икры; порой на один завод завозили икру из разных мест, даже в один год одновременно. Указанная на рисунке схема не содержит данных об интенсивности и длительности перевозок, однако анализ фактических объемов перевозимой икры в различные годы позволяет сделать заключение, что перевозки между ЛРЗ внутри указанных районов гораздо более масштабные, чем межрайонные. Указанные заводские стада кеты Сахалина генетически сравнили между собой по микросателлитным ДНК-маркерам, которые являются селективно-нейтральными. Оказалось что стада из указанных на рисунке районов (южный и юго-восточный, северный, восточный, юго-западный Сахалин) обособлены друг от друга, что свидетельствует о генетической своеобразии стада кеты каждого района. В то же время стада кеты в пределах каждого из этих районов генетически очень близки друг к другу, что может объясняться как общей историей близкорасположенных стада (и, возможно, более высоким уровнем естественного стрейнга по сравнению с отдаленными районами), так и многочисленными перевозками

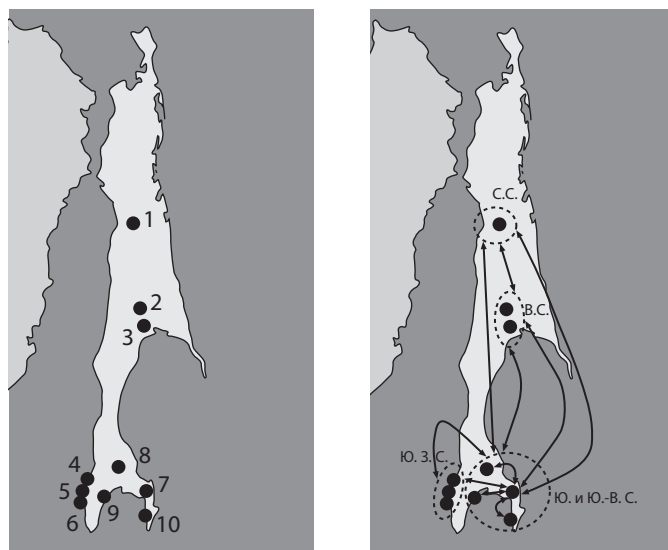


Рис. 1.4.1. Схема перевозок оплодотворенной икры кеты между ЛРЗ Сахалина за период 1960–2000 гг. (Шитова и др., 2009)

Районы: С.С. — северный Сахалин, В.С. — восточный Сахалин, Ю.-З.С. — юго-западный Сахалин, Ю. и Ю.-В.С. — южный и юго-восточный Сахалин.

ЛРЗ: 1 — Адо-Тымово, 2 — Победино, 3 — Буюкловский, 4 — Калининский, 5 — Сокольниковский, 6 — Ясноморский, 7 — Охотский, 8 — Сокол, 9 — Таранайский, 10 — Монетка. (На схеме не указаны заводы о. Итуруп (ЛРЗ Курильский и Рейдовый), откуда тоже неоднократно завозили икру на сахалинские ЛРЗ).

икры между ЛРЗ в пределах района (Шитова и др., 2009). Наиболее вероятно, что именно перевозки могли привести к генетической однородности стад разных рек и ЛРЗ внутри указанных районов Сахалина, поскольку даже близкорасположенные популяции кеты о. Итурупа (как дикие, так и заводские), между которыми перевозок практически не было, генетически хорошо отличаются друг от друга (Животовский и др., 2008). На этом основании можно предположить, что в те времена, когда перевозок между стадами кеты Сахалина еще не было, генетическая дифференциация кеты о. Сахалин была значительней, чем мы наблюдаем ее сейчас, после полувека интенсивных перевозок. Из теории популяционной генетики можно заключить, что нескольких десятков поколений, прошедших с начала интенсивных перевозок, было достаточно, чтобы обеспечить внутрирайонную генетическую однородность заводских популяций кеты по исследованным нейтральным генетическим маркерам. В то же время генетические особенности заводских популяций кеты разных районов Сахалина не успели за это время нивелироваться благодаря меньшей интенсивности перевозок между ЛРЗ разных районов острова.

Приведенные данные по селективно нейтральным ДНК-маркерам указывают на то, что эффекты от межбассейновых перевозок ощутимы: генетические компоненты от донорских стад сохраняются в стадах-реципиентах. Если

популяция лосося данного бассейна генетически гетерогенна (скажем, состоит из экологически разных форм, воспроизводится на разных нерестилищах), то многочисленная интродукция даже из близкой популяции может принести вред биоразнообразию популяции, уменьшить приспособленность к условиям среды и снизить общую продуктивность. Сокращение генетического разнообразия напрямую связано с межбассейновыми и межпопуляционными перевозками и их интенсивностью. Более целесообразно затратить некоторые средства и время и восстановить численность стада за счет местных популяций и полностью отказаться от межбассейновых перевозок икры тихоокеанских лососей для рыбоводных целей.

В то же время зарыбление водоема отсутствующим там видом тихоокеанских лососей в пределах его естественного ареала (реинтродукция), который исчез вследствие катастрофического перелома, вырубки лесов в бассейне реки, препятствий к размножению из-за естественных или техногенных катастроф, может иметь только положительный эффект — при условии, конечно, что происшедшие негативные события не повлияли на экологию бассейна в плане резкого уменьшения адаптации данного вида к изменившимся условиям. Общей рекомендацией может быть интродукция не из любого места, а из бассейна, близкого как по условиям воспроизводства, так и по генетической структуре популяций, конечно, при условии, что генетические исследования были проведены, когда вид там обитал, или по генетической близости к популяциям соседних водоемов. Аналогично положительный эффект может иметь создание ЛРЗ или любого типа внезаводского разведения в местах, где отсутствуют подходящие нерестилища и потому нет естественного воспроизводства рыбы, при условии, что выпуск чрезмерно большого количества молоди не ведет к негативным взаимодействиям с соседними природными популяциями.

Подбор производителей. При оплодотворении на рыбоводных предприятиях икра от нескольких зрелых самок обычно оплодотворяется спермой от нескольких случайно выбранных созревших самцов. Это коренным образом отличается от естественного отбора и подбора производителей на нерестилищах, где основная порция икры данной самки оплодотворяется одним, реже — двумя самцами, добившимся доминирующего статуса в конкуренции за эту самку с другими самцами. Влияет ли заводской процесс воспроизводства на биоразнообразие?

Главное, чем отличается заводское воспроизводство от естественного — это допуск к размножению всех производителей, независимо от их природных качеств, лишь бы только они созрели к определенному сроку. Иными словами, теоретически допустимо, что тот самец, спермой которого на заводе была оплодотворена икра от нескольких самок, на нерестилище никогда бы не добился репродуктивного успеха. Если его «неуспех» явился следствием генетически обусловленных плохих «бойцовских» качеств, то это значит, что в условиях завода эти качества будут переданы многочисленному заводскому потомству, чье качество может быть хуже. Эти заводские рыбы при размножении на нерестилищах могут оказаться более пассивными «бойцами», что приведет их к репродуктивному неуспеху.

Это, так называемый, половой отбор, который может не иметь никакого отношения к другим признакам «отбракованных» на нерестилище особей, в

том числе по выживаемости и качеству их потомства. Более того, если такие особи несут свои особые гены, то заводской процесс увеличивает внутривидовое биоразнообразие по сравнению с половым отбором на нерестилищах, но, правда, при этом снижается средняя приспособленность популяции, в которой накапливаются особи, не обладающие «бойцовскими» качествами.

Таким образом, снятие процесса естественного отбора и подбора производителей в условиях заводского разведения теоретически может привести к изменениям в заводском стаде. Однако конкретных практических рекомендаций по тихоокеанским лососям по устранению этого воздействия не имеется.

Мутационный процесс. Бытует мнение, что частота мутаций в заводских условиях выше, чем в природе, и что это приводит к деградации заводских популяций лососей, а сами они привносят эти мутации в дикие популяции при размножении на естественных нерестилищах. Несомненно, наличие в среде обитания значительных объемов физических или химических мутагенов может привести к увеличению темпов мутирования. Однако никаких данных об изменении скорости возникновения мутаций и их спектра в заводских стадах лососей нет.

В то же время на рыболовных заводах шансы «выжить» для особей с вредными мутациями выше, чем в дикой природе. То есть речь идет не о частоте возникновения мутаций, а о вероятности выживания особи, несущей вредную мутацию. Выживание особей, несущих вредные мутации, может быть связано не только с наличием комфортных условий (по кислороду, проточности, температуре), но и с лечением инфекционных болезней, когда заболевших особей буквально «вытягивают» со смертного одра. Имеет значение и профилактическая обработка молоди, которая сохраняет особей с пониженным иммунитетом к инфекционной болезни.

Экологические факторы. Экологические риски от деятельности ЛРЗ для диких лососей появляются в местах их совместного обитания с заводскими (Марковцев, 2010). На Дальнем Востоке практически все действующие ЛРЗ

Экологические риски для диких популяций при искусственном воспроизводстве тихоокеанских лососей могут быть малозаметными и не иметь существенных последствий, если численность заводских и диких рыб соизмеримы друг с другом, а их суммарная численность не превышает приемной емкости среды

оказывают влияние на дикие популяции, так как большинство из них располагаются в пределах естественных ареалов разводимых видов лососей и заводская молодь выпускается в реки, где изначально обитают дикие лососи, что не может не сказываться на состоянии диких популяций.

Масштаб заводского разведения, численность популяции и экологическая емкость среды. В природных экосистемах внутривидовые и межвидовые экологи-

ческие взаимоотношения находятся в относительно равновесном состоянии, сбалансированном соответственно емкости среды, кормовой базы и других экологических факторов. Выпуск заводской рыбы в естественные водоемы искусственно увеличивает численность разводимых видов, что нарушает существующее равновесие, обостряет экологические взаимоотношения на всех уровнях, вносит дополнительные экологические риски для диких популяций. При этом степень экологических рисков зависит не только от абсолют-

ного количества заводской молоди, но и от емкости среды и соотношения численности заводских и диких рыб.

Соотношение численности заводских и диких рыб является важнейшим показателем при оценке рисков от искусственного воспроизводства (Kostow, 2008). Экологические взаимодействия между заводскими и дикими рыбами могут быть малозаметными и не иметь существенных последствий, если численность заводских рыб соизмерима с дикими, а их суммарная численность не превышает емкости среды. Но те же взаимодействия могут привести к значительным последствиям, если заводских рыб значительно больше диких и общее их количество превышает емкость среды.

Динамика численности. Кроме того, очень важно понимать и учитывать, что, развивая пастбищное рыбоводство и значительно увеличивая плотность рыбы в естественных экосистемах, мы тем самым вмешиваемся непосредственно в механизмы плотностной зависимости, которые регулируют численность диких популяций. В присутствии заводских рыб динамика диких популяций перестает регулироваться их собственной численностью и начинает зависеть от общей, более высокой, плотности совместно обитающих диких и заводских лососей. Емкость среды обитания накладывает ограничения на рост численности популяций. В природе существует обратная зависимость выживания молоди рыб от плотности популяции производителей (Coilín Minto et al., 2008). Как только размер популяции достигает предельного потенциала, плотностно-зависимая смертность ограничивает дальнейший рост ее численности. Отсюда можно предположить, что при искусственном воспроизводстве механизм саморегуляции диких популяций лососей ослабевает из-за того, что регулирующим станет суммарная плотность диких и заводских рыб. Создается ситуация, при которой численность заводских лососей поддерживается человеком, а диких, наоборот, тормозится плотностно-зависимой регуляцией, что создает условия для замещения дикой популяции заводской. Подобная ситуация выявлена при исследовании влияния заводского разведения на воспроизводство дикой популяции стальноголового лосося в реке Клакамас (Kostow, Zhou, 2006; Kostow, 2008).

Конкурентные отношения. Заводские лососи конкурируют с дикими на всех стадиях жизненного цикла, но наиболее остро конкурентные отношения и сопутствующие экологические риски проявляются в пресноводный речной период жизни лососей, когда жизненное пространство и ресурсы наиболее ограничены. Для тихоокеанских лососей, среди которых есть виды с различной продолжительностью пресноводного периода, заводское воспроизводство в большей степени сказывается на видах с длительным пресноводным периодом жизни: кижуче, чавыче, сима, нерке, стальноголовом лососе и, в меньшей степени, на горбуше и кете, молодь которых практически не задерживается в реках. Тем не менее конкурентные отношения могут быть существенными и для этих видов. Во время покатной миграции, особенно в протяженных реках, молодь горбуши и кеты активно питается, нуждается в укрытиях от хищников. Проведение массового выпуска заводской молоди во время ската дикой значительно обостряет конкуренцию, что сказывается на их выживаемости и в реке и в эстуарной зоне.

Хищничество. Выпуски молоди лососей с рыбоводных заводов могут привлекать хищников к местам концентрации заводской молоди со значительных территорий. Выедание выпускаемой молоди составляет обычно 10–15% и более. Легкой добычей заводских рыб делает их неадаптивное поведение: они неспособны быстро найти укрытие, поднимаются к поверхности, собираются и скатываются хаотичными группами. При этом может выедаться и находящаяся на этой территории среди заводских рыб дикая молодь лососей, но в значительно меньших количествах, так как она значительно более разнообразна в своем поведении (Kostow, 2004). Поэтому рыбоводы, пытаясь защитить выращенную молодь от выедания, перед выпуском проводят массовые отловы хищников. Такие отловы могут наносить урон диким лососям, зачастую попутно уничтожая крупную молодь кижуча, чавычи, симы, а также взрослых рыб редких видов, таких как сахалинский таймень и другие.

Продолжительность пресноводного периода жизни. Для видов с длительным пресноводным периодом важно учитывать временной фактор. Чем дольше после выпуска заводская рыба остается в пресной воде, тем больше возможности для взаимодействия с дикой рыбой и выше потенциал для экологического риска. Поэтому с рыбоводных заводов целесообразно выпускать уже готовую к скату молодь. В противном случае заводские лососи могут остаться в реке на достаточно длительный срок, до года и более, пока не достигнут стадии смолтификации. При этом, наряду с типичными экологическими рисками, связанными с конкурентными отношениями заводских и диких рыб, крупная заводская молодь, оставшаяся в реке, способна переходить в реке на хищное питание, и в таких случаях, как правило, жертвами в значительном количестве становится более мелкая молодь диких лососей младших возрастных групп. Выпуск пестряток, т. е. молоди, не готовой к скату, может также способствовать образованию у некоторых видов жилых карликовых форм, которые вообще не выходят в море, что характерно для симы и кижуча, и отмечено у стальноголовых лососей заводского происхождения (Evenson, Ewing, 1992). Поэтому важно, чтобы сроки выпуска заводских лососей были связаны с их физиологическим состоянием на различных стадиях развития и роста, а также с процессом смолтификации.

Морской период жизни. Во время морского периода жизни лососей основным лимитирующим фактором и источником экологических рисков является пищевая конкуренция. После выхода молоди лососей в эстуарную и прибрежную зоны, а затем в открытый океан, заводские и дикие лососи образуют смешанные стада и продолжают тесно контактировать и конкурировать между собой. Вероятно, экологические риски связаны с ограниченной приемной емкостью морского побережья в период максимальной плотности молоди лососей, но этот вопрос пока мало изучен. Современное состояние проблемы для открытой части Тихого океана трактуется также неоднозначно, по данным одних ученых, мы уже приблизились к предельной кормовой емкости, по данным других — еще далеко нет, и можно наращивать выпуск заводских лососей. По данным В. П. Шунтова и О. С. Темных (2008), открытые морские воды в настоящее время практически не лимитируют численность, темпы роста и размеры тихоокеанских лососей. Даже при экстремально высокой численности лососей пока не отмечено резкого увеличения смертности в морской

и океанический периоды их жизни. В то же время есть данные о том, что на фоне масштабного увеличения заводского воспроизводства лососей в северной части Тихого океана и возросшей их плотности в открытых водах последние десятилетия наблюдается снижение размеров тела некоторых видов лососей (Кловач, 2003; Helle, Hoffman, 1995; Bigler et al., 1996; Cooney, Brodeur, 1998). На складывающиеся напряженные трофические отношения в открытом море указывают факты зависимости темпа роста западно-камчатской кеты от численности совместно нагуливающих поколений кеты и горбуши (Хрусталева, Леман, 2007); причем, с точки зрения темпов роста, решающее значение имеет продолжительность их совместного морского нагула: поздноразвивающаяся (4+) кета малочисленных поколений четных лет испытывает на себе давление обильных поколений горбуши трижды на протяжении жизни, тогда как кета многочисленных поколений — только дважды. Для бассейна р. Большая (Западная Камчатка) показано, что чередование обильных быстрорастущих и слабых медленно растущих поколений у поздноразвивающейся кеты популяции р. Большая является своеобразным приспособлением для выживания

В малой популяции фактор случайности в поддержании численности может стать угрозой ее существованию в силу случайности природных процессов (сели, аномальные паводки). И чем меньше численность, тем выше риски от этих случайностей

данной популяции в условиях сосуществования с превосходящим по численности конкурентом — горбушей. Цикличность в динамике возрастного состава, связанная с колебаниями численности западнокамчатской кеты, наблюдаемая как в начале 1950-х годов (Семко, 1954), так и в середине 1990-х, свидетельствует о том, что численность горбуши является основ-

ным фактором, определяющим рост и динамику популяции кеты р. Большая. Перечисленные факты указывают на конкурентные отношения между кетой и горбушей, складывающиеся в открытом море.

В любом случае продуктивность океана не безгранична и чрезмерное наращивание выпуска заводских лососей странами региона рано или поздно может привести к тому, что общая численность лососей превысит потенциал кормовой емкости открытой части Тихого океана. При этом прежде всего пострадают именно дикие лососи, численность которых за счет естественных механизмов саморегуляции будет снижаться, а на численности заводских это не отразится, так как она поддерживается плановым заводским воспроизводством. Даже если ничего не изменится, и в этом случае дикие стада будут постепенно замещаться заводскими.

Промысел. Во время нерестовых миграций серьезные риски связаны еще и с тем, что рост уловов заводских рыб приводит к чрезмерному промысловому давлению на популяции диких лососей, что особенно опасно для малочисленных популяций. Например, пятикратное увеличение заводского разведения горбуши в заливе Принца Уильяма (штат Аляска) привело к существенному увеличению вылова этого вида, тогда как численность диких популяций в этом районе сократилась, вероятно, в ответ на непропорциональный промысел (Hilborn, Eggers, 2000). Массовый выпуск заводского кижуча в низовьях реки Колумбия привел к увеличению его вылова на 90%, в то же время дикие популяции кижуча оказались на грани исчезновения (Flagg et al., 1995).

Суммируя сказанное, можно заключить, что при искусственном воспроизводстве лососей граница между экологическими и генетическими процессами и эффектами в популяциях не всегда является четкой. Изменение экологической структуры популяции (возрастного состава, соотношения полов, сроков нереста и пространственного устройства) с неизбежностью приводит к популяционным генетическим преобразованиям, и, напротив, генетический сдвиг, вызванный, например, избирательным размножением какой-нибудь одной внутривидовой группировки — к экологическим последствиям, проявляющимся через конкурентные отношения и вытеснение диких рыб.

В совокупности экологические и генетические риски от заводского воспроизводства могут коренным образом менять динамику диких популяций этих видов. Поэтому при проектировании, строительстве и эксплуатации ЛРЗ необходимо оценивать экологические риски для диких популяций всех видов лососей, включая и кету, и горбушу, суммарные выпуски которых в России составляет более 98% общего выпуска молоди (табл. 1.4.1). В основе влияния искусственного воспроизводства на природные популяции лососей, как положительного, так и отрицательного, лежат разнообразные причины, которые по механизму воздействия и экологическим и генетическим последствиям тесно взаимосвязаны и взаимозависимы между собой (табл. 1.4.2).

По всей видимости, в большинстве случаев лососевые рыболовные заводы упрощают биологическое разнообразие, а оно — ключевой фактор выжи-

Таблица 1.4.1. Выпуск молоди тихоокеанских лососей российскими ЛРЗ, млн шт. (источник: NPAFC St Yrbook, 1993–2008)

Год	Нерка	Горбуша	Кета	Кижуч	Чавыча	Сима
1993	1	292	236	1	0	0
1994	3	246	207	3	0	0
1995	4	252	219	2	0	0
1996	2	311	305	8	1	0
1997	4	328	280	5	1	0
1998	7	324	282	3	0	0
1999	17	268	279	1	1	0
2000	5	338	326	1	0	0
2001	1	270	316	3	1	0
2002	10	349	307	2	0	2
2003	10	237	363	3	1	2
2004	8	296	363	12	1	6
2005	10	278	387	7	1	1
2006	5	324	336	2	1	3
2007	10	406	350	6	1	2
2008	10	401	508	5	1	2
%	1	48,3	49,8	0,6	0,1	0,2

вания. К основным причинам, приводящим к нежелательным последствиям, можно отнести:

— неудачное размещение ЛРЗ и нарушение пропорции рыбоводных усилий в отношении различных видов, локальных стад и их частей, отдельных популяций и внутривидовых группировок;

— не соответствующий популяционной структуре отбор производителей в целях искусственного воспроизводства;

— селективный отбор производителей (по размеру тела — мелкие или крупные, по срокам хода — ранние или поздние и т. п.);

— массовые, с превышением приемной емкости рек и побережья, выпуски заводской молодежи;

— межбассейновые (межпопуляционные) перевозки икры и т. д.

Сказанное свидетельствует о том, что при искусственном разведении лососей необходимо учитывать генетические параметры стад в сочетании с экологическими требованиями, что позволит избежать негативных последствий неоптимального воспроизводства (Алтухов и др., 1997; Макоедов и др., 1994, 2009; Животовский, 2006 а). Многие из факторов, провоцирующих экологические и генетические риски, могут быть значительно ослаблены грамотной управленческой деятельностью, направленной на снижение уровня взаимодействия между заводскими и дикими рыбами.

Таблица 1.4.2. Основные виды экологических и генетических последствий пастбищного воспроизводства тихоокеанских лососей в результате взаимодействия рыб заводского и естественного происхождения

№	Причина	Возможные механизмы взаимодействия	Последствия
		Выбор объекта разведения	
1	Разведение только одного из видов лососей.	Общий рост биомассы и численности рыб в экосистеме ограничены, поэтому если несколько видов обладают сходной экологией и имеют близкие потребности к среде обитания и ресурсам, то искусственный рост численности одного из видов лососей может вызвать общее снижение численности других видов.	Сдвиг видового состава в пользу разводимого вида. Возрастание межвидовых конкурентных отношений.
2	Преимущественное разведение одной из частей популяции или внутривидовой группировки.	Рост численности в результате искусственного воспроизводства обеспечивается не за счет всей популяции, а за счет разводимой части или группировки. Соседние притоки, даже близко расположенные, могут оказываться вне действия ЛРЗ, хотя при этом рыбы в этих притоках могут быть членами единой популяции. Эта проблема наименее актуальна для горбуши, имеющей, как правило, простую популяционную структуру, однако важна для всех остальных видов тихоокеанских лососей.	Изменение внутривидовой структуры. Искусственно неразводимые или непропорционально разводимые виды и внутривидовые группировки могут испытывать мощное избыточное давление рыб заводского происхождения.
3	Межбассейновые (межпопуляционные) перевозки икры.	Рыбы экологически разных бассейнов эволюционно формируют свои генетические особенности вследствие естественного отбора и могут быть хуже приспособлены к условиям других бассейнов. Более того, наследственные различия могут наблюдаться даже в пределах одного бассейна, между различными экологическими формами. Таким образом, в случае использования для закладки икры из других бассейнов в популяции появляется рыба, которая может быть генетически менее приспособленной к местным условиям. Как правило, чем дальше разнесены реки друг от друга, тем выше генетические различия; одинаковые генетические особенности могут наблюдаться в географически близких популяциях горбуши и кеты.	Межбассейновые (межпопуляционные) перевозки представляют серьезнейшую угрозу для местных диких популяций лососей, в практической деятельности они однозначно недопустимы. Они целесообразны и нужны для заселения рек, где лосось обитал, но исчез или где вообще отсутствовал, если позволяют условия обитания.

Отбор производителей и закладка икры на ЛРЗ		
4	<p>Выборочное использование производителей для искусственного воспроизводства без учета экологической структуры популяции.</p>	<p>Омоложение и сокращение числа возрастных классов заводского стада лососей по сравнению с дикими, исходными популяциями. Увеличение дружности подхода производителей к ЛРЗ, что затрудняет из-за скоротечности путины ведение промысла.</p>
5	<p>Случайный отбор производителей для заводского разведения.</p>	<p>Создание заводского стада или восстановления популяции происходит за счет искусственного размножения случайно отобранных особей. Избыточное размножение изначально отобранных заводских генотипов приводит к усилению концентрации заводского генотипа. Угроза снижения генетического и фенотипического полиморфизма.</p>
6	<p>Использование на ЛРЗ малого количества производителей.</p>	<p>На рыболовных заводах в целях упрощения рыболовного процесса зачастую закладка икры происходит не равномерно в течение всего нерестового хода, а в укороченное время. В результате отбор производителей осуществляется без учета их индивидуальных различий по размеру, возрасту, срокам нерестовой миграции, степени зрелости и выраженности преднерестовых изменений.</p> <p>Выживание в условиях ЛРЗ произвольно отобранных для разведения особей, которые случайно могут иметь в генотипе какие-то особенности. Разница в кратности размножения на заводе и нерестилищах достигает 1:5, т.е. эти случайно отобранные генотипы оставляют в 5 раз больше потомства. Таким образом, уже в первый же год работы ЛРЗ генетическая структура популяции может отклониться от исходной. Эффект отбора на ЛРЗ носит постоянный характер, и, хотя отобранные производители обычно в достаточной степени генетически разнообразны, при их дальнейшем расширенном и эффективном воспроизводстве, учитывая высокую вероятность многократного разведения одних и тех же мутаций и генотипов, в ряду поколений «заводской генотип» будет все больше и больше преобладать в популяции.</p> <p>Расширенное воспроизводство, основанное на малом количестве используемых производителей, является угрозой потери значительной части генетической вариабельности природной популяции. Это возможно при искусственном разведении редкой формы или редкого вида, если число производителей не превышает нескольких десятков особей.</p>

7	Отсутствие полового отбора производителей на заводах.	В естественных условиях репродуктивный успех имеют наиболее активные особи, достигшие полного физиологического и морфологического расцвета и могущие противостоять другим особям (среди самок за удобное место нереста, среди самцов — за самку). Кроме того, репродуктивный успех отдельной особи определяется эволюческими механизмами, обеспечивающими постоянный отбор наиболее эффективных в этом отношении особей. Индивидуальные поведенческие особенности самок — это способность подготовить нерестовой бурой и обеспечить его охрану, самцов — успешность в брачных играх и т.д. Эти условия нельзя выполнить на рыбоводных заводах при массовом отборе производителей.	Ожидается более низкая репродуктивная способность заводских рыб в сравнении с дикими при их нересте на природных нерестилищах. Снижение эффективности воспроизводства и численности природной популяции из-за участия в нересте неполноценных заводских рыб, имеющих низкие репродуктивные возможности.
8	Преднамеренный отбор рано нерестующих производителей.	<p>Проведение массовой закладки икры с самого начала нерестового хода рыбы гарантирует своевременное заполнение всех производственных мощностей ЛРЗ.</p> <p>Ранняя закладка икры от производителей ранних сроков хода сдвигает время возврата производителей на более ранние сроки, что фактически является отбором против рыб позднего хода. Поскольку время возврата производителей наследуется — среднее время возврата поколений совпадает со временем нереста родительского поколения, то такой отбор ведет к наследственному увеличению доли рыб раннего возврата. Более ранние сроки нереста заводских рыб на естественных нерестилищах могут приводить к раннему выходу из грунта, покатной миграции и, как следствие, к повышенной смертности потомства от хищников, низкой численности скатывающейся молоди и низкому возврату.</p> <p>При раннем нересте молодь от рыб заводского происхождения рано выходит из грунта, что дает ей преимущество в занятии нагульных территорий до появления потомства от диких рыб. Это приводит к конкурентному вытеснению дикой молоди в пресноводный период жизни. В то же время для видов с коротким пресноводным периодом, таких, как горбуша и кета, ранний скат может привести к массовой гибели молоди в морском прибрежье из-за непрогретшейся воды и слабой кормовой базы.</p> <p>Более ранняя закладка икры удлиняет период подращивания молоди, что дает возможность получения крупных жизнестойких смолов и увеличивает их выживаемость после выпуска.</p> <p>Компенсация увеличения доли рыб позднего хода из-за давления промысла (см. пункт 23 данной таблицы).</p>	<p>Изменения направления действия отбора под влиянием рыбоводного процесса.</p> <p>Увеличение в популяции доли рыб с ранним сроком возврата.</p>

9	Преднамеренный отбор быстро созревающих производителей.	Направленный отбор зрелых производителей на рыбоводных заводах ведет к возврату быстро созревающих рыб. С началом рунного хода часть рыб начинают пропускать на естественные нерестилища и на заборы рыбоводных заводов, где закладка икры обычно производится при массовом подходе зрелых производителей. Чем меньше времени рыба выдерживается в ловушках до созревания, тем удобнее работать рыбоводкам. Такой рыбоводный процесс генетически закрепляет в стаде быстро созревающих производителей. Быстрое половое созревание означает также более выраженные брачные изменения и худшее качество мяса, причем еще до захода в реки, особенно в короткие реки Сахалина и Южных Курил.	Увеличение в популяции быстро и дружно созревающих рыб.
10	Преднамеренный отбор поздно нерестующих рыб.	Поздно нерестующие рыбы могут иметь более выраженные брачные изменения и более бледный цвет мяса, чем рыбы более ранних сроков подхода, что делает их экономически менее привлекательными для искусственного разведения. Поэтому пропуск на нерестилища рыб раннего подхода, а также воспроизводство на ЛРЗ рыб с лучшим товарным качеством мяса важен для поддержания рекреационного и коммерческого рыболовства.	Более поздние ход и сроки нереста рыб заводского происхождения могут приводить к перекапыванию нерестовых бугров диких рыб и снижать эффективность их нереста.
11	Близкородственное скрещивание заводских рыб.	Относительно небольшой (не более первых сотен) размер заводской популяции и высокий хоминг к заводу приводят к высокой доле повторного вовлечения в рыбоводный процесс заводских рыб, что в целом может в течение нескольких поколений привести к близкородственному скрещиванию (инбридингу). Однако это справедливо лишь для очень малых популяций, где число зрелых производителей минимально, и должно учитываться при восстановлении подорванных популяций, в которых количество производителей в первых поколениях исчисляются десятками. В таких ситуациях следует использовать весь генфонд для репродукции.	Формирование заводских стад, в генетическом отношении менее разнообразных (более однородных) по сравнению с дикими популяциями. Низкий выход от икры, низкая плодовитость, возросшее количество пороков развития и заболеваний, а также низкая выживаемость могут являться признаками инбридинга и потери генетического разнообразия. Однако они также могут быть признаками других проблем, поэтому необходим научный анализ истинных причин.

Период инкубации икры, выдерживания личинок и подращивания молоди	
12	<p>Высокая выживаемость икры и личинок на ЛРЗ.</p> <p>Снижение роли естественного отбора на ранних стадиях развития в связи с высокой выживаемостью потомства на ЛРЗ. На ЛРЗ вследствие комфортных условий содержания выживает до 95% заложенной икры, хотя в природе для поддержания численности достаточно, чтобы в период от икрометания до ската в море выживало для разных видов в среднем от 0,05 до 0,2%. Это и есть изначальная экологическая и эволюционная основа появления рыбодонных заводов. Показатель смертности на отдельных этапах рыбодонного процесса — один из критериев, по которым оценивается эффективность ЛРЗ. Комфортные условия на рыбодонных заводах обеспечивают высокую выживаемость икры, личинок и мальков лососей, в том числе и наследственно слабых, менее жизнеспособных особей, которые в природных условиях, вне рыбодонных заводов, погибли бы на ранних стадиях развития. Однако, сколь велик процент дифференцированной смертности по чисто генетическим причинам, неизвестно.</p>
13	<p>Быстрый рост заводской молоди.</p> <p>Отсутствие на рыбодонном заводе факторов отбора, действующих в природе, может приводить к смещению направления отбора в пользу особей с иными, чем у диких рыб, комбинациями признаков. Например, возможный отбор в пользу быстро растущих особей, которые к моменту выпуска оказываются более крупными и получают конкурентное преимущество в борьбе за пищу и избегании пресса хищников. Причины различного темпа роста могут заключаться в индивидуальных различиях эффективности усвоения искусственных кормов или агрессивности кормодобывающего поведения.</p>
14	<p>Распространение инфекционных болезней рыб.</p> <p>Заражение заводских рыб на ЛРЗ от внутренних и внешних источников: — искусственный корм, осемененный грибами и бактериями; — вода поверхностных источников, в которых обитают дикие рыбы; — природная зараженность диких популяций; — с половыми продуктами производителей.</p> <p>Перенос инфекций с ЛРЗ в дикие популяции происходит при загрязнении рек фекалиями, остатками кормов, погибшей мололью и после выпуска молоди. Наиболее известны случаи заражения диких рыб из садковых хозяйств.</p>
	<p>Рыбоводство может привести к увеличению доли рыб, менее приспособленных к абиотическим условиям развития, наблюдающимся в нерестовых буграх, что может ухудшать адаптацию потомков заводских рыб при воспроизводстве на естественных нерестилищах в случае стрейтинга.</p>
	<p>Изменение эколого-генетической структуры популяции в пользу быстро растущих особей.</p>
	<p>Возникновение экономических потерь в связи с отходом икры, личинок и мальков. Временное закрытие ЛРЗ.</p>

15	Профилактика и лечение болезней.	Профилактика и борьба с болезнями рыб на ЛРЗ может приводить к выживанию генетически менее толерантных к болезням особей. Понятно, что этой тенденции будет противодействовать возобновление естественного отбора при возвращении заводских рыб к размножению в естественных условиях, поскольку в природных условиях вредные аллели элиминируются в результате гибели неполноценных генотипов до достижения репродуктивного возраста либо же в результате пониженной способности к размножению их носителей. Однако это может привести к снижению общей приспособленности диких популяций лососей.	Возможное увеличение в природной популяции генетического груза вследствие размножения заводской рыбы на естественных нерестилищах. В идеале следует предохранить дикие популяции лососей от генного потока со стороны заводских популяций.
Период выпуска с завода, нагула и покатной миграции в море			
16	Выпуск заводской молоди.	Заводская молодь первое время после выпуска держится плотными скоплениями, не умеет избегать опасности, питается у поверхности, обладает показной агрессивностью (у кижуча) — все это привлекает хищников. Известны факты снижения выживаемости диких рыб в реке в годы массовых выпусков заводских рыб, что можно также объяснить ростом конкуренции за кормовую базу, стрессом из-за высокой плотности обитания и хищничеством, вызванным обилием заводских рыб.	Снижение численности дикой молоди, ее вытеснение из удобных мест обитаний.
17	Нелимитируемые и массовые выпуски заводской молоди.	По мере увеличения численности заводских рыб воспроизводство дикой популяции становится все больше зависимым не от своей численности, а от общей, более высокой численности совместно обитающих заводских и диких рыб. Преждевременный или ускоренный скат диких смолтов вследствие возрастания конкуренции, сокращения доступных нагульных угодий, вытеснения заводскими рыбами. Вытеснение дикой молоди из-за конкуренции за места обитания и пищу, снижение интенсивности питания заводских и диких рыб первые дни после массового выпуска. Мощные объемы выпускаемой с рыболовных заводов молоди могут вступать в противоречие с экологическими возможностями среды и приводить к подрыву кормовой базы.	Сокращение численности дикой популяции (вплоть до критических уровней). Снижение выживаемости заводской молоди.

18	Выпуск крупной заводской молоди с длительным пресноводным периодом жизни.	<p>Повышение агрессивности, демонстрационного поведения и доминирования заводской молоди за места обитания вплоть до их полного захвата может быть типично для видов с длительным пресноводным периодом жизни и территориальным поведением (например, для кижуча). Крупные размеры молоди и ее территориальная агрессивность взаимосвязаны. Эта связь может быть усилена вследствие выращивания в неволе, как результат ослабленного хищнического отбора в замкнутых условиях в сочетании с высокой плотностью рыб, искусственными кормами и режимом кормления.</p> <p>Вытеснение дикой молоди в малокормные и менее защищенные места обитания, с чем связана ее повышенная выживаемость хищниками. Препредевременная покатная миграция дикой молоди в море. Влияние распространяется на все виды диких лососей, обитающие совместно с заводской молодьёю.</p>	Вытеснение дикой молоди разных видов из естественных местообитаний.
19	Выпуск с рыбоводных заводов молоди на стадии пестряток и пресмолтов.	<p>Задержка значительной части выпуска в отдельные годы в реке, удлинение пресноводного периода жизни, вплоть до зимовки и образования жилых форм, что снижает промысловый возврат заводских рыб.</p> <p>Удлинение периода взаимодействия заводской и дикой молоди, вытеснение молоди диких рыб с мест обитаний, что регистрируется по снижению плотности заселения, биомассы, численности и мгновенной скорости роста дикой молоди после выпуска заводских рыб.</p> <p>Образование жилых форм, конкурирующих с дикими рыбами.</p>	Задержка заводской молоди в реке на год или более и образование жилых форм. Потенциальная опасность для дикой популяции из-за вытеснения заводской молодьёю и жилыми формами.
20	Выпуск физиологически неполноценной молоди.	<p>Меньшая жизнеспособность заводской молоди по сравнению с дикой.</p> <p>Задержка ската в море после выпуска с завода из-за физиологического отставания процессов смолтификации заводских рыб по сравнению с одноразмерными дикими смолтами. Подкормка и более поздний выпуск, ослабляя конкуренцию с дикой молодьёю из-за меньшего переживания сроков нахождения в прибрежье, снижают жизнеспособность заводской молоди вследствие процессов десмолтификации, развивающихся у молоди при ее задержке в пресной воде.</p>	Уменьшение выживаемости заводской молоди.

21	Массовые выпуски заводских рыб.	<p>Нагул в эстуарии, морском побережье и в открытых водах океана</p> <p>Есть данные, показывающие, что массовый выпуск молоди с заводов серьезно отражается на выживаемости диких рыб в годы неблагоприятных океанических условий, тогда как в годы с нормальными условиями во время океанического периода лососей этот эффект не обнаружен. Причина — несоответствие кормовой базы суммарному количеству диких и заводских рыб.</p> <p>Снижение темпа роста лососей в ранний морской период как результат внутривидовой конкуренции из-за высокой плотности молоди в морском побережье. Рост лосося является ключевым фактором для его выживания, и масштабные выпуски заводских молоди могут в этом отношении иметь негативное влияние, особенно в регионах, где уже есть дефицит кормовых объектов из-за особенностей морской среды и климата.</p> <p>Поскольку многие дикие популяции лососей мигрируют на огромные расстояния в океане, то выпуск заводских лососей в одном районе может повлиять на малочисленные дикие популяции, воспроизводящиеся в другом географическом районе.</p>	<p>Конкурентные отношения между дикими и заводскими рыбами в прибрежных морских водах и открытом океане, особенно в периоды низкой продуктивности океана.</p> <p>При превышении экологической емкости по кормовой базе — снижение темпа роста и уменьшение размеров рыб. Необходимо исследование кормовой базы прибрежья.</p>
22	Высокая численность заводских рыб в уловах.	<p>Нерестовая миграция и нерест на природных нерестилищах</p> <p>В период возвращения производителей на нерест из-за высокой численности заводских рыб и их интенсивного вылова дикие рыбы, находясь среди заводских рыб, также подпадают под более интенсивный промысел, что приводит к снижению их захода в реки. Из общих соображений понятно, что, например, 5-кратное увеличение вылова за счет заводской популяции приведет к перелову малочисленной дикой популяции этого же вида. Такая ситуация обычна для смешанных стад, когда промысловый запас формируется в том числе и за счет заводских рыб, чья высокая продуктивность искусственно поддерживается, а малочисленные, небольшие популяции диких лососей, будучи менее продуктивными, оказываются в проигрышном положении.</p>	Перелов диких популяций.

23	Стремление изъять промысловую квоту как можно быстрее, часто почти целиком еще до начала рунного хода.	Ранний промысел сдвигает время возврата производителей. Ныне существующая практика промысла – почти полное изъятие кеты и горбуши до начала рунного хода – фактически является отбором против рыб с ранним сроком возврата. Поскольку время возврата производителей наследуется – среднее время возврата поколения совпадает со временем нереста родительского поколения, то такой отбор ведет к наследственному увеличению доли рыб позднего возврата и худшему качеству товарной продукции.	Увеличение в возврате доли рыб позднего хода, что коррелирует с более выраженными брачными изменениями и худшим качеством мяса.
24	Высокая численность заводских рыб на нерестилищах.	Массовый выпуск с рыбоводных заводов молоди на стадии пестряток обеспечивает ее широкое расселение по речной системе с последующим скачком из разных нерестовых притоков. Соответственно, это приводит к такому же широкому распределению заводских производителей по речной системе и их совместному нересту с дикими рыбами.	Смещение генофонда диких рыб с заводским и уменьшение приспособленности дикой популяции.
25	Совместное использование нерестилищ заводскими и дикими рыбами.	Вследствие избыточности заводского разведения по сравнению с естественным воспроизводством происходит постепенное вытеснение на нерестилищах диких рыб заводскими. Положение усугубляется тем, что потребности в нерестовых условиях у особой одного вида, но разного происхождения – заводского и естественного сходны, в результате чего дикие особи уступают более многочисленным заводским наиболее удобные места нереста.	Вытеснение диких рыб заводскими производителями с нерестилищ. Сокращение численности диких популяций.
26	Совместный нерест заводских и диких рыб на нерестилищах.	Обеспечение лучшей выживаемости икры на ЛРЗ от ограниченного числа производителей, отобранных для искусственного разведения, приводит к увеличению доли носителей определенного генотипа в популяции, что при совместном нересте заводских и диких рыб ведет к изменению генофонда всей тотальной популяции данного речного бассейна и уменьшению ее средней приспособленности. Одновременно происходит сдвиг в заводской популяции в сторону дикой при использовании производителей – потомков от естественного воспроизводства. Поэтому оптимальная результирующая этих двух процессов будет определяться тем, насколько хорошо поддерживаются нерестилища и насколько успешно воспроизводятся на них лососи.	Распространение «заводского генотипа» в дикой популяции, в крайнем случае с замещением природной популяции на заводскую, а в оптимальном – с балансом заводских и диких генотипов.

Глава II. Размещение, управление ЛРЗ и сохранение диких лососей

2.1. Стратегия размещения ЛРЗ на региональном уровне. Заказники рыбохозяйственного назначения и рыбохозяйственные заповедные зоны

Правильный выбор приоритетов в управлении воспроизводством лососей в каждой конкретной реке является необходимым условием для формирования устойчивой численности промыслового стада лососей в масштабе всего региона на базе сочетания заводских и полноценных диких стад лососей. Для оценки рек, с точки зрения выбора в пользу организации заводского или поддержания естественного воспроизводства, важнейшими критериями должны быть состояние популяций диких лососей и наличие условий для их воспроизводства, к числу которых относятся:

— водоемы, практически не измененные в результате человеческой деятельности (естественные нерестилища сохранились и находятся в хорошем состоянии, условия позволяют осуществлять полноценный нерест и развитие молоди, сохранились и полноценно воспроизводятся дикие популяции лососей). Для таких водоемов строительство ЛРЗ нецелесообразно, так как поддержание численности промыслового стада осуществляется за счет естественного воспроизводства, а деятельность ЛРЗ может негативно отразиться на естественном воспроизводстве, динамике численности и биоразнообразии диких популяций;

— водоемы, подвергшиеся значительному антропогенному воздействию (естественное воспроизводство нарушено, нерестилища уничтожены или находятся в плохом состоянии, отсутствуют другие важные элементы, необходимые для эффективного самовосстановления численности диких лососей; дикие популяции лососей находятся в депрессивном состоянии, им грозит полное уничтожение). Для таких водоемов строительство ЛРЗ целесообразно и даже необходимо, так как они становятся основным элементом сохранения, восстановления и поддержания численности промыслового стада лососей для данной реки;

— водоемы промежуточного типа, в которых дикие популяции или условия среды находятся не в идеальном состоянии, но сохраняется возможность восстановления промысловой численности за счет восстановления условий для полноценного естественного воспроизводства. Для таких водоемов требуется индивидуальный подход и тщательно проработанное биологическое и экономическое обоснование.

Кроме того, при выборе реки и места для ЛРЗ необходимо учитывать наличие стрейнга и размещать ЛРЗ как можно дальше от центров ненарушенного естественного воспроизводства.

Размещение рыбоводных заводов в бассейнах рек, где сохранились полноценные дикие популяции лососей, как правило, постепенно способствует их деградации, снижению численности и замещению диких рыб заводскими. Такие управленческие решения по выбору мест для строительства ЛРЗ приводят не только к экологическим, но и к серьезным экономическим последствиям. Важно учитывать, что, в отличие от разведения заводских, для воспроизводства диких лососей не требуется значительных финансовых затрат, выде-

ляемых сначала на строительство ЛРЗ, а затем еще и на ежегодное содержание производства. Получается, что средства растрачиваются на то, чтобы практически бесплатное естественное воспроизводство заменить на дорогостоящее заводское. К этому надо добавить еще и ущерб от сокращения биоразнообразия, масштаб которого хотя и трудно оценить, но нельзя игнорировать. Общие экономические потери могут быть весьма значительными и превышать доходы от заводского возврата. Таким образом, экономическая целесообразность строительства ЛРЗ становится одним из важных аргументов для защиты здоровых лососевых экосистем. Для рек с сохранившимся полноценным естественным воспроизводством гораздо более эффективно вкладывать средства на поддержание существующих условий, что на порядок дешевле, чем строительство и содержание ЛРЗ. К сожалению, на практике такого рода экономические сравнения никогда не проводятся.

Например, для Камчатки, по сравнению с другими лососевыми регионами Дальнего Востока, в меньшей степени характерны серьезные антропогенные угрозы. Здесь в большинстве рек сохранились первозданные лососевые экосистемы, лишь в небольшой степени нарушенные человеческой деятельностью. Здесь сконцентрировано наибольшее видовое, популяционное и генетическое разнообразие тихоокеанских лососей. Полуостров обладает крупнейшими в мире запасами диких лососей, воспроизводство которых практически не требует расходования бюджетных средств. При этом на Камчатке уже работает пять государственных ЛРЗ и в рамках Федеральной целевой программы «Повышение эффективности использования и развития ресурсного потенциала рыбохозяйственного комплекса в 2009–2013 гг.» запланировано строительство еще двух рыбоводных заводов. Кроме того, средства, полученные в качестве компенсации ущерба от прокладки газопровода на западном побережье, планируется вложить в искусственное воспроизводство, а не в восстановление затронутых естественных нерестовых площадей. Но рыбоводные заводы, кроме ежегодных затрат на содержание, создают дополнительные угрозы для диких лососей, ущерб от которых в масштабах всей Камчатки учесть практически невозможно. В таких условиях гораздо эффективней вкладывать средства в охрану водоемов от браконьерства, которое на данный момент является главной угрозой для камчатских лососей, тем более что проблему эту необходимо решать в любом случае, так как заводские лососи страдают от браконьерства наравне с дикими. Развитие лососеводства на полуострове целесообразно ограничить реками, популяции лососей в которых либо уже отсутствуют, либо сильно подорваны и не представляют интереса для сохранения генофонда лососей (Шевляков, Коваль, 2010).

Сеть ключевых лососевых рек. Все больше лососевых рек попадает в зону активной хозяйственной деятельности и практически невозможно обеспечить надежную защиту тысяч рек, в том числе и от непродуманных управленческих решений. Гарантией долгосрочного сохранения биоразнообразия диких лососей может стать выделение сети ключевых лососевых рек, которые должны обеспечить сохранение природных популяций лососевых, их разнообразие и стратегический резерв генофонда, необходимый для поддержания полноценных промысловых стад и их восстановления в случае деградации.

Впервые идея ранжирования водоемов по степени сохранности природных лососевых экосистем и создания сети ключевых лососевых рек была сформулирована в Центре дикого лосося (Орегон, США). Среди всего многообразия водоемов ключевые лососевые реки выделяются по наличию сохранившейся полноценно функционирующей лососевой экосистемы и минимальным изменениям вследствие антропогенного воздействия. Специалистами Центра дикого лосося и их коллегами из России, США, Канады и Японии сеть таких ключевых рек была выделена на всем протяжении тихоокеанского побережья от Калифорнии до Корейского полуострова. Для оценки использовались четыре основных критерия: видовое разнообразие лососевых, состояние популяций и местообитания, угрозы и характеристики человеческого воздействия. Подробно методика оценки изложена в работе Д. Спрингмейера с соавторами (2007). В России работы осуществлялись в рамках проекта «Сеть ключевых лососевых рек Тихоокеанского региона. Российский подход» (Павлов и др., 2006). Среди сотен рек российского Дальнего Востока были определены ключевые реки, рекомендованные для создания в их бассейнах рыбохозяйственных (лососевых) заказников. Создание заказников или других форм особо охраняемых природных территорий (ООПТ) необходимо для обеспечения защиты местообитаний лососей и ограничения природопользования в бассейнах выбранных ключевых рек, чтобы реализовать поставленные задачи по сохранению биоразнообразия диких лососей.

Первый практический шаг в этом направлении был сделан администрацией Сахалинской области. В 2004 году на Сахалине была принята Концепция развития воспроизводства водных биологических ресурсов (Распоряжение Администрации Сахалинской области от 11.08.2004 № 448-ра). Данная концепция, как раз и предполагала комплексный подход к воспроизводству лососей: «Сахалинская область располагает значительными резервами для увеличения численности лососевых видов рыб как за счет проведения мероприятий по рациональному использованию возможностей естественных нерестилищ (охрана, мелиорация, расширение площадей), так и за счет наращивания мощностей стационарных рыбоводных заводов в районах, где это целесообразно».

В рамках этой концепции на Сахалине были выделены и постановлениями Администрации Сахалинской области законодательно закреплены зоны сохранения генофонда и естественного воспроизводства диких лососей и зоны, где в связи со значительным антропогенным влиянием целесообразно развитие заводского воспроизводства. К зонам сохранения генофонда и естественного воспроизводства были отнесены 67 лососевых рек острова (Распоряжение Администрации Сахалинской области от 10.09.2004 № 511-ра). В бассейнах этих рек запрещалось строительство рыбоводных заводов и предусматривались другие необходимые мероприятия для сохранения естественного воспроизводства. Подобный подход в управлении воспроизводством лососей давал на длительный срок гарантии выживания здоровых популяций диких лососей и сохранения их генетического и экологического разнообразия.

Однако в 2008 году эти постановления Администрации Сахалинской области были отменены, так как по изменившемуся законодательству региональные власти не имеют полномочий принятия решений, регулирующих феде-

ральные биологические ресурсы, к которым относятся анадромные виды, в том числе и тихоокеанские лососи (Федеральный закон..., 2004).

В настоящее время для защиты ключевых лососевых рек наиболее подходят две формы ООПТ: государственный рыбохозяйственный (лососевый) заказник и рыбохозяйственная заповедная зона. Их целевое назначение — сохранение диких лососей и их естественного воспроизводства, в том числе запрет на строительство ЛРЗ, должно быть прописано в учредительных документах и внесено в Положение об ООПТ. Кроме того, важно, чтобы при их создании использовался бассейновый принцип, т.е. территория ООПТ должна покрывать целиком бассейн лососевой реки или отдельного притока в случае с крупными реками, со всем многообразием мест обитания, нерестилищ и миграционных путей лососей.

Заказники рыбохозяйственного назначения. На сегодняшний день на Дальнем Востоке создано всего семь государственных биологических рыбохозяйственных заказников регионального значения (табл. 2.1.1), из них камчатский заказник «Река Коль» специально создавался для сохранения биоразнообразия лососевых рыб. Кроме того, на разных стадиях согласования с местными администрациями находятся документы для организации еще ряда лососевых заказников на реках Утхолок, Облуковина, Крутогорова, Колпакова, Опала, Жупанова (Камчатка) и Коппи (Хабаровский край).

В целом государственные заказники выполняют функции природных резерватов по сохранению, восстановлению и воспроизводству ценных в хозяйственном, научном и культурном отношении, а также редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных и растений и охраны среды их обитания. Основная цель перечисленных рыбохозяйственных заказников — обеспечение условий для сохранения проходных и полупроходных лососевых рыб путем охраны их на путях миграции, нерестилищах и зимовальных ямах.

Государственный экспериментальный биологический (лососевый) заказник «Река Коль» (рис. 1.1.2.) основан в 2006 году Администрацией Камчатского края при активной поддержке Центра дикого лосося и Проекта Программы Развития ООН «Сохранение биоразнообразия лососевых Камчатки и их устойчивое использование». Заказник включает водосборные территории двух

Таблица 2.1.1. Перечень дальневосточных государственных рыбохозяйственных заказников

	Название	Площадь (тыс. га)	Регион	Год создания
1	Верхнетумнинский	43,00	Хабаровский край	1988
2	Алькан	16,90	Хабаровский край	1990
3	Горинский	59,80	Хабаровский край	1990
4	Гурский	150,50	Хабаровский край	1990
5	Улский	45,60	Хабаровский край	1990
6	Хутинский	19,00	Хабаровский край	1981
7	Река «Коль»	220,242	Камчатский край	2006

речных бассейнов — Коль и Кехта, его общая площадь 220242 га, протяженность морского берега — 22 км. Целью заказника является сохранение, восстановление, воспроизводство и рациональное использование ценных в хозяйственном, научном и культурном отношении лососевых видов рыб, а также других представителей животного мира и сохранения среды их обитания, средообразующих естественных природных комплексов.

От всех уже действующих на Камчатке особо охраняемых природных территорий лососевый заказник отличается своей рыбохозяйственной специализацией и охраной природного комплекса в пределах водосборной территории всего речного бассейна. Важным моментом является возможность сохранения на территории заказников традиционных видов природопользования. В заказнике «Река Коль» допускается любительское и спортивное рыболовство, а также промышленное рыболовство в границах утвержденных рыбопромысловых участков с учетом ограничений, установленных Положением о заказнике. Промысел на территории заказника полностью обеспечивается за счет естественного воспроизводства лососей, и поэтому сохранность нерестовых рек является экологической основой его устойчивого существования. Основным документом, определяющим деятельность заказника, является Положение о государственном заказнике. В нем прописываются цели и задачи создания заказника, границы и режим охраны, а также запрещенная и разрешенная деятельность. Поэтому, если лососевый заказник создается для сохранения воспроизводства и биоразнообразия диких лососей, это должно быть зафиксировано в целях и задачах заказника, а в запрещенные виды деятельности на территории заказника должен быть включен пункт, исключающий возможность строительства лососевых рыбоводных заводов и применение внезаводских методов рыбоводства. Этот важнейший момент необходимо учитывать при проектировании и создании других лососевых заказников.

Рыбохозяйственные заповедные зоны — новая форма управления рыбными ресурсами, специализированная для сохранения водных биоресурсов и формирования условий для развития рыбоводства и рыболовства. Рыбохозяйственные заповедные зоны (*далее — РХЗЗ*) введены в действие в 2004 году Федеральным законом Российской Федерации № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов». Образование и деятельность РХЗЗ регламентируются соответствующими подзаконными актами — Правилами образования рыбохозяйственных заповедных зон, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации № 603 от 12 августа 2008 г. и приказом Федерального агентства по рыболовству № 638 от 21 июля 2009 г. «Об утверждении критериев и порядка подготовки биологических обоснований установления рыбохозяйственных заповедных зон».

До настоящего времени, как в дальневосточном регионе, так и в целом по стране ни одной рыбохозяйственной заповедной зоны пока не создано и практический опыт их организации и функционирования отсутствует. В качестве первого шага в 2010 году были выпущены методические рекомендации по организации РХЗЗ (Лососевые..., 2010), разработанные на конкретном примере лососевых рек Дальнего Востока России. Что особенно важно, предложена общая схема размещения РХЗЗ для всего региона (Приложение 2), выделены

конкретные реки и проведена приоритизация подходов к управлению воспроизводством лососей для каждой из этих рек — поддержание естественного или развитие заводского воспроизводства (табл. 2.1.2).

Для создания оптимального комплекса по обеспечению устойчивого промысла, рыбоводства, естественного воспроизводства и сохранения биологического разнообразия на основе экосистемного и экорегионального подхода было предложено выделить три типа возможных РХЗЗ (Павлов, Букварева, 2009, 2010):

- РХЗЗ I типа, для сохранения промысловых популяций диких рыб;
- РХЗЗ II типа, для развития рыбоводства;
- РХЗЗ III типа, для сохранения генофонда диких рыб.

В данном случае важно, что рыбоводные заводы не могут размещаться на специально выделенных по ряду признаков реках, относящихся к РХЗЗ первого и третьего типа, для которых закреплён приоритет естественного воспроизводства и, соответственно, предложен запрет на строительство ЛРЗ. Практическое внедрение предложенных принципов формирования РХЗЗ позволит избежать многих случайных и преднамеренных управленческих ошибок.

Таблица 2.1.2. Главные критерии для первоначального разделения рек на три группы (Методические рекомендации..., 2010)

Категория пригодности	Главные критерии
Реки, пригодные для РХЗЗ I типа (промысловые)	Реки, улов в которых имеет существенное значение в масштабе данного субъекта Федерации: — исключаются реки с рыбоводными заводами (РХЗЗ II типа); — исключаются реки или их части со значительно нарушенными экосистемами, если степень нарушений препятствует нормальному воспроизводству популяций лососей.
Реки, пригодные для РХЗЗ II типа (рыбоводные)	Реки с имеющимися и проектируемыми рыбоводными заводами. Реки с недостатком или отсутствием природного нерестового фонда.
Реки, пригодные для РХЗЗ III типа (резерв генофонда)	Реки, экосистемы которых и обитающие в них популяции лососей не нарушены или слабо нарушены человеком: — исключаются реки, имеющие существенное промысловое значение (группа I); — исключаются реки с рыбоводными заводами (РХЗЗ II типа); — исключаются реки и бассейны рек со значительно нарушенными экосистемами (с зарегулированным стоком, с наличием портов, крупных населенных пунктов, бывшими разработками полезных ископаемых), а также реки, в бассейнах которых осуществляется или предусмотрена утвержденными программами социально-экономического развития региона горнорудная, лесозаготовительная или иная деятельность, которая может нанести ущерб естественным экосистемам и популяциям лососей и противоречит целям и задачам РХЗЗ.

2.2. Планирование ЛРЗ на бассейновом уровне

Взвешенная оценка всех значимых последствий искусственного воспроизводства лососевых популяций (в том числе их взаимодействия с природными популяциями) не может быть следствием «сугубо экологического» подхода. Она может быть сделана только на основе прогнозов перспективы рыбного промысла и хозяйственного развития территории в целом. Среди всего спектра возможных ситуаций условно можно выделить два крайних случая (Ксенофонтов, Гольденберг, 2008).

Первый — это постепенное замещение естественных популяций заводскими. Такой сценарий поддержания ресурсов промысла будет рациональным для рек с разрушенными местообитаниями лососей и депрессивными лососевыми экосистемами и для рек, где в перспективе ожидается, что антропогенное воздействие на природные экосистемы будет возрастать, а приоритеты социально-экономического развития будут таковы, что не удастся сохранить местообитания лососей в первоначальном виде. В этом случае воздействие рыболовной деятельности на природные экосистемы и естественные популяции будет оцениваться исходя из необходимости и целесообразности совместной эксплуатации природных и искусственных популяций, а также из неизбежности деградации окружающей природной среды.

Альтернативный сценарий может развиваться, если деградация природной среды не представляется неизбежной, а решение о размещении ЛРЗ все же принято. При этих условиях уровень экологических требований к рыболовной деятельности существенно возрастает ввиду возможной перспективы полноценного воспроизводства естественных популяций. И, поскольку реализация такой перспективы требует соответствующих поддерживающих мер и адекватного регулирования промысла, большую остроту приобретает вопрос о рациональном распределении усилий между природоохранными мероприятиями, заводским разведением лососей и обеспечением оптимальных параметров промысла.

Эта задача достаточно сложная, поскольку эффективность вложения средств в каждую из трех перечисленных сфер деятельности не может быть заранее определена с приемлемой точностью из-за существенного влияния внешних природных факторов (в том числе долговременной циклической изменчивости условий воспроизводства и численности лососевых стад).

Тем не менее перспективное планирование при управлении лососевым хозяйством предполагает комплексное рассмотрение альтернативных путей восстановления численности лососей, обоснование выбора мест размещения новых ЛРЗ, объектов разведения и мощности рыболовного предприятия.

Очевидно, что на начальном этапе планирования мероприятий в области искусственного воспроизводства в рамках отдельного речного бассейна возникает ряд закономерных и естественных вопросов, к числу которых можно отнести следующие:

— каковы альтернативные по отношению к ЛРЗ пути восстановления численности популяций и насколько возможна их реализация в сочетании с искусственным воспроизводством?

- каковы критерии выбора места размещения ЛРЗ внутри речного бассейна?
- каковы требования к объекту искусственного разведения и в какой мере следует учитывать особенности его биологии в биотехнике разведения?
- какова возможная мощность планируемого ЛРЗ?

Этот перечень можно было бы продолжить, но и сказанного достаточно, чтобы уяснить остроту и сложность перечисленных вопросов, решение которых состоит в том, чтобы максимально извлечь промысловый биологический ресурс и не нарушить при этом уязвимую и жизненно важную для местной экономики экосистему лососевых рек и сохранить объемы естественного воспроизводства диких лососей.

Комплексность. Выбор оптимальной стратегии восстановления подорванных запасов лососевых в конкретном речном бассейне зависит от сочетания пяти факторов: антропогенного воздействия, промысла, естественного воспроизводства, заводского разведения и рыбоохранных мероприятий. С этой точки зрения задача развития искусственного воспроизводства лососевых рыб оказывается фрагментом более общей проблемы — создания управляемого лососевого хозяйства, построенного по бассейновому принципу.

При рассмотрении на бассейновом уровне всего круга вопросов, связанных с сохранением и использованием лососей, выделяются следующие основные направления действий:

- сохранение разнообразия лососей, включая их редкие виды, уникальные и ненарушенные популяции (приоритеты сохранения генофонда);
- развитие рыбоводных заводов (рыбоводные приоритеты);
- обеспечение рационального устойчивого промысла лососей (промысловые приоритеты);
- ограничения и ликвидация последствий антропогенного воздействия, включая восстановление среды обитания лососей;
- создание эффективно работающей рыбоохраны.

Система восстановления устойчивого пользования рыбными ресурсами должна включать все эти направления работы. Если присутствие задач промысла и рыбоводства в этой системе бесспорно, то необходимость включения в нее действий по сохранению генофонда лососей часто вызывает сомнения у работников рыбохозяйственной отрасли. Однако очевидно, что без сохранения видового и внутривидового разнообразия лососей в речном бассейне (включая редкие виды и внутривидовые формы, уникальные и ненарушенные популяции рыб) невозможно восстановление численности и соответственно долговременное и устойчивое ведение промысла. Кроме того, виды лососей, которые в настоящее время являются редкими и занесены в Красную книгу РФ (такие, как проходная микижа и сахалинский таймень), в будущем, в случае восстановления их популяций, могут стать важными ресурсами для спортивного и любительского рыболовства, а также для аквакультуры.

Следует понимать, что «плодородие» нерестовых лососевых рек должно поддерживаться с помощью разнообразных и экологически обоснованных подходов, способов и приемов, объединенных в комплексную бассейновую программу. Принцип комплексности предусматривает решение проблем искусственного воспроизводства не изолированно, а во взаимосвязи с другими видами рыбохозяйственной деятельности: регулированием промысла,

спортивным рыболовством, сохранением среды обитания, борьбой с браконьерством, экологическим и генетическим мониторингом. Причем рыбоводство не должно противопоставляться естественному воспроизводству. Однако до сих пор в пастбищном лососеводстве Дальнего Востока не сформулированы подходы к рациональному распределению усилий и средств между поддержанием условий воспроизводства диких популяций, регулированием промысла и искусственным воспроизводством. Необходимость комплексного рассмотрения этих трех сфер лососевого хозяйства особенно актуальна для тех речных бассейнов, в которых естественный нерест и промысел лососей сокращаются, но сохраняют еще значительные масштабы.

Выбор места строительства ЛРЗ внутри речного бассейна. При принятии решения о размещении нового ЛРЗ, как правило, руководствуются тремя основными группами критериев: экономическими, экологическими и социальными.

К наиболее значимым экономическим критериям относятся:

- возможность организации промысла и вывоза продукции;
- наличие подъездных путей и инфраструктуры (или возможность их строительства в будущем);
- наличие объемов воды, достаточных для рыбоводного процесса;
- наличие грунтовой воды с температурой выше 3–4 градусов в зимнее время.

Из экологических критериев наиболее значимы следующие:

- привязка места расположения ЛРЗ к району размножения объекта разведения с учетом его популяционной структуры. Для однородной популяции ЛРЗ может располагаться в нижнем течении рек. При выборе в качестве объекта разведения небольшой субпопуляции ЛРЗ должен располагаться на небольшом притоке, являющемся центром воспроизводства данной внутривидовой популяционной группировки, а его мощность должна быть адекватной размеру данного притока и популяции. Такой подход обеспечивает пропорциональное искусственное воспроизводство локальных стад, популяций и внутривидовых группировок;
- расстояние от ЛРЗ до моря. В целом, чем ближе к морю расположен завод, тем меньше «вреда» наносит заводская молодь природному лососю и тем устойчивее получают возвраты;
- отсутствие устойчивого и значительного по объемам естественного воспроизводства лососевых.

Выбор объекта разведения. Выбор объекта разведения в определенном районе проводится в соответствии с такими критериями:

- численность вида (популяции) или внутривидовой группировки (субпопуляции) в исторический и современный период. Разница между современными и исторически известными и устойчивыми в многолетнем отношении уловами является индикатором возможности восстановления промысла данного вида, в том числе и с помощью искусственного разведения;
- возможность ведения промысла планируемого к разведению вида без угрозы для других совместно облавливаемых видов. При наличии многовидового промысла часто возникает угроза перелова малочисленного вида при ведении промысла основного, более многочисленного вида. Эффективная работа нового

ЛРЗ может привести к росту численности заводского стада и пропорциональному усилению промысловой нагрузки не только на дикую популяцию разводимого вида, но и на популяции других, более малочисленных видов;

— выявление причин низкой численности. Таковых причин может быть как минимум три: это дефицит нерестовых площадей, неблагоприятные условия в морском прибрежье, деградация среды обитания.

Первая причина — природный дефицит нерестовых площадей, сдерживающий рост численности популяций лососей. В этом случае имеется возможность наращивания численности стада на основе нового ЛРЗ, замещающего собой недостающие нерестовые площади. Вторая причина — неблагоприятные условия среды в морском прибрежье, сильнее всего ограничивающие успешность воспроизводства лососей. Важно понимать, что заводская молодь после выпуска с ЛРЗ испытывает воздействие тех же факторов среды, что и дикая, и поэтому ранний морской период жизни может быть для них одинаково критичным. Нередко в качестве лимитирующего фактора могут выступать конкурентные отношения, складывающиеся в прибрежье из-за низкой обеспеченностью пищей. В районах с неблагоприятной экологической обстановкой в прибрежье высоки риски для строительства новых ЛРЗ. Снижение рисков возможно посредством регулирования сроков выпуска и подращиванием более крупной заводской молоди, быстрее и раньше преодолевающей прибрежный участок моря с неблагоприятными условиями среды. Третья причина — антропогенное воздействие на воспроизводство лососей и среду их обитания, для компенсации которого могут быть рекомендованы ЛРЗ;

— наличие в речном бассейне достаточно выраженного и сложно структурированного эстуария в виде полузамкнутых бухт, заливов, многорукавного устья, солоноватоводных озер лиманного типа и т. д. Сложное строение эстуария способствует возникновению эстуарных форм у некоторых видов лососей, например у кижуча, что следует учитывать при выборе объекта разведения, а мелкие эстуарные формы, быстросозревающие и тугорослые, не являются привлекательными для промысла;

— популяционная структура разводимого вида. Для некоторых районов и бассейнов у отдельных видов не отмечаются внутривидовые группировки, например у горбуши, которая часто биологически однородна вдоль участков побережья разной протяженности. В этом случае объектом разведения будет целиком вся популяция (стадо) реки или группы рек. При выраженной структурированности внутривидовой группировки объектом разведения может быть или основная, более многочисленная, популяция, или субпопуляция;

— возможность применения биотехники, учитывающей особенности биологии видов. Короткоцикловые виды (горбуша) являются более предпочтительными объектами разведения для ЛРЗ промысловой направленности, так как обеспечивают быстрый возврат финансовых вложений. При потенциальной опасности возникновения напряженных конкурентных отношений в реке между молодью лососей решение об объекте разведения следует принимать в пользу видов с коротким пресноводным периодом жизни (горбуша, кета) или видов, для которых возможно сокращение времени пребывания в реке после выпуска с ЛРЗ за счет быстрой миграции в море (чавыча, нерка, кижуч). Для

кижуча, склонного к образованию жилых и эстуарных форм, а также каюрок, важен вопрос получения на заводах полноценных смолтов сразу после выпуска быстро мигрирующих в море.

Понимание ключевых проектных рисков при выборе объектов искусственного разведения является основой для получения эффективных в экономическом отношении ЛРЗ, оказывающих минимальное неблагоприятное влияние на диких лососей.

В целом, под объектом разведения понимается популяция или внутривидовая группировка, представляющая интерес для искусственного воспроизводства.

Как уже говорилось выше, природные популяции (стада) лососей часто образуют сложно структурированные популяционные системы, состоящие из более мелких, генетически отличающихся дискретных внутривидовых группировок (субпопуляций), в разное время заходящих на нерест. И с этой точки зрения важнейший вопрос при выборе объекта разведения — что мы воспроизводим: промысловую биомассу лосося или структуру популяции?

Понятно, что к сложно структурированным популяционным системам следует подходить как к целому с учетом их внутренней структуры. Вместе с тем рыбоводы обычно игнорируют эту организацию стад, вследствие чего происходит разрушение популяционных систем.

В связи с этим основное требование к идеальному, с точки зрения сохранения разнообразия диких популяций, ЛРЗ является реальное распределение рыбоводных усилий в речном бассейне пропорционально численности конкретных локальных стад, популяций и внутривидовых группировок, что обеспечивает полное воспроизводство генофонда данного стада. На практике это означает, что каждый такой ЛРЗ должен иметь соответствующее число объектов разведения, удовлетворяющих требованию о пропорциональной закладке икры на ЛРЗ всех группировок и частей стада. Однако это, конечно, идеальная ситуация, труднодостижимая на практике.

Определение мощности ЛРЗ. Мощность нового рыбоводного предприятия на стадии планирования определяется экономическими и экологическими требованиями с учетом суммарной мощности действующих в данном районе рыбоводных заводов.

Экологически мощность ЛРЗ не должна превышать допустимую приемную емкость среды (притока, речного бассейна, эстуария и моря), однако определение приемной емкости — трудная задача. В связи с чем в последнее время получил распространение экосистемный подход к планированию масштабного искусственного воспроизводства (см. раздел 2.4).

Экономически мощность ЛРЗ можно ориентировочно оценить на основе двух критериев:

— минимальная мощность ЛРЗ должна быть не меньше 20% от размера промышленного стада лососей. Это именно тот пороговый уровень, выше которого прирост численности достоверно регистрируется статистическими методами. В противном случае результаты деятельности ЛРЗ незаметны или малозаметны в уловах, поскольку маскируются межгодовыми колебаниями подходов;

— максимальная мощность ЛРЗ оценивается на основе сравнения современной и потенциальной численности лососей. Различия между современными и

зарегистрированными максимальными уловами лососей могут служить объективной основой для определения предельных объемов наращивания выпуска молоди с рыбоводных заводов. Однако здесь следует учитывать, что данные по максимальным подходам лососей (вылов плюс пропуск в реки) отражают пиковые (максимальные) значения численности лососей в отдельные годы, т. е. аномальные всплески численности, за которыми, как правило, следует снижение уловов. В этой связи более верно для наших целей, если потенциальные возможности бассейна будут оцениваться не по максимальной, а по среднепогодной величине уловов, рассчитанной за период максимально высоких и устойчивых уловов, наблюдаемых на протяжении нескольких лет, достаточных для двух-трехкратной смены основных возрастных классов без признаков истощения промыслового стада. Для тихоокеанских лососей такой период может быть принят равным 10–15 годам (6–8 лет для горбуши).

2.3. Подходы к организации управления ЛРЗ. Трудности внедрения принципов сохранения биоразнообразия

Управление работой ЛРЗ должно основываться не только на экономической целесообразности, но и на соблюдении принципов минимального негативного воздействия на окружающую среду и популяции диких лососей. Можно считать, что экологически безопасное управление рыбоводным предприятием достигается при оптимальном соотношении между экологическими и экономическими показателями. Например, в программе Орегонского отделения Федерального Агентства США по рыбе и дичи сформулированы пять основных направлений деятельности, на которых следует ориентироваться при управлении ЛРЗ:

- повышение жизнестойкости заводской молоди и снижение вероятности ее случайной гибели в естественных условиях;
- моделирование селективного отбора, происходящего в естественной среде;
- минимизация искусственного отбора;
- внедрение методов выращивания, содержания и обучения молоди, с целью повышения ее адаптации к естественной среде;
- минимизация экологического влияния, обусловленного деятельностью рыбозаводного предприятия (например, конкуренции и хищничества, связанных с местом выпуска и числом рыб, переносом возбудителей и инфекций, влиянием загрязняющих веществ, преодолением барьеров, повышением числа слабых особей в смешанных стадах) (Fish..., 2003).

В целом конструктивный выбор политики сохранения биоразнообразия лососей на каждом ЛРЗ предлагается осуществлять трехступенчато:

- *1 ступень.* Выполнение мероприятий по сохранению биоразнообразия на основе административного ресурса. Понятно, что некоторые способы и приемы могут быть осуществлены в рамках действующих должностных инструкций работников рыбоводных заводов. Однако здесь следует учитывать, что рост трудозатрат персонала, не подкрепленный ростом заработной платы, может вызвать недовольство, в связи с чем разумно предусмотреть меры по финансовой компенсации дополнительного труда работников;

— 2 ступень. Организация обучения персонала рыбоводных заводов, что может потребовать дополнительного финансирования. Политика сохранения биоразнообразия, не опирающаяся на заинтересованность тех людей, которые призваны проводить ее в жизнь, не может быть эффективной. Поэтому необходимо отнестись к организации обучения персонала самым серьезным образом. Целесообразно проведение выездных школ-семинаров на базе ЛРЗ по внедрению принципов сохранения биоразнообразия;

— 3 ступень. Адаптация рыбоводного процесса и биотехники к целям и задачам сохранения биоразнообразия лососевых рыб. На данной ступени могут потребоваться дополнительные капитальные вложения в реконструкцию заводов, их переоборудование, что может повлечь за собой также и рост эксплуатационных расходов.

Есть все основания полагать, что индивидуальное управление каждым ЛРЗ, несомненно, может помочь в защите и увеличении запасов лососевых рыб. Понятно, что заводское разведение с выпуском мальков в природу зачастую просто жизненно необходимо при прямой угрозе промыслу и возможности потери ценных видов и генетических ресурсов, однако все-таки предпочтение должно отдаваться методам сохранения малочисленных видов и популяций в природе, то есть путям восстановления среды обитания и устранения угрозы данному виду.

Трудности внедрения принципов сохранения биоразнообразия. Влияние деятельности ЛРЗ на диких лососей — это своего рода «экологический кризис», который можно преодолеть переходом на новые технологии производства. Переход на эти новые технологии (причем массовый переход) ожидается непростым, в том числе и психологически непростым. Долгосрочные перспективы, а искусственное воспроизводство тихоокеанских лососей — это долгосрочные перспективы, плохо согласуются с повседневной деятельностью рыбоводных заводов любой формы собственности, встречая всяческое сопротивление там, где предлагается отсроченная прибыль вместо сиюминутного дохода.

Однако помимо субъективных трудностей внедрения принципов сохранения биоразнообразия существуют и объективные, к которым относятся следующие:

— экономические выгоды от сохранения разнообразия лососевых рыб неизмеряемы, распределены на все общество и не отражаются в рыночных ценах, т. е. не обсчитываются в денежном выражении. В противоположность этому выгоды от эксплуатации ресурсов лососей легко измеряемы. Поэтому при принятии решения обычно недооцениваются выгоды от сохранения биоресурсов и, соответственно, переоцениваются выгоды от их эксплуатации;

— побочные издержки, т. е. расходы, которые несут не рыбоводные заводы и рыбодобывающие фирмы, а третья сторона. Руководство ЛРЗ любой формы собственности мало интересуется изменением популяционной структуры лососей и снижением численности диких, искусственно не разводимых видов, хотя это может затрагивать интересы иных групп населения, например предпринимателей, развивающих спортивное рыболовство или туристический бизнес. Такие внешние издержки, являясь побочными последствиями рыбозаведения, не учитываются при подведении итогов работы ЛРЗ, хотя они, возможно, являются важной причиной уменьшения биоразнообразия;

— усложнение рыбоводных процедур и оборудования. ЛРЗ — это крупномасштабное высокотехнологичное предприятие, необходимым свойством которого является высокий уровень стандартизации рыбоводных операций на всех этапах разведения — от вылова производителей до выпуска молоди. Выдвигаемое условие о полном или частичном соблюдении на заводах принципов сохранения биоразнообразия лососевых рыб на практике означает одновременное усложнение рыбоводных заводов по своему внутреннему устройству, что может потребовать существенной реконструкции завода и усложнения биотехнических процедур;

— нужда в начальных финансовых вложениях. Противоречия между экономическими и природоохранными требованиями могут оказаться непреодолимыми не только по чисто техническим причинам (например, из-за недостатка площадей, воды, тепла или персонала при усложнении рыбоводного предприятия), но и по финансовым причинам. Ведь понесенные потери могут превзойти отдаленные выгоды от сохранения биоразнообразия, что при длительном сроке окупаемости затрат сделает такого рода проекты реконструкции экономически непривлекательными для государственных и частных заводов при краткосрочном планировании;

— разрыв во времени и в результатах. Все программы и намерения по улучшению работы ЛРЗ с целью сохранения биоразнообразия лососевых рыб предполагают разрыв во времени между началом реализации соответствующих программ и тем моментом, когда их положительные последствия перекроют первоначальные финансовые потери и дополнительные затраты. Существует также разрыв в результатах между конкретными мероприятиями, реализуемыми на заводах, и неконкретным, т. е. экономически размытым и трудно измеримым, откликом на них в виде «сохранения биоразнообразия». Эти разрывы предопределяют на практике естественное сопротивление и нерешительность принимающих решение лиц, которые вполне адекватно оценивают риски и оправданно опасаются, что результат их деятельности будет весьма отдаленным и не поддающимся измерению в конкретных показателях;

— трудность измерения и недостаточная изученность биоразнообразия. На современном этапе наших знаний уровень изученности внутривидового и внутривидового биоразнообразия лососей остается недостаточным и пока не может служить надежной основой практических рекомендаций в области искусственного воспроизводства;

— противоречивость и разнонаправленность воздействий искусственного воспроизводства на биологическую продуктивность речных экосистем и популяционную структуру стад лососей.

2.4. Экосистемный подход к управлению ЛРЗ

Впервые наиболее полно экосистемный подход в приложении к управлению ЛРЗ был изложен в докладе «Ландшафтный подход к искусственному воспроизводству лососевых с учетом многообразия их жизненных циклов, генетической структуры и экосистем»³, подготовленном коллективом амери-

³ Основные положения доклада излагаются с небольшими сокращениями и изменениями, облегчающими адаптацию экосистемного подхода к условиям Дальнего Востока.

канских исследователей (Вильямс и др., 2006). Его заявленная цель — снижение рисков от искусственного воспроизводства для диких популяций лососей.

Современный опыт сохранения популяций лососей на тихоокеанском побережье Северной Америки показал, что достижение этой цели только на основе ЛРЗ практически невозможно. Идея о том, что рыбоводные заводы могут заменить лососям среду их обитания, обеспечивая им долгосрочное воспроизводство и сохранение, постепенно утрачивает неоспоримость.

Смысл экосистемного подхода по отношению к искусственному воспроизводству тихоокеанских лососей заключается в том, что ЛРЗ и заводские стада лососей должны быть встроены в структуру пресноводных и морских экосистем и увязаны с процессами, протекающими в них. Экосистемный подход — это не набор каких-либо принципов для управляющих, а способ мышления по отношению к организации и управлению рыбоводными заводами.

Отсутствие экосистемного подхода на практике означает, что работу ЛРЗ оценивают по количеству заложенной икры или объему выпущенной молоди, т. е. по внутриводным показателям. Без учета экологических особенностей реки, на которой стоит завод. Можно использовать аналогию с сельскохозяйственными фермами, среди которых выделяются два крайних варианта:

— крупные промышленные фермы, использующие сельскохозяйственную монокультуру на больших площадях с применением химических удобрений и пестицидов;

— небольшие, так называемые «органические» фермы, на которых продуктивность поддерживается через естественные процессы — использование компоста, животных удобрений и севооборота.

С точки зрения экосистемного подхода лучше иметь сеть небольших «органических ферм», встроенных в ландшафт и разнообразных по приемам земледелия и разводимым культурам, чем одну крупную промышленную, с монокультурой на огромных площадях. В одном случае подход основан на изменении всей экосистемы, в другом — на взаимосвязи и внедрении в нее. Крупные ЛРЗ, предназначенные для восстановления стад тихоокеанских лососей, похожи на промышленные агрофермы, в то же время небольшие рыбоводные заводы, организованные с учетом особенностей конкретных речных экосистем, сродни получающим все более широкое распространение «органическим фермам», с экологически сбалансированным подходом к сельскому хозяйству.

Как при традиционном, так и при экосистемном подходе к управлению пастбищным воспроизводством необходимо обращать внимание на мероприятия и проблемы, возникающие внутри рыбоводных заводов. В то же время экосистемный подход выводит внимание за пределы рыбоводного завода, переводя его на экосистемный уровень (табл. 2.4.1). Здесь важно иметь в виду три обстоятельства: во-первых, приведенный в таблице список

Расширение сети ЛРЗ любого типа — традиционного или экосистемного — можно рассценивать как одно из внешних проявлений деградации окружающей среды, наличия неустраненных угроз воспроизводству природных популяций, а отнюдь не как свидетельство всемогущества технологического прогресса

не исчерпывающий, во-вторых, удельный вес каждой позиции меняется пропорционально ее важности для конкретного рыбоводного завода и, в-третьих,

каждая из позиций независимо от ее важности должна учитываться в общей программе управления данным рыбоводным заводом.

В идеале результатом такого подхода должен стать ЛРЗ, составляющий единое целое с экосистемой, в которой он расположен. Более понятным и соответствующим экосистемному подходу является определение ЛРЗ как одного из «притоков» реки, еще одного нерестилища. Если относиться к заводам как к притокам, а не как к фабрикам, возникают два ключевых вопроса:

— масштаб заводского разведения (т. е. соответствие мощности ЛРЗ водотоку, на котором он стоит, и соответствие мощности ЛРЗ всему речному бассейну);

— способ внедрения заводского стада в структуру и функционирование существующей в бассейне популяции.

Понимание, что ЛРЗ — это «приток» в большом речном бассейне, заставляет задумываться о выживаемости рыб после выпуска, их поведении и взаимодействии с дикими сородичами и другими видами.

Выделяют 6 признаков экосистемного подхода на ЛРЗ:

— управление ЛРЗ и искусственными условиями разведения должно сочетаться с условиями, наблюдаемыми в экосистеме. Этот принцип предусматривает комплекс мер: имитацию на заводе естественных условий среды, соответствие размера заводской и дикой популяции, увязку сроков сбора икры с естественным нерестом, соответствие сроков выпуска и размеров молоди показателям дикой молоди при покатной миграции и т. д. Предполагается, что соблюдение этих условий позволит заводским рыбам синхронизировать свой жизненный ритм с естественными процессами, формирующими дикие популяции;

— структура и качество диких популяций — это природный эталон, достижение которого должно быть целью пастбищного лососеводства. До строительства ЛРЗ или его реконструкции необходимо зафиксировать естественные показатели природной популяции;

— рыбоводные заводы должны поддерживать ключевую роль лососей в пресноводных экосистемах. Это достигается достаточным пропуском рыб в реки, гарантирующим устойчивое функционирование речной экосистемы;

— ЛРЗ не должны разрушать важные экологические процессы в экосистемах. Например, общая численность заводской молоди должна соответствовать емкости среды (с учетом кормовой базы и численности жилых и проходных рыб диких популяций) и не оказывать влияния на редкие и исчезающие виды;

— мониторинг ЛРЗ должен проводиться не только на заводе, но и на уровне экосистемы. Особенно важны данные о заводских рыбах после их выпуска в естественную среду, включая данные о выживаемости, взаимодействии с дикими рыбами, жизнеспособности рыб в эстуарии и океане, соотношении пресноводного и морского периода жизни и т. д.;

— ЛРЗ должен быть тесно связан с сохранением и восстановлением среды обитания, регулированием вылова и т. д. Эффективные ЛРЗ не должны «прикрывать» (компенсировать) неэффективные действия по защите среды обитания, управлению промысла и т. д. Деградирующая среда вредит и диким, и заводским рыбам. Сниженный уровень естественного воспроизводства не должен компенсироваться расширенным искусственным воспроизводством.

Таблица 2.4.1. Сравнительная характеристика традиционного и экосистемного подходов к управлению лососевыми рыбоводными заводами

**ТРАДИЦИОННЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ ЛРЗ
(контролируемые показатели)**

<p>А. Мероприятия, проводимые на заводе</p> <ul style="list-style-type: none"> • качество и расход воды • выявление и лечение болезней • карантин завода 	<p>Б. Рыбоводные показатели</p> <ul style="list-style-type: none"> • схема скрещивания и процент оплодотворения • смертность на заводе • размер молоди при выпуске • количество выпускаемой молоди
--	---

В. Признаки заводского стада

- сроки миграции
- сроки нереста
- размер икринок
- возраст и размер производителей
- эффективный размер популяции
- коэффициент и дальность стрейнга

**ЭКОСИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ ЛРЗ
(контролируемые показатели)**

Г. Все вышеперечисленные факторы, используемые при традиционном подходе

<p>Д. Параметры экосистемы</p> <ul style="list-style-type: none"> • наличие инфекции/паразитов • показатели среды обитания • приемная емкость речного бассейна • факторы, ограничивающие воспроизводство и продуктивность • колебания факторов среды, влияющие на смертность диких и заводских рыб 	<p>Е. Мониторинг и анализ</p> <ul style="list-style-type: none"> • задачи управления заводскими и дикими популяциями • сравнительное изменение признаков и жизненных циклов заводских и диких рыб • распространение и количество производителей на нерестилищах естественного и заводского происхождения • вылов диких и заводских рыб • численность хищников в реке и эстуарии
--	---

Ж. Признаки естественной популяции

- сроки миграции
- сроки нереста
- размер икринок
- возраст и размер производителей
- коэффициент и дальность стрейнга
- жизненные циклы диких рыб
- генетические параметры
- структура и размер популяции

Один из способов достижения этого — ограничение количества заводской рыбы в общем числе рыб в реке (например, величиной в 30–50%), что потребует объединения управления естественным и заводским воспроизводством в общую систему управления.

Многие из изложенных подходов не являются новыми для дальневосточного лососеводства, другие достаточно спорны и нуждаются в дополнительных обоснованиях. В целом же для осторожного встраивания экосистемного подхода в региональные планы мероприятий по искусственному воспроизводству тихоокеанских лососей наиболее разумно руководствоваться пошаговой процедурой.

Первым логичным шагом в сторону переноса внимания с традиционного подхода на экосистемный было бы изменение критерия оценки эффективности ЛРЗ: от показателя объема заложенной икры и выпущенной молоди к оценке количества вернувшихся в реки взрослых рыб и состояния заводского стада и диких популяций.

Второй логичный шаг — создание небольших заводов, разработанных специально под данный речной бассейн или отдельный приток.

ИДЕАЛЬНЫЙ экосистемный ЛРЗ — это рыбоводный завод, встроенный в экосистему речного бассейна или отдельного притока с учетом естественного уровня воспроизводства, сохранения разнообразия, структурированности диких популяций и их взаимодействия, а также долгосрочной устойчивости популяций лососей и промысла

Третий логичный шаг — внедрение в практическую рыбоводную работу следующих генетических принципов:

- генетические процессы и программы скрещивания, проходящие на ЛРЗ, должны определяться структурой местной популяции. Это основной механизм, способный свести до минимума потенциальный негативный эффект искусственного воспроизводства или максимизировать положительное воздействие ЛРЗ на восстановление и сохранение лососей;
- для уменьшения инбридинга и сохранения генетического разнообразия популяции в процессе искусственного воспроизводства лучше использовать крупные популяции;
- следует избегать сбора икры для завода от особей из других популяций и субпопуляций;
- при воссоздании истребленных или находящихся на грани исчезновения популяций необходимо следовать генетическим принципам, что увеличивает шансы на их восстановление как самостоятельных популяционных единиц. Запустив программу восстановления однажды, не следует вмешиваться в естественный процесс отбора;
- для сохранения фонда генетического разнообразия необходимы банки генов, которые можно будет использовать в будущем в проектах по восстановлению и поддержанию разнообразия в небольших вырождающихся (или перепадающих) естественных популяциях;
- необходимо понимать и постоянно исследовать физическое и генетическое состояние всех природных популяций анадромных и жилых рыб. Это — основа управления искусственным воспроизводством;

— необходимо вести генетический мониторинг молоди на заводах в процессе ее роста, что дает возможность отслеживать, сохраняется ли генофонд дикой популяции в процессе искусственного разведения;

— необходимо разработать программу мониторинга состояния заводских рыб с момента выпуска до возврата, включающую в себя данные об их выживаемости, распределении и поведении, а также изменениях генетических параметров с момента выпуска до возврата.

Четвертый логичный шаг — организация административно-финансовой поддержки, которая предполагает:

— поддержку промысла, что является законодательной задачей программ искусственного воспроизводства. Однако, чтобы минимизировать влияние заводских стад на дикие популяции, объемы и правила лова должны в том числе учитывать необходимость сохранения диких популяций;

— оценку стоимости программ мониторинга и поиск устойчивых источников финансирования;

— регулярный контроль за реализацией программ искусственного воспроизводства с целью своевременного обнаружения их провала, поиска причин неудачи и способов их устранения.

Таким образом, предполагается, что пошаговое внедрение всех перечисленных принципов перенесет акцент с разведения отдельных видов рыб и мероприятий внутри рыбоводных заводов на более широкий экосистемный подход, который будет учитывать пространственные и временные факторы, взаимодействие с экосистемой и последствия заводского разведения, проявляющиеся после выпуска рыбы в естественную среду.

В целом считается, что реформирование современного пастбищного лососеводства — это принятие экосистемного подхода и его внедрение в программы искусственного воспроизводства.

Экосистемный ЛРЗ, встроенный в ландшафт и экосистему, — это реальная альтернатива традиционному ЛРЗ, работающим как рыбоводная фабрика. Реальная — поскольку на данный момент понятно, как, где и что надо делать, чтобы добиться успеха. Для появления первых экосистемных ЛРЗ требуются соответствующие изменения в программах развития искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей.

Переход от концепции «рыбоводный завод — фабрика» к концепции «рыбоводный завод — приток» меняет задачи, стоящие перед ЛРЗ и требует основательных знаний в области экологии систем природного воспроизводства. Чтобы объединение естественного и искусственного воспроизводства в бассейне было эффективным, специалист, ответственный за рыбоводный завод, должен быть частью команды, контролирующей воспроизводство в целом, причем как естественное, так и искусственное.

Говоря об экосистемном подходе к разведению лососей на Дальнем Востоке, надо учитывать особенности регионов. Например, на Камчатке кета и горбуша, как и другие виды лососевых рыб, за редким исключением — дикие, и поэтому основным направлением деятельности в этом регионе является охрана природы, направленная на сохранение нереста и мест обитания диких стад лососей (тем более что на Камчатке много лососей с длительным пресноводным периодом развития). Следует принимать во внимание, что антропоген-

ные нагрузки даже на такие регионы, как Камчатка, в будущем будут только возрастать. Отрицательные воздействия на стада лососей рыбохозяйственной деятельности человека, а также других усиливающих негативных антропогенных нагрузок, таких как строительство, производство, попадание в нерестовые реки нефтепродуктов и отходов сельского хозяйства, вырубка лесов, сокращение площадей нерестилищ, браконьерство и т.п., следует прежде всего компенсировать прекращением вредоносного воздействия, восстановлением разрушенной среды обитания лососей и созданием благоприятных условий для воспроизводства диких популяций. В случаях, когда действие антропогенного фактора на лососевую реку избежать невозможно и диким лососям грозит уничтожение, ситуацию можно отчасти компенсировать искусственным разведением лососей. При этом важно соотносить действия по заводскому воспроизводству лосося с особенностями популяционно-генетической организации стада.

С этой целью следует проводить экологические и генетические исследования, в ходе которых необходимо:

- выяснить популяционную структуру стада данного речного или озерного бассейна и выделить составляющие популяционные компоненты, размножающиеся в разных частях бассейна и использующие разные типы нерестилищ (в том числе разные расы и экологические формы);

- обратить особое внимание на воспроизводство в реке всех основных популяционных компонентов стада, особенно тех, которые используют для размножения разные типы нерестилищ и разные участки бассейна — с тем, чтобы полнее использовать воспроизводительные ресурсы данного стада и данного бассейна, для чего следует поддерживать естественные нерестилища в бассейне данной реки;

При этом должно соблюдаться оптимальное соответствие объемов и качества выпускаемой молодежи, интенсивности и сроков добычи лосося существующим тенденциям в изменении окружающей среды согласно эколого-генетическим принципам (Miller, Kapuscinski, 2003; Животовский, 2006 б):

- сочетанию искусственного разведения с поддержанием естественного воспроизводства в пределах данного водоема;

- охране кормовой базы побережья;

- созданию условий развития для заводской молодежи и формирования ее поведения в условиях близких к естественным (плотность, сложность среды обитания, наличие хищников и пр.);

- закладке икры от производителей на рыбозаводе в соответствии с популяционными параметрами естественной рыбы данной реки (относительно времени нереста, размера, возраста, соотношения полов, генетических признаков и др.);

- соответствию суммарной численности молодежи рыб данного бассейна (естественной и искусственной) емкости «экологической ниши», т. е. ресурсам побережья;

- планированию объемов выпуска молодежи, кратко- и долгосрочное прогнозирование подходов должны вестись путем математического моделирования динамики численности с учетом основных факторов воспроизводства и выживания.

Для следования этим принципам необходимо вести регулярный мониторинг стад лососей как по биологическим, так и по генетическим характеристикам, а также мониторинг состояния нерестилищ и кормовой базы прибрежья, проводить моделирование и расчеты запасов на основе уравнений динамики численности с учетом основных факторов воспроизводства. Необходимо внедрять в программы ВУЗов курсы по теории воспроизводства рыбных запасов с учетом методов генетики, популяционной биологии и математического моделирования и создавать соответствующие учебные пособия для специалистов-рыбоводов (Population Genetics..., 2003).

2.5. Требования к разработке рыбоводно-биологического обоснования с учетом принципов сохранения биоразнообразия

В последние годы на Дальнем Востоке не уменьшается определенный интерес инвесторов к проектам, связанным с искусственным воспроизводством тихоокеанских лососей, что обуславливает необходимость создания специализированной документации, регламентирующей разработку таких проектов. Традиционно исходным документом, разрабатываемым до начала проектирования, является рыбоводно-биологическое обоснование (*далее — РБО*), однако до настоящего времени отсутствует ясный регламент разработки и согласования РБО для предприятий промышленного рыбоводства (аквакультуры), в том числе и для лососеводства, что имеет определенные неудобства как для инвестора, так и для разработчика.

Следует обратить внимание, что лозунг «чем больше заводов, тем лучше», так же как и прямо противоположный тезис: «все заводы наносят вред», далек от действительного положения дел. На это было указано в решениях научно-практического семинара (Современные..., 2006), подписанных представителями всех краевых и некоторых федеральных рыбохозяйственных организаций.

Поэтому осторожный подход и учет всех «за» и «против», которые прорабатываются в единственном документе, называемом РБО, проходящем серьезную экспертизу, позволяют научно обосновать необходимость или ненужность строительства завода для искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей в целях поддержания их численности.

Организация искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей должна включать следующие последовательные шаги:

- составление заявки на первичное согласование строительства ЛРЗ;
- составление бизнес-плана;
- проведение проектно-изыскательских работ (гидрологических, гидрохимических, ихтиологических);
- разработку и согласование рыбоводно-биологического обоснования;
- проектирование ЛРЗ;
- строительство ЛРЗ и мониторинг соблюдения согласованных в РБО проектных решений;
- мониторинг деятельности ЛРЗ.

Предлагаемая структура РБО максимально полно включает все стадии разработки и соответствующие разделы. Рекомендуются придерживаться именно

такого содержания разрабатываемого РБО, которое вбирает описание основных управленческих предположений и задач, определяющих размер и емкость предлагаемого хозяйства. Особое внимание следует уделить выживаемости заводской молоди после выпуска с заводов и соблюдению принципов сохранения биоразнообразия.

2.5.1. Обоснование целесообразности строительства ЛРЗ

В данном разделе дается анализ предпосылок строительства ЛРЗ с рассмотрением всех причин депрессии запасов лососей или их отсутствия (в том числе по природным причинам) и альтернативных по отношению к искусственному воспроизводству мер по восстановлению численности лососей. К таким альтернативным мерам могут относиться мероприятия по увеличению пропуски лососей на нерестилища и ограничение вылова, меры по восстановлению утраченных нерестилищ, дополнительные меры по борьбе с браконьерством и т. д.

В обосновании целесообразности строительства ЛРЗ указывается:

— планируемая мощность предприятия, видовой состав, ожидаемая величина промыслового возврата в тоннах;

— информация по региональному местоположению участка возможного строительства ЛРЗ, его площади и степени подготовленности (проведена ли планировка, есть ли капитальные сооружения, инфраструктура — электро- и водоснабжение, система водоотведения, подъездные дороги и т. п.). Приводятся данные по удаленности участка от крупных районных центров, кадровой обеспеченности и т. д.;

— общий анализ возможных мест размещения ЛРЗ, масштабов искусственного воспроизводства и вариантов биотехники, окончательный выбор которых будет определяться в результате предпроектных изысканий.

Данный этап крайне важен, так как позволяет до начала финансовых инвестиций в изыскания и разработку РБО принять принципиальное решение о целесообразности строительства нового ЛРЗ и реконструкции действующего.

Документ под названием «Обоснование строительства ЛРЗ» включает:

— сведения об организации-заявителе (наименование, адрес). Сведения о лице, заполнявшем заявку (Ф. И. О., адрес, место работы, должность, телефон). Отношение к организации-заявителю;

— формулировку целей и задачи заявителя. Краткое обоснование причины строительства ЛРЗ в данном месте и ожидаемые результаты. Например, обеспечение вклада в промысел, восстановление популяций, развитие спортивного рыболовства; ожидаемый возврат; вклад в местную экономику в виде рабочих мест, снятия социальной напряженности; развитие инфраструктуры, туризма; экологическое просвещение и т. д.;

— предлагаемый объект разведения — наименование популяции или внутривидовой группировки и ее краткое описание;

— предполагаемую мощность завода. Мощность (в млн шт.) указывается по икре (закладке) и молоди (при выпуске) с разбивкой по видам. Приводится ожидаемый график роста мощности завода от первых лет после строительства до выхода ЛРЗ на полную мощность;

— информацию о месте расположения завода (наименование реки и/или озера). Описание местности (рельеф, топографическая карта, фотографии). Инфраструктура. Информацию о водотоках (водоемах) и их участках, на которых предполагается отлов производителей и выпуск заводской молоди;

— сведения о праве собственности на землю и ее использовании в настоящее время, действующем на дату составления заявки; о планируемой официальной форме права на использование земель. Требуемые от каждого ведомства дополнительные федеральные и местные разрешения, необходимые заявителю для строительства и деятельности предполагаемого ЛРЗ;

— информацию о водоснабжении. Предварительные данные о планируемом источнике водоснабжения (озеро, река, родник, подрусловый поток, скважина грунтовых вод); об ожидаемом температурном режиме как факторе, повышающем промысловый возврат от выпуска крупной подрощенной молоди;

— информацию о периоде выхода завода на полную мощность. Проектные коэффициенты возврата (в % от выпущенной молоди). Проектный возврат (в тоннах). Срок окупаемости проекта после выхода завода на полную мощность и при нормативных коэффициентах возврата. Общую стоимость строительства, в том числе удельные капитальные вложения. Годовые эксплуатационные расходы;

— угрозы и риски, экологические ограничения, потенциальные опасности для диких популяций лососей. Риск — это вероятность возникновения убытков или снижения доходов по сравнению с прогнозируемым вариантом. Помимо общей оценки возможных рисков нужно провести анализ типов рисков, их источников и моментов возникновения, а также указать меры по минимизации ущерба, которые целесообразно принять в случае возникновения форс-мажорных обстоятельств. Анализ чувствительности. Уровень безубыточности. Иные варианты достижения проектного результата. Анализ эффективности при пессимистическом и оптимистическом сценариях проекта. Основные препятствия и перечень причин, способных помешать реализации проекта.

2.5.2. Перечень исходных данных, необходимых для разработки РБО

Перед началом составления РБО требуется оценить степень изученности предполагаемого места строительства и провести сбор и обобщение имеющихся фондовых (архивных) данных.

В случае отсутствия каких-то данных у заказчика, разработчик выполняет специальные исследования в рамках договора на разработку РБО с включением стоимости исследований в общую стоимость РБО. С этой целью составляется перечень недостающих данных, обоснование объема, видов и сроков осуществления дополнительных проектно-изыскательских работ, а также техническое задание на изыскания.

Как правило, проводятся дополнительные гидрологические и гидрохимические изыскания, включающие следующие виды работ:

— поиск источников водоснабжения и их характеристику (возможные водоисточники: поверхностный/подрусловый поток, подземные водоносные горизонты, естественные ключи, выходы геотермальных источников; тип, размер, высота и местоположения водозабора, его водосборная территория. Для озерного водоисточника — топография озера, площадь акватории, глубина, объем воды при разных уровнях воды в озере);

Перечень исходных данных, необходимых для соблюдения принципа сохранения биоразнообразия при разработке РБО для ЛРЗ:

— *внутрипопуляционная структура, оценка численности, биология объекта разведения;*

— *допустимая величина изъятия в рыбо-водных целях до выхода завода на полную мощность;*

— *график отбора производителей, увязанный с сезонной нерестовой миграцией;*

— *обоснование общих масштабов искусственного воспроизводства, производственной мощности ЛРЗ и определение оптимальной величины заводской популяции как компромисс между ощутимым вкладом ЛРЗ в промысел и смягчением воздействия на дикие популяции;*

— *при необходимости указать донорскую популяцию, количество и качество выпускаемой молоди*

— определение температурного режима водоисточника (сезонная динамика температуры (как минимум за 1 год; вертикальный профиль температуры при озерном водозаборе);

— определение режима расхода воды ($\text{м}^3/\text{сек}$); многолетнего режима стока (данные за 10 лет и более, по данным гидрологических постов, атласов, таблиц, по расчетам — аналогам; сезонная динамика, годовые минимальные и максимальные расходы);

— гидрохимический режим, по данным аттестованной химико-аналитической лаборатории: кислородный режим водоисточника (ежемесячные уровни растворенного кислорода, сезонные профили кислорода в озере); режим

твердого стока (сезонная мутность воды в речном водоисточнике, максимальная сезонная мутность, возможность заиления);

— прогноз (экспертная оценка) устойчивости водоисточника (истощение выходов ключей или грунтовых водоносных горизонтов; заиление ключей; выхолаживание грунтовых вод по мере их выработки; риски в связи с опасностью промерзания, шугохода, паводков и др.).

Все собранные материалы, включая результаты дополнительных изысканий, группируются в три раздела — географический, биологический и гидролого-гидрохимический.

Географический раздел — физико-географическое описание местности и рельефа; климатические особенности и картографические материалы;

Биологический раздел — данные по биологии лососей, обитающих в данной реке, с упором на будущий объект искусственного разведения:

— подробные сведения о нерестовом стаде: среднемноголетняя (минимум за 6 лет) оценка численности нерестового стада; среднемноголетняя динамика подхода производителей на нерест с указанием межгодовых отклонений начала и окончания хода в зависимости от степени прогрева морского побережья и рек; внутрипопуляционная структура лососей в данной реке; оценка численности и состояния стада, нерестящегося в соседней реке; биологическая

характеристика производителей; определение допустимой величины изъятия производителей до выхода завода на полную мощность и создания заводской популяции лососей из базовой реки и, в случае отсутствия лососей в базовой реке, из реки-донора;

— подробные сведения о речном периоде жизни молоди: оценка численности скатывающейся молоди и динамика ее ската; биологическая оценка состояния естественной молоди; данные по экологии молоди в реке и прибрежье; динамика роста молоди; состояние кормовой базы прибрежья и реки, ее сезонная динамика, численность кормовых организмов и ее связь с термическим режимом; прогноз выедаемости заводской молоди лососей хищниками;

— эпизоотическая обстановка в бассейне реки: информация по вирусным, бактериальным и паразитарным заболеваниям, которые наблюдаются у местных популяций лососевых рыб (производителей и молоди) и которые могут повлиять на ихтиопатологическую обстановку на рыбоводном заводе, при этом выделяются наиболее опасные для заводских рыб заболевания, а также заболевания, способные повлиять на устойчивую работу ЛРЗ;

Гидролого-гидрохимический раздел — гидрологические и гидрохимические данные:

— гидрологические данные: протяженность реки, ее притоков, площадь водосбора, полноводность; повторяемость паводков на реке, их интенсивность в разные годы, затопляемость участков; динамика изменения уровней воды в периоды полноводья и зимней межени в местах предполагаемого строительства завода; термический режим в реке в течение всего года и прибрежье в теплый период года;

— гидрохимические данные: гидрохимия и термика воды в реке в местах, наиболее приемлемых для строительства завода — поквартальные и среднемноголетние; особо рассматриваются сезонные изменения химического состава и температуры в основные фазы гидрологического режима (межень, паводок, половодье), которые могут повлиять на режим работы рыбоводного предприятия;

— характеристика водоисточника: суточный дебит водоисточника подекадно в течение всего года (из расчета маловодного года) и степень соответствия воды водоисточника гидрохимическим требованиям, предъявляемым при содержании и выращивании лососевых рыб; лимитирующие водоснабжение факторы (минимальный расход воды, минимальные и максимальные температуры, количество взвешенных веществ); площадь водосбора водоисточника; максимально возможный расход воды из водоисточника в период работы завода и особенно в период зимней межени; температурный режим водоисточника в зависимости от года (холодный или теплый), в том числе подекадно в течение всего года; гидрохимический режим водоисточника с учетом различных сезонов, в том числе уровни содержания кислорода; характер движения грунтовых вод с выбором места установки колодцев; коэффициент фильтрации грунтовых вод в местах установки дренажей и водоприемных колодцев; рыбоводные требования к качеству воды.

2.5.3. Место размещения, объект разведения, мощность ЛРЗ

В данном разделе дается общее описание хозяйства, содержащее цельную концепцию проекта искусственного воспроизводства, включая графические материалы (план местности масштаба 1:10 000 или топографическую карту, показывающую весь водосбор, а также морскую карту ближнего побережья) и предлагаемую систему водоснабжения.

С учетом результатов изысканий производится корректировка места расположения завода, его мощности, разводимых объектов и биотехники, осуществляется:

- обоснование выбора места строительства завода;
- обоснование выбора объекта разведения;
- обоснование максимальной приемной мощности данной реки и ее эстуария;
- определение оптимальной величины заводской популяции как компромисса между ощутимым вкладом ЛРЗ в промысел и смягчением воздействия на дикие популяции.

Соблюдая принципы сохранения биоразнообразия при организации искусственного воспроизводства лососей, важно стремиться к равномерному распределению рыбоводных усилий на все компоненты популяционной структуры стада лососей, что подразумевает равномерное воспроизводство и сохранение популяций с учетом их пространственной и временной подразделенности в речном бассейне.

Объектом искусственного воспроизводства должно быть не просто локальное стадо — популяция конкретного нерестового водоема, а локальное стадо — популяция со своими специфическими субпопуляциями конкретных нерестилищ, сезонными расами, экологическими формами, которые и являются носителями того биоразнообразия, которое определяет потенциал его генетической устойчивости к изменению природной среды и возможности выживания.

С этой целью при выборе мест размещения ЛРЗ в бассейнах нерестовых рек важно учитывать, помимо состояния популяции, наличия пригодных источников водоснабжения, существующей инфраструктуры и др., также и специфику популяционной организации стада лососей, предназначенного для разведения. Причем не только современную, но и исторически известную (возможно, уже утраченную!). При недостаточной изученности внутрипопуляционной структуры в качестве первого приближения можно ориентироваться на сезонную динамику промысла (для выделения временных группировок и сезонных рас), ландшафтное разнообразие и структуру речной сети (для определения потенциальной возможности существования внутрипопуляционных группировок и их размера).

Вопрос о предельно допустимом объеме искусственного воспроизводства крайне важен с точки зрения сохранения биоразнообразия диких популяций лососей. Как вариант для обсуждения, можно предложить три уровня масштаба искусственного разведения.

Уровень отсутствия опасности: (не выше 20% от численности диких популяций) — воздействия на биоразнообразие или нет, или оно столь мало, что практически не измеряемо доступными средствами.

Уровень потенциальной опасности: например, (от 20% до 40% от численности диких популяций), когда возникают опасные условия для биоразнообразия. Потенциальной опасности, т.е. реальной, близкой, прямой угрозы нет. Следует подготовить «антикризисную» программу, с помощью которой потенциальная опасность может быть устранена или снижена до неизмеряемого уровня за счет специальных рыбоводных мероприятий (например, схемой скрещивания, растянутой закладкой икры и др.).

Уровень прямой угрозы: (свыше 40% от численности диких популяций) недопустимый масштаб искусственного воспроизводства, т.к. возникает реальная, близкая, прямая угроза для сохранения биоразнообразия. Следует иметь «контркризисную» программу, направленную на недопущение этой ситуации или на ее исправление.

2.5.4. Обеспечение производителями

В данном подразделе требуется определить допустимую величину изъятия производителей из реки, на которой предлагается разместить ЛРЗ, а также указать при необходимости донорские популяции. Ключевые показатели:

- требуемое количество икры;
- плодовитость самок;
- необходимое количество производителей при соотношении полов 1:1;
- процент гибели производителей при выдерживании.

Результатом разработки данного раздела являются:

— расчет необходимого количества производителей и икры *каждого разводимого вида или внутрипопуляционной группировки* с учетом плодовитости самок, при соотношении полов 1:1, гибели производителей при выдерживании;

— график ввода производственных мощностей ЛРЗ *с учетом допустимой величины изъятия производителей* на конкретной реке (базовой или, при необходимости, донорской) и ожидаемого возврата производителей от заводского выпуска. При этом *выход завода на полную мощность будет происходить по мере создания и роста численности заводской популяции разводимого вида;*

— графики заготовки икры от производителей *с учетом структуры и динамики нерестового хода* и отлова производителей лососей в районе завода или размещения рыбоводных станков;

— схемы размещения завода и предполагаемых пунктов отлова и выдерживания производителей и сбора икры.

Все данные приводятся по каждому разводимому виду или внутрипопуляционной группировке отдельно для производителей из донорской популяции, и для производителей выловленных на забойке рыбоводного завода или на рыбоводных станах в базовой реке:

— место поймки (базовая река завода, донорская популяция, завод; название реки; географические координаты; виды лососевых рыб);

— техника отлова и передержка производителей: детальное описание отлова производителей, созревания и получения икры; карта с указанием места передержки производителей; условия передержки — плотность посадки (кг рыб/м³) и проточность (кг рыб/л в мин);

- транспортировка (описание способа и условий перевозки живой рыбы и/или икры);
- получение икры и оплодотворение (описание процедуры получения и оплодотворения икры, дезинфекция, методика оценки процента оплодотворения).

2.5.5. Биотехника выращивания и сезонный график работы

На основании проведенных изысканий и анализа фондовых материалов даются рекомендации по оптимальной биотехнике разведения, обеспечивающей максимальную эффективность искусственного воспроизводства на данном заводе с учетом местных особенностей и соблюдения принципов сохранения биоразнообразия. При необходимости проводится корректировка предлагаемой ранее биотехники. Предлагаемая биотехника должна учитывать:

- биологические особенности объектов выращивания;
- рыбоводные нормативы качества воды водоисточника;
- рыбоводные нормативы (инкубация икры; плотность посадки при выдерживании личинок; плотность посадки при подращивания молоди).

Общая схема биотехнического процесса разведения тихоокеанских лососей включает следующие основные рыбоводные этапы и показатели:

- отлов и выдерживание производителей;
- способ получения икры, ее оплодотворение, доставка на ЛРЗ и помещение в инкубаторы. Объемы и график закладки икры. Типы инкубационных аппаратов;
- инкубация икры, ее обработка, учет икры и отхода;
- икра на стадии глазка (отходы привести по действующим нормативам);
- плотность закладки икры на инкубатор (аппараты Аткинса или Боксы);
- общее количество инкубаторов (аппаратов Аткинса или Боксов);
- потребности в воде при нормативных расходах воды при выдерживании и выращивании:
 - количество личинок при вылуплении;
 - начальная масса личинок;
 - конечная масса личинок;
 - необходимое количество пресноводных выростных площадей в начале подращивания при начальной плотности посадки;
 - необходимое количество пресноводных выростных площадей в конце подращивания;
 - максимальное количество выростных единиц;
 - максимальные потребности в воде;
 - показатель водообмена в час на бассейн;
- выдерживание свободных эмбрионов, подращивание личинок, учет отхода;
- нормативы отхода при инкубации икры, выдерживании личинок и подращивания молоди;
- плотность посадки;
- график подъема на плав;

- описание процесса выращивания; тип корма, нормативы и режимы кормления; удаление загрязнений;
- учет и взвешивание молоди;
- мечение молоди;
- график, условия и порядок выпуска молоди.

2.5.6. Технологическая схема и режим работы

В данном разделе дается порядок расчета всех этапов технологического процесса для каждой закладываемой партии икры, определение режима потребления воды из водоисточника подекадно в течение всего сезона, уточнение кислородного режима в цехах завода в течение всего процесса. Технологическая схема и режим работы отдельных цехов по воспроизводству лососей даются на основе оптимальной схемы водоснабжения завода. Разрабатывается оптимальная технологическая схема водоснабжения завода, подготавливаются рекомендации по включению в технологическую схему специального оборудования: устройства нагрева воды, аэраторов, дегазаторов, отстойников и др.

Основные производственные (рыбоводные) сооружения на ЛРЗ (для каждого разводимого вида в отдельности): производственный корпус, отдел водоподготовки, состав отдельных цехов по воспроизводству, адаптационный водоем для выпускаемой молоди.

Рыбоводные расчеты (водопотребление, плотности посадки и выростные площади, расход корма, отход и рост, коэффициенты возврата и т. д.).

Расчет режима потребления воды из источника подекадно (из расчета годового водного года) и кислородного режима в цехах завода.

Сезонный график работы цехов по воспроизводству отдельных видов.

Санитарно-профилактические мероприятия и требования к качеству воды (прогноз заболеваемости, описание некоторых болезней лососевых рыб, дезинфекция икры, меры предупреждения заболеваний).

Расчет водопотребления рыбоводного процесса по видам.

Список технологического оборудования.

График ввода производственных мощностей.

2.5.7. Профилактика заболеваний

Этот раздел имеет особое значение в случае связи через водоподающие и водоотводящие системы планируемого предприятия с естественными водоемами и водотоками.

Приводится информация по вирусным, бактериальным и паразитарным заболеваниям, которым подвержены объекты выращивания. При этом выделяются наиболее вероятные заболевания с учетом местных экологических условий.

Описываются меры борьбы и профилактики заболеваний. Определяются их возможные источники и меры по локализации заболеваний.

Желательной в данном разделе является укрупненная оценка возможных экологических и экономических последствий при возникновении на хозяйстве вспышки наиболее вероятных заболеваний.

Меры по профилактике заболеваний объектов выращивания.
Контроль заболеваний. Борьба с болезнями.

2.5.8. Обеспечение водой и кормами

Расчет необходимого количества кормов производится исходя из количества выращиваемой молоди, ежегодного объема прироста биомассы, кормового коэффициента используемых кормов в соответствии с действующими нормативами (включая нормативы фирм-производителей искусственных кормов).

С учетом этих позиций определяется ежегодная потребность хозяйства в стартовых и продукционных кормах.

При определении потребностей хозяйства в воде учитывается технология производства (система замкнутого водообеспечения или проточная система), рассчитанная в предыдущих разделах плотность посадки различных возрастных групп и необходимый, в соответствии с выбранной плотностью посадки, уровень водообмена. На этапе РБО определяется максимально возможный уровень годового водопотребления на производственные нужды.

Размер, длина и тип трубопровода, изоляционного материала и системы распределения. Перечислить подъем уровня воды в каждой точке в системе от водозабора через инкубацию и выращивание до рыбохода или других выпусков.

Система аварийного водоснабжения. Годовой режим расхода воды дается в табличной форме в виде расчета сезонных изменений потребностей в воде, необходимой для инкубации, выращивания молоди, выдерживания производителей и операций при выпуске.

Система обработки воды. Описать оборудование для обработки воды, которое будет устанавливаться и эксплуатироваться с целью поддержания нормативов качества воды при заборе и сбросе воды. Например, фильтры, ультрафиолетовые лампы определенной мощности.

2.5.9. Порядок и стратегия выпуска молоди

Место или места выпуска: подробное описание мест выпуска, карта, оценка пригодности данного участка реки для заводской молоди.

Предполагаемое количество, возраст и размер молоди каждого вида для каждого места выпуска.

Сроки выпуска: возможный интервал выпуска, критерии определения оптимальных сроков выпуска.

Транспортировка (при необходимости) молоди к местам выпуска.

2.5.10. Оценка возврата

Приводятся желательные величины выживаемости лососей на разных стадиях развития, которые используются в бюджетных документах и планировании деятельности хозяйства.

2.5.11. Экологическая безопасность проекта

В этом разделе РБО определяются потенциальные источники воздействия проектируемого хозяйства на водные объекты, а также возможный характер и степень негативного влияния. Приводятся рекомендации по снижению возможного негативного влияния и его предотвращению.

Указываются позитивные экологические аспекты проекта (например, при создании предприятий, ориентированных на выпуск молоди лососевых в естественные водоемы, это восстановление естественных популяций).

Даются основные рекомендации по снижению негативного влияния заводского разведения на природные популяции. Например, использование местных (локальных) популяций; использование процедуры взятия и оплодотворения икры, которая обеспечивает сохранение генетического биоразнообразия (нет массового оплодотворения, использование матричного скрещивания для небольших групп); взятие икры от производителей на протяжении всего нерестового хода; выпуск жизнеспособных и физиологически полноценных смолтов максимально допустимой навески; время выпуска, совпадающее со сроками естественной миграции; недопущение генетической инвазии в дикие популяции и формы, обитающие в этом же бассейне и т. д.

2.5.12. Заключение о целесообразности строительства ЛРЗ

На основе выполненных расчетов дается рекомендация о целесообразности или нецелесообразности дальнейшего проектирования. Важно понимать, что принятие решения о разработке РБО на стадии предварительного обсуждения целесообразности строительства ЛРЗ не является 100 процентной гарантией получения положительного заключения. Возможна ситуация, когда в процессе разработки РБО могут быть получены новые данные, делающие недопустимым искусственное воспроизводство вида или его внутривидовой группировки, рекомендованной к разведению на стадии согласования.

Отрицательное заключение на РБО можно также получить при прохождении государственной экологической экспертизы.

В результате обобщения перечисленных выше исходных данных может быть подготовлена основа к техническому заданию на проектирование:

- 1) рыбоводно-биологическое обоснование для строительства;
- 2) технологическая схема завода и его системы водоснабжения;
- 3) технологический режим работы всех цехов завода в зависимости от конкретного года.

Прогноз эффективности искусственного воспроизводства в данной реке и воздействия на дикие популяции лососей основывается на следующих данных:

- максимальной приемной мощности данной реки и ее эстуария;
- оптимальном размере искусственно воспроизводимой части популяции;
- возможном взаимодействии искусственных и естественных популяций;
- графике ввода производственных мощностей и выхода на полную производственную мощность (включая определение допустимой величины донорского изъятия на конкретной реке с учетом ожидаемого возврата производителей от заводского выпуска).

Предлагаемая схема содержания и последовательность разработки РБО может служить, по мнению авторов, основой для разработки типового РБО, предназначенного для организации экономически эффективных предприятий по искусственному воспроизводству тихоокеанских лососей с учетом требований по сохранению их биологического разнообразия. Однако, хочется обратить внимание на то, что какой-либо строго унифицированной и универсальной методической основы для разработки РБО, пригодного для всех регионов и ситуаций, не существует. Все зависит от конкретной обстановки и конечных целей планов по искусственному воспроизводству. В то же время более важную и решающую роль играет не содержание РБО, а строгая последовательность выполнения каждого из этапов его разработки. Важно также осознавать, что работа над РБО не всегда обязана завершиться положительным заключением о целесообразности строительства ЛРЗ. В ходе работы над РБО возможно получение новых данных, делающих строительство ЛРЗ бессмысленным, игнорирование которых может привести к обесцениванию затрат и усилий по реализации рыбоводного проекта и появлению еще одного неэффективного ЛРЗ.

Глава III. Биотехника и мониторинг

3.1. Основные практические подходы к минимизации воздействия заводского воспроизводства на биоразнообразии диких лососей

Минимизация негативного воздействия заводского воспроизводства на диких лососей и их биоразнообразии — задача, которая может решаться различными путями: сокращением количества ЛРЗ, организацией промысла с преимущественным изъятием рыбы заводского происхождения и внедрением новых принципов в биотехнику разведения лососей. Выбор различных путей определяется региональной стратегией сохранения и управления воспроизводством тихоокеанских лососей. Наиболее эффективным, конечно, будет комплексный подход, сочетающий все возможные к применению методы в реальных местных условиях.

Первый из вышеперечисленных путь — сокращение количества ЛРЗ и объема выпуска молоди — является наиболее прямым и радикальным. Но статистика показывает, что число лососевых рыбодоводных заводов в тихоокеанском регионе не только не сокращается, а за последние пятьдесят лет значительно выросло. В настоящее время в Японии и США число заводов относительно стабилизировалось, но в других странах региона, например в России, строительство ЛРЗ продолжается. И в ближайшем будущем, в связи с возрастающим спросом на экологически чистые продукты, а именно к таким относятся как заводские, так и дикие тихоокеанские лососи, с большой долей уверенности стоит ожидать не снижения количества ЛРЗ, а строительства новых. Это касается и общего объема выпуска молоди, который в начале века уже достиг 5 млрд штук (NPAFC, 2005). Как показывает мировая практика, действующий лососевый рыбодоводный завод, даже если он низкоэффективный, крайне сложно закрыть. Лидером в этом отношении является Аляска, где в течение нескольких лет было закрыто 13 неэффективных ЛРЗ.

Второй путь — это организация промысла таким образом, чтобы изымалась вся рыба заводского происхождения, а на нерестилища пропускались только дикие лососи. Такой метод уже практикуется в западных штатах США и на Аляске, где метят большинство заводских лососей и рыбаки обязаны выпускать диких рыб, а изымать только меченых заводских, в том числе и для закладки икры (Смирнов, 2007). Но совершенно очевидно, что при массовом промысле четко идентифицировать заводских и диких лососей, избирательно ловить и полностью контролировать заход лососей в реку невозможно, поэтому в любом случае часть заводских рыб будет смешиваться с дикими и принимать участие в размножении на естественных нерестилищах.

Третий путь — разработка и внедрение биотехники искусственного воспроизводства, при которой минимизируются угрозы для диких лососей и сохраняется их биоразнообразие. Любые изменения в биотехнике, какие бы цели они ни преследовали, вряд ли будут востребованы и использованы на ЛРЗ, если их применение будет приводить к значительному снижению эффективности заводского воспроизводства. Внедрение дополнительных «природоохранных» действий не затрагивает основных этапов биотехники разведения лососей: оплодотворения, инкубации икры, выдерживания личинок и раннего под-

Таблица. 3.1.1. Типизация дальневосточных лососевых рыбоводных заводов

<p><i>1 тип</i> — тепловодные ЛРЗ с подогревом воды. На Дальнем Востоке таких ЛРЗ три (Малкинский, Паратунский и Рязановский). На них можно разводить виды с длительным пресноводным периодом жизни (чавыча, кижуч, нерка, сима), получая за один сезон крупного смолта-сеголетка. Для этих заводов характерна постоянная и повышенная температура воды в период инкубации, выдерживания и подращивания.</p>
<p><i>2 тип</i> — ЛРЗ с грунтовым и преимущественно грунтовым (смешанным, грунтово-поверхностным) водоснабжением (скважинные). Таких ЛРЗ на Дальнем Востоке немного (Охотский, Вилюйский и некоторые другие). Для них характерен стабильный температурный режим в пределах природного диапазона. В данном типе выделяются два подтипа ЛРЗ, различающиеся по применяемой биотехнике:</p> <p><i>2.1 подтип</i> — ЛРЗ с однолетним технологическим циклом подращивания. Для получения сеголеток видов с коротким пресноводным периодом жизни;</p> <p><i>2.2 подтип</i> — ЛРЗ с двухлетним технологическим циклом подращивания. Для видов с длительным пресноводным периодом жизни.</p>
<p><i>3 тип</i> — ЛРЗ со смешанным водоснабжением. Это большинство ЛРЗ Дальнего Востока. Водоснабжение осуществляется из поверхностных и подземных водоисточников. Забор поверхностной речной воды осуществляется через открытые и закрытые речные водозаборы. Подрусловая вода собирается перфорированными трубами, протянутыми под руслом или вдоль русел рек, оборудованными фильтрами, выполненными из гравийного материала. Забор подземной воды осуществляется из шахтных колодцев и дренажных водосборных систем. Здесь также выделяются два подтипа.</p> <p><i>3.1 подтип</i> — условно называемые, «низкотемпературные» ЛРЗ. Для этих заводов характерно понижение зимних температур ниже 1°С. Большинство ЛРЗ Дальнего Востока. Главная возникающая проблема — молодь плохо переходит на внешнее питание при низкой температуре, в итоге приходится снижать температуру инкубации икры для задержки развития, чтобы сдвинуть перевод на смешанное питание на весенние месяцы;</p> <p><i>3.2 подтип</i> — ЛРЗ, имеющие большие запасы грунтовой воды, позволяющие поддерживать температуру воды в зимние месяцы выше 3–4°С. Например, Побединский, Буюкловский, Рейдовый, Курильский, ЛРЗ «Бухта Оля» и др.</p>
<p><i>4 тип</i> — ЛРЗ с чисто поверхностным водоснабжением, имеющие примерно те же особенности биотехники разведения лососей, что подтип 3.1.</p>

ращивания молоди, от которых, главным образом, и зависит процент выхода молоди и эффективность работы рыбоводных заводов. Изменения и дополнения, вносимые в биотехнику и направленные на сохранение биоразнообразия и минимизацию воздействия на диких лососей, затрагивают начальный (подбор производителей) и конечный этап разведения (подготовка молоди к выпуску, сроки и динамика выпуска).

Важно отметить, что действия, связанные с сохранением биоразнообразия при искусственном воспроизводстве, являются едиными для всех пяти видов тихоокеанских лососей, поэтому в данной главе приводится общая схема биотехники воспроизводства тихоокеанских лососей, в которую включены все возможные действия, направленные на сохранение биоразнообразия и мини-

мизацию угроз диким лососям. Все параметры, связанные с видовыми, популяционными и территориальными (бассейновыми) особенностями разведения отдельных видов тихоокеанских лососей, определяются действующими на данный момент бионормативами, которые приведены в Приложении 5.

Основные подходы и способы минимизации угроз для диких лососей, которые применимы при искусственном воспроизводстве тихоокеанских лососей, обобщены в табл. 3.1.2. При этом часть этих мер связана с управлением процессом воспроизводства, а часть — непосредственно с биотехникой выращивания. В разделах 3.3 и 3.4 данной главы изложены основы мечения и мониторинга, которые являются ключевыми источниками информации для управления искусственным воспроизводством.

Таблица 3.1.2. Оценка угроз от различных факторов, сопутствующих деятельности ЛРЗ, и возможности их устранения

№	Факторы	Негативный эффект фактора. Возможные меры по снижению негативного воздействия.
1	<p>Общее планирование мероприятий по искусственному воспроизводству</p> <p>Высокие мощности рыболовных заводов.</p>	<p>Конкурентное вытеснение диких лососей в борьбе за места размножения, нагула и кормовые ресурсы. Возможное снижение численности диких лососей.</p> <p>Трудноустраняемый сегодня фактор, так как существует предел минимальной мощности ЛРЗ, ниже которой деятельность ЛРЗ становится экономически неэффективной.</p> <p><i>Возможные мероприятия:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Введение ограничений на объем заводского разведения при одновременном повышении продуктивности естественных нерестилищ. 2. Мечение и распознавание заводских (а в будущем, возможно – и диких) рыб в целях их раздельного пропуски на нерестилища и использования в рыболовном процессе.
2	<p>Искусственное воспроизводство одного из видов лососей при размножении в водоеме других видов.</p>	<p>Смещение видового состава ихтиофауны в пользу разводимого вида.</p> <p>Не устраняемый полностью фактор, но за счет проведения соответствующих мероприятий возможно снижение негативного воздействия.</p> <p><i>Возможные мероприятия:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Ограничение масштаба искусственного разведения при одновременном повышении численности естественного воспроизводящихся популяций. 4. Комплексный подход к управлению, включающий альтернативные или дополнительные по отношению к ЛРЗ меры по восстановлению других видов лососевых (регулирование промысла, заполнение нерестилищ, охрану от браконьерства, развитие внезаводских способов разведения, сохранение среды обитания).

3	<p>Преимущественное разведение одной из частей популяции или внутривидовой группировки.</p>	<p>Сдвиг популяционной структуры в пользу разводимой группировки в ущерб другим внутривидовым группировкам. Снижение численности искусственно неразводимых или непропорционально малоразводимых группировок.</p> <p>Не устранимый полностью фактор, но за счет проведения соответствующих мероприятий возможно значительное снижение негативного воздействия.</p> <p><i>Возможные мероприятия:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Обеспечить пропорциональное воспроизводство всех внутривидовых группировок не только на основе десятилетия ЛРЗ, но и на основе альтернативных и дополнительных по отношению к ЛРЗ подходов в виде регулирования промысла, обеспечения заполнения нерестилищ, охраны от браконьерства, развития внезаводских способов разведения, сохранения среды обитания. 6. При угрозе со стороны заводских рыб для диких популяций необходимо разработать мероприятия по равномерному распределению рыбоводных усилий между отдельными внутривидовыми группировками. 7. При необходимости заводского разведения разных внутривидовых группировок их следует закладывать раздельно с последующим выпуском в места их естественного воспроизводства. Это относится к сезонным расам, экологическим формам и иным наследственным подразделениям вида. 8. Ограничить масштаб искусственного разведения данной внутривидовой группировки при одновременном повышении численности естественного воспроизводства популяций.
4	<p>Промысел, базирующийся на смешанном стаде лососей — заводском и диком. Высокая численность заводских рыб в смешанных уловах.</p>	<p style="text-align: center;">Промысел и возврат в реки на нерест</p> <p>Перелов диких рыб из малочисленных популяций при совместном промысле заводских и диких рыб.</p> <p>Не устранимый полностью фактор, но за счет проведения соответствующих мероприятий возможно снижение негативного воздействия.</p> <p><i>Возможные мероприятия:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 9. Попытаться наладить промысел с изъятием исключительно заводских рыб, что возможно в случае создания заводского стада с обособленным по времени нерестовым ходом или посредством мечения заводских лососей легко идентифицируемыми метками.

5	Высокая численность заводских производителей в реках.	<p>Занятие нерестилищ заводскими производителями, в связи с чем уменьшается доля воспроизводства диких рыб.</p> <p>Не устранимый полностью фактор, но за счет проведения соответствующих мероприятий возможно снижение негативного воздействия.</p> <p><i>Возможные мероприятия:</i></p> <p>10. см. п. 8.</p> <p>Совместный нерест заводских и диких рыб на нерестилищах приводит к генетическим изменениям в природной популяции.</p> <p>Не устранимый полностью фактор, но за счет проведения соответствующих мероприятий возможно снижение негативного воздействия.</p> <p><i>Возможные мероприятия:</i></p> <p>11. Можно попытаться смягчить воздействие, выпуская с ЛРЗ лососей максимально генетически близких диким рыбам.</p>
6	Межбассейновые (межпопуляционные) перевозки икры, молоди и производителей.	<p>Отбор производителей для закладки икры</p> <p>Нарушение генетического разнообразия местных популяций в связи с притоком инородных «менее адаптированных» генов из генетически отличающихся популяций внутри арела вида.</p> <p>Полностью устранимый и управляемый фактор.</p> <p><i>Возможные мероприятия:</i></p> <p>12. Введение запрета на межбассейновые (межпопуляционные) перевозки икры, молоди и производителей.</p> <p>13. Введение запрета на внутрибассейновые перевозки, затрагивающие в разной степени изолированные внутривидовые группировки (субпопуляции).</p> <p>14. Обеспечение научного обоснования межбассейновых перевозок с соблюдением требования сохранения генетической структуры приемной популяции. Например, межбассейновые перевозки возможны при определенных условиях для горбуши, но лишь внутри характерных для этого вида популяционных систем, охватывающих смежные бассейны. Так может обеспечиваться поддержание популяций, обитающих в аналогичных экологических условиях для видов с высоким стрепингом (уровнем расселения).</p> <p>15. Перевозки возможны также с целью зарыбления водоема, где данный вид или внутривидовая форма исчезли из-за катастроф, переловов, браконьерства и пр. негативных факторов, а также туда, где этого вида лососей вообще никогда не было.</p>

7	<p>Случайный или избирательный отбор производителей для закладки икры без учета экологической структуры популяции (сроков нерестовой миграции, степени зрелости, скорости созревания, размера тела, характера брачного наряда и т.д.).</p>	<p>Изменения в сроках нерестового хода, степени зрелости, по размерно-возрастным показателям и т.д. Полностью устранимый и управляемый фактор. <i>Возможные мероприятия:</i></p> <p>16. Отбор производителей и икры пропорционально со всех этапов нерестового периода. 17. Использование производителей и икры пропорционально от всех внутривидовых группировок разводимого вида. 18. Для компенсации уже произошедших изменений в сроках нереста использовать в рыбоводном процессе особей ранних или поздних подходов или иных соответствующих группировок. Время возврата должно стать одним из регулируемых параметров промысла и заводского разведения тихоокеанских лососей. 19. Поскольку наличие и концентрация тех или иных генотипов в искусственно разводимой части популяции имеет решающее значение для дальнейшей эволюционной судьбы популяции, то на рыбоводных заводах следует иметь схему скрещивания, обеспечивающую максимально большое генетическое разнообразие отбираемых производителей. 20. Разработать для каждого ЛРЗ график отлова производителей и закладки икры с указанием места вылова, сроков и количества рыб.</p>
8	<p>Отбор производителей без учета их способности к конкурентной борьбе за репродуктивный успех. Отсутствие полового отбора.</p>	<p>Само явление и его влияние на воспроизводство лососей мало изучено. Теоретически возможно появление в популяции особей с низкой конкурентной способностью к борьбе за репродуктивный успех. Неустрашимый на данный момент фактор.</p>
9	<p>Небольшой размер заводского стада, высокий хоминг, высокая вероятность повторного вовлечения в рыбоводный процесс заводских рыб.</p>	<p>Возможность близкородственного скрещивания (инбридинг). Само явление и его влияние на воспроизводство лососей мало изучено. Этот фактор существует при наличии лишь нескольких десятков производителей в каждом поколении – в этом случае через ряд поколений генетическое разнообразие популяции существенно снижается. Начиная с нескольких сотен производителей, этот фактор становится пренебрежимо мал. Практически полностью устранимый и управляемый фактор. <i>Возможные мероприятия:</i> Требуются меры по поддержанию генетического разнообразия: 21. Увеличение количества заводских производителей. 22. Избегание скрещивания заводских рыб с заводскими, вовлечение в рыбоводный процесс диких рыб. Данные меры могут быть важны при восстановлении природной популяции с сохранением ее естественной структуры. 23. Подробная регистрация производственных параметров.</p>

Период инкубации и подращивания	
10	<p>Высокая выживаемость икры и личинок на ЛРЗ.</p> <p>Возможно отклонение генетической структуры популяции от исходной из-за устранения естественного отбора на ранних стадиях развития в заводской среде.</p> <p>Неустрашимый фактор.</p>
11	<p>Инфекционные болезни, распространяемые через заводское разведение.</p> <p>Угроза распространения инфекций на дикие популяции.</p> <p>Управляемый фактор, за счет мероприятий риски можно свести к минимуму.</p> <p><i>Возможные мероприятия:</i></p> <p>24. Профилактика инфекционных заболеваний рыб.</p>
Выпуск заводской молоди	
12	<p>Неограниченные по объему выпуски молоди.</p> <p>Превышение приемной емкости среды. Сокращение численности совместно обитающей дикой популяции. Угроза снижения эффективности заводского разведения.</p> <p>Полностью устранимый и управляемый фактор.</p> <p><i>Возможные мероприятия:</i></p> <p>25. Оценка пищевых ресурсов побережья, определение коэффициента возврата. Сокращение объема выпуска заводской молоди, если выживаемость и возврат падают с ростом численности.</p> <p>26. Рассредоточенный выпуск пестряток в разные части речного бассейна (для видов с длительным пресноводным периодом) с целью заселения пустующих притоков и использования их приемной емкости.</p> <p>27. Выпуск смолтов в устьевую зону реки. Имеются риски снижения процента хоминга.</p> <p>28. Растянутый во времени выпуск молоди отдельными партиями с учетом скорости ее отчекки из района ЛРЗ, приемной реки и морского побережья.</p> <p>29. Выпуск смолтов в оптимальные для покатной миграции сроки, тогда численность заводской молоди не лимитируется приемной емкостью реки, поскольку заводские смолты сразу после выпуска скатываются в море.</p>

13	<p>Массовые единовременные выпуски заводской молоди.</p>	<p>Создание напряженных конкурентных отношений в местах совместного обитания заводской и дикой молоди.</p> <p>Не устранимый полностью фактор, но за счет проведения соответствующих мероприятий возможно значительное снижение негативного воздействия.</p> <p><i>Возможные мероприятия:</i></p> <p>30. Рассредоточение во времени выпуска молоди, выпуск отдельными партиями с интервалом, зависящим от скорости откочевки молоди из района выпуска.</p> <p>31. Выпуск в разные части речного бассейна (для видов с длительным пресноводным периодом).</p> <p>32. При планировании масштабов искусственного разведения необходимо руководствоваться оценкой приемной емкости рек, озер, эстуариев, заливов, бухт, прибрежных участков моря и открытых вод северной части Тихого океана.</p>
14	<p>Выпуск с рыбоводных заводов молоди на стадии пестряток и пресмолтов.</p>	<p>Усложнение экологической структуры заводской популяции за счет задержки в пресных водах на зимовку, а также появления жилых форм. Обострение конкурентных отношений между дикой и заводской молодью. Снижение экономической эффективности ЛРЗ.</p> <p>Не устранимый полностью фактор, в зависимости от разводимого вида лосося, за счет проведения соответствующих мероприятий возможно некоторое снижение негативного воздействия.</p> <p><i>Возможные мероприятия:</i></p> <p>33. Получение на ЛРЗ физиологически полноценных и крупных смолтов, сразу мигрирующих в море.</p> <p>34. Выпуск смолтов в сроки, оптимальные по условиям покатной миграции в море.</p>
15	<p>Выпуск с ЛРЗ молоди более крупной, чем дикая (для видов с длительным пресноводным периодом).</p>	<p>Конкурентное вытеснение дикой молоди из естественных местообитаний (для видов с длительным пресноводным периодом).</p> <p>Не устранимый полностью фактор, но за счет проведения соответствующих мероприятий возможно снижение негативного воздействия.</p> <p><i>Возможные мероприятия:</i></p> <p>35. Выпуск заводской молоди близкой по размерам к диким покатникам, если это не снижает их жизнеспособность.</p> <p>36. Выпуск молоди в иные сроки и в иные местообитания, чем дикая, с целью снижения конкуренции заводской и дикой молоди в реке и прибрежье.</p>

3.2. Общая схема биотехники, в которую включены действия по сохранению биоразнообразия и минимизации угроз диким лососям

3.2.1. Отлов производителей

1.1. Отлов и подбор производителей для рыбоводных целей является важнейшим моментом в формировании полноценного заводского стада лососей, и от того, насколько тщательно этот этап подготовлен и проводится ли с соблюдением экологических принципов, зависит сохранение биоразнообразия лососей и успешное существование диких популяций, взаимодействующих с заводским стадом.

- *⁴Для рыбоводных работ прежде всего надо использовать производителей собственного заводского стада. Если возникает необходимость отловить рыбу дикого происхождения, отлов осуществляется только в базовом водоеме ЛРЗ с учетом популяционной структуры воспроизводимого объекта.*

- *Отлов производителей дикого происхождения следует производить на участках базового водоема вне естественных нерестилищ лососей, поскольку отлов непосредственно на нерестилищах может нанести значительный ущерб естественному воспроизводству.*

- *При выборе мест лова обязательно нужно учитывать возможность установки в водоеме садков для выдерживания незрелых производителей, чтобы обеспечить сбор икры в течение всего нерестового хода.*

- *Для получения полноценной в генетическом отношении заводской популяции лососей необходимо использовать в рыбоводном процессе все популяционные компоненты стада, заходящего на нерест в базовый водоем. Для этого отлов рыбы и, соответственно, закладку икры на инкубацию требуется осуществлять на протяжении всего нерестового хода пропорционально динамике захода рыбы в базовый водоем. Важно при этом захватывать самое начало и самый конец хода. Отсечение начала и конца нерестового хода стимулирует отбор, отсеивающий рано или поздно мигрировавших особей, быстро или медленно созревающих рыб, что может привести к изменению наследственного разнообразия стада.*

- *Даже при мощных подходах рыбы не следует форсировать выполнение планового задания, необходимо оставлять место в цехах для закладки икры от поздних заходящих рыб, в том числе от «хвоста» хода. Это удлиняет сам процесс отлова производителей и несколько увеличивает затраты, но позволяет сохранять структуру и генетическое разнообразие популяции.*

- *При создании и восстановлении заводского стада необходимо использовать только местные популяции. Это правило желательно соблюдать, даже если эти популяции малочисленны и, соответственно, создание полноценного заводского стада растянется на более длительный срок и потребует дополнительных расходов.*

- *В критической ситуации острой нехватки рыбы в базовом водоеме целесообразно брать рыбу из другой популяции того же бассейна, которая в генетиче-*

⁴ Здесь и далее в тексте раздела 3.2 курсивом выделены рекомендуемые действия по сохранению биоразнообразия и минимизации угроз диким лососям.

ском отношении близка к популяции базового водоема, и проводить регулярный генетический мониторинг.

- *Межбассейновые перевозки производителей и икры для заполнения заводских мощностей при недостатке производителей в базовой реке должны быть исключены из практической деятельности. Включение в рыбоводный процесс рыб из генетически отличающихся популяций или других экологических форм приводит к значительным изменениям генофонда заводских популяций, а в дальнейшем и диких популяций в базовой реке.*

- *Исключением являются случаи, когда перевозки осуществляются в водоемы, в которых отсутствуют или практически исчезли дикие популяции лососей. Целесообразность перевозок нужно рассматривать с учетом всех возможных факторов, которые будут оказывать влияние на конкретную водную систему. В качестве источника материала для перевозок целесообразно избирать водоемы наиболее близкие по условиям воспроизводства, гидрологическим и экологическим параметрам. При выборе донорской популяции из другого бассейна желательно опираться на данные генетического мониторинга, чтобы перевозки осуществлялись из донорской популяции, в генетическом отношении наиболее близкой к популяциям, обитавшим в базовом водоеме, если такие данные имеются, или по генетической близости к популяциям соседних водоемов.*

- *Если количество лососей в донорском речном бассейне ограничено, надо избегать возможных рисков подрыва численности диких популяций.*

1.2. До начала работы необходимо получить разрешение на отлов производителей в целях искусственного воспроизводства. Разрешение выдается территориальным управлением Федерального агентства по рыболовству в соответствии с объемом квот на вылов, полученных рыбоводным предприятием в целях рыбоводства, воспроизводства и акклиматизации лососей, и при наличии рекомендаций отраслевого рыбохозяйственного института. Расчеты необходимого объема квот производятся на основании утвержденных для каждого ЛРЗ биотехнических показателей: средней массы производителей каждого вида, соотношения полов, рабочей плодовитости, степени оплодотворения икры и нормативов отхода на каждой стадии развития.

1.3. Способы отлова производителей. Отлов производителей может осуществляться любыми способами и орудиями лова, не запрещенными к применению законодательно, но на практике в основном применяются нижеописанные способы отлова производителей.

- *Главное требование к используемым орудиям лова — минимальная травматизация производителей и рыб прилова.*

Организация захода рыбы непосредственно на рыбоводный завод. Организация захода рыб непосредственно на рыбоводный завод предполагает, что производители самостоятельно двигаются против течения по направлению к заводу по специальному каналу или протоке. В бетонных накопителях у завода рыба концентрируется и по мере необходимости с помощью подъемного устройства или сачками подается непосредственно на площадку или в цех, где установлены специальные столы для забоя производителей.

Перепад высот между уровнем водоема и забойным цехом завода может быть достаточно велик, поэтому, для того чтобы облегчить рыбе самостоятельный заход на завод, обустраивают ступенчатый рыбоход, представляющий собой систему площадок с отстойными зонами, расположенными одна над другой, где рыба может отдохнуть перед подъемом на очередную ступеньку. Чтобы затруднить рыбе возможность ухода на нижнюю площадку, каждую из них также оборудуют V-образным входом. Расход воды в рыбоходе рассчитывают так, чтобы лососи тратили как можно меньше сил, преодолевая очередную ступеньку. С помощью такого рыбохода, используя врожденное чувство тихоокеанских лососей идти вверх по течению, можно поднять рыбу на довольно значительную высоту.

• *Полное перегораживание русла реки для направления мигрирующих лососей непосредственно на рыбоводный завод допустимо применять только в небольших реках или притоках, где отсутствуют естественные нерестилища и популяция состоит из заводских рыб.*

Рыболовные заграждения с ловушками для производителей — достаточно эффективный и щадящий способ отлова производителей. Рыболовные заграждения бывают стационарные и временные.

Стационарные ловушки представляют собой капитальные многолетние сооружения и, как правило, устанавливаются в непосредственной близости от завода (рис. 3.2.1). Временные рыболовные заграждения ежегодно устанавливаются в нужном месте русла реки на различном расстоянии от завода.

Для установки ловушки поперек течения реки укладывается и прочно закрепляется балка из железобетона, стали или дерева. К балке крепятся решетки рыбозаграждения, препятствующие проходу рыбы. Если решетки укреплены неподвижно, их высота должна быть рассчитана на максимальный подъем воды в период хода рыбы. Изготавливаются решетки из дерева, металла, пластика. Хорошо зарекомендовали себя плавающие пластиковые решетки японского производства (обычные и усиленного типа). Один конец такой решетки крепится к балке, а к противоположному концу прикрепляется поплавок или отбойная доска, удерживающая конец решетки на поверхности воды. Это позволяет решеткам подниматься или опускаться в зависимости от колебаний уровня воды. Длина решетки 4 м, ширина 1 м. Отдельные решетки скрепляются между собой, образуя единую подвижную решетчатую поверхность, по которой можно ходить (рис. 3.2.2). Ее удобно очищать от наносов, она достаточно прочная, чтобы выдержать сильный напор воды, и надежно перекрывает сечение русла реки.

• *Отверстия в решетке рассчитываются таким образом, чтобы производители лососей не поднимались выше по течению и не застревали в решетке, стремясь ее преодолеть, и в то же время молодь лососей и других видов рыб должна свободно проходить сквозь решетку в любом направлении.*

Между решетками рыбозаграждения в удобном месте устанавливают ловушку, как правило, представляющую собой речный садок с V-образным

входом, который позволяет рыбе довольно свободно заходить против течения в ловушку, но затрудняет выход из нее. Рыбу, попавшую в ловушку, можно перепускать через специальные отверстия в садки для выдерживания, установленные вплотную к ловушке, либо отлавливать сачком.

Берега и дно в месте установки рыбозаграждения во избежание размыва необходимо укрепить. По окончании отлова производителей решетки снимаются, ловушки и садки убираются во избежание порчи в зимний период, во время ледохода и паводка.

Активные орудия лова. Для отлова производителей используются различные закидные невода и жаберные сети. Положительными качествами закидного невода являются его относительная дешевизна и универсальность (возможность применения на участках водоема с различными скоростями потока, перепадами глубин и сложным рельефом дна). Невода незаменимы при осуществлении лова в озерах и устьях рек в местах, где скапливается много рыбы. Поскольку размер ячеи невода мал, обьячеивания рыбы не происходит, что позволяет быстро извлекать рыбу, производить ее сортировку по полу и другие необходимые операции. Очень эффективен комбинированный способ лова — с применением рыбозаграждения и невода одновременно. Когда перед заграждением накопится достаточное количество рыбы, ее облавливают неводом.

Для отлова используются сплавные или ставные жаберные сети. Рекомендуется сначала вынимать из сети самок, а потом самцов.

- *Жаберные сети являются обьячеивающими орудиями лова. Применять их можно только в случае, если рыбы мало или нет возможности отловить ее другими орудиями лова.*

- *При использовании сетей процесс лова необходимо постоянно контролировать, проверять сети нужно как можно чаще, не допуская попадания чрезмерно большого количества рыбы и длительного ее пребывания в сети, чтобы пойманная рыба не погибла. Попавшуюся в сети рыбу необходимо максимально быстро вынуть со всеми мерами предосторожности, чтобы не поранить ее (особенно следует беречь жабры), и как можно скорее посадить в садок. Не рекомендуется использовать сети большой длины, так как из них невозможно быстро выпутать рыбу.*

- *Жаберные сети должны иметь размер ячеи, позволяющий одинаково облавливать все размерные группы лососей, что исключает возможность селективного вылова более крупных рыб.*

1.4. Транспортировка отловленных производителей. Если отлов рыбы проводится на значительном удалении от ЛРЗ, то возможна транспортировка производителей в живорыбных машинах. Количество транспортируемой рыбы зависит от вида, температуры воды и времени транспортировки. В случае разницы температур воды более 2 °С, ее выравнивают со скоростью не выше чем 2 °С за 15 минут путем добавления в транспортировочную емкость воды из водоема, в который они будут помещены.

- *Все перечисленные орудия лова нужно использовать чрезвычайно осторожно, так как в них рыба легко травмируется и даже гибнет. Молодь лососей и других*

рыб должна свободно проходить сквозь заграждения и орудия лова, используемые для отлова производителей, и не травмироваться.

- Другие виды рыб (не указанные в разрешении на вылов), попавшие в орудия лова, отпускаются обратно в водоем сразу же после поимки.

- Особенно внимательно надо относиться к видам лососей, внесенным в Красную Книгу. На Дальнем Востоке России к таким видам относятся сахалинский таймень и проходная форма микижи (камчатская семга). Их надо осторожно и как можно быстрее вынимать из орудий лова и отпускать обратно в реку.

3.2.2. Выдерживание производителей

2.1. Отловленную рыбу необходимо выдерживать, чтобы довести до созревания, а также чтобы накопить достаточное количество производителей.

- В рыбоводном процессе необходимо использовать всех производителей, независимо от их природных качеств, за исключением больных или особей с явными дефектами.

2.2. Производители, возвращающиеся непосредственно на завод, выдерживаются в бетонных бассейнах с донной подачей воды снизу вверх (рис. 3.2.3). При таком способе водоснабжения рыба ведет себя спокойнее, затрачивает меньше энергии, меньше травмируется. Для удобства работы бетонные бассейны оборудуются системой V-образных входов, шандор, сгонных решеток. При выдерживании очень важно обеспечить рыбе состояние покоя. Затеняя бассейны и рыбоходы светонепроницаемой пленкой, щитами и т. п., можно значительно уменьшить травмируемость рыб, повысить их выживаемость. Хорошие результаты дает разбрызгивание воды над поверхностью бассейна с производителями.

2.3. Для продолжительного выдерживания можно применять русловые садки, представляющие собой часть русла реки, отгороженную таким образом, чтобы посаженная в садок рыба не могла уйти.

Два рыбозаграждения из плавающих или неподвижных решеток, установленных на определенном расстоянии друг от друга, представляют собой прекрасный русловый садок. Рыбозаграждение, расположенное ниже по течению, оборудуется одним или несколькими V-образными входами, которые в случае необходимости можно перекрывать, преграждая рыбе доступ в русловый садок. В верхнем рыбозаграждении устанавливается ловушка с V-образным входом, с помощью которой производится отлов и сортировка производителей.

В случае необходимости, если отлов и выдерживание рыбы ведутся на временных участках вдали от завода, можно перегораживать небольшие речки и ручьи со спокойным течением, вбивая в дно колья, жерди (Смирнов, 1963). При этом следует уделить особенное внимание надежности их крепления, так как тихоокеанские лососи в период нерестовой миграции, встречая препятствие на своем пути, будут стараться преодолеть его и, скопившись в большом количестве, могут его разрушить. Русловые садки устраиваются вблизи рыбоводного завода или пункта выдерживания производителей и сбора икры.

Нормативы плотности посадки лососей в русловые садки устанавливаются для каждого вида. Общее правило: выдерживание в русловых садках можно проводить более длительное время по сравнению с речными или сетчатыми,



Рис. 3.2.1. Стационарное рыболовное заграждение, Паратунский ЛРЗ
(р. Паратунка, Камчатка)



Рис. 3.2.2. Временное рыболовное заграждение ЛРЗ «Озерки»
(р. Плотникова, Камчатка)

так как условия содержания рыбы здесь более соответствуют природным. Допускается кратковременное увеличение плотности посадки при выдерживании во время массовых подходов зрелой рыбы.

2.4. По мере созревания производителей их отсаживают из русловых садков в речные или сетчатые садки, которые применяют для кратковременного выдерживания. В них производители окончательно дозревают. Садки не следует устанавливать в местах с сильным течением, потому что содержащиеся в них производители будут расходовать много сил на преодоление потока, что повлечет за собой повышенную смертность рыбы (Смирнов, 1963; Титарев, 2005). В местах со слабым обменом воды производители могут погибнуть от недостатка кислорода, особенно в жаркую погоду.

Речные садки изготавливаются из пластмассовых трубок или деревянных брусьев с расстоянием между отдельными брусьями 30 мм. Площадь



Рис. 3.2.3. Производители нерки в бетонном бассейне

и высота каждого садка рассчитываются исходя из особенностей водоема, в котором планируется их устанавливать. Первое необходимое требование — удобство для содержащейся в садках рыбы, второе — удобство для персонала ЛРЗ при работе с рыбой. Лучше, если садки делаются разборными. В этом случае их удобно транспортировать, что важно для осуществления процесса выдерживания на отдаленных пунктах сбора икры. Хорошо зарекомендовали себя разборные садки, изготовленные из пришедших в негодность решеток рыбозаграждения размером $2 \times 1 \times 1$ м (рис. 3.2.4). Неразборные реечные садки лучше использовать в непосредственной близости от завода, так как они имеют больший размер и значительный вес. Реечные садки японского производства имеют размеры $3 \times 2 \times 1,5$ м и весят 600 кг. Они представляют собой прочный металлический каркас со вставленными по периметру пластмассовыми трубками и снабжены верхней крышкой из гладко оструганных досок в металлической раме со съемными щитами для работы с производителями. Крышки должны запираяться на замок во избежание доступа посторонних людей.

2.5. При выдерживании производителей также применяются сетчатые садки, изготавливаемые из различного рода сеток (металлических, пластмассовых, нейлоновых), прикрепляемых к металлическому, пластиковому или деревянному каркасу. Это очень легкие и весьма удобные в транспортировке садки, но они требуют постоянной очистки от обрастаний и растительности, приносимой течением.

Прочность этих садков сильно уступает прочности реечных, поэтому необходим непрерывный контроль за целостностью сетки и ремонт отверстий, проделываемых лососями. В противном случае неизбежен уход рыбы. Иногда требуется утяжелить такой садок, чтобы его не опрокинуло или не унесло течением. Для этого используются мешки с песком или гладкие камни, уложенные на дне по углам садка.



Рис. 3.2.4. Реечный садок для выдерживания производителей, изготовленный из решеток рыбозаграждения

2.6. Для выдерживания производителей используются также и другие емкости. Например, выростные бассейны для содержания молоди. Пластиковые прямоугольные бассейны, закрытые светонепроницаемой пленкой, очень удобны для выдерживания производителей, особенно при подаче воды снизу вверх. Бассейны с круговым током воды тоже используются для выдерживания, но прямоугольные бассейны предпочтительнее, так как они проще в эксплуатации.

Скорость воды в бассейнах не должна быть высокой, иначе рыбы будут затрачивать много сил, чтобы удержаться в потоке, что повлечет за собой повышенную смертность.

Следует принять меры, препятствующие выпрыгиванию производителей из бассейна. В первую очередь — это подача воды снизу вверх. В этом случае рыбы ведут себя гораздо спокойнее. Бассейны с производителями можно прикрыть щитами, светонепроницаемой пленкой. Необходимо также обеспечить затемнение цеха, в котором происходит выдерживание.

2.7. Самки и самцы содержатся в разных садках, но, если возникает необходимость ускорить процесс созревания, в садок к самкам подсаживают самцов из расчета 1 самец на каждый десяток самок (Смирнов, 1963; Титарев, 2005). Садки с самцами располагают выше по течению, чем садки с самками. В этом случае рыбы ведут себя спокойнее.

• *Сортировку по размеру или массе рыбы проводить не следует. Это неизбежно приведет к селективному размножению и в ряду поколений изменит генетический состав стада. Хотя могут быть исключения, когда необходимо с помо-*

цию отбора корректировать изменения структуры заводского стада, например в случае, если промыслом длительное время целенаправленно изымаются наиболее крупные особи и стадо начинает мельчать, а в природе на естественных нерестилищах преимущество в нересте имеют более крупные самцы лососей.

- Рыбы с признаками заболевания, внешними уродствами (например, искривлением позвоночника), ранами и другими явными дефектами выбраковываются и для рыболовных целей не используются.

- Отбор для выдерживания только практически созревших или близких к созреванию производителей недопустим. У таких лососей хорошо выражены все признаки брачных изменений, они имеют III–IV, IV, IV–V стадии зрелости, что предполагает их недолгое содержание в садках до полного созревания и использования в рыболовном процессе (Смирнов, 1963; Моисеев и др., 1985; Титарев, 2005). Отсортированные таким образом лососи созревают достаточно быстро (от 1 до 10 дней), но если температура воды в период выдерживания низкая, может потребоваться и более длительный срок.

- Чем меньше времени рыба выдерживается в ловушках до созревания, тем удобнее работать рыболовам, однако отбор наиболее зрелых производителей на рыболовных заводах ведет к формированию стада из быстро созревающих рыб. При быстром созревании рыба может еще до захода в реки приобрести признаки брачных изменений, в том числе потемнение кожи и ослабление окраски (т. е. качества) мышц из-за перераспределения пигмента астаксантина (рис. 1.1.6). Так что из-за отбора на скорость созревания и по внешним признакам зрелости в уловах будет увеличиваться доля рыб с худшим товарным качеством (Животовский и др., 2010).

- Незрелых особей желательно отсаживать отдельно и создавать условия для их созревания, после чего использовать их в рыболовном процессе.

2.8. Следует иметь в виду, что лососи с серебристой окраской тела требуют более длительного содержания в садках, что усложняет и удорожает рыболовный процесс. Кроме того, при длительном содержании в стандартных садках они в значительной степени подвержены травмированию и часто гибнут, так и не достигнув половой зрелости. Поэтому их лучше содержать отдельно в более просторных и приспособленных садках.

2.9. Определение степени созревания происходит при сортировках лососей. Необходимо учитывать, что частые сортировки могут стрессировать рыб, что окажет неблагоприятное влияние на выживаемость. Но недопустимо и пердерживать производителей, потому что это ведет к потере икры и ухудшению ее качества. Зрелых самок можно определить по окраске тела, консистенции брюшка и текучести икры. Рыба, имеющая серебристую окраску, как правило, незрелая. По мере созревания самки приобретают брачный наряд, соответствующий данному виду рыбы. У незрелых самок брюшко плотное, они имеют более прогонистую форму тела. В процессе созревания брюшко становится более мягким. Одновременно увеличивается диаметр и масса икринок, что внешне проявляется в округлости брюшка. Если приподнять такую самку за хвостовой стебель, икра переместится ближе к голове, а около анального отверстия обозначатся кожные складки. Это — признак готовности икры к оплодотворению. У некоторых рыб, особенно у чавычи и кижуча, обладаю-

щих толстыми стенками брюшной полости, бывает трудно определить степень зрелости таким способом. Если одной рукой осторожно взять самку за хвостовой стебель и, легко надавливая, провести ладонью второй руки по брюшку от головы к хвосту, то у созревших самок будет выделяться икра. Добиться этого можно, если самка ведет себя спокойно. При этом ее мышцы должны быть расслаблены, что свидетельствует о том, что она успокоилась. Но даже это не является стопроцентным показателем готовности самки к нересту. Икра в ястыках созревает неравномерно, поэтому незначительная часть икры может быть текучей, в то время как основная ее масса еще не созрела (Fish..., 1983). Этот метод определения зрелости нельзя использовать слишком часто, потому что в брюшную полость попадает вода, что приводит к снижению качества икры.

Слишком грубое воздействие на самку во время определения степени зрелости икры ведет к потере ее качества. Отлавливать самок лучше сетчатым сачком, осторожно, чтобы не прижать ко дну или стенкам садка. При пересадке из одного садка в другой нужно аккуратно опускать их в воду, избегая ударов о садок и о поверхность воды. Проверяя плотность брюшка, нельзя надавливать на него слишком сильно. При больших объемах сбора оплодотворенной икры и хороших подходах лососей можно определить степень готовности самок к нересту, вскрыв нескольких самок из партии, предназначенной к забою.

Самцы по мере созревания приобретают свойственный каждому виду брачный наряд, но само по себе это еще не является признаком готовности к нересту и не свидетельствует о хорошем качестве спермы. Определение зрелости самцов производится примерно так же, как у самок. Легкими движениями руки проводят по брюшку по направлению от головы к хвосту, слегка сдавливая его пальцами, как бы сдаивая. У созревших самцов сперма выделяется струей.

3.2.3. Сбор половых продуктов

3.1. Поскольку все тихоокеанские лососи нерестуют один раз в жизни и погибают после нереста, нет необходимости сохранять им жизнь после изъятия половых продуктов, как у других — неоднократно нерестующих — видов. Лососей забивают специальной дубинкой (Смирнов, 1963; Моисеев и др., 1985). При этом их обязательно удерживают за хвост в висячем положении до прекращения конвульсивных движений. Если эту предосторожность не соблюдать, то икра может повредиться от ушибов при резких движениях самки. Очень важно не травмировать тело рыбы и особенно брюшную часть. С крупной рыбой работают вдвоем, а особенно крупную чавычу рекомендуется дополнительно закреплять, накидывая веревочную петлю на хвостовой стебель. Самок укладывают на ровную или немного наклонную поверхность вверх брюшком, чтобы голова была чуть ниже хвоста, во избежание вытекания икры.

Забитых производителей нельзя держать на солнце, поэтому их укладывают в затененное место или прикрывают влажной тканью. Изымать половые продукты следует как можно быстрее. Это обеспечит высокий процент оплодотворения икры. Можно отбирать половые продукты не позднее чем через 30 минут у самок и 20 минут у самцов.

После забоя область около хвоста и мочепоолового отверстия подсушивается с помощью салфетки. Перед вскрытием рыбу протирают сухой тканью, так как важно, чтобы слизь и жидкость не попали на половые продукты.

3.2. Для получения икры самок вскрывают, разрезая острым ножом с каплевидным концом (во избежание пореза икры) брюшную полость от анального отверстия до грудных плавников, стараясь не повредить сердечную сумку. Разрез делают в обход брюшных плавников. Вскрытие брюшной полости самок чавычи лучше делать вдвоем. Один человек держит самку за голову и хвостовой стебель, изгибая рыбу над емкостью для сбора икры так, чтобы икра из брюшной полости плавно перетекала в емкость. Нельзя допускать, чтобы икра падала на дно емкости. Она должна плавно стекать по ее стенке. Очень хорошо зарекомендовали себя специальные столики для вскрытия самок лососей (рис. 3.2.5), на которых вскрытие самок может проводить один человек. На поверхность столика крепится упор для головы самки, который помогает придать ей неподвижное состояние. Икра, вытекающая из вскрытой брюшной полости, попадает не сразу в приемную емкость, а плавно стекает по специальному сетчатому скату, а кровь и слизь проходит сквозь сетку, не попадая в емкость с икрой. При этом икра одной самки не смешивается сразу с остальной икрой, и, если качество икры неудовлетворительное, ее легко отбраковать.

3.3. Вскрытие самок следует проводить, тщательно контролируя качество икры. Первые порции икры могут быть обводненными. Такая икра твердая на ощупь (так называемый «горох») и не способна к оплодотворению, ее следует удалить.



Рис. 3.2.5. Отбор икры кеты с использованием пластикового столика для вскрытия самок



Рис. 3.2.6. Промывка икры после оплодотворения

Не всегда икра свободно вытекает из брюшной полости, поэтому при отборе икры необходимы определенные усилия. Извлекать икру из ястыка нужно аккуратно, от головы к хвосту, слабо надавливая ястык пальцами. Ни в коем случае не надо прилагать значительные усилия, если икра не отделяется от соединительной ткани ястыка легко. Часть ястыка ближе к голове может оказаться незрелой, а находящаяся в нем икра — не способной к оплодотворению.

Не нужно также стараться изъять всю икру до последней икринки, так как незрелая или обводненная икра снижает процент оплодотворения.

Емкости для сбора икры должны иметь гладкую внутреннюю поверхность. Обычно используются пластмассовые, эмалированные металлические или алюминиевые тазы. Их внутренняя поверхность не должна иметь сколов, царапин во избежание травмирования икры. Объем составляет 10–15 литров. Его не сложно поднять одному человеку, в нем легко провести качественное оплодотворение.

В одну емкость лучше помещать икру 10 самок. Это облегчает учет использованных для оплодотворения рыб. В случаях, когда самок мало, икру каждой из них отбирают отдельно, чтобы предотвратить потери, если у какой-либо самки икра окажется плохого качества.

3.4. Одновременно со сбором икры проводят и сбор спермы. Забитых самцов выкладывают в затененное место и после того, как они немного полежат, производят сдаивание молок. Это удобнее делать вдвоем. Один человек держит самца за голову, а второй за хвостовой стебель и сдаивает сперму в сухую чистую посуду. Каждого самца перед отцеживанием спермы протирают чистой сухой тканью.

Если самец плохо отдает сперму, можно отложить его в сторону и через несколько минут повторить попытку. В некоторых случаях это дает хороший результат.

Если количество зрелых самцов недостаточно, их можно использовать несколько раз, для чего применяют прижизненное взятие спермы. Не нанося повреждений рыбе, сперму быстро и аккуратно сдаивают у живых самцов, которых затем выпускают назад в садки и по мере необходимости используют повторно.

Первую порцию спермы рекомендуется отцедить отдельно. Она может содержать нежелательные выделения. Вдобавок это поможет правильно оценить ее качество.

Качественная сперма имеет консистенцию сливок и чистый белый цвет. Можно использовать сперму, имеющую голубоватый или желтоватый оттенок, но степень оплодотворения икры будет ниже. Розоватый оттенок спермы свидетельствует о том, что в нее попала кровь. Такая сперма имеет плохое качество и лучше ее не использовать. Самцов с такой спермой отбраковывают.

Активность спермы на открытом воздухе быстро уменьшается, поэтому оплодотворение икры нужно проводить как можно быстрее после отцеживания спермы. В редких случаях, когда самцов не хватает, можно сохранить остатки спермы при низкой температуре (2–3 °С) в охладителе в течение суток, предварительно прокачав ее кислородом для повышения жизнестойкости (Fish..., 1983). Хранить сперму при отрицательных температурах нель-

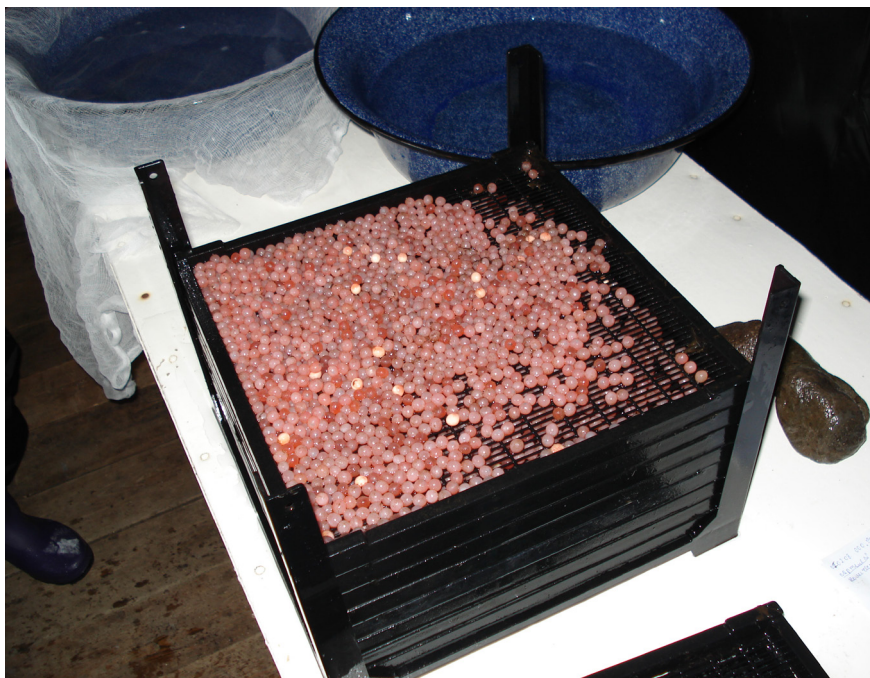


Рис. 3.2.7. Стопка рыбоводных рамок с икрой



Рис. 3.2.8. Инкубационный цех, оборудованный аппаратами Аткинса

зя. Следует помнить, что качество спермы, т. е. ее способность оплодотворять, при хранении резко уменьшается.

3.5. Будучи извлеченными из полости тела рыб, половые продукты быстро теряют свою способность к оплодотворению. При одинаковой температуре способность икры быть оплодотворенной сохраняется дольше, чем способность спермы оплодотворять. Икра и сперма не должны нагреваться на солнце, в них не должна попадать вода, это резко снижает качество оплодотворения.

- *Сперма одного созревшего самца может оплодотворить икру десятков и даже сотен самок, но на рыболовных заводах в процессе искусственного оплодотворения следует придерживаться соотношения полов 1:1, а лучше использовать больше самцов.*

3.2.4. Оплодотворение

4.1. Сперматозоиды активизируются, попадая в воду. Активность сперматозоидов оценивают следующим образом: каплю спермы помещают на предметное стекло, добавляют овариальную жидкость или воду и фиксируют время подвижности сперматозоидов. Сперму с низкой активностью или ее отсутствием нельзя использовать в рыболовном процессе. Чтобы избежать при получении спермы попадания в нее мочи, применяют катетеры или первую порцию спермы отцеживают отдельно. Активность сперматозоидов после попадания в воду продолжается не более 20 секунд.

4.2. Оплодотворение икры проводят сразу же после отбора половых продуктов «сухим» методом. Сперму из кружки выливают в таз с икрой и рав-

номерно перемешивают содержимое рукой. Оплодотворение происходит быстро. После перемешивания в зависимости от температуры следует подождать от 0,5 до 3 мин. Затем приливают в таз немного воды (чтобы все икринки были скрыты ею) — для активизации сперматозоидов — и через 0,5–1 мин приступают к отмывке.

4.3. Можно производить отмывку икры в емкости для оплодотворения, куда аккуратно приливают немного воды, осторожно перемешивают и сливают. Эту процедуру повторяют, пока сливаемая вода не станет чистой. Очень удобно отмывать оплодотворенную икру в сетчатой пластиковой корзине с отверстиями в дне и стенках меньше диаметра икры (рис. 3.2.7). Пустую корзину помещают в воду и крайне осторожно переливают в нее икру из емкости для оплодотворения. Икра должна не падать в воду, а плавно перетекать из одной емкости в другую. Для этого край опускают в воду и, слегка наклоняя, дают икре перелиться в корзину. После этого производят отмывку икры.

4.4. Возможно отложенное оплодотворение, что позволяет доставлять на завод икру и сперму из разных мест сбора. Свежая сперма сохраняется в холодильнике при температуре ниже 5 °С до 2-х суток, но лучше ее использовать в первые 12 часов, далее оплодотворяющая способность снижается. Икра, извлеченная из самок, может сохранять способность к оплодотворению в течение 24 часов. Обязательное условие при хранении — присутствие овариальной жидкости для предотвращения высыхания икры. Выживаемость икры можно повысить, если транспортировать неоплодотворенную икру с удалением воздуха и герметизацией контейнера. Контейнеры должны охлаждаться.

3.2.5. Набухание и транспортировка оплодотворенной икры

5.1. Отмытую икру помещают в воду для набухания. При взаимодействии с водой икринка увеличивается в объеме на 10–15%. Одновременно с набуханием формируется зародышевый диск. Оболочка утолщается, становится твердой. Микропиле закрывается, и икра делается неспособной к оплодотворению. Процесс набухания длится около 2 часов, его проводят в затененном прохладном месте. Все перечисленные преобразования происходят как у оплодотворенных, так и у неоплодотворенных икринок.

5.2. Набухание икры можно проводить в емкостях для оплодотворения, контейнерах для транспортировки икры и других емкостях. Если оплодотворение проводится непосредственно на заводе, набухание можно производить в инкубационных аппаратах.

Набухание лучше проводить в проточной воде. Расход воды должен быть таким, чтобы икра не шевелилась, так как в этот период икринки очень чувствительны к механическому воздействию.

Если набухание проходит в непроточной воде, нужно регулярно менять воду. Часть воды из емкости с икрой осторожно выливается, затем в нее доливают порцию свежей воды так, чтобы икра оставалась неподвижной.

5.3. Если в дальнейшем оплодотворенную икру предполагается транспортировать, лучше производить набухание непосредственно в изотермическом контейнере для транспортировки. Предварительно контейнер выстилается изнутри марлей или безузловой делью с мелкой ячеей. Затем в него помещают

ся отмытая оплодотворенная икра. К отверстию для слива с помощью шланга подводится вода, обеспечивая слабый восходящий поток.

5.4. После завершения процесса набухания икра приобретает устойчивость к механическому воздействию и становится возможна ее транспортировка. Для этого икру аккуратно помещают в контейнер для транспортировки, предварительно выстлав его изнутри марлей или безузловой делью. Контейнер наполняют свежей чистой водой и осторожно переливают в него икру из емкостей, в которых проходил процесс набухания. Если набухание сразу проводилось в таком контейнере, из него выливают воду, прикрывают икру концами марли или дели и плотно упаковывают.

5.5. Набухшая икра мало чувствительна к механическому воздействию, но не выносит резких ударов и вибрации. Если в контейнере с икрой остается незанятое пространство, его нужно чем-нибудь заполнить, например поролоном. Упаковку производят очень плотно, икра при перевозке не должна перемещаться внутри контейнера.

5.6. Лучше, если икра будет транспортироваться в изотермических контейнерах, особенно при необходимости доставить ее на дальнее расстояние при высокой температуре воздуха. Хорошо подходят для этой цели контейнеры японского производства SP-65D или российские контейнеры конструкции ЦПАУ. В такие контейнеры помещается до 200–250 тыс. штук лососевой икры. При перевозке контейнеры с икрой нужно закрепить так, чтобы они не сдвигались. Для устранения влияния вибрации контейнеры устанавливают на что-нибудь мягкое.

5.7. Перевозка набухшей икры может продолжаться до 6 часов, позже икра становится очень чувствительной к механическому воздействию (Смирнов, 1963).

3.2.6. Загрузка инкубаторов

6.1. Перед тем как приступить к загрузке икры в инкубатор, его нужно заранее тщательно вымыть и подготовить к эксплуатации: проверить систему водоснабжения, установить необходимые шандоры, сетки и другое необходимое оборудование.

6.2. Если сбор и оплодотворение икры происходят непосредственно на рыбоводном заводе с использованием одного источника водоснабжения, в выравнивании температуры нет необходимости. В других случаях, если разница между температурами икры и воды составляет более 3 °С, такое выравнивание обязательно.

6.3. Привезенные на завод контейнеры с икрой открывают, измеряют температуру икры и при необходимости начинают выравнивать температуру методом душевания. Периодически поливают икру водой через кружку с отверстиями в донной части или из лейки. Когда вся икра окажется в воде, открывают сливное отверстие контейнера и дают воде стечь. Эту операцию проводят, пока разница температур не исчезнет. При существенных отличиях температуры этот процесс может занять более одного часа. Количество приливаемой воды необходимо контролировать, чтобы не подвергнуть икру температурному стрессу, который может привести к ее гибели. Чем больше разница температур, тем более медленным должен быть процесс добавления воды.

6.4. По окончании выравнивания температур производят учет икры. Используют один из трех общераспространенных методов учета: весовой, объемный и счетный. Лучше, если учет будет производиться одним работником и одним и тем же методом. Это значительно снизит погрешность учета.

Весовой метод. Из контейнера или другой емкости с икрой сливается вода, что нужно сделать как можно тщательнее, поскольку даже совсем малое количество оставшейся воды дает большую погрешность. Затем контейнер с икрой взвешивается. После этого икра размещается в инкубационном аппарате и взвешивается пустой контейнер. Оба взвешивания нужно проводить на одних и тех же весах. Разность между весом брутто и тары даст чистый вес икры. Далее берут и взвешивают пробу икры массой не менее 20 г. и просчитывают количество икры. Для точности определения необходимо взять не менее трех проб. Затем рассчитывают среднюю массу одной икринки. После этого делают пересчет на всю массу икры в партии. Достоверность учета возрастает при увеличении количества проб, их массы и точности взвешивания.

Объемный метод. Для учета икры объемным методом используют пластмассовую кружку с продолговатыми отверстиями для стока воды или совок, обтянутый мелкой сеткой. Осторожно набирают полную кружку икры, удаляют излишки (так называемую «горку») пластмассовой или деревянной планкой и просчитывают количество икры в одной кружке. Нужно сделать не менее трех подсчетов. Вычисляют среднее количество икры в одной кружке, и далее этой кружкой партия икры загружается в инкубатор, после чего высчитывают общее количество икры в партии.

Счетный метод. Если инкубация икры проводится на рыбоводных рамках, ее можно учитывать счетным методом. Для этого просчитывают икру не менее чем на 10 рамках и определяют среднее количество икры на одной рамке. Затем просчитывают количество рамок с икрой в данной партии и вычисляют общее количество икры. Чем больше просчитано рамок с икрой, тем выше точность метода.

6.5. Нужно учитывать икру в каждой отдельной партии, а не распространять полученные при учете одной партии данные на всю заложенную на заводе икру. Точность любого метода будет выше, если учетом икры будут заниматься одни и те же люди.

6.6. Перед закладкой икры в инкубаторы также отбирают пробы для определения степени оплодотворения. Анализируется каждая партия. При четко налаженной работе степень оплодотворения должна быть не менее 97–98%. Если процент оплодотворения ниже, нужно выяснить, на каком этапе работ допущены нарушения биотехники, чтобы не повторить их при закладке следующих партий икры.

Для определения степени оплодотворения икру фиксируют на ранних стадиях дробления (лучше на стадии четырех бластомеров, но следует помнить, что темпы эмбриогенеза отличаются в зависимости от температуры воды и вида рыбы). Для фиксации можно использовать 5% раствор формалина, разведенный в солевом растворе (7 г соли на 1 л воды) (Смирнов, 1963). Через несколько часов желток становится твердым, у икринки удаляется наружная оболочка, и зародышевый диск исследуют под микроскопом. Фиксиро-

вать пробы икры можно также в растворе Карноя, который включает в себя три четвертых части 50% этилового спирта и одну четверть уксусной кислоты (Fish..., 1983). Его готовят перед каждой фиксацией. Икру помещают в раствор и через 5 минут исследуют под микроскопом. Зародышевый диск в растворе белеет и становится хорошо виден под оболочкой без ее удаления и окрашивания. У развивающейся икры на зародышевом диске хорошо видны бластомеры. Неоплодотворенная икра их не имеет. Отдельная проба должна состоять не менее чем из 100 икринок. Определив количество икринок без признаков развития, рассчитывают процент оплодотворения.

6.7. Инкубаторы перед размещением икры должны быть предварительно обработаны дезинфицирующим средством и тщательно вымыты. (Ветеринарно-санитарные правила..., 1985). Перед загрузкой в инкубаторы обязательно проводят профилактическую обработку икры, так как в отличие от естественной среды в условиях заводского воспроизводства опасность развития болезней возрастает многократно. А зараженность производителей опасными заболеваниями может быть значительна. Например, практически все производители нерки являются носителями вируса инфекционного некроза гемопоэтической ткани лососевых (IHNV) этого вируса (Alaska..., 1994).

6.8. На рыбоводных заводах Дальнего Востока используются различные типы инкубаторов. Это традиционные инкубаторы дальневосточного типа и желобковые, инкубаторы Аткинса, боксы для инкубации икры тихоокеанских лососей, аппараты вертикального типа. Общим для всех этих инкубаторов признаком является вертикальная подача воды сквозь икру снизу вверх.

6.9. Использование аппаратов дальневосточного типа и желобковых (разновидность первых) предполагает инкубацию икры на рыбоводных рамках (рис. 3.2.7). Икра размещается на рамках в один слой. Но при наличии хороших условий для инкубации можно размещать икру в полтора слоя. Рамки устанавливаются в стопки по 10 штук. Сверху стопка прикрывается пустой рамкой. Во избежание сдвигания стопок и потери икры на верхнюю рамку укладывают груз.

Особое внимание обращают на обеспечение стопок рыбоводных рамок водой. Стопки должны быть установлены таким образом, чтобы поступающая вода проходила через них снизу вверх без возможности образования застойных зон. Стопки устанавливаются поперечными рядами, чтобы они плотно прилегали к краям инкубатора. Всевозможные щели между стопками в ряду, дном и стенками инкубатора должны быть устранены, в противном случае основной поток воды устремится в них, и икра будет испытывать дефицит кислорода.

В последние годы большое распространение на лососевых рыбоводных заводах Дальнего Востока получили инкубаторы Аткинса (рис. 3.2.8). Они представляют собой лотки размером 3500×350×300 мм, разделенные на 4 отсека. На расстоянии 3 см от дна каждого отсека укладывается пластмассовая сетка с продолговатыми отверстиями. Подача воды осуществляется снизу вверх. Вода проходит через донную сетку, оmyвает икру и вытекает в небольшую приемную камеру следующего отсека. Приемная камера имеет донное щелевидное отверстие, сквозь которое вода направляется в следующий отсек и

снова проходит снизу вверх сквозь икру. Задняя стенка каждого отсека выполнена в виде съемной шандоры для удобства обслуживания. Икру в таком инкубаторе можно инкубировать на рыбоводных рамках. В каждый отсек помещается две стопки рамок по 10 штук каждая. В этом случае в одном инкубаторе можно проинкубировать, например, около 160 тыс. шт. крупной икры кеты. Но чаще икру инкубируют насыпью. При таком способе вместимость инкубатора увеличивается более чем вдвое (Методические рекомендации..., 1990; Кобаяси Тэцуо, 1994). В каждый отсек на вытоке устанавливается защитная сеточка, препятствующая выносу икры.

Для обеспечения ступенчатого перелива из одного отсека в другой используют шандоры разной ширины, уменьшающейся от первого отсека к четвертому. Расход воды на один инкубационный аппарат Аткинса составляет 0,5 л/с. При невысокой температуре в период инкубации можно поддерживать расход воды на уровне 0,33 л/с, но следует учитывать тот факт, что к концу инкубационного периода потребность икры в кислороде возрастает. Содержание растворенного кислорода в воде необходимо постоянно контролировать. При значительной разнице значений этого показателя на входе и выходе нужно увеличить расход воды.

6.10. Бокс для инкубации икры тихоокеанских лососей — это увеличенный видеоизмененный отсек инкубатора Аткинса, имеющий размеры 900 (1000)×640×550 мм (рис. 3.2.8). Как правило, такие аппараты устанавливаются на специальную платформу секциями по шесть боксов, расположенными попарно ступеньками один над другим. Вода подается снизу вверх, омывает икру и перетекает из верхнего бокса в нижний. Боксы не имеют съемных шандор, они оборудованы сливным отверстием с пробкой, которое позволяет осушать инкубационный аппарат после завершения инкубации икры. На выходе из каждого бокса закрепляется защитная сетка. В боксе можно проинкубировать 500 тыс. шт. икры кеты, чавычи или 600 тыс. шт. икры нерки, кижуча, горбуши. Расход воды на один ряд боксов (3 шт.) устанавливается в пределах 0,8–1,0 л/с (Кобаяси Тэцуо, 1994).

6.11. Аппарат для инкубации икры вертикального типа представляет собой стопку из восьми поддонов, установленных в наружный каркас, выполненный из алюминия (рис. 3.2.9). В каждом поддоне на дно уложена рамка с ячейей 2×2 мм на некотором расстоянии от дна. Сверху поддон прикрывается рамкой с нержавеющей сеткой с такой же ячейей и снабженной защелкой. Во фронтальной части каждого поддона имеется круглое отверстие для спуска воды, закрываемое резиновой пробкой. Через пробку пропущена нержавеющая проволока, изогнутая и располагающаяся под рамкой с икрой. Вынимая пробку и аккуратно проводя проволокой по дну поддона, удаляют накопившиеся загрязнения. Вода с верхнего поддона попадает на нижний, но в каждом поддоне ток воды через рамку с икрой направляется снизу вверх. Икра укладывается на нижнюю сетку. Верхняя сетка предотвращает вынос икры. При необходимости в таком аппарате можно провести и выдерживание личинок. В этом случае верхняя рамка препятствует доступу личинок к поверхности воды для заглатывания воздуха при подъеме на плав. Личинки содержатся до полного рассасывания желточного мешка, после чего их сразу переводят в бассейн-



Рис. 3.2.9. Аппараты вертикального типа

ны для подращивания молоди и начинают кормление. На одной рамке можно разместить до 10 тыс. шт. икры кеты, кижуча, чавычи, до 12,5 тыс. шт. икры горбуши, до 16 тыс. шт. — икры нерки (Fish..., 1983). Для экономии места в инкубационном цехе такие каркасы с поддонами устанавливаются один над другим в два этажа. Расход воды на 16 поддонов при инкубации составляет 0,5 л/с. Несмотря на то, что такие аппараты вмещают меньшее количество икры, чем аппараты Аткинса и боксы, они незаменимы при использовании для оплодотворения производителей лососей, зараженных опасными заболеваниями. В этом случае на одном поддоне помещается икра одной самки. В процессе инкубации икра на каждой рамке подвергается вирусологическому исследованию, и при обнаружении заболевания икра на данной рамке уничтожается. Это позволяет своевременно выявить болезнь и уберечь остальную икру от заражения.

На рыбоводных заводах Аляски широко применяются инкубаторы вертикального типа NOPAD. Эти аппараты используются не только для инкубации икры, но и для выдерживания личинок. Такие инкубаторы устанавливаются один над другим, что позволяет увеличить производительность и экономит место в инкубационном цехе. В стопке может быть до 5 инкубаторов. В каждом инкубаторе помещается до 200 тыс. шт. икры кеты, кижуча или чавы-

чи, до 250 тыс. шт. икры горбуши и до 350 тыс. шт. икры нерки при условии, что насыщение воды кислородом будет составлять не менее 90%, температура — не более 4,5 °С. Расход воды на одну стопку инкубаторов поддерживается на уровне 1–1,5 л/с. Вода поступает в верхний инкубатор, проходит сквозь икру снизу вверх и через защитную решетку сливается в следующий и так до самого нижнего.

3.2.7. Инкубация икры

7.1. В период инкубации обслуживание икры заключается в постоянном наблюдении за процессом, переборках икры, очистке от ила и профилактических обработках. Необходимо ежедневно проверять расходы воды в каждом инкубаторе, интенсивность заиления, омываемость икры, отслеживать появление мертвых икринок, развитие грибковых заболеваний, т. е. выполнять весь комплекс мероприятий для обеспечения нормального эмбрионального развития. Непрерывный контроль поможет вовремя выявить какие-либо отклонения и предупредить негативное развитие ситуации.

7.2. Оплодотворенная икра чрезвычайно чувствительна к свету. Излишнее освещение может привести к преждевременному выклеву или даже стать причиной гибели икры. Поэтому в период инкубации в инкубационном цехе окна занавешиваются непрозрачными шторами или экранами, электрическое освещение выключается (Инструкция..., 1995 а). Инкубаторы Аткинса и боксы накрываются акриловыми крышками или темной пленкой, не пропускающей свет. Наблюдение за икрой проводят с использованием электрического фонарика.

7.3. Необходимо внимательно следить за тем, на какой стадии развития находится икра. Это позволяет контролировать процесс развития. Для точного определения стадии развития проводятся эмбриологические исследования, а для того, чтобы приблизительно рассчитать, когда наступит та или иная стадия, используется методика, основанная на подсчете количества накопленных градусодней.

Число градусодней — это сумма среднесуточных температур воды от момента оплодотворения до определенной стадии развития рыб. По накопленным градусодням можно заранее предсказать время наступления последующих стадий в процессе развития икры и личинок, что помогает своевременно планировать необходимые рыбоводные мероприятия. Рыбоводное предприятие должно накапливать многолетние данные о сумме градусодней и продолжительности развития икры и личинок, так как эти показатели на каждом рыбоводном заводе будут, пусть и незначительно, отличаться друг от друга, что связано с различием условий прохождения инкубационного периода, особенностями температурного режима и видами рыбы.

7.4. В процессе развития у икры меняется чувствительность к внешним воздействиям. Как уже отмечалось в предыдущем разделе, с момента набухания до начала стадии дробления икра устойчива к внешним воздействиям. В этот период с ней можно совершать различные необходимые действия, в том числе транспортировать, перебирать, раскладывать по рамкам.

Со стадии дробления начинается период повышенной чувствительности к механическим воздействиям и продолжается вплоть до стадии пигментации глаз зародыша (280–300 градусодней). В этот период нельзя производить с икрой операции, связанные с ее перемещением, опасно даже незначительное смещение икры в инкубаторе, это повлечет за собой повышенный отход. Тем не менее в случае сильного заилиения необходимо удалить иловые отложения во избежание образования застойных зон и гибели икры.

7.5. После наступления стадии пигментации глаз чувствительность к механическим воздействиям у икры значительно снижается, и с этого момента необходимо регулярно производить переборку икры для удаления мертвых икринок, которые служат источником распространения различных грибковых заболеваний. Небольшие партии икры перебирают вручную с помощью пинцетов с кольцами на концах. Такими пинцетами можно также аккуратно выбрать погибшие икринки с поверхности икры, инкубируемой насыпью, до наступления стадии пигментации глаз.

Большие партии перебирают с использованием аппаратов для отбора мертвой икры. Мертвая икра становится непрозрачной, на этом основан принцип действия аппаратов для переборки икры. Фотоэлемент пропускает живую прозрачную икру и отсеивает погибшую, потерявшую прозрачность. Для автоматической переборки икру необходимо предварительно подготовить. Икру в инкубационных аппаратах перемешивают, при этом удаляют загрязнение и разбивают комки, образовавшиеся вокруг погибших икринок. После этого с помощью сифона перекачивают икру в емкость для промывки икры. Расстояние от конца шланга, используемого в качестве сифона, до поверхности воды в емкости должно составлять не менее 20–30 см. При ударе икринок о поверхность воды желточная оболочка неразвивающейся мертвой икры прорывается, икринка становится белой и хорошо заметной. После этого икру помещают обратно в инкубатор. На следующий день, когда вся мертвая икра окончательно побелеет, производят автоматическую переборку. Хорошо настроенный сортировочный аппарат заметно облегчает процесс выборки отхода, но отдельные мертвые икринки все-таки попадают в емкости с живой икрой, и их необходимо удалить вручную. Икру с повышенным отходом иногда приходится пропускать через аппарат для сортировки дважды.

7.6. Заилиение икры во время инкубации представляет серьезную проблему, так как ухудшается снабжение икры кислородом, что может приводить к нарушениям в развитии и к массовой гибели икры. Требуется регулярно проверять состояние икры и по мере необходимости очищать ее от накопившегося ила. При сильном загрязнении процесс очистки необходимо осуществлять даже на самых чувствительных к механическим воздействиям стадиях развития икры.

Для очистки от ила стопки с рыбоводными рамками чрезвычайно аккуратно вынимают из воды и проводят душевание икры с помощью кружки с отверстиями в донной части или лейки. В аппаратах Аткинса икру крайне осторожно взрыхляют рукой или специальной лопаточкой, опуская ее до донной сетки и немного сдвигая икру в горизонтальном направлении, начиная с последне-

го отсека аппарата. Затем приподнимают шандору примерно на 1 см от дна инкубатора и спускают воду. После этого оставляют шандору в приподнятом состоянии и проделывают то же самое с предпоследним отсеком. По окончании промывки шандоры опускаются, и инкубатор наполняется водой. В случае необходимости такую операцию повторяют несколько раз.

В боксах после осторожного разрыхления икры тем же способом вынимают донную пробку и выпускают воду. Смену воды подобным образом также можно проводить несколько раз. В результате слипшаяся под воздействием заиливания икра распадается на отдельные икринки, восстанавливается нормальный водообмен и снабжение икры кислородом. Верхний слой ила над икрой в этих аппаратах можно осторожно удалять, используя в качестве сифона тонкий шланг. Иловые загрязнения в вертикальных аппаратах удаляют, вынимая резиновую пробку во фронтальной части поддона и выпуская воду.

7.7. При сильном расходе воды или неравномерном распределении потока в отсеке с икрой возникает явление «бурления» икры. Часть икры находится как бы в кипящем слое, что может быть связано с чрезмерным расходом воды либо с заиливанием и слеживанием икры в отсеке. Это очень опасно на чувствительной стадии эмбриогенеза. Нужно незамедлительно уменьшить водоподачу в данный аппарат или произвести очистку икры от ила.

7.8. При инкубации в аппаратах могут образовываться скопления газов, особенно если вода подогревается или закачивается насосами. Газовые пузыри, выходящие к поверхности сквозь слой икры, на чувствительной стадии вызывают повышенный отход в местах выхода. Чтобы предотвратить это явление, нужно периодически приподнимать край донной сетки, на которой уложена икра. При этом пузыри газа выходят через приемную камеру отсека без воздействия на икру.

7.9. В период инкубации проводят регулярные профилактические обработки икры против грибковых заболеваний. Обработка проводится не реже одного раза в десять дней, но в зависимости от ситуации частота обработок может быть увеличена.

3.2.8. Выклев и выдерживание личинок

8.1. Перед выклевом икру из инкубаторов выносят в бассейны для выдерживания личинок. Бассейны и используемый в них субстрат предварительно должны пройти профилактическую обработку.

8.2. Личинки тихоокеанских лососей обладают положительным реотаксисом. Они всегда стремятся держаться и плыть против течения. В естественных условиях такая особенность препятствует их вымыванию из галечного грунта. В искусственных условиях положительный реотаксис заставляет личинок двигаться и концентрироваться на входе воды в бассейны, что приводит к повышенной смертности. Плотные скопления личинок необходимо рассеивать, для этого применяются специальные лопаточки из мягких материалов. Но этот процесс весьма трудоемкий и личинки при этом часто травмируются. Чтобы избежать этого, в бассейны укладывают специальные субстраты, которые препят-

ствуют скоплению личинок путем равномерного распределения потока воды и создают множество небольших зон с благоприятными для них условиями.

8.3. В последнее время в качестве искусственного субстрата широко применяется трубчатый и сотовый субстраты. Но нередко используется и галечный.

8.4. Трубчатый субстрат изготавливается из пластика серого или черного цвета и представляет собой трубку наружным диаметром 28 мм с большим числом отверстий по всей длине (рис. 3.2.10). Отверстия имеют квадратную форму со стороной 8 мм. Они рассчитаны таким образом, чтобы личинки могли сквозь них проходить во время выклева. Отдельные трубки субстрата могут быть соединены между собой в маты, что облегчает их укладку и выемку из бассейнов. Трубчатый субстрат укладывается поперек бассейна. В противном случае личинки, двигаясь навстречу течению по трубкам, будут в большом количестве скапливаться на входе воды.

8.5. Сотовый субстрат представляет собой маты из тонкого прозрачно-го пластика толщиной 50 мм с ячеистой структурой. В бассейнах такие маты

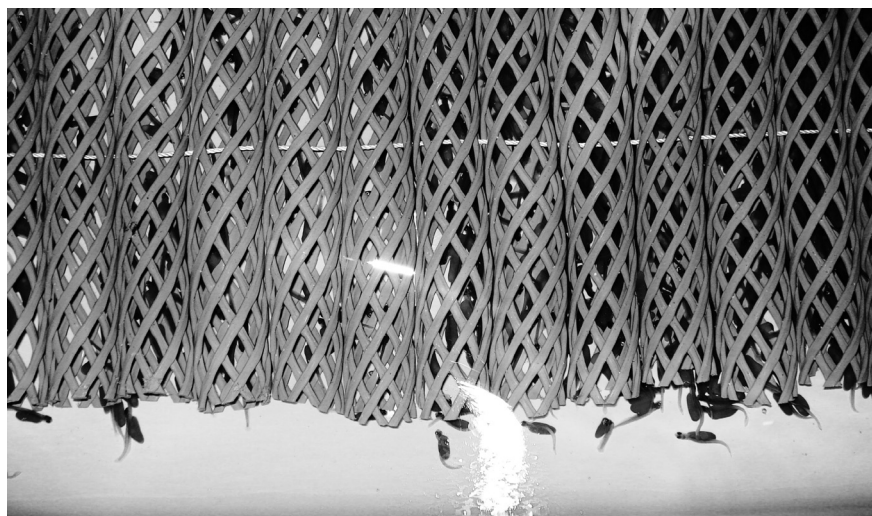


Рис. 3.2.10. Трубчатый субстрат и выдерживание личинок с использованием трубчатого субстрата

укладываются вплотную друг к другу. Сверху сотового субстрата размещаются металлические жалюзи, которые направляют ток воды в ячейки сот, где развиваются личинки.

8.6. Икру, перемещенную из инкубаторов, в бассейнах раскладывают поверх субстрата на специальные поддоны размером 1650x500x40 мм с отверстиями прямоугольной формы, которые после выклева обеспечивают свободный уход личинок в субстрат. Икру на поддонах распределяют равномерно в один слой. Уровень воды устанавливают так, чтобы над поддоном с икрой слой воды не превышал 2 см.

8.7. Расход воды устанавливается таким образом, чтобы личинки в достаточном количестве снабжались кислородом, но при этом оставались в покое и не сносились течением. Необходимый расход воды зависит от типа и объема бассейна, температуры воды и вида рыбы и колеблется в пределах 0,8–2 л/с. При этом содержание растворенного в воде кислорода на вытоке из бассейна не должно опускаться ниже 7 мг/л (Fish..., 1983).

8.8. После завершения выклева личинок поддоны вынимаются из бассейнов и учитывается отход икры. Использованные поддоны необходимо вымыть и продезинфицировать.

8.9. Личинки тихоокеанских лососей очень чувствительны к воздействию освещения, необходимо исключить попадание прямого солнечного и электрического света на личинок. Окна в цеху занавешивают, бассейны укрывают непрозрачной пленкой.

Защитные сетки бассейнов ежедневно очищают от загрязнения, но работать в бассейнах с личинками необходимо чрезвычайно аккуратно, они очень уязвимы. Даже незначительное смещение субстрата может повлечь гибель находящихся в нем личинок, поэтому во время выдерживания личинок даже касаться субстрата недопустимо.

3.2.9. Подращивание молоди

9.1. К моменту рассасывания желточного мешка, перед переходом на внешнее питание личинки становятся на плав. Они поднимаются к поверхности воды, чтобы заполнить плавательный пузырь воздухом (делают так называемые «свечки»).

9.2. Подъем личинок на плав проводят в бассейнах для подращивания молоди. Чтобы стимулировать подъем личинок на плав, необходимо увеличить освещенность. Для этого убирают шторы на окнах помещения, где установлены бассейны, снимают светонепроницаемые пленки и щиты с бассейнов, дополнительно в дневное время включают искусственное освещение. При этом суточный ритм сохраняется, в ночное время освещение выключают. На рыбоводных заводах, где имеется возможность регуляции температуры воды, держат температуры не ниже 4 °С (Инструкция..., 1995 б). При меньшей температуре молодь хуже питается, переход на экзогенное питание затягивается, что приводит к ослаблению рыбы и может спровоцировать развитие различных заболеваний.

9.3. Субстрат из бассейнов начинают удалять, когда не менее 50% молоди встало на плав. Это следует делать крайне осторожно, чтобы не поранить

оставшихся личинок. Недопустимо освобождать рыбу из трубчатого субстрата, трясая субстратом в воздухе или ударяя элементами друг о друга и о края бассейна. Нужно осторожными движениями, не вынимая трубчатый субстрат из воды, промыть его до полного удаления живой молоди. Чтобы обеспечить не вставшим на плав личинкам более комфортные условия, часть субстрата можно оставить в бассейне на участке перед втоком воды.

9.4. Сразу после выемки субстрата убирают и учитывают мертвых личинок. Бассейны очищают от загрязнений, накопившихся за время выдерживания личинок. Проверяют правильность установки предохранительных сеток на вытоке воды.

9.5. Вставшую на плав молодь необходимо начинать подкармливать. Раннее внесение корма способствует лучшему привыканию к внешнему питанию, но делать это нужно небольшими дозами, чтобы неусвоенный корм не приводил к загрязнению и ухудшению условий содержания рыбы, поскольку произвести чистку бассейна, когда часть молоди еще лежит на дне, крайне затруднительно.

9.6. После подъема молоди на плав и с началом интенсивного кормления производить чистку бассейнов следует ежедневно. Чистку лучше производить утром. Особое внимание надо уделять очистке защитной сетки, устанавливаемой на вытоке воды из бассейна. Если эта сетка забивается грязью, уровень воды в бассейне повышается и возможен уход молоди поверх сетки. Контроль за состоянием сеток и очистка их производятся постоянно в течение суток.

9.7. Повышенное загрязнение свидетельствует о чрезмерном внесении корма или о плохом качестве поступающей воды. В любом случае следует принять меры, обеспечивающие нормальное водоснабжение и кормление.

9.8. Кормят рыбу в светлое время суток. В начальный период не нужно стремиться сразу скармливать рекомендуемую суточную норму, корм вносят



Рис. 3.2.11. Пластиковые бассейны с круговым током воды, применяемые для подращивания молоди тихоокеанских лососей

небольшими порциями, но часто. Это помогает быстро приучить молодь к внешнему питанию и избежать нежелательного загрязнения выростных емкостей. Важно сделать корм доступным для большинства молоди. Разбрасывают корм вручную по всей площади бассейна.

9.9. После того как рыба приучается потреблять искусственный корм, суточную норму увеличивают в зависимости от рекомендаций изготовителя, температуры воды, вида и массы молоди, показателей темпа роста. Суточную норму корма корректируют еженедельно. По мере роста молоди частоту кормления уменьшают. Общий принцип: чем крупнее рыба, тем реже ее кормят. Если в начальный период вносить корм нужно каждые полчаса, а то и через двадцать минут, то при достижении навески около 1 г достаточно проводить кормления один раз в час.

В пределах одной выростной емкости молодь тихоокеанских лососей вступает между собой в конкурентные отношения. Более крупные экземпляры перехватывают корм у мелких, которые начинают еще более отставать в росте, что приводит к увеличению отхода за счет развития различных заболеваний у ослабленных рыб. Применение автокормораздатчиков с регулируемой частотой кормления и дозатором, особенно в сочетании с ручным кормлением (рис. 3.2.12), позволяет в значительной мере уравнивать возможности потребления корма для разновозрастной молоди.

Осуществляя кормление рыбы, необходимо внимательно следить за поедаемостью корма. Вносимый корм должен съедаться в краткий промежуток времени. Если рыба плохо ест, не нужно стремиться к обязательному скармливанию расчетной суточной нормы. Возможно, молодь плохо питается из-за погодных условий или недостаточно благоприятных условий содержания, кроме того, это может свидетельствовать о начале болезни. Но в любом случае нужно как можно быстрее выявить причину такого явления.



Рис. 3.2.12. Ручное кормление молоди в сочетании с применением автокормораздатчиков

Режим кормления подбирают таким образом, чтобы обеспечить хороший прирост и не допустить оседания корма на дно бассейна, что увеличит эксплуатационные затраты за счет большего расхода кормов и ухудшит условия содержания молоди. Не нужно надеяться, что весь упавший на дно корм впоследствии будет съеден рыбами. Хотя частично она и может взять корм со дна, но более естественно для нее хватать частицы корма с поверхности и в толще воды. К тому же корм, даже непродолжительное время полежавший в воде, во многом теряет свою пищевую ценность за счет вымывания питательных веществ.

9.10. По мере роста рыбы размер кормовых частиц необходимо увеличивать. Этому нужно уделить особое внимание. Подростая молодь будет плохо потреблять мелкий корм, возрастут потери. К тому же результату приведет и преждевременное внесение более крупного корма, так как мелкая рыба не сможет проглотить его.

9.11. Одним из показателей, свидетельствующих об эффективности кормления, является кормовой коэффициент, который рассчитывают ежедекадно. Кормовой коэффициент — это количество килограммов корма, затраченного на прирост одного килограмма биомассы рыбы. При расчете учитывается именно затраченный корм, а не съеденный. В это понятие включаются потери корма в результате некачественной работы обслуживающего персонала, из-за вымывания, наличия пылевидных фракций, по большей части не съедаемых рыбой.

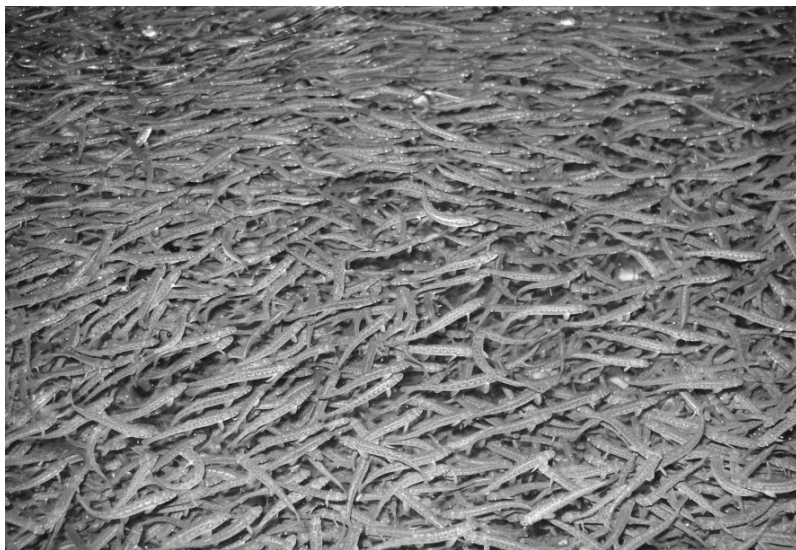


Рис. 3.2.13. Молодь кеты в бассейне во время подращивания

9.12. Очень важным показателем, который говорит о качестве выращиваемой рыбы, является коэффициент упитанности. Он определяется как отношение массы рыбы к длине ее тела. Для оценки качества молоди тихоокеанских

лососей, выращиваемой на рыбоводных заводах, используется коэффициент упитанности, рассчитываемый по формуле Фультона:

$$Kф = 100 P/L^3,$$

где P — масса рыбы в г; L — длина тела по Смиту в см.

Нормальные значения коэффициента упитанности зависят от вида рыб и стадии их развития. Косвенно по значению коэффициента упитанности можно судить, как рыба растет, правильно ли организован процесс кормления и насколько условия содержания молоди соответствуют ее потребностям. Значительные отклонения в большую или меньшую сторону — это сигнал о том, что где-то допущена ошибка.

Коэффициент упитанности рассчитывается ежедекадно. Одновременно производят вскрытие молоди, тщательно исследуют состояние внутренних органов, обращают внимание на наличие жировых отложений, степень заполнения желудка и кишечника и др. Это помогает корректировать процесс подращивания.

9.13. Такие важные показатели, как температура и количество растворенного в воде кислорода, необходимо контролировать постоянно. Температуру требуется фиксировать ежедневно 3–4 раза в сутки. По многолетним записям хода температуры впоследствии можно легко рассчитать время наступления стадии пигментации глаз, выклева, подъема на плав личинок, что очень важно для принятия оперативных решений в процессе рыборазведения.

Количество растворенного в воде кислорода измеряется не реже одного раза в десять дней, лучше чаще. В случае повышенной плотности посадки рыбы, при сезонных изменениях параметров технологической воды и др. замеры кислорода делают чаще. Содержание растворенного в воде кислорода определяется на втоке и на вытоке. Измерения на втоке производятся как можно ближе к точке подачи воды, например в распределительном танке. На вытоке — ближе к сливу. На втоке насыщение воды кислородом должно составлять не менее 90%, а количество растворенного кислорода на вытоке — не менее 7 мг/л.

По мере увеличения средней массы молоди потребление кислорода будет возрастать, что легко определить по разности показателей кислорода на втоке и вытоке. В этом случае необходимо повысить расход воды в емкости или уменьшить плотность посадки. При подращивании молоди допускаются кратковременные понижения концентрации растворенного кислорода до 5 мг/л (например, при кормлении, когда активность молоди увеличивается). При этом следует помнить, что длительные либо частые снижения кислородного показателя могут вызвать у рыбы стресс. Показатель кислотности рН нужно определять ежедекадно. Более полный химический анализ воды делается в сертифицированных лабораториях один раз в квартал.

9.14. Нужно постоянно наблюдать за поведением рыбы. Это поможет принимать правильные решения в критических ситуациях, своевременно реагировать на возникающие проблемы, предупреждать развитие негативных явлений.

3.2.10. Выпуск молоди

10.1. Выпуск молоди лососей в естественные водоемы завершает рыбоводный процесс, и от правильной его организации во многом зависит эффективность работы ЛРЗ и характер экологических взаимоотношений с молодью диких лососей в базовой реке.

• *Существующие инструкции, описывая биотехнику разведения лососей, завершающий этап рыбоводного процесса — выпуск — обычно детально не рассматривают. Организуя выпуск молоди, следует помнить, что рыбоводный завод является неотъемлемым элементом речной экосистемы, и поэтому работу с молодью лососей, требующей определенных условий существования, нельзя разрывать на отдельные, не связанные между собой этапы — до и после выпуска с завода.*

10.2. Важнейшим моментом является правильное определение сроков выпуска заводской молоди, при этом следует учитывать состояние заводской молоди и меняющиеся условия в приемной реке, т.е. внутренние и внешние факторы:

- продолжительность пресноводного периода жизни;
- физиологическое состояние молоди в части готовности к покатной миграции (смолты или пестрятки);
- размер молоди (мелкие сеголетки с только что рассосавшимся желточным мешком или крупная, подрошенная молодь);
- температура и уровень воды в приемной реке;
- развитие кормовой базы молоди лососевых рыб;
- сроки покатной миграции дикой молоди.

Оптимальные сроки выпуска ежегодно уточняются в соответствии с программой мониторинга (см. раздел 3.4.2; 3.4.3; 3.4.4).

10.3. Различия в продолжительности пресноводного периода жизни молоди, свойственные разным видам, в значительной мере определяют особенности выпуска.

• *Виды с коротким пресноводным периодом, горбуша и кета, скатываются в первый год жизни, у горбуши покатная миграция начинается сразу после выхода молоди из нерестовых бугров, молодь кеты может задерживаться в пресной воде до 3–4 месяцев. Выпуск заводской молоди этих видов может происходить сразу, как только в базовой реке складываются благоприятные условия или после непродолжительного подкармливания, что способствует увеличению коэффициентов возврата. Основными критериями для определения сроков выпуска молоди этих видов является гидрологическая обстановка и пищевая обеспеченность в приемной реке, эстуарии и морском побережье.*

• *У видов с длительным пресноводным периодом, таких как нерка, чавыча, кижуч и сима, продолжительность пресноводного периода может длиться несколько лет, пока молодь не достигнет физиологического состояния, которое позволяет пройти процесс смолтификации и скатиться в море. Для этих видов требуется проводить мониторинг готовности к покатной миграции (см. раздел 3.4.3). У заводской молоди, выпущенной в естественные водоемы на стадии*

пестрятки, т. е. не готовой к смолтификации, после выпуска с завода может не наступить покатная миграция. В таком случае, она не скатывается в море, а остается в реке на год и более. Это крайне нежелательно, так как, с одной стороны, за счет значительной ее гибели в речной период снижается возврат заводских лососей, а с другой — обостряется конкуренция с молодью диких лососей. Точные знания о соотношении смолтов и пестряток на заводе позволяют дать прогноз доли заводских рыб, способных остаться в реке на один и более лет.

- Следует стремиться к тому, чтобы заводская молодь выпускалась на стадии смолта готовой к скату и сразу после выпуска начинала покатную миграцию. Для этого массовая смолтификация молоди на заводе должна совпасть с повышением температуры воды в приемной реке и весенним увеличением численности кормовых организмов. К этому времени нужно обеспечить плановую навеску молоди. Этого можно достичь регулированием температуры технологической воды. На холодноводных заводах, где нет возможности повышать температуру воды, получить смолтов можно, выращивая рыбу в течение двух лет.

10.4. Учет обстановки в приемной реке необходим при выпуске заводской молоди всех видов:

- выпускать молодь в водоем нельзя, если температура воды в нем слишком низкая или слишком высокая для этого вида. Температурный перепад не должен составлять более 2–3 °С. Перед выпуском молоди в естественную среду обитания необходимо постепенно приближать температуру воды на заводе к температуре воды в водоеме выпуска;

- нельзя выпускать молодь под лед, в период половодья и при температуре воды выше 15 °С;

- более точно момент выпуска можно определить, исследуя кормовую базу водоема. При стабильном увеличении численности кормовых объектов, доступных молоди, начинают выпуск.

- Кроме того, о времени начала выпуска можно судить по скату дикой молоди, при этом по возможности следует избегать крупных залповых выпусков в дни пика ската дикой молоди, поскольку это может резко обострять конкуренцию между заводской и дикой молодью за укрытия и питание.

10.5. Не позднее чем за две недели до выпуска, нужно провести в специализированной ихтиопатологической лаборатории анализ молоди на носительство заболеваний и получить ветеринарное заключение об отсутствии болезнетворного начала.

- Если в результате анализа выяснится, что рыба больна, выпуск откладывают, проводят необходимые лечебные мероприятия. Без положительного заключения ветлаборатории выпускать молодь в естественный водоем запрещается.

10.6. Если в водоеме наблюдается скопление хищников, перед выпуском производят их отлов. Большой урон только что выпущенной молоди могут нанести птицы. В случае их большого скопления производят отпугивание рыбоядных птиц.

- *Не следует проводить мелиоративный отлов диких хищных рыб, если среди них преобладает молодь диких тихоокеанских лососей и краснокнижных видов рыб, или использовать орудия лова с крупной ячеей. При попадании в орудия лова молоди диких тихоокеанских лососей и краснокнижных видов их надо осторожно и как можно быстрее отпускать обратно в реку; при этом разбор улова осуществляется без изымания орудия лова из воды.*

10.7. Выпуск заводской молоди может быть единовременным или рассредоточенным, небольшими партиями, и должен соответствовать приемной емкости прилегающего к заводу участка реки. Выбор характера выпуска зависит от многих факторов и их соотношения в базовой реке и непосредственно в месте выпуска: количества хищников, численности дикой молоди, состояния кормовой базы, водности реки и др. Решение принимается в зависимости от местных условий, после оценки реальной ситуации в месте выпуска и в базовой реке. Желательно, чтобы были устранены всевозможные препятствия на пути молоди (завалы, заторы и т. п.), особенно если выпуск осуществляется в небольшие ручьи и протоки.

- *Для смолтов предпочтительнее залповые выпуски, это стимулирует пократную миграцию, а в случае, если по каким-то причинам завод вынужден выпускать пестряток, — рассредоточенный выпуск. В таких случаях лучше, если пестрятки уходят с завода постепенно, малыми партиями, что способствует их рассредоточению по бассейну и уменьшению конкуренции между собой и с дикими лососями. Последующие выпуски и их частота планируются с учетом скорости откочевки молоди из района завода (см. раздел 3.4.4). Следует добиваться естественного рассредоточения молоди в реке и ее спокойной откочевки из мест выпуска. Заводскую молодь лучше выпускать в сумерки и ночью, так как в это время у молоди, в том числе и у дикой, наивысшая миграционная активность.*

10.8. Одним из экономически выгодных способов повышения эффективности деятельности лососевых рыбоводных заводов является организация выпуска заводской молоди в адаптационные водоемы, отвечающие по своему гидролого-гидрохимическому режиму биологическим потребностям молоди лососей.

- *Адаптационный водоем является для выпущенной молоди переходной зоной между условиями на заводе и условиями в реке. Свободный выход молоди из адаптационного водоема в реку делает выпуск заводской молоди растянутым во времени, в реку рассредоточено уходят уже готовые к скату особи и сразу начинают пократную миграцию, что очень важно для снижения негативного воздействия на молодь диких лососей, обитающей в реке.*

Адаптационный водоем — это слабопроточный водоем, открыто соединенный с рекой, что обеспечивает молоди не принудительный (как это обычно происходит на заводах), а естественный скат в реку. В идеальном варианте адаптационный водоем может представлять собой искусственное или естественное русло, состоящее из нескольких чередующихся озеровидных плесовых расширений с глубиной до 1–1,5 м, слабым течением и искусственными укрытиями. Длина адаптационного водоема, количество плесовых расшире-

ний, их глубина, скорость течения на перекатах зависят от количества выпускаемой молоди, ее размеров и скорости миграции вниз по течению. Водность и проточность адаптационного водоема может поддерживаться за счет воды, сбрасываемой с завода и поступающей из реки.

В адаптационные водоемы молодь выпускают непосредственно из заводских бассейнов, в них молодь привыкает к естественной смене дня и ночи и учится искать и поедать различные кормовые объекты естественного происхождения. В этой связи не следует подкармливать молодь искусственными кормами. В таких прудах адаптация молоди происходит в более благоприятном режиме по сравнению с рекой, что положительно сказывается на ее выживаемости.

При планировании строительства адаптационного пруда следует избегать высоких скоростей течения, чтобы молодь не утомлялась, борясь с течением, но в то же время привыкала к условиям обитания в реке. Плотность скоплений заводской молоди в адаптационных прудах зависит от состояния молоди (вес, степень серебрения, упитанность и т. п.), температуры воды и содержания в ней кислорода, от течения, глубины и расхода воды. Разовый выпуск, осуществляемый в ночное время, должен соответствовать приемной емкости адаптационного водоема и прилегающего к заводу участка реки. Последующие выпуски и их частота планируются с учетом скорости откочевки молоди из адаптационного пруда. График выпуска (объем одной партии выпуска, интервал между выпусками отдельных партий) должен не допускать больших скоплений молоди в адаптационном пруде.

10.9. Во время и после окончания выпуска производят комплекс работ в соответствии с программой мониторинга (см. раздел 3.3.4): фиксируют, где и в каком количестве образуются скопления молоди, нет ли погибших мальков, наблюдают за колебаниями уровня и скорости течения воды, за тем, как изменяется ее прозрачность, отмечают другие особенности. В дальнейшем такие наблюдения помогут устранить ошибки, правильно организовать выпуск.

- *Программа мониторинга также должна распространяться и на дикую молодь лососей в базовой реке.*
- *Необходимо стремиться, чтобы вся выпускаемая с завода молодь была помечена соответствующими видами меток (см. раздел 3.3).*

3.3. Мечение молоди

Мечение выпускаемой с ЛРЗ молоди лососевых рыб выполняется для оценки доли заводских рыб в общих подходах к нерестовой реке, промышленных уловах и заводских возвратах и в целях определения на основании этих сведений эффективности ЛРЗ.

Широкое применение мечения молоди лососей обусловливается относительной простотой интерпретации получаемых результатов.

Понятно, что идеальная метка должна быть хорошо заметной, сохраняться в течение всей жизни лососей, не травмировать рыбу и не препятствовать ее жизнедеятельности. Сам процесс мечения должен быть несложным, что необходимо при проведении работ по массовому мечению.

Существуют различные типы меток: обрезание плавников, окрашивание, клеймение, разнообразные навесные, внутренние и кодированные метки.

Мечение может быть индивидуальным и групповым. Для молоди тихоокеанских лососей рекомендуется два вида мечения:

— удаление жирового плавника. Этот способ мечения наиболее простой, но при этом слишком трудоемкий и занимающий много времени. Отрезание других плавников, полное или частичное, недопустимо, так как влияет на плавательную способность рыб и их выживаемость;

— термическое маркирование отолитов. Этот метод позволяет формировать компактные информативные метки, по которым можно не только идентифицировать рыб заводского происхождения, но и определять год их выпуска и принадлежность к заводу.

Оба предлагаемых метода имеют свои преимущества и недостатки: первый сочетает в себе трудность индивидуального мечения с простотой массового просмотра рыб в уловах при поиске метки, а второй — легкость группового мечения молоди с трудностью индивидуального поиска метки у каждой особи. Большим преимуществом мечения отолитов является стопроцентный охват материала и возможность учета метки на протяжении всей жизни рыбы. Недостатком можно считать отсутствие внешних признаков метки, что заставляет отбирать и обрабатывать большое количество отолитов.

В Северной Америке имеются программы управления ЛРЗ, предусматривающие оба типа мечения — нанесение на отолит термической метки и удаление жирового плавника, что позволяет легко выявлять в уловах заводских рыб с отолитной меткой. Отсутствие плавника позволяет прижизненно сортировать улов, отделять заводских рыб от диких, чтобы иметь возможность выпустить диких особей на свободу, а заводских использовать в рыбоводном процессе. При этом отолитные метки дают возможность определять год выпуска данной рыбы.

Однако следует иметь в виду, что мечение мальков тихоокеанских лососей через отрезание жирового плавника имеет, помимо материально-технических, еще и биологические ограничения:

— малый размер мальков с высоким уровнем травмирования (горбуша и кета, сеголетки других видов);

— легко опадающая чешуя (серебрянки кижуча, чавычи, нерки), утрата которой с части поверхности тела может снижать жизнестойкость молоди;

— возможность регенерации удаленных частей плавника;

— наличие в природе рыб, имеющих естественные дефекты жирового плавника, которых легко спутать с мечеными рыбами.

Благодаря отолитным меткам меченую рыбу, где бы она ни была поймана, всегда можно идентифицировать и узнать, когда и где она выпущена. Для этого необходимо извлечь из ее головы отолиты. Их приклеивают к предметному стеклу, шлифуют, под микроскопом считывают метку и определяют, откуда и когда была выпущена данная особь. Полученную информацию используют для оценки эффективности работы рыбоводного предприятия, изучения путей миграций лососей и в других целях.

3.3.1. Мечение обрезанием плавников

Существует несколько массовых способов мечения молоди тихоокеанских лососей, но самый старый из них — обрезание плавников. Обрезать можно

любой плавник за исключением хвостового, но следует иметь в виду, что потеря любого из них снижает процент выживаемости. Для получения расширенной информации обрезают несколько плавников, но количество комбинаций, возникающих при сочетании различных обрезанных плавников, невелико — всего 28. Обрезание плавников — очень трудоемкая операция, особенно если пометить нужно молодь небольшого размера. Чтобы облегчить ее, применяют различные анестезирующие вещества, например, наиболее широко употребляемый MS-222 (трикаин метансульфонат).

Наименьшее негативное влияние на молодь оказывает удаление жирового плавника. Вторым по степени наименьшего влияния на рыбу является удаление одного из брюшных плавников. Обрезать его нужно как можно ближе к основанию, в противном случае он может отрасти заново.

При больших объемах выпуска молоди пометить каждую особь не представляется возможным, поэтому производят обрезание плавников только у части рыб, но при этом важно знать точно, какая часть рыбы помечена. В случае, если плавники были обрезаны у 25% выпущенной молоди, то при учете вернувшихся производителей число пойманных особей с обрезанными плавниками умножают на четыре.

Обрезание проводят непосредственно перед выпуском. Плавники удаляют острыми ножницами, стараясь причинить рыбе как можно меньше вреда. Молодь с ампутированными плавниками пересаживают в отдельную емкость, чтобы проследить за ее самочувствием и учесть отход, неизбежно возникающий после этой операции. После нормализации поведения молоди производят ее выпуск.

Важно понимать, что метод мечения, основанный на обрезании плавников, оказывает негативное влияние на состояние рыб, затрудняет их существование. Потеря любого из плавников, кроме жирового, снижает выживаемость молоди. В настоящее время мечение путем обрезания плавников на рыбоводных заводах Дальнего Востока в промышленных масштабах не применяется.

3.3.2. Проволочные метки

На лососевых заводах США обрезание жировых плавников используют как дополнительный маркер при мечении проволочными метками. Его применяют для мечения молоди чавычи, кижуча и других видов.

Метки вбиваются в носовой хрящ каждой особи специальной машинкой. На метке бинарным кодом нанесена информация, когда и с какого завода выпущена рыба. Обычная стандартная метка имеет в длину всего 1 мм. Для молоди менее 1 г применяют укороченные метки по 0,5 мм.

Каждой помеченной таким образом рыбе обрезают жировой плавник с применением анестетика.

При вылове возвращающихся лососей у экземпляров без жировых плавников отрезают головы и отправляют их в лабораторию мечения. К каждой голове прилагают ярлык с данными о том, где, когда и какими орудиями лова выловлена рыба, каковы ее вид, пол, длина и масса.

Специалисты лаборатории с помощью особого магнитного устройства находят метку, считывают с нее информацию и рассылают полученные результаты на ЛРЗ. С помощью проволочных меток можно получить гораздо большее число комбинаций, поскольку они несут больше информации.

3.3.3. Термомаркирование отолигов

Все страны, входящие в Северо-Тихоокеанскую комиссию по анадромным рыбам — NPAFC (рис. 3.3.1), осуществляют мечение молоди лососей заводского воспроизводства путем внесения метки в микроструктуру отолигов — маркирование (табл. 3.3.1). В каждой стране ежегодно разрабатывается план маркирования, который затем рассылается для ознакомления координаторам по маркированию из пяти стран (США, Канада, Япония, Россия, Корея). В случае дублирования меток (использования одинаковых меток на различных рыбодонных предприятиях) координаторы договариваются об изменениях, которые производит одна из конфликтующих сторон. Окончательные варианты планов, представленные на заседании рабочей группы NPAFC по маркированию лососей, предполагают маркирование лососей всех ЛРЗ уникальными метками, за исключением тех случаев, когда стороны считают, что использование идентичных меток не повлечет за собой ошибок при идентификации маркированных рыб.

Маркирование является наиболее эффективным из способов мечения рыб, так как позволяет формировать в микроструктуре их отолигов компактные информативные метки (по типу штрих-кода), сохраняющиеся на протяжении всего жизненного цикла рыбы и позволяющие идентифицировать рыб по их происхождению (Volk et al., 1987; Munk, Geiger, 1998; Акиничева и др., 1999). Немаловажным фактором эффективности является возможность одновременного маркирования значительных количеств особей, вплоть до всей рыбодонной продукции ЛРЗ.

Существуют два способа маркирования отолигов — термический (Munk et al., 1993; Munk, Geiger, 1998) и сухой (Сафроненков и др., 1999; Акиничева et al., 1998).

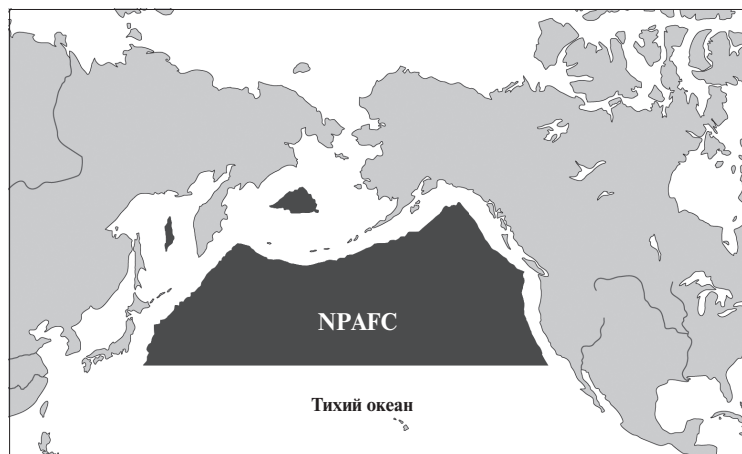


Рис. 3.3.1. Зона ответственности Северо-Тихоокеанской комиссии по анадромным рыбам (NPAFC), по данным <http://www.npafc.org/new/enforcement.html>

Таблица 3.3.1. Выпуск меченой молоди лососей, тыс. шт.
(информация NPAFC, 2009)

Страна	нерка	горбуша	кета	кижуч	чавыча	Все виды
Канада	3000,0		35000,0		25000,0	63000,0
Япония	139,0	25020,0	172862,0			200716,5
Корея	0		1200,0			1200,0
Россия	9895,3	104722,4	94299,0	2199,7	784,0	211900,5
США	57000,	700000,0	591000,0	4000,0	8000,0	1360000,0
Всего	70034,3	829742,4	894361,0	6199,7	33784,0	1836817,0

В России используют оба способа, при этом термический способ, изначально разработанный в США, применяют в адаптированном виде, с учетом конструктивных особенностей российских ЛРЗ. Сухой способ разработан в МагаданНИРО как альтернатива термическому способу, который не всегда применим на российских ЛРЗ, так как предполагает наличие на ЛРЗ технической возможности изменения температуры воды как минимум на 3 °С. Такая возможность не предусмотрена в конструкции подавляющего большинства ЛРЗ в России.

Вместе с тем сухой способ маркирования разработан для магаданских ЛРЗ с учетом особенностей их конструкции — использованием воды глубоководных скважин, отличающейся стабильной температурой.

Нанесение метки заданного рисунка основано на формировании ежесуточных приростов в микроструктуре отолитов. В ответ на резкие изменения некоторых факторов окружающей среды происходит изменение нормы ежесуточного наложения арагонита кальция в отолите. В результате в микроструктуре отолитов остается след в виде двойной (черно-белой) полосы, которая сохраняется в течение всей жизни. Если действие такого фактора носит периодический характер, то эта периодичность проявляется на отолите в чередовании темных и светлых полос. Данное обстоятельство обуславливает возможность искусственного формирования метки, в которой кодируется необходимая информация. При четком выполнении режима маркирования, разработанного с учетом гидрологического режима конкретного ЛРЗ, на отолитах одновременно маркируемых рыб формируются идентичные, хорошо различимые метки, соответствующие планируемому рисунку.

В связи с этим организация маркирования на каждом ЛРЗ предполагает предварительное изучение влияния особенностей условий инкубации и развития на микроструктуру отолитов лососей для разработки оптимальных для данного завода режимов маркирования, позволяющих получить хорошо различимую метку на отолитах (Brothers, 1984, 1990; Volk et al., 1987; Васильков, 1995, 1996; Акиничева, Рогатных, 1996; Кудзина, 2006; Чебанов, Кудзина, 1999, 2000, 2003, 2004).

Термическое маркирование лососей. Термическое маркирование на большинстве ЛРЗ проводится на икринках на стадии «глазка» или личинках (сво-

бодных эмбрионах), когда для формирования метки достаточно повышать или понижать температуру воды на 3 °С. Для маркирования на более поздних стадиях развития требуется больший перепад температуры воды и больший ее расход; большинство ЛРЗ не располагает ни тем, ни другим.

Выполнение режима маркирования занимает различное количество суток, что зависит как от количества полос в метке, так и от длительности цикла маркирования (времени формирования одной полосы метки). Например, на Малкинском ЛРЗ (Камчатка) в один из сезонов маркирование проводили в течение 11 суток (с 3 по 14 ноября) с одновременным понижением температуры воды в инкубаторе и лотковых бассейнах одного из цехов. Для маркирования использовали метку, состоящую из 2-х блоков полос — 3 полосы в первом блоке и 2 — во втором. При перепаде температур в 4 градуса смена режима проводилась один раз в сутки в 10 часов утра. Формирование промежутка между блоками метки происходило за 48–72 часа (2–3 суток).

Последние годы чавычу на Малкинском ЛРЗ (Камчатка) метят на стадии кормления, когда вес малька превышает 3 г, в двухсуточном режиме. При этом также получают отчетливую и легко читаемую метку (рис. 3.3.2).

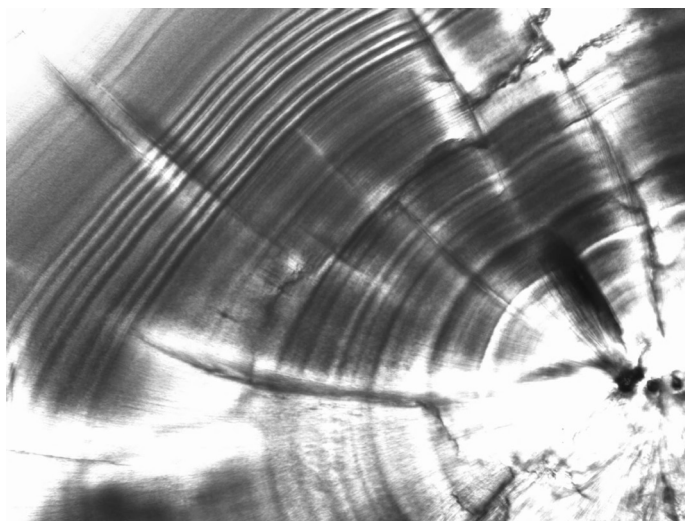


Рис. 3.3.2. Фотография метки на отолите чавычи Малкинского ЛРЗ (данные М. А. Кудзиной, ФГУП «КамчатНИРО»). Метка состоит из двух блоков полос, в первом блоке 3 полосы, во втором 5. Фактический градиент температур — 5 °С

Сухое маркирование отолитов. Кроме манипуляций с температурой, аналогичные изменения в структуре отолита вызывают манипуляции с режимом обводненности инкубируемой икры (точнее, эмбрионов на стадии «глазка») (Сафроненко и др., 1999). В качестве фактора, формирующего полосы метки, используют кратковременное выдерживание икры во влажной атмосфере с обязательным сливом воды из инкубационного аппарата. Чередование обычных условий инкубации с инкубацией во влажной атмосфере отражает-

ся в микроструктуре подобно температурным воздействиям при термическом маркировании (рис. 3.3.3).

На качество метки при термическом и сухом маркировании отолитов существенное влияние оказывает режим мечения (Акиничева, Рогатных, 2006; Kudzina, Chebanov, 2003). Качество метки складывается из двух составляющих: четкости элементов метки — отдельных полос, которые должны быть ровными, не сливаться с другими полосами метки, проследиваться во всех секторах отолита, и правильной, удобной для глаз, компоновки этих полос в группы. Редкие или сближенные полосы утомительны для чтения, что может приводить к ошибкам при идентификации. В то же время разреженные полосы могут выглядеть как структуры, возникшие в результате каких-либо не обусловленных режимом маркирования влияний окружающей среды. Оптимальное число близко расположенных полос составляет метку, которая четко выделяется в микроструктуре отолита. Соблюдение постоянного градиента и строго временного ритма изменений температуры позволяют формировать четкие, ровные полосы, формирующие хорошо различимую метку.

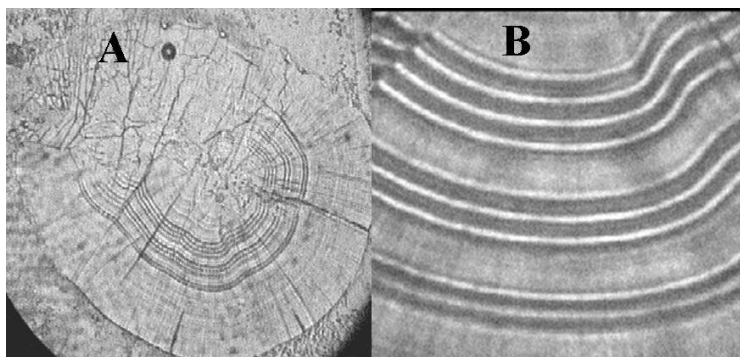


Рис. 3.3.3. Сухая метка на отолите эмбриона кеты при разном увеличении: А-200Х; В-400Х (Акиничева, 2006)

Для того чтобы в дальнейшем провести идентификацию маркированных рыб, необходимо получить образцы отолитов с метками. Данные по маркированию и цифровые фотографии меток на отолитах должны быть в обязательном порядке представлены в международной базе по маркированию. Для этого отбирают пробы эмбрионов, личинок или молоди перед выпуском маркированной молоди с ЛРЗ. Пробы фиксируют 70% этанолом. Необходимо помнить, что в формалине отолиты растворяются.

Количество проб зависит от числа маркируемых на ЛРЗ видов лососей, объема маркированной молоди, числа отдельно маркированных групп, качества маркирования и числа использованных меток. Общая выборка должна представлять особенности меток на отолитах лососей, выпущенных с каждого ЛРЗ, так, чтобы можно было однозначно определить их происхождение.

Если маркирование на ЛРЗ осуществляется впервые, дополнительно отбирают материал на различных стадиях развития маркируемых рыб, для того

чтобы оценить влияние условий инкубации и подращивания на микроструктуру отолитов и формирование метки и подобрать оптимальные для данного ЛРЗ режимы маркирования.

Результаты маркирования партий молоди на рыбноводном заводе оформляются в виде таблиц, в которых приводится информация по маркируемому объектам. Например, приведенная ниже таблица используется на ЛРЗ Камчатки (табл. 3.3.2). При правильно организованном маркировании на отолитах всех особей, маркированных на конкретном ЛРЗ, в одном режиме формирует-

Таблица 3.3.2. Типовая форма базы данных о мечении

Год	2001–2002 гг.
№ группы мечения	2-8
Икры в группе мечения, тыс. шт.	
Даты мечения	18.10 – 02.11.2001
Возраст в период мечения	
начало	Стадия «глазка» 338,4–284,9 гр.-дн. 69–59 сут.
конец	Стадия «глазка» 401,8–348,0 гр.-дн. 84–74 сут.
Выпуск молоди, тыс. шт.	300,0
Ожидаемый вид метки	

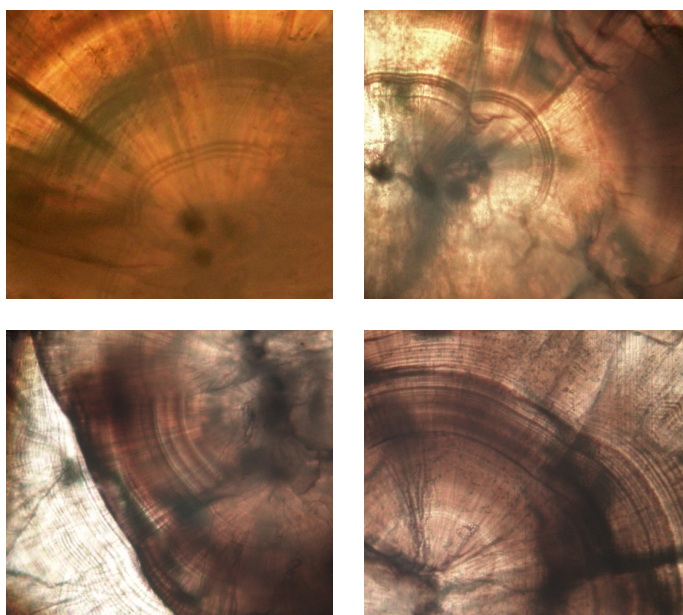


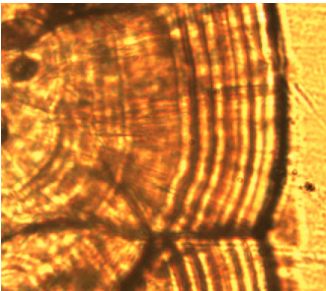
Рис. 3.3.4. Образец структуры отолита заводского (вверху) и дикого (внизу) кижуча (Восточная Камчатка, Вилюйский ЛРЗ, оз. Бол. Вилюй, 2007):
а — ст. 5, № 10, длина 11,85 см, масса 17,14 г; *б* — ст. 2, № 4, длина 11,4 см, масса 14,75 г
в — ст. 1, № 5, длина 14,75 см, масса 34,62 г, *г* — ст. 1, № 5, длина 10,0 см, масса 9,92 г

ся метка идентичного рисунка. В качестве примера приведены спилы отолита заводской молоди кижуча с четко видимой структурой метки (рис. 3.3.4 сверху) в отличие от дикой молоди этого вида (рис. 3.3.4 внизу).

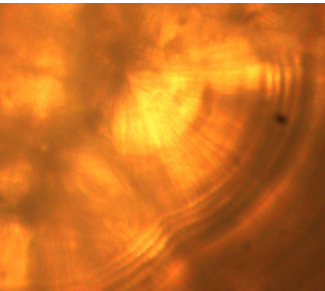
Для каждого рыбоводного завода формируется своя электронная база данных меток (табл. 3.3.3).

Таблица 3.3.3. Пример записи структуры и изображения меток отолитов (молодь нерки, Малкинский ЛРЗ, выпуски 2000, 2001 и 2002 гг.)

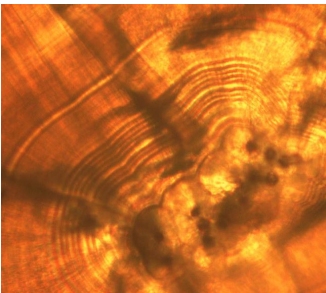
Год выпуска	Структура метки	
	в системе RBг-кодирования (Munk, Geiger, 1998)	в графическом изображении
2000	1:1.3,2.3	III III
2001	1:1.3,2.1	III I
2002	1:1.3,2.4	III IIII



Выпуск 2000 г.



Выпуск 2001 г.



Выпуск 2002 г.

Регистрация данных по маркированию в международной базе. Данные по результатам маркирования оформляются по принятым в каждом регионе формам. Они могут содержать различные сведения, в зависимости от задач исследований, проводимых на основе маркирования.

В обязательном порядке для загрузки в международную базу по маркированию лососей российскому координатору по маркированию лососей должны ежегодно, сразу же после выпуска молоди с ЛРЗ, предоставляться данные по

каждой группе выпущенной маркированной молоди, которой присваивается идентификационный номер.

В отдельную группу с идентификационным номером включается молодь одного вида, одного места сбора икры, выпущенная одновременно в определенный водоем, маркированная одной меткой на одной и той же стадии развития (эмбриональной, постэмбриональной, личиночной или уже активно плавающая молодь).

Нельзя включать в группу с одним идентификационным номером молодь, маркированную на различных стадиях развития. Например, используя термическое маркирование можно одновременно пометить всю рыбоводную продукцию ЛРЗ. При этом последние партии в этот период находятся на эмбриональной стадии развития, средние партии находятся в процессе выклева, первые партии достигли стадии личинки. Метка на отолитах всех этих групп рыб будет локализована на различном расстоянии от центра отолита и будет иметь различный вид (чем старше возраст рыбы на момент маркирования, тем тоньше полосы метки и расстояния между ними).

Для загрузки в базу данных требуются следующие сведения по каждой группе молоди:

1. Вид лосося.
2. Год закладки.
3. Год выпуска.
4. Наименование организации, в ведении которой находится ЛРЗ.
5. Наименование ЛРЗ.
6. Наименование водоема, из которого происходила закладка икры.
7. Количество выпущенной маркированной молоди в данной маркируемой группе.
8. Код метки.
9. Дата выпуска для каждой отдельно выпущенной группы молоди.
10. Регион расположения ЛРЗ.
11. Страна.
12. Район выпуска.
13. Стадия развития молоди к моменту выпуска.
14. Средняя длина перед выпуском с ЛРЗ.
15. Средняя масса перед выпуском с ЛРЗ.
16. Величина градиента температуры при термическом маркировании.
17. Место выпуска (наименование водоема).
18. Тип маркирования (термический, сухой, и т. д.).
19. Комментарии к метке (необходимо оценить качество меток для каждой группы молоди с отдельным идентификационным номером; наличие отклонений в ожидаемом рисунке меток описать в виде краткого примечания с оценкой доли отклонений в %).
20. Цифровая фотография принятого базой формата и качества.

В случае выявления идентичных для всей партии (или нескольких партий) молоди отклонений в рисунке метки необходимо регистрировать эту молодь под отдельным идентификационным номером с приложением перечисленных выше сведений.

3.4. Мониторинг заводского и дикого стада лососей. Эффективность ЛРЗ

Мониторинг деятельности ЛРЗ и состояния заводских и диких популяций лососей имеет важное прикладное значение, так как позволяет оценивать вклад каждого ЛРЗ в воспроизводство и промысел лососей, контролировать сохранение генетического потенциала и служить основой для разработки системы управления по бассейновому принципу в условиях искусственного воспроизводства.

3.4.1. Общие положения

Эффективное управление промысловыми популяциями лососей предполагает реализацию комплекса разнообразных рыбохозяйственных и природоохранных мероприятий и должно быть основано на исчерпывающем информационном обеспечении «с мест». В идеале информационное обеспечение должно быть настолько точным, чтобы можно было с достаточно высокой надежностью оценить ожидаемые последствия для воспроизводства лососей и определить все затраты и прибыли от любых мероприятий, нацеленных на рациональное использование ресурсов.

Долгосрочная цель программы мониторинга — оценка, контроль и прогноз изменений численности, динамики и структуры популяций лососей вследствие деятельности ЛРЗ, а также разработка рекомендаций по увеличению эффективности ЛРЗ и уменьшению (а по возможности и устранению) нежелательных воздействий на природные популяции.

Мечение, мониторинг и анализ — это те необходимые мероприятия, которые следует осуществлять на ЛРЗ

В системе долгосрочного планирования цели мониторинга претворяются посредством годовых планов действий, разрабатываемых для каждого рыбодонного завода. Утвержденный годовой план — это руковод-

ство к действию, и он должен быть направлен на решение двух основных задач:

— проведение регулярных наблюдений за состоянием стад и популяций лососей в районах искусственного воспроизводства;

— формирование и ежегодное пополнение банка данных для каждого ЛРЗ.

В процессе мониторинга важна методика обработки и анализа информации, а также своевременное получение информации должностными лицами, от которых зависит принятие решений.

Ожидаемые практически значимые результаты мониторинга:

— выявление причинно-следственных связей между изменениями, наблюдаемыми в популяциях лососей, и деятельностью ЛРЗ; идентификация реальных или потенциально возможных факторов (источников) воздействия ЛРЗ на дикие популяции; накопление данных о степени и механизмах влияния отдельных ЛРЗ и программ пастбищного лососеводства на популяции, стада, воспроизводство и промысел лососей;

— предоставление информации о состоянии популяций, воспроизводства и промысла лососей и воздействии на них ЛРЗ руководству ЛРЗ и государственным рыбохозяйственным органам. Прогноз возможных изменений численности, структуры и динамики популяций лососей в районах их искусственного воспроизводства;

— научное обоснование принятия решений, направленных на смягчение или устранение нежелательных эффектов от заводского разведения, включая реконструкцию ЛРЗ, корректировку биотехнических нормативов, ограничительных и предупредительных мер.

Следует сделать акцент на сочетании программы-минимум мониторинга, реализуемой в стандартизированном режиме на всех ЛРЗ, с краткосрочными научно-исследовательскими программами, рассчитанными на срок до 3 лет с привязкой к конкретному заводу

С некоторой степенью условности в мониторинге можно выделить два направления, одно из которых решает задачи, связанные с оценкой эффективности ЛРЗ, а второе — с выявлением изменений в популяциях лососей, вызванных деятельностью ЛРЗ.

Территориальный охват и детальность программы мониторинга должны быть оптимизированы так, чтобы она могла постоянно функционировать в стандартизированном режиме на всех ЛРЗ. В силу этого типовая программа наблюдений не должна быть избыточной. Этому требованию удовлетворяет программа-минимум мониторинга, основанная на контроле нескольких принципиально измеряемых и практически важных показателей:

- доля полноценных смолтов среди заводской молодежи перед выпуском;
- доля заводской молодежи после выпуска в реке во время ската и в местах совместного обитания с дикой молодью (для видов с длительным пресноводным периодом);
- соотношение численности разных видов, сезонных рас, экологических форм, внутривидовых группировок в базовом водоеме ЛРЗ;
- генетическое разнообразие особей внутри популяций;
- численность разводимых видов лососей (диких и заводских) и доли заводских рыб в уловах, на нерестилищах и подходах к ЛРЗ.

Схема такой программы мониторинга представлена на рис. 3.4.1. Программа мониторинга искусственного воспроизводства должна быть рассчитана на период не менее 5–6 лет. Это среднее время возврата всех возрастных групп лососей разных видов (кроме горбуши) от одного года выпуска. В идеале наблюдения следует вести свыше 10–15 лет или постоянно, что позволит выявить долговременные тренды на фоне межгодовых колебаний, присущих природным популяциям.

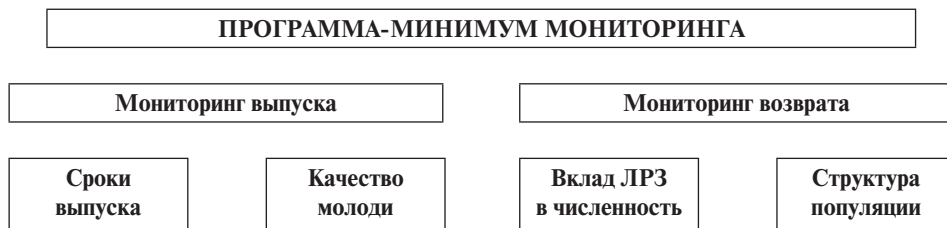


Рис. 3.4.1. Блок-схема программы-минимум мониторинга искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей

3.4.2. Корректировка сроков выпуска

На Дальнем Востоке короткий вегетационный период и суровые климатические условия требуют синхронизации заводских выпусков молоди тихоокеанских лососей с природными условиями — весенним прогревом воды, паводковым режимом и динамикой обеспеченности пищей как в реке, так и морском побережье.

Практика современных ЛРЗ располагает примерами, подтверждающими высокую эффективность ежегодных корректировок сроков выпуска. Например, в одной из работ (Mogley et al., 1996) выпуск молоди чавычи массой 6–8 г в конце мая дал коэффициент возврата 2–3%, тогда как при слишком раннем (5 мая) или позднем (7 июля) выпуске возврат уменьшался почти в 2 раза — до 1–1,5%. Судя по данной работе, корректировка сроков выпуска в пределах от 1 до 2 недель может дать заметное увеличение возврата.

Анализ рыбоводной документации показывает, что на многих дальневосточных ЛРЗ даты заводского выпуска в течение многих лет практически не меняются, и это несмотря на существенные (до двух недель) межгодовые сдвиги сроков наступления весны относительно среднегодовой нормы. Например, для западно-камчатских рек в аномальные по гидрологическим условиям годы дата устойчивого перехода через температуру 0,2 и 4 °C отклоняется от среднегодовых значений на ± 5 –10 суток, а дата наступления весеннего межлетнего минимума и пика паводка — на ± 15 –20 и ± 15 –25 суток соответственно. Частота аномальных лет с разницей в сроках прогревания воды и прохождения паводка до ± 10 –15 суток достигает 20–30% от общего числа лет наблюдений. Очевидно, столь существенные межгодовые расхождения требуют ежегодной корректировки сроков выпуска молоди с рыбоводных заводов в соответствии со складывающейся обстановкой в текущем году.

Трудности корректировки сроков выпуска. Нельзя дать универсальные рекомендации по оптимальным срокам выпуска, оптимальным для всех дальневосточных ЛРЗ. Для каждого района воспроизводства, группы ЛРЗ или отдельного ЛРЗ следует учитывать местные природные особенности и совместно с метеорологами и гидрологами попытаться дать заблаговременный прогноз температуры и уровня воды. При этом важно при принятии решения о выпуске руководствоваться следующими общими соображениями:

— ряды наблюдений за предыдущие 10–20 суток, состоящие из измерений температуры и уровня воды, не позволяют надежно прогнозировать изменения этих показателей вперед на 3–5 суток. Отклонения расчетных величин от фактических могут достигать по абсолютной величине 3 °C и 50 см соответственно и в смене восходящего (или нисходящего) тренда на противоположный. Это накладывает ограничения на надежность обоснования своевременности выпуска молоди или его отсрочки в случае неожиданного похолодания или запаздывания паводка;

— подъем температуры воды в реке до 3–5 °C не является надежным критерием устойчивого прогрева воды. Важнее не конкретное значение температу-

ры в день выпуска, которое может быть пиковым выбросом, а предварительный ход температуры в реке за предшествующий период длительностью от 5 до 10 дней (рис. 3.4.2.1);

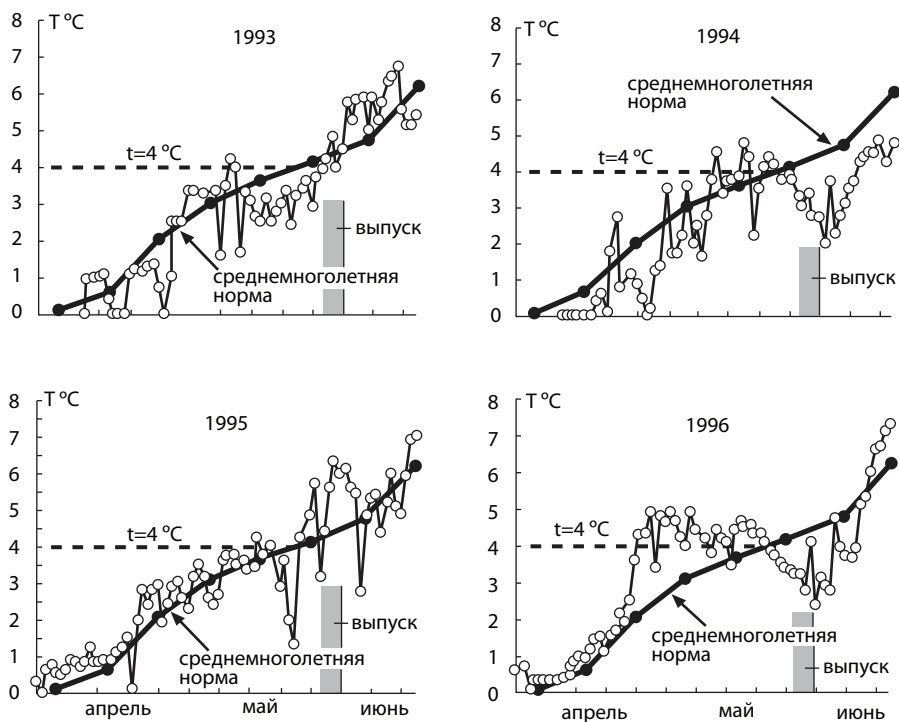


Рис. 3.4.2.1. Сезонный ход средней суточной температуры воды в апреле – июне 1993–1996 гг. (ГМС «п. Дальний») в сравнении со среднегодовой нормой (1966–1995 гг., среднепятидневные значения) в р. Плотникова (бассейн р. Большая, Западная Камчатка)

— выпуск лучше проводить в начале половодья, пока придаточные водоемы еще не залиты, а в самой реке сохраняется устойчивый меженный режим, способствующий беспрепятственной покатной миграции;

— исходя из общебиологических соображений, можно полагать, что в период массовой покатной миграции дикой молоди условия среды в приемных реках и в прибрежье будут наиболее благоприятны и для молоди, выпускаемой с рыбоводных заводов.

Цель. Выпуск заводской молоди в период наступления оптимальных условий ската и нагула в реках и морском прибрежье.

Организация и содержание работ. В идеале при выпуске молоди лососей следует учитывать данные по сезонному изменению температуры и уровня воды, обеспеченности легкодоступными кормовыми объектами в реке и морском прибрежье, динамике покатной миграции дикой молоди. Однако в практиче-

ских целях достаточно измерять два интегральных показателя, характеризующих фенологическую ситуацию в целом⁵:

- температуру воды в приемной реке в местах выпуска молоди, а также в основном русле на путях покатной миграции;
- уровень воды в реке.

Решение о корректировке сроков выпуска рекомендуется осуществлять ежегодно на основании

- ежедневных данных по температуре и уровню воды непосредственно в месте выпуска, с измерением два раза в сутки — утром (8:00) и вечером (20:00);
- данных по температуре и уровню воды в основном русле базовой реки в районе выпуска молоди или на пути ее покатной миграции (по пятидневкам).

Температура и уровень воды измеряются на специально оборудованном речном посту. Для обустройства свайного поста необходимо:

- забить несколько толстых и крепких труб с плоской вершиной в дно, причем верхушка свай должна возвышаться над дном не более чем на 5–10 см. Это делается для того, чтобы сваи не выдернуло льдом в последующие половодья;
- эти трубы (сваи) забиваются ступенчато (рис. 3.4.2.2), с расчетом, чтобы верхняя свая никогда не затапливалась, а по нижней свае можно было изме-

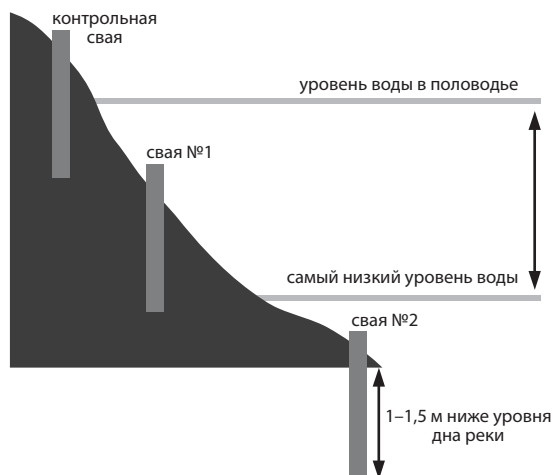


Рис. 3.4.2.2. Схема организации свайного поста

⁵ В ходе отработки методики корректировки сроков заводского выпуска рекомендуется обращать внимание на следующие показатели:

- характерные даты сезонной динамики покатной миграции дикой молоди (даты ската 1%, 10%, 25% и 50% численности молоди, скатившейся за сезон);
- характерные даты перехода температуры воды через 0,2 ° и 4,0 °С ;
- среднюю температуру воды за период с момента перехода через 0,1 °С и до даты 1%-ного ската;
- сумму градусодней с момента перехода температуры воды через 0,1 °С ;
- количество дней с положительной температурой до даты начала ската (дата ската 1% молоди от всей молоди, скатившейся за сезон).

рять в межень. Нижнюю сваю забивают при низком уровне воды. Уровень воды удобнее всего измерять с помощью водомерной рейки. В начале очередного учетного сезона (после схода ледового покрова на реке) в створе устанавливается рейка или рулетка, растянутая на какой-либо основе, с возрастанием значений снизу вверх. Измерения уровня воды должны производиться вечером (20:00) и утром (8:00), с обязательным указанием номера сваи и точного времени измерений. Рейка ставится на верхушку забитой сваи, отсчет снимается с точностью до 1 см.

Одновременно с измерением уровня реки определяется температура воды.

Даты начала и окончания измерений уровня и температуры воды специфичны для каждой реки и рыбоводного завода и уточняются в процессе работы. Измерения имеет смысл начинать с начала прогревания воды в реке и заканчивать через 5–10 дней после завершения выпуска заводской молоди.

К типичным ошибкам можно отнести проведение измерений уровня воды от природного упора, например от валуна, лежащего на дне реки. Вполне вероятно, что в течение года могут происходить подвижки таких природных ориентиров, например, за счет движения льда, напора воды, размывания берега и дна под валуном. Такие наблюдения нельзя сопоставлять между собой, поэтому теряется значительная часть ценности этой информации.

Ожидаемые результаты. Данные по суточным изменениям температуры и уровня воды в местах выпуска и миграции заводской молоди в период от начала прогревания речной воды до завершения выпуска и еще в течение 15–30 дней. Ежегодная оперативная корректировка сроков выпуска.

3.4.3. Мониторинг смолтификации молоди

Для видов лососей с длительным пресноводным периодом жизни (кижуч, чавыча, сима, нерка) готовность к морскому образу жизни служит одним из основных критериев для завершения рыбоводного процесса и выпуска молоди. Выпуск полноценных смолтов обеспечивает дружную покатную миграцию и сокращает пресноводный период жизни заводских рыб, что помимо снижения смертности заводской молоди частично решает проблему взаимодействия заводской и дикой молоди, ослабляя их конкурентные отношения в пресноводный период.

Молодь лососей в значительной мере погибает, если ее выносит в море в период, когда она еще не стала смолтом. Исключением является только горбуша, чьи мальки сразу при выходе из нерестовых бугров готовы к жизни в море. У тихоокеанских лососей с длительным пресноводным периодом при отсутствии ската начинается процесс десмолтификации, что приводит к потере способности к адаптации к морской воде и задержке в реке на зимовку. Иными словами, в течение календарного года имеется только определенный период времени, когда молодь готова к переходу в морскую воду (рис. 3.4.3.1).

Кроме того, известно, что в разных популяциях одного и того же вида тихоокеанских лососей с длительным пресноводным периодом жизни (чавыча, нерка, кижуч, сима) смолтификация происходит при различных размерно-возрастных показателях. Так, для нерки, несмотря на установленную корре-

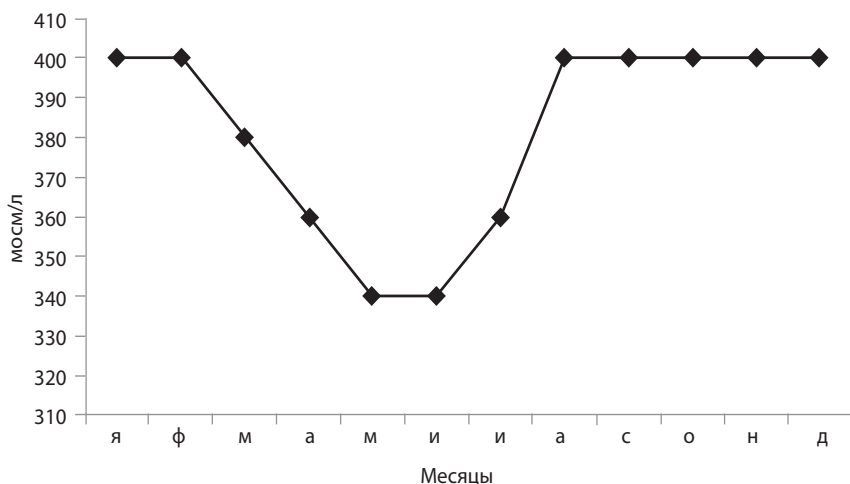


Рис. 3.4.3.1. Обобщенная кривая развития устойчивости к полносоленой морской воде (осмолярность плазмы крови через 24 ч после перевода в морскую воду) при смолтификации и десмолтификации молоди лососевых рыб

Осмолярность показывает количество растворенных веществ (белков, солей и др.) в жидкой составляющей крови и связано с поступлением и выведением воды и солей; если потери воды адекватно не восполняются, осмолярность растет и рыба погибает. Ход кривой на графике отражает сезонное изменение способности молоди лососей поддерживать стабильность своего водно-солевого обмена при переносе из пресной воды в морскую. Хорошо видно, что процесс смолтификации развивается сезонно, а стадия смолта — относительно непродолжительна.

ляцию размера тела со степенью смолтификации (Heifets et al., 1989; Rice et al., 1994), размер смолта в разных популяциях существенно различается — 73–107 мм (Henderson, Cass, 1991), 50 мм (Heifets et al., 1989; Rice et al., 1994), 50–200 мм (Koenings et al., 1993), что вызвано межпопуляционными отличиями биологии нерки, определяемыми местными условиями в речных бассейнах (Koenings et al., 1993). Размер тела у смолтов — важный популяционный параметр, который следует учитывать при адаптации биотехники разведения к особенностям конкретной популяции.

Получение физиологически полноценных заводских смолтов и их выпуск в оптимальные по гидрологическим и кормовым условиям сроки является условием высоких возвратов на ЛРЗ.

Цель. Получение физиологически полноценных и жизнестойких заводских смолтов к определенному сроку и их выпуск с завода в период оптимальных температурных, гидрологических и кормовых условий в приемной реке, эстуарии и морском побережье.

Организация и содержание работ. Устойчивость к морской воде у молоди лососей развивается в весенний период и зависит у разных видов от фотопериода, температуры воды и размера тела (Knutsson, Grav, 1976; Farmer et al., 1978; Taylor, 1990; Wagner et al., 1969; Clarke, Shelbourn, 1985; Ewing et

al., 1979). Одним из наиболее приемлемых способов оценки подготовленности молоди тихоокеанских лососей к морской воде является так называемый «соленостный тест», предложенный Кларком и Блэкбурном (Clarke, Blackburn, 1977).

Принцип способа заключается в испытании заводской молоди искусственно созданной избыточной нагрузкой путем выдерживания в течение 24 часов в морской воде соленостью 40%, не встречающейся в естественных условиях. Критерием готовности заводской молоди к переходу в морскую воду является выживаемость в опытах более 50%. Подразумевается, что если более половины опытных особей способны перенести избыточную соленость, то всю или большую часть заводской молоди можно отнести к жизнеспособным смолтам, готовым к обитанию в морской воде при естественной солености.

Процедура тестирования:

— подготовка морской воды. Необходимое оборудование: весы для взвешивания соли, мерные емкости для измерения объема воды, аквариумные компрессоры, электрический удлинитель, большая емкость для приготовления, выдерживания и хранения морской воды. Для экспериментов используется искусственная сбалансированная морская соль, специально применяемая для приготовления воды для морских аквариумов. После растворения соли приготовленную морскую воду выдерживают с аэрацией в течение 24 ч;

— пересадка и содержание молоди. Оборудование: сачки для отлова молоди, несколько емкостей объемом 10 л, аквариумные компрессоры со шлангами, тройниками и распылителями воздуха, электрический тройник с удлинителем, термометр, весы для взвешивания молоди, марля, фильтровальная бумага, линейка.

Манипуляции с молодью лососевых при проведении экспериментальных работ следует проводить с особой осторожностью. Любые повреждения на внешних покровах молоди, особенно у серебрянок с легко опадающей чешуей, могут приводить к искажению результатов и даже гибели рыб после перевода их в морскую воду.

Температура воды в непроточных аквариумах с морской водой должна соответствовать температуре в бассейнах, где содержится опытная молодь, и поддерживаться на постоянном уровне в течение всего периода тестирования. Объем воды в экспериментальных емкостях должен быть достаточным для кратковременного выдерживания молоди определенного размера. Воду в аквариумах аэрируют с помощью аквариумных компрессоров. Рыб прекращают кормить за сутки до начала тестирования;

— тестирование. Период акклиматизации после поимки молоди — не менее 1 суток в 40-литровых аквариумах при постоянной аэрации с плотностью посадки, не превышающей плотность посадки в заводских условиях. Количество рыб в одном тесте должно быть 20–30 экз., что позволяет получить достоверный результат. Каждый тест проводится в двух повторностях. Таким образом, для заводской молоди трех размерных классов (мелкие, средние и крупные) требуется проведение 6 тестов, по 20–30 рыбок в каждом. Контролем служит заводская молодь, испытывавшая те же процедуры, что и в соленостных опытах, но пересаженная в пресную воду.

Каждый час после пересадки подсчитывают и удаляют погибших рыб и рыб с явными нарушениями пространственной ориентации (переворачивание брюшком вверх, хаотичные перемещения, чередующиеся полной потерей двигательной активности, залегание на дно), с обязательным указанием даты, номера опыта, времени и размера рыбы.

Все рыбы после завершения тестирования измеряются и взвешиваются. Результаты заносят в табл. 3.4.3.1.

Для определения оптимальных сроков выпуска необходимо проведение нескольких серий тестирования с интервалом в 5 дней и за 10–15 дней до предполагаемой даты выпуска.

При отборе молоди надо стремиться к тому, чтобы экспериментальные выборки возможно достовернее отражали размерный состав заводской молоди. Рекомендуется предварительно изучить размерный состав молоди на ЛРЗ и разбить его, как минимум, на три размерные группы: мелкие, средние и крупные. Отлов молоди для тестирования осуществляется путем подбора рыб по длине, в равном количестве в каждой группе. Для одного тестирования должно быть взято 20–30 рыб от одной группы. Следует избегать случайного отлова молоди, так как в этом случае тестируемый материал может неравномерно распределиться по длине тела: в нем всегда количественно преобладают особи средних размеров и крайне слабо представлены мелкие и крупные особи, для которых трудно получить репрезентативную оценку.

Таблица 3.4.3.1. Результаты тестирования заводской молоди на солеустойчивость

Название завода: испытуемый вид									
№ опыта	Дата	Средняя длина и пределы, см	Средняя масса и пределы, г	Время измерения от начала опыта	Температура воды, °С	Количество погибших, шт.		Время гибели от начала опыта	Длина и масса погибших особей
						40‰	Контроль		
1	20-21.IV			8:00 9:00 ...					
2									

Расчет общего количества смолтов на ЛРЗ основывается на экспериментальных данных о доле смолтов в разных размерных группах молоди.

Алгоритм расчета следующий (пример условный, не привязанный к конкретному ЛРЗ или объекту разведения):

а) общая численность (N, экз.) заводской молоди на ЛРЗ — 10,0 млн экз., в том числе:

- численность n_1 , мелкой молоди массой < 1 г — 250 000 экз. (25%);
- численность n_2 , средней молоди массой от 1 до 2 г — 500 000 экз. (50%);

— численность n_3 , крупной молоди массой более 2 г — 250 000 экз. (25%);
б) тестирование на выживаемость в течение 1 суток в морской воде соленостью 40‰ показало:

- вся мелкая молодь является пестряткой (доля смолтов $q_1 = 0$);
- средняя молодь состоит из 40% смолтов ($q_2 = 0,40$);
- крупная молодь на 90% состоит из смолтов (доля смолтов $q_3 = 0,90$);

в) отсюда, общее количество смолтов N на заводе на период обследования рассчитывается по формуле:

$$N = n_1 q_1 + n_2 q_2 + n_3 q_3 = 250,0 \times 0 + 500,0 \times 0,40 + 250,0 \times 0,90 = 425,0 \text{ тыс. экз.,}$$

или 42,5%.

Дальнейшее принятие решения о выпуске зависит от даты проведения тестирования, размера молоди и темпа ее роста, скорости смолтификации в условиях завода и гидрологической обстановки в реке. Совокупность этих показателей может быть благоприятна и неблагоприятна для продолжения подращивания молоди на заводе с целью увеличения доли смолтов перед выпуском.

Ожидаемые результаты. Заключение о соотношении на рыбоводном заводе пестряток и смолтов для видов с длительным пресноводным периодом жизни. Рекомендации по срокам выпуска. Прогноз скорости покатной миграции заводской молоди в море и доли мальков, способных остаться на зимовку в реке.

3.4.4. Мониторинг выпуска молоди

Выпуск молоди с ЛРЗ — завершающее звено рыбоводного процесса. Тем не менее оно является не менее важным, чем все предыдущие, поскольку может перечеркнуть результаты всей работы.

До 70–99% заводской молоди лососей погибает после выпуска с завода в ранний речной и морской период жизни, и именно поэтому период выпуска следует рассматривать как резерв для повышения промыслового возврата рыбоводных заводов посредством выпуска более жизнестойкой молоди.

Цель. Получение данных, необходимых для планирования сроков и мест выпуска молоди. Достижение быстрой откочевки молоди от ЛРЗ, миграции ее в море (смолты) и сокращения доли особей, остающихся в пресных водах на зимовку (пестрятки).

Организация и содержание работ. Достоверность и надежность получаемых данных полностью зависят от удачного выбора станций наблюдений, частоты контрольных обловов и орудий лова.

При выборе мест расположения наблюдательных станций рекомендуется провести предварительное обследование участка реки с целью нахождения мест скопления молоди, определить их число, площадь акватории (в m^2 на 100–500 погонных метров или площади дна), а также начальные плотности заселения дикой молодь лососей разных видов и размерно-возрастных групп (экз./ m^2).

При выборе места расположения станций следует учитывать следующие критерии:

— равномерность расположения станций на миграционном пути молоди — от места выпуска в районе ЛРЗ до устья реки. В идеале достаточно трех наблюдательных станций: у завода, на полпути до моря и в устье реки. Такое расположение станций позволяет проследить волну численности заводской молоди, плавно перемещающуюся вниз по течению, и оценить на основе этих данных скорость откочевки молоди от завода, а иногда и сроки выхода в море. Для коротких рек или при расположении ЛРЗ близко от устья достаточно одной станции наблюдения в месте выпуска;

— удобство для проведения стандартных обловов;

— привязанность наблюдательных станций к уже действующим пунктам учета ската молоди лососей;

— транспортную доступность участка реки для проведения учетных работ в течение всего сезона;

— относительную стабильность гидрологических условий и их благоприятные параметры, обеспечивающие присутствие молоди лососевых рыб на наблюдательных станциях в течение всего периода учетных работ. Учетные работы, как правило, приходится на конец межени — начало паводка, и поэтому важно понимать, что изменение состава уловов может явиться следствием не откочевки молоди вниз по течению, а поведенческой реакции, связанной со стремлением молоди лососей уйти из мест с увеличивающимися скоростями потока. На разных фазах паводка в местах учетных обловов должны сохраняться участки концентрации молоди лососевых рыб разного размера и возраста. Как правило, это места слияния притоков, обширные заводы открытого типа и т. д.;

— сохранение возможности проведения учетных обловов при разном уровне воды с применением одинакового орудия лова.

Учет заводской молоди проводится с применением орудий лова, в особых случаях — визуально. Визуальный учет стаек заводской молоди возможен в небольших водотоках с прозрачной водой, хорошо просматриваемых до дна, лучше от берега до берега. К стандартным орудиям лова относятся мальковые невода и конусные мальковые ловушки разных размеров.

Конусные мальковые ловушки представляют собой каркас с диаметром входного отверстия 0,6 м, суживающийся к кутовой части и обтянутый металлической сеткой ячей 3 мм. Периодичность обловов — каждые 2–5 дней (с 23:00 вечера до 06:00 утра), в течение суток — 4 раза за ночь, как правило, в трех точках по поперечному профилю русла (у левого берега, на середине русла и у правого берега) и на двух горизонтах (у поверхности и дна). При необходимости используется лодка, которая через блок-ролик крепится к тросу, натянутому поперек русла. Учет численности молоди осуществляется по принятой методике (Инструкция..., 1987).

Параметры типового малькового невода подбираются в зависимости от размера молоди рыб и характера тони (глубины, скорости течения и др.) и могут быть, например, следующими:

— длина 8 м, высота 1,6 м, длина кута 1,2 м, ячей в крыльях 5 мм и кутке 2,5 мм;

— длина 15 м, высота 2 м, длина кута 2 м, ячей в крыльях 6 мм, в кутке 3 мм.

При обловах старшей молодежи (двухлеток и старше) размер ячеек в крыльях и кутке может быть 8–10 мм.

Перед выпуском следует провести контрольные обловы молодежи на наблюдательных станциях для определения исходного (фоновое) состава уловов.

В период и после выпуска контрольные обловы следует проводить каждые 2–5 дней, что позволяет контролировать скорость откочевки молодежи от завода. Частота и продолжительность обловов определяется скоростью откочевки заводской молодежи вниз по течению.

В мониторинговых съемках «учетными» считаются обловы, результаты которых будут использованы для расчета численности заводской молодежи, т. е. стандартные, безаварийные (или аварийные, но только если авария не повлияла на величину и видовой состав улова) невождения, методически правильно выполненные в рамках съемки. Остальные невождения, выполненные в ходе съемки, но за рамками программы мониторинга, следует также считать «неучетными».

Первоначальный разбор улова производится при выборке малькового невода на берег, окончательный (при необходимости) — по результатам камеральной обработки. Весь улов, не выбирая невод полностью из воды, просчитывают, прижизненно определяя видовой состав с примерной разбивкой на три размерных группы, более или менее соответствующие трем возрастным классам (сеголетки, двухлетки и трехлетки). Разбивка молодежи на группы по размерам тела должна быть предварительно уточнена. Результаты полевой съемки оформляются в табличном виде (табл. 3.4.4.1).

Разбор уловов включает по возможности и отдельный учет дикой и заводской молодежи. К их отличительным признакам, наиболее значительным и относительно легко диагностируемым, можно отнести:

- размеры тела;
- коэффициент упитанности;
- пропорции тела;
- структуру чешуи;
- наличие метки.

Казалось бы, наиболее просто заводскую молодежь обнаруживать по размерам тела, тем более, что чаще всего ее средние размеры заметно выше, чем у дикой молодежи. Однако эта простота кажущаяся: на практике такой способ оказывается малопригодным из-за существенной трансгрессии (перекрывания) распределения массы тела у дикой и заводской молодежи. Например, при средней массе тела заводской и дикой молодежи чавычи $11,7 \pm 0,26$ и $4,4 \pm 0,15$ г, пределы колебаний составляют от 5,60 до 14,9 г и от 2,20 до 6,20 г соответственно. Это означает, что почти 7% заводской молодежи в уловах можно принять за диких двухлеток (1+) и до 15% естественной — за заводскую молодежь. При меньших различиях средней массы тела заводской и дикой молодежи процент перекрывания и, соответственно, ошибочной идентификации будет еще больше. Примерно такая же картина складывается с другими возможными индикаторами заводских рыб — упитанностью, структурой чешуи, морфофизиологическими индексами сердца и жирности, пропорциями частей тела.

Таким образом, по указанным морфологическим признакам невозможно однозначно отнести ту или иную особь к заводским или диким рыбам. Не

Таблица 3.4.4.1. Форма представления результатов учета молодежи

Название реки, участка, № станции, дата облова, орудие лова											
Площадь участка облова, м ²	Количество обловов на участке	Суммарная площадь обловов, м ²	Улов (экз, экз./ м ² , % от улова сеголеток или двухлеток)								
				кета		кижуч		голец		общий улов	
				0+	0+	1+	0+	1+	0+	1+	
120	3	360	экз.	87	25	33	5	37	117	70	
			экз./м ²	0,24	0,07	0,09	0,01	0,10	-	-	
			% +0	74,4	21,4	-	4,2	-	100	-	
				-	-	47,2	-	52,8	-	100	

работает даже такой визуально хорошо различимый признак, как индекс жирности (масса внутривисцерального жира в % от массы тела без внутренностей). Так, при двукратном превышении внутривисцерального жира у заводской молодежи чавычи по сравнению с дикой молодью: $0,49 \pm 0,053$ (пределы $0,20-0,84$) против $0,26 \pm 0,054$ (пределы $0-1,24$) — предельные значения в обеих выборках почти полностью перекрываются.

Получается, что единственный надежный способ диагностики каждой особи в смешанных уловах основан на мечении выпускаемой молодежи.

Для определения происхождения пойманной в реке или море молодежи по метке требуется выборка — желательно 100, но не менее 25 экз. Сбор более мелких проб недопустим, потому что ведет к ошибке в оценке доли рыб заводского и естественного происхождения.

О численности заводской молодежи в смешанных уловах диких и заводских рыб судят по одному или нескольким из следующих показателей:

- в абсолютных показателях (экз.);
- в процентах от общего улова (дикой и заводской молодежи);
- в плотности обитания (экз./м² площади облова);
- в процентах от общего числа сеголеток (без учета крупной молодежи);
- в процентах от общего числа старшей молодежи (без учета сеголеток).

Данные сезонной съемки представляются в виде графика изменения доли заводской молодежи в уловах в весенне-летний период, на котором прослеживаются восходящая и нисходящая ветвь численности с куполом кривой посередине. По вершине купола можно судить о дате прохождения основной массы заводской молодежи через контрольную станцию, а по перемещению купола вниз по течению — о скорости ее миграции вниз по течению.

Ожидаемые результаты. Данные о скорости откочевки и расселения заводской молоди из района завода, ската в море, а также численности заводских рыб, оставшихся на зимовку в реке.

3.4.5. Мониторинг состояния заводского стада

Состояние популяций лососей теснейшим образом связано с деятельностью ЛРЗ и обусловлено комплексом факторов, таких как масштаб заводского разведения, размер популяции, пространственное распределение заводских рыб, сроки нерестовой миграции и т. д.

Цель — слежение за состоянием заводского стада и диких популяций лососей.

Содержание и организация работ. Сбор биостатистических сведений производится в основном на рыбоводных заводах или на рыбоводных станах (забойках) по единой методике (Инструкция..., 1987). Также проводятся периодические контрольные обловы непосредственно в базовой реке.

График отбора проб рыб на биологический анализ должен составляться следующим образом:

— в течение всего периода хода разводимого вида лососей каждую пятидневку по 100 шт. В случае малочисленности подхода, как это часто бывает в начале и конце хода, число рыб в выборке может быть меньше, но не менее 25 шт.;

— общий объем пробы за сезон должен быть 300–500 рыб, в случае малочисленных подходов не менее 100 экземпляров. Меньшее число рыб недопустимо, потому что оно даст недостоверную оценку биологических показателей изучаемого стада;

— особый интерес представляют рыбы предельных размеров. При обнаружении таких рыб в улове их обязательно следует брать на биологический анализ, но учитывать отдельно;

— одновременно с взятием проб на биоанализ определяют более точное половое соотношение в уловах или ловушках у 200–300 рыб;

— рыб для биоанализа отделяют от улова случайно, без выбора, а даты отбора относительно равномерно распределяют по времени хода каждого вида лососей. При соблюдении этих требований собранные материалы достоверно отражают размерную, возрастную и половую структуру облавливаемой популяции.

Биологический анализ включает:

— измерение длины по Смитту (АС, мм) — от начала рыла до конца средних лучей хвостового плавника (с точностью не менее 0,5 см);

— измерение промысловой длины рыбы (AD, мм) — от начала рыла до конца чешуйного покрова (с точностью не менее 0,5 см);

— определение общей массы рыбы (Р, г) с точностью до 10 г;

— определение массы рыбы без внутренностей (Р, г) с точностью до 10 г;

— определение пола и стадии зрелости (по пятибалльной шкале);

— определение массы гонад (g, г) с точностью до 1 г;

— взятие навески икры (n, г) из средней трети ястыка массой 20 г (от самок чавычи — 50 г) с точностью до 0,1 г для определения индивидуальной плодовитости рыб;

— просчет количества икринок в навеске;

— взятие соскоба чешуи для определения возраста. Чешую берут в строго определенном месте — во 2–3-м ряду чешуй над боковой линией на участке между задним краем спинного и передним краем жирового плавников (рис. 3.4.5.1). В указанном участке чешуя у лососей закладывается наиболее рано, поэтому она наиболее пригодна для расчисления темпа роста рыбы. Если невозможно брать эту специфическую чешую, необходимо брать пробу чешуи из рядом лежащей зоны. Чешуя, взятая на боковой линии, имеет прободение и непригодна для возрастных определений.

Не вся чешуя пригодна для изготовления препаратов. С учетом этого необходимо брать не менее 20 чешуек от каждой рыбы. Прежде чем взять чешую, рыбу необходимо сполоснуть в чистой воде либо провести тупой стороной ножа от головы к хвосту в том месте, где будет взята чешуя. Такая операция необходима для удаления слизи и прилипших чешуек других рыб. Нож нужно регулярно обмывать. При сборе чешуи нож должен быть чистым.

Сбор отолитов проводится для уточнения возраста и поиска заводской метки. Извлечь отолиды можно тремя способами:

— голову рыбы разрезают по продольной оси симметрии, после чего пинцетом отолиды легко вынимают из слуховых капсул;

— сверху в заглазничном отделе головы острым ножом или скальпелем с отступом 0,5–1,0 см от глаза делают косой надрез в поперечном направлении, разламывают в этом месте голову и вытряхивают отолиды на мерную доску или достают их ножом или пинцетом;

— отолиды также можно достать, если разрезать голову рыбы вдоль со спинной стороны при ее разделке на пласт, что часто практикуется, чтобы не испортить товарных качеств рыбы. Однако для выполнения такой операции требуется определенный навык.

Желательно собрать оба отолида в неповрежденном виде. Однако, если второй отолит найти не удалось или оба раскрошились, необходимо положить в пакетик то, что получили. Упавшие и потерянные отолиды разыскивать и поднимать не следует.

— отбор проб тканей на генетический анализ (см. раздел 3.4.6).

Пробу чешуи и отолидов закладывают в чешуйную книжку, на листе записывают данные о длине, массе рыбы и ее пол. На первом листе чешуйной

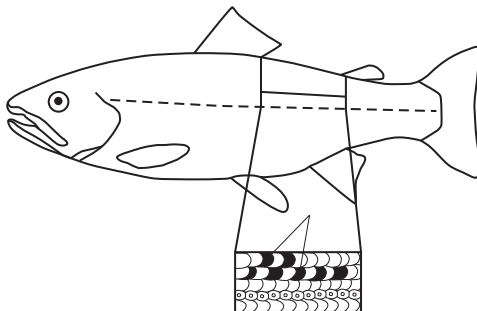


Рис. 3.4.5.1. Участок взятия проб чешуи. Черным цветом выделены предпочитаемые для сбора чешуи над боковой линией

книжки записывают дату взятия пробы. Чешую наносят на середину листа, треть листа загибают и прикрывают ею мазок чешуи, на оставшейся чистой трети записывают сведения о рыбе. Отолиты также закладывают в книжку, но при этом 2/3 листа сгибают фунтиком.

Для сбора и хранения отолитов можно использовать также бумажные пакетики. Пакетики предварительно нумеруют. При взятии стандартной пробы на пакетике в порядке выполнения операций записывают номер рыбы, дату, место и прочие сведения.

После взятия проб чешуйные книжки и пакетики необходимо просушивать. Сушить их следует медленно в прохладном, хорошо проветриваемом месте, так как, высыхая быстро, чешуйки трескаются, расслаиваются и становятся непригодными для определения возраста рыб. В то же время недостаточно просушенные пакетики и чешуйные книжки могут сгнить. Нельзя сушить пакетики и чешуйные книжки на батареях. Прежде чем связывать пакетики и чешуйные книжки в пачки, убедитесь, что они достаточно высушены.

Собранный материал должен быть тщательно и качественно оформлен и подшит. Все сведения о рыбе заносят в «Журнал измерений рыб», на титульном листе которого указывают вид рыбы, год и место сбора, фамилию сборщика. Первичные бланки заполняют разборчиво.

Дальнейшая обработка биостатистических сведений заключается в следующем:

- определяют заводское происхождение рыб по отолитной метке;
- определяют возраст рыб;
- рассчитывают коэффициент зрелости — отношение массы гонад к массе тела, выраженное в процентах с точностью до 0,01%;
- рассчитывают индивидуальную плодовитость рыб:
 $(\text{масса гонад} / \text{масса навески}) \times \text{количество икринок в навеске}$;
- рассчитывают средние величины массы тела, длины, коэффициента зрелости, плодовитости и ошибку средней величины.

Анализ результатов биологического анализа проводится отдельно:

- для заводских и диких рыб;
- для каждой выборки;
- для каждой возрастной группы;
- для самцов и для самок.

Метка на отолите, как и возраст рыб, определяется по тотальным препаратам отолитов *sagitta*, предварительно просветленных в глицерине. Все исследования выполняются на электронных образах отолитов с помощью системы цифровой обработки изображения. С препаратов получают электронные изображения, дальнейшая обработка которых проводится с помощью опτικο-компьютерной системы.

Ожидаемые результаты. Формирование базы данных состояния заводского стада для каждого ЛРЗ и диких лососей в базовой реке.

3.4.6. Популяционно-генетический мониторинг

Развитие рыбоводства и замещение природных форм лососей искусственно выращенными может нарушить адаптивную структуру популяций. Отсюда следует, что контроль за состоянием популяционного разнообразия лосо-

севых рыб имеет важное прикладное значение, так как позволяет контролировать сохранение генетического потенциала, дает представление о состоянии экосистем в определенном бассейне, служит основой для разработки системы управления отдельной популяции или стада лососей речного бассейна.

Доступные сегодня знания о многих экосистемах и их генетическом разнообразии зачастую являются неполными. До сих пор очень сложно установить стандарты допустимого генетического «загрязнения» из-за недостатка информации об эффектах взаимодействия между разводимыми на заводах и дикими лососями, о выживании заводских рыб и их влиянии на экосистему. Эти допустимые уровни воздействия нужны в качестве ориентиров для планирования масштабов заводского разведения и мониторинга будущих возможных изменений. Предосторожный подход к управлению искусственным воспроизводством требует установления таких ориентиров в случае появления рисков их несоблюдения. Однако следует отметить, что даже хорошо изученные экологические и генетические эффекты обычно сильно зависят от местных условий, в большинстве случаев довольно сложны и трудны для прогнозирования. В связи с чем необходимы четкие критерии различения фактических и гипотетических опасностей, которые искусственное воспроизводство представляет для диких популяций лососей.

Цель. Молекулярная идентификация рыб заводского и естественного происхождения с целью наблюдения за изменениями, связанными с пополнением стада искусственно выращенными лососями. Поиск молекулярных маркеров, пригодных для разработки индивидуальных генетических паспортов.

Использование генетических маркеров дает возможность наблюдать за тем, как протекают генетические процессы при введении искусственно выращенных особей в природные популяции. Необходимо осуществлять популяционно-генетический мониторинг рыб, вовлекаемых в рыбоводный процесс, и состояния базовых и донорских стад, а также генетические особенности основных диких и заводских популяционных группировок лососей в целях возможного развития рыбоводства в данном районе.

Содержание и организация работ. От производителей, вовлеченных в рыбоводный процесс или отбираемых для биологического анализа, необходимо отбирать образцы тканей для генетического анализа в следующем порядке.

Подготовка пробирок для взятия индивидуальных биологических проб:

— залить 96% этиловым спиртом пробирки (объемом 1,5–2,0 мм) — крайне желательно с плотно завинчивающейся крышкой, чтобы предотвратить случайное открывание и вытекание спирта;

— при отсутствии специальных маркеров для пробирок пронумеровать пробирки карандашом: ставить номер на матированном окошке пробирки и обязательно дублировать номер на крышке пробирки;

— нумерацию пробирок делать сквозной по всем выборкам (данного года, данного вида) или вести в соответствии с установленным при сборе материала правилом нумерации образцов чешуи и данных биологического анализа от тех же рыб. При этом нумерацию каждой следующей выборки удобнее начинать с новой сотни. Например, выборка № 1: 1, 2, ..., 43. Выборка № 2: 201, 202, ..., 217. Выборка № 3: 301, 302, ..., 387.

Взятие образцов (минимум — 50, желательно — 100 экз. в каждой выборке):
— если есть возможность, использовать штатив, в котором по порядку установлены пробирки в вертикальном положении;

— отрезать ножницами кусочек плавника (удобнее — грудного) размером 1×2 см, поместить его в пробирку и сразу плотно завинтить крышку пробирки;

— у малька отрезать часть хвостового плавника; при этом не допускать распада его на две части (иначе в выборке появятся два генетически идентичных образца);

— в случае прижизненного взятия проб у взрослых особей вместо грудного плавника используется спинной плавник; при этом следует ограничиться возможно меньшим размером образца у заднего края плавника ($\sim 0,5 \times 0,5$ см), а у небольших особей брать жировой плавник; прижизненное взятие образцов у особей размером меньше 20 см недопустимо.

Обратить внимание

— на состояние плавника: если он потрепан или омертвел, то удалить эту часть или взять образец с любого другого плавника хорошего качества или же кусочек мышцы;

— размер кусочка ткани 1×2 см оптимален для данных пробирок по соотношению объемов ткани и спирта (большие размеры образцов для пробирок указанного объема нежелательны);

— тщательно протирать ножницы после взятия образца;

— соблюдать соответствие нумерации другим биологическими пробам и показателям, если они есть (чешуя, пол, размеры и др.);

— по окончании взятия выборки поместить все пробирки данной выборки в отдельный полиэтиленовый пакет и туда же положить этикетку с информацией о выборке (номера пробирок, дата и место взятия выборок и др.), написанной карандашом.

Примечание 1. Если нумерация собираемых образцов не требуется (например, если сбор образцов на ДНК не сопровождается параллельным биологическим анализом, взятием чешуи и пр.), то в полевых условиях индивидуальные пробирки необязательны — проще собрать массовые выборки. А именно: для каждой выборки достаточно подготовить баночку или иную надежно закрывающую емкость, заполненную 96%-м спиртом. Порядок взятия образцов — обычный. Спирта в банке должно быть столько, чтобы втрое покрыть уровень собранных образцов. Затем в лабораторных условиях следует переложить образцы в индивидуальные пробирки, чтобы было соответствие между ними и выделенной из них ДНК.

Примечание 2. Все надписи делаются карандашом, так как записи фломастером, ручкой и пр. смываются спиртом. Или используются заранее промаркированные пробирки с несмываемыми носителями информации. В полевых условиях взятые пробы желательно хранить в прохладном месте. Спирт 96% необходим для максимального обезвоживания тканей. При больших размерах образцов ткани (плавника, мышц и др.) данного объема спирта окажется недостаточно для обезвоживания, в результате чего ДНК может деградировать под воздействием оставшихся активными ферментов — рестриктаз. По возможности одновременно проводить биоло-

гический анализ (промеры, взвешивание, отбор чешуи и отолитов). Собранные пробы передаются в специализированную лабораторию для выполнения молекулярно-генетического анализа.

Ожидаемые результаты. Разработка стратегии подбора производителей для рыбоводного процесса, обеспечивающей достаточное количество половых продуктов при максимальной эффективности сохранения генетической структуры природных стад и возврата молоди после морской миграции к местам вылова. Определение техники оплодотворения икры, обеспечивающей максимальное сохранение генетической изменчивости производителей с использованием генетического мечения самцов. Генетический и физиологический мониторинг производителей, вовлекаемых в процесс искусственного воспроизводства и выпускаемой с завода молоди. Методы генетической идентификации выпускаемой с заводов молоди и взрослых рыб искусственного происхождения в промысле и на естественных нерестилищах, а также рыб заводских и диких популяций. Использование в целях экологической сертификации морского рыболовства, затрагивающие популяции лососей того бассейна, куда производится выпуск с ЛРЗ.

Примечание 3. Во избежание деградации ДНК образец желательно брать немедленно после поимки рыбы. При невозможности этого до взятия пробы держать рыбу вне прямых солнечных лучей в прохладном месте. В крайнем случае, можно использовать высушенный материал (например, образцы кожи и чешую из чешуйных книжек).

3.4.7. Мониторинг и оценка эффективности ЛРЗ

Среди лососевых рыбоводных заводов по задачам, которые они решают, можно выделить рыбоводные заводы промыслового и экологического назначения (см. раздел 1.3). Соответственно, совершенно по-разному оценивается эффективность их деятельности.

Для ЛРЗ экологического назначения положительным результатом деятельности является восстановление численности популяции проблемного вида, после чего, если присутствует естественное воспроизводство, деятельность рыбоводного завода прекращается.

Для ЛРЗ промышленного назначения важнейшим показателем успешности деятельности является величина возврата заводской рыбы после нагула в море. При этом, в зависимости от величины этого показателя, лососевые рыбоводные заводы могут быть:

— эффективными и рентабельными; объем возврата заводской рыбы высокий, обеспечивается устойчивый промысел, затраты на производство ниже, чем прибыль от промысла. Деятельность таких ЛРЗ перспективна. При наличии в базовой реке естественного воспроизводства целесообразно внедрение биотехники, снижающей возможные угрозы для диких лососей;

— эффективными (результативными), но не рентабельными; объем возврата заводской рыбы обеспечивает потребности в производителях для рыболовства, но недостаточен для поддержания устойчивого промысла; затраты на производство выше, чем прибыль от промысла. Тем не менее сам факт устой-

чивой поддержки численности популяции является положительным результатом деятельности ЛРЗ, несмотря на то, что сам ЛРЗ может быть неэффективным с экономической точки зрения (нерентабельным). Дальнейшее существование таких ЛРЗ определяется возможностями реконструкции и изменения биотехники выращивания. При наличии устойчивого воспроизводства диких лососей в базовой реке целесообразно закрытие завода и перенаправление высвободившихся средств на поддержание естественного воспроизводства диких лососей;

— неэффективными и нерентабельными; возврат низкий или отсутствует, для обеспечения плана по закладке икры из базовой реки изымаются производители в количестве, превышающем заводской возврат. Дальнейшее существование таких ЛРЗ нецелесообразно. Необходимо принятие решения об их ликвидации, а часть высвободившихся средств перенаправить на восстановление и поддержание естественного воспроизводства диких лососей.

Накопленная практика оценки эффективности ЛРЗ основана на следующих подходах (Макоедов и др., 1994), которые можно сгруппировать следующим образом:

— расчетные методы, при которых оценка эффективности ЛРЗ проводится путем сопоставления показателей выживаемости потомства лососей в естественных и заводских условиях;

— метод аналогий, в основе которого лежат эмпирически выявленные зависимости, полученные на других рыбоводных предприятиях;

— определение доли рыб заводского происхождения в общих подходах и уловах;

— учет изменений численности лососей под влиянием деятельности ЛРЗ;

— полный учет заводского возврата от выпуска молоди одного поколения (коэффициент возврата).

Первые две группы методов целесообразно использовать на стадии проектирования и в начале работы ЛРЗ, пока на заводе не будет накоплена собственная база данных. Остальные три подхода способны давать сходные результаты, но удобство и эффективность использования каждого из них зависит от ряда факторов: наличия базы данных, налаженного мечения заводской молоди, уровня материально-технического обеспечения и подготовленности персонала.

Вполне возможно, что измерить эффективность ЛРЗ одним способом невозможно, поскольку она складывается под воздействием многих факторов, взаимодействующих друг с другом.

3.4.7.1. Расчетные методы

Главное преимущество искусственного воспроизводства — практически 100%-ный уровень оплодотворения икры и высокая выживаемость икринок и молоди при выращивании до жизнестойких стадий. В соответствии с биотехническими нормативами 2010 года при однолетнем и двухлетнем цикле выращивания тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке России гибель на разных стадиях должна составлять 10–20% при инкубации, 1–5% при выдерживании личинок, 1–5% при выращивании молоди весом от 0,5 г до 1 г. Средний выход продукции

на одну самку составляет 77–85%. На Аляске выживаемость (от закладки икры до выпуска) искусственно воспроизводимых лососей на рыбоводных предприятиях составляет: у горбуши — 89%, кеты — 98%, кижуча — 64%, чавычи — 65%, нерки — 48%, в среднем — 61% (McNair, Holland, 1994).

В естественных условиях за период от закладки икры в грунт до выхода молоди из грунта в отдельные годы погибает икры у разных видов тихоокеанских лососей в зависимости от условий воспроизводства от 1–10% до 20–90%, а в целом за период от икротетания до покатной миграции — от 0,4–6,9 до 4,2–33%, хотя фактический выход молоди от заложенной икры на качественных нерестилищах может составлять 85% (Смирнов, 1975).

Прямое сравнение приведенных данных показывает, что именно разница между выживаемостью в заводских и естественных условиях, достигающая величины от 2,5 раз до нескольких десятков раз, является свидетельством более высокой эффективности заводского периода разведения по сравнению с аналогичным периодом, протекающим в пресных водах.

Заслуживает также внимания сопоставление расчетных возвратов лососей в популяциях естественных и поддерживаемых за счет искусственного разведения. При естественном воспроизводстве лососей смертность икры и молоди, особенно на ранних этапах онтогенеза, очень высока. Поэтому возврат взрослых диких рыб относительно невелик. Из общетеоретических соображений следует, что для поддержания численности популяции на стабильном уровне требуется, чтобы от одной пары производителей лососей на нерест возвращалась в среднем также одна пара производителей или с учетом 50%-ного промыслового изъятия — 4 экз. половозрелых рыб (при соотношении полов 1:1). В качестве примера расчетов рассмотрим следующие средние значения плодовитости: для горбуши — 1200, кеты — 2500, кижуча — 3500, нерки — 4000, чавычи — 8000 икринок. Фактические величины плодовитости для каждого вида могут отличаться в различных регионах и в разные годы, и, соответственно, будут меняться и расчетные значения. Отсюда получается, что для поддержания популяции на многолетнем стабильном уровне коэффициент возврата от отложенной икры в данном примере должен быть ориентировочно равен для горбуши, кеты, кижуча, нерки и чавычи соответственно 0,3%, 0,16%, 0,11%, 0,10% и 0,05%.

Фактические оценки, полученные на популяциях, в целом соответствуют расчетным. Так, естественное воспроизводство тихоокеанских лососей обеспечивает в среднем 0,04–0,26% возврат взрослых рыб от выметанной самками икры (Вронский и др., 1979). Общая смертность очень редко бывает ниже 99,5% (коэффициент возврата поколений камчатских лососей, рассчитанный за многолетний период, в процентах к количеству заложенной родителями икры), а обычно еще выше — при огромном диапазоне колебаний по отдельным годам, связанным с условиями воспроизводства.

Понятно, что ЛРЗ будут экономически целесообразны, если их эффективность будет выше, чем при естественном воспроизводстве лососей. На рассмотренном выше условном примере кеты получается, что данному требованию будет удовлетворять кетовый ЛРЗ с ежегодным коэффициентом возврата не ниже 0,2%, рассчитанным от заложенной на завод икры, или не ниже 0,3%, рассчитанным от выпускаемой молоди. Именно таким образом опреде-

ляется критический уровень возврата, выше которого обеспечивается результативность искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей. Успешно работающие ЛРЗ по разведению кеты и горбуши, находящиеся в зоне благоприятных условий в ранний морской период, могут иметь коэффициенты возврата 2–3% и даже выше.

3.4.7.2. Методы аналогий

Определение эффективности ЛРЗ по абсолютной величине коэффициента возврата требует многолетней, трудоемкой и не всегда выполнимой работы. В этой связи заслуживают внимания иные показатели эффективности рыбоводных предприятий, одним из которых может быть такой показатель, как средняя масса молоди лососевых рыб перед выпуском и связь его с величиной возврата. Общеизвестно: чем крупнее выпускаемая молодь, тем короче время ее пребывания в прибрежье и ниже смертность.

Такого рода зависимости известны для некоторых видов тихоокеанских лососей (рис. 3.4.7.2.1–3.4.7.2.4).

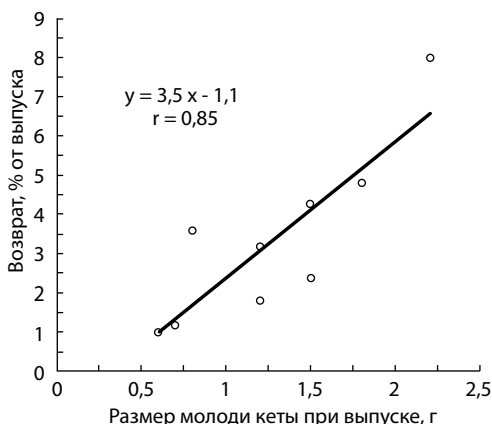


Рис. 3.4.7.2.1. Зависимость коэффициента возврата от массы молоди кеты (Аляска, о-в Баранова) (Linley, 1994)

Например, для кеты, одного из основных объектов пастбищного разведения на Дальнем Востоке, прирост массы тела молоди в пределах от 0,5 до 1,5 г на каждые 0,1 г может дать увеличение коэффициента возврата в среднем на 0,2% (рис. 3.4.7.2.1), что при условии выпуска физиологически полноценной молоди в оптимальные сроки обеспечит получение с каждого миллиона подращенной молоди дополнительно 1,5–2,0 тыс. производителей. Важно иметь в виду, что увеличение массы тела молоди при выпуске имеет свой предел: дальнейший ее рост не приведет к увеличению коэффициента возврата — каждый вид лосося имеет свои пределы оптимума размерно-весовых характеристик.

Другой пример такого рода расчетов (рис. 3.4.7.2.2 и 3.4.7.2.4). Смолтификация заводских сеголеток чавычи и нерки, подращиваемых на теплых водах Малкинского ЛРЗ, начинается с 5–7 и 2–3 г соответственно. Судя по графи-

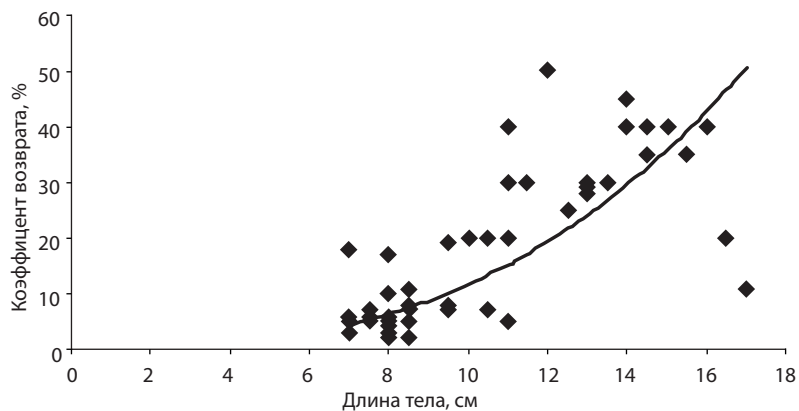


Рис. 3.4.7.2.2. Зависимость возврата нерки от размера выпускаемых смолтов (сообщение Б. П. Смирнова)

ку зависимости коэффициента возврата от массы смолта, после достижения этого размера увеличение массы молоди чавычи и нерки в среднем на каждый грамм может дать увеличение коэффициента возврата на 1% и 0,5%, что означает получение с каждых 100 тыс. экз. выпущенных смолтов дополнительно около 1000 и 500 производителей чавычи и нерки соответственно.

Предел массы, до которой можно подрашивать молодь этих видов на заводе, определяется процессами наступления десмолтификации и угрозой формирования карликовых форм (для кижуча) после выпуска с завода. В целом масса молоди на выпуске должна соответствовать предельным значениям, характерным для данной популяции.

Несомненно, такие показатели должны быть восприняты промышленностью как индексы относительной эффективности, применение которых долж-

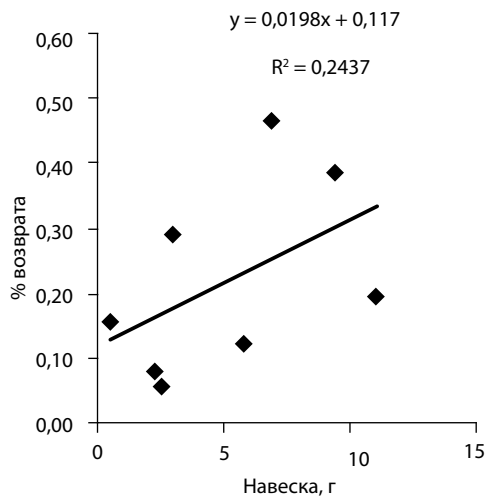


Рис. 3.4.7.2.3. Зависимость процента возврата кижуча от навески выпускаемой молоди (Хотский ЛРЗ) (сообщение Б. П. Смирнова)

но не заменять, а предшествовать работам по определению абсолютной величины возврата. Такой подход можно рассматривать как экспресс-метод оценки эффективности работы конкретного ЛРЗ в отдельные годы, закладывающий основу для повышения эффективности ЛРЗ.

На применение метода аналогий накладываются экологические ограничения, связанные с региональными условиями в прибрежных морских водах. В настоящее время при проектировании рыбоводных заводов нормативный коэффициент возврата, как правило, определяется по аналогии с высокоэффективными рыбоводными заводами. Такой подход не всегда оправдан. Анализ мирового лососеводства показывает, что при одной и той же биотехнике успех заводского разведения выше в тех районах, где лучше условия обитания молоди в прибрежье. Так, на охотоморском побережье Хоккайдо коэффициенты возврата кеты достигают 3,25%, а на Хонсю и япономорском побережье Хоккайдо не превышают 0,43–0,8%, и это даже на заводах, выпускающих кету массой 0,9–2,8 г. На Аляске возврат заводской кеты, выпущенной навеской 0,6–0,7 г, не превышает 1%, и лишь при подрачивании до 0,9–1,8 г в морских садках увеличивается до 1,3–7,2%.

Для Аляски, по сравнению с Камчаткой, характерны более благоприятные условия в прибрежье: изобилие бухт, фьордов, заливов, защищенных от волнения, хорошо прогреваемых и не замерзающих даже зимой, с богатой кормовой базой. Отсюда следует важный вывод, а именно: ошибочно при проектировании новых рыбоводных заводов на Дальнем Востоке ориентироваться на высокие возвраты, получаемые на отдельных рыбоводных заводах, располо-

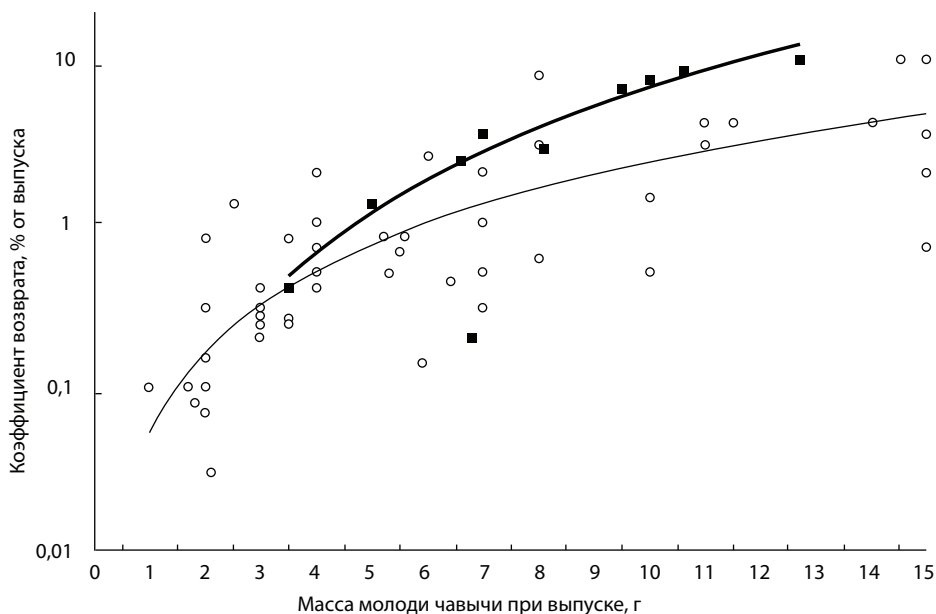


Рис. 3.4.7.2.4. Зависимость коэффициента возврата от размера молоди чавычи при выпуске с рыбоводных заводов США и Канады (Bilton et al., 1984; Martin, 1988; Reisenbichler et al., 1982) (по вертикальной оси — логарифмическая шкала)

женных в Японии, на Аляске или Курильских островах. При суровых условиях нагула в прибрежье возврат от молодежи кеты той же навески (0,6–0,7 г) может быть существенно меньше.

3.4.7.3. Мониторинг численности разводимых видов лососей

Численность лососей может значительно изменяться под действием естественных причин, поэтому количественно выделить «вклад» ЛРЗ в динамику численности обитающих в реке лососей — сложная задача. Она может быть, например, решена на основе многолетних рядов наблюдений за численностью рыб до и после начала деятельности ЛРЗ. Другой подход может быть основан на сравнении многолетних колебаний численности лососей в реках-аналогах, не имеющих в своих бассейнах рыбоводных заводов. Третий подход — на анализе многолетних данных по заводскому выпуску и возврату. Однако во всех случаях имеются ограничения на использование метода учета численности для оценки деятельности ЛРЗ.

Главное ограничение связано с тем, что этим методом изменение численности стада может быть зарегистрировано только через 5–6 лет (для горбуши через 2 года), когда подойдет на нерест соответствующее поколение лососей, и еще требуется ряд лет для накопления статистически достоверных рядов наблюдений.

Другое ограничение связано с тем, что прирост численности лососей, вызванный деятельностью ЛРЗ, и тот критический порог, за пределами которого этот прирост выходит из диапазона природных колебаний численности, неизбежно сопряжены с неопределенностью и ошибками. Возможны две типовые ошибки: первая — обнаружить прирост численности, когда его на самом деле нет, и вторая — упустить рост численности, который фактически существует, но «завуалирован» и неразличим на фоне природной изменчивости динамики численности.

В перечень обязательных материалов, необходимых для оценки изменения численности лососей под влиянием ЛРЗ, включаются:

- статистика выпусков заводской молодежи;
- учет численности дикой молодежи;
- статистика уловов, в том числе в рыбоводных целях;
- численность нерестового стада, пропущенного в реки.

Указанные материалы должны собираться ежегодно по единообразной методике.

При анализе временных рядов следует учитывать, что используемые при описании эффективности ЛРЗ многолетние ряды наблюдений, как правило, имеют ограниченную длину (наиболее часто 10–15 значений). Полученные на таких рядах корреляции между объемами заводского выпуска и численностью стада в последующие годы часто не подтверждаются. Зачастую на фоне длиннопериодных колебаний численности лососей направление корреляции «выпуск — возврат» может меняться в зависимости от точки расположения на оси времени нарастающей кривой выпусков. При взаимном совпадении восходящей ветви динамики численности с кривой нарастания объемов выпуска возникают положительные корреляционные связи (иногда даже достовер-

ные), а при наложении противоположно направленных ветвей — отрицательные (Леман, 1989). Более того, изменение биотехники, сроков выпуска, соотношения разводимых видов и пр. изменяют выживаемость и коэффициенты возврата, что может приводить к противоположным выводам на разных этапах динамики (Животовский и др., 2009 б).

Игнорирование изложенных выше особенностей и специфики их исследований может приводить к обесцениванию больших усилий и денег, затраченных на работы по программам мониторинга.

3.4.7.4. Оценка вклада ЛРЗ в промысел и воспроизводство

Для создания на базе действующих ЛРЗ крупномасштабного и высокоэффективного лососевого хозяйства требуется достоверная информация об экономическом вкладе искусственного воспроизводства в коммерческий лососевый промысел, определение доли рыб заводского происхождения в уловах тихоокеанских лососей и коэффициента возврата — лучше всего по отолитной метке.

Цель. Общая цель работ состоит в определении вклада ЛРЗ в промысел и воспроизводство. Для достижения этой цели требуется:

- определить численность заводских рыб в уловах, на ЛРЗ и нерестилищах;
- оценить долю заводских рыб в пробах из уловов, нерестового стада и ЛРЗ.

Содержание и организация работ. Достижение цели невозможно без налаженной системы массового мечения заводской молодежи и наличия электронной базы данных меток.

Отолиты собираются по описанной выше методике одновременно с биологическим анализом (см. раздел 3.3).

Идентификация рыбы заводского происхождения проводится на основании сравнения структуры шлифа отолита с электронным эталоном метки, полученным от меченой заводской молодежи перед ее выпуском.

Для расчета вклада ЛРЗ в промысел и воспроизводство требуются следующие исходные данные:

- уловы на промысловом участке, с которого отбирали образцы;
- уловы рыбодобывающего предприятия, работающего на данном участке;
- общие подходы лососей и промысловое изъятие в данном районе;
- общий заход в реки;
- размер изъятия производителей в рыбоводных целях

Крайне важен выбор точки сбора материала. Оптимальный вариант расположения точки сбора — речной участок в морском устье промысловой реки. В этом случае по полученным данным можно судить о соотношении в нерестовом стаде диких и заводских рыб и вкладе ЛРЗ не только в промысел, но и в общее воспроизводство данного стада. Для оценки общей эффективности ЛРЗ важно учитывать не только возврат в свой водоем и прилегающий морской участок, но и поставить учет меток в других районах, где рыба этого ЛРЗ вылавливается как транзитная.

По итогам полевого сезона составляется реестр собранного материала (табл. 3.4.7.4.1).

Таблица 3.4.7.4.1 Реестр собранного материала в ____ году

Река	Участок лова			Улов, т			Сроки сбора	Количество биопроб (отолитов)		
	Орудие лова	Место	Фирма	чавыча	кета	нерка		Чавыча	кета	нерка
Невод ставной		Охотское море, уч. № ____, 2,5 км на юг от устья р. ____		1	20	150	03.08—13.08	0	0	196

Получаемая оценка доли заводских рыб в уловах несет в себе некую неопределенность, связанную с тремя основными причинами:

- ошибками идентификации заводских рыб по отолитной метке;
- ошибками учета уловов;
- ошибками экстраполяции процента заводских рыб на общий вылов, относимый к данной реке или к общей численности стада.

В связи с этим рекомендуется учитывать весь спектр возможных оценок эффективности ЛРЗ (доли заводских рыб в уловах, коэффициенте возврата) в интервале от максимальных до минимальных:

- минимальные значения, основанные на максимальных оценках уловов, из которых отбирались пробы отолитов, максимальной общей численности рыб и с учетом только точно идентифицированных заводских меток;
- максимальные значения, основанные на минимальной оценке величины уловов и численности стада и учитывающие все заводские метки, включая сомнительные.

Заключение

Начало XXI века не внесло ощутимых положительных изменений в состоянии среды обитания диких лососей. Все возрастающие антропогенные нагрузки и глобальные климатические изменения сказываются на состоянии природных лососевых экосистем. Хотя суммарный вылов тихоокеанских лососей в последнее десятилетие находится на высоком уровне, доля в этих уловах и общая численность большинства диких популяций наиболее ценных видов (чавычи, кижуча и многих стад нерки) заметно снижается.

Для отдельных речных бассейнов и даже целых областей, где дикие стада лососей находятся на грани полного исчезновения, искусственное воспроизводство становится необходимым инструментом сохранения и увеличения численности лососей. Но при этом крайне важно, чтобы рыбоводные заводы не использовались как альтернатива естественным нерестилищам, а развивались одновременно с поддержанием стад диких лососей, и приоритетом было бы сохранение всего их природного биоразнообразия.

Размещение рыбоводных заводов в реках со здоровыми лососевыми экосистемами, как правило, приводит со временем к генетической деградации и снижению численности диких популяций лососей и замещению их заводскими стадами, менее приспособленными к условиям природного воспроизводства.

Важнейшим инструментом сохранения биоразнообразия и численности диких тихоокеанских лососей является выделение и защита бассейнов и территорий, где сохранились полноценные здоровые лососевые экосистемы. В таких регионах необходимо вкладывать средства на поддержание существующих условий и природных лососевых экосистем, создавать лососевые рыбохозяйственные заказники и заповедные зоны, защищающие диких лососей. Особенно это актуально для такого региона российского Дальнего Востока, как Камчатка, где воспроизводится более 20% мировых запасов диких лососей и присутствует самое большое в мире видовое разнообразие; этот уникальный регион необходимо рассматривать, как глобальный резерв генофонда дикого лосося и бережно сохранять.

Перспективные планы по дальнейшему развитию пастбищного лососеводства на Дальнем Востоке требуют осмысления проблемы взаимодействия диких и заводских лососей, особенно в районах совмещения их естественного и искусственного воспроизводства, где оно должно рассматриваться как дополнительный элемент в поддержании запасов лососей на высоком уровне. Реформирование рыбоводных заводов и постепенный перевод их в новые условия деятельности должны естественным образом сопровождаться изменениями целей и задач, стоящих перед ними. Перспективной задачей развития пастбищного лососеводства, как и всей аквакультуры в целом, должно стать разведение в данном бассейне не одного вида или внутривидовой формы лососей в ущерб другим, а сохранение генетического разнообразия как основы увеличения производства рыбы путем использования всех популяций и воспроизводительных ресурсов бассейна — как искусственных, так и естественных, для чего надо сократить до минимума негативное воздействие разводи-

мой рыбы на природные популяции лососей. Многие из факторов, провоцирующих экологические и генетические риски, могут быть значительно ослаблены грамотной управленческой деятельностью, направленной на снижение уровня взаимодействия между заводскими и дикими рыбами.

Правильный выбор приоритетов в управлении воспроизводством лососей в каждой конкретной реке является необходимым условием для формирования устойчивой численности промыслового стада лососей в масштабе всего региона на базе сочетания заводских и диких стад лососей. Для оценки рек, с точки зрения целесообразности организации заводского и/или поддержания естественного воспроизводства, важнейшими критериями должны быть состояние популяций диких лососей и наличие условий для их воспроизводства.

Экосистемный лососевый рыбоводный завод, встроенный в ландшафт и экосистему реки, — это реальная альтернатива традиционному заводу, работающему как рыбоводная фабрика, выпускающая одну и ту же продукцию. Лососевые рыбоводные заводы нового типа должны планировать объемы выпуска молоди с учетом воспроизводства всех диких популяций, находящихся в зоне взаимодействия с заводскими стадами.

Для сохранения биологического разнообразия тихоокеанских лососей в целях увеличения их суммарной продуктивности на государственном уровне необходима глобальная ревизия популяционной структуры диких и заводских стад Дальнего Востока России, на межгосударственном — всего тихоокеанского региона, а на уровне конкретного рыбоводного завода необходим регулярный мониторинг стад заводских и диких лососей соответствующего речного бассейна как по биологическим, так и по генетическим характеристикам.

Литература

Акиничева Е. Г., Рогатных А. Ю. 1996. Опыт мечения лососей на рыбодонных заводах посредством термического маркирования // Вопросы ихтиологии. — Т. 36, № 5. — С. 693–698.

Акиничева Е. Г., Сафроненков Б. П., Рогатных Ю. А. 1999. Результаты и перспективы массового маркирования отолитов лососей на рыбодонных заводах Магаданской области // Российско-Американская конференция по сохранению лососевых (Хабаровск, 4–8 октября 1999 г.): Тез. докл. Камчатка. — С. 10.

Акиничева Е. Г. 2006. Особенности сухого маркирования тихоокеанских лососей. — Современные проблемы лососевых рыбодонных заводов Дальнего Востока: материалы международного научно-практического семинара, состоявшегося 30 ноября — 1 декабря 2006 г. в г. Петропавловске-Камчатском в рамках VII научной конференции «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». — Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор. — С. 160–168.

Алтухов Ю. П. 1999. Природоохранный генетика // Экология России на рубеже XX века (наземные экосистемы). — М.: Научный мир. — С. 9–26.

Алтухов Ю. П., Салменкова Е. А., Омельченко В. Т. 1997. Популяционная генетика лососевых рыб. — М.: Наука. — 288 с.

Бродский А. К. 2002. Введение в проблемы биоразнообразия. Иллюстрированный справочник. — СПб.: Издательство С.-Петербургского университета. — 144 с.

Васильков В. П. 1995. Методика термомечения и идентификации лососей камчатских рыбодонных заводов по отолитным маркерам. Петропавловск-Камчатский: Камчатрыбвод. — 48 с.

Васильков В. П. 1996. Рекомендации по термомечению молоди лососей Малкинского лососевого рыбопроизводного завода. Петропавловск-Камчатский: Камчатрыбвод. — 22 с.

Ветеринарно-санитарные правила для лососевых рыбодонных заводов. 1985 — М., Минсельхоз СССР. — 8 с.

Вильямс Р., Лихатович Д., Манди Ф., Пауэл М. 2006. Ландшафтный подход к искусственному воспроизводству лососевых с учетом многообразия их жизненных циклов, генетической структуры и экосистем — Центр дикого лосося (перевод). — 101 с.

Временные биотехнические показатели по разведению молоди (личинок) в учреждениях и на предприятиях, подведомственных Федеральному агентству по рыболовству, занимающихся искусственным воспроизводством водных биологических ресурсов в водных объектах рыбохозяйственного значения. Утв. приказом Росрыболовства от 19 апреля 2010 года № 349. — 50 с.

Вронский Б. Б., Басов Ю. С., Куренков С. И. 1979. Состояние и перспективы развития аквакультуры лососей на Камчатке // Изв. ТИНРО. — Т. 103. — С. 14–22.

Глубоковский М. К., Животовский Л. А. 1986. Популяционная структура горбуши: система флюктуирующих стад // Биология моря. № 2. — С. 39–44.

Глубоковский М. К. 1995. Эволюционная биология лососевых рыб. М.: Наука. — 343 с.

Дгебуадзе Ю. Ю. 2001. Экологические закономерности изменчивости роста рыб. — М.: Наука. — 276 с.

Животовский Л. А. 1980. Показатель внутривидового разнообразия // Журнал общей биологии. Т. XLI. № 6. — С. 828–836.

Животовский Л. А. 2006 а. Отчет за первое полугодие по теме «Генетическая организация и динамика численности кеты залива Простор о-ва Итуруп в связи с оптимизацией промысла и воспроизводства ее запасов в целях улучшения качества продукции». Отчет о научно-исследовательской работе. — ЗАО «Гидрострой». — 47 с.

Животовский Л. А. 2006 б. Эколого-генетические принципы разведения тихоокеанских лососей. Тр. Междун. научн. семинара «Современные проблемы лососевых рыбоводных заводов Дальнего Востока» (30 ноября — 1 декабря 2006 г., Петропавловск-Камчатский). — Всемирный фонд дикой природы (WWF). — С. 153–159.

Животовский Л. А., Афанасьев К. И., Рубцова Г. А., Шитова М. В., Малинина Т. В., Ракицкая Т. А., Прохоровская В. Д., Салменкова Е. А., Федорова Л. К., Борзов С. И., Погодин В. П. 2008. О создании базы ДНК-данных для решения проблем воспроизводства, идентификации и сертификации популяций тихоокеанских лососей на примере кеты о. Итуруп // Вопросы рыболовства. — Т. 9, № 1 (33). — С. 96–109.

Животовский Л. А., Рубцова Г. А., Шитова М. В., Малинина Т. В., Ракицкая Т. А., Прохоровская В. Д., Афанасьев К. И. 2009 а. Генетические принципы экологической сертификации промысла тихоокеанских лососей. (ред. Шунтов В. П.) // Реализация «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». Бюл. № 4. — Владивосток, ТИНРО-центр. — С. 117–125.

Животовский Л. А., Федорова Л. К., Смирнов Б. П., Чупахин В. М. 2009 б. Статистические проблемы анализа данных «скат-возврат» при оценке работы лососевых рыбоводных заводов (на примере Курильского ЛРЗ, о. Итуруп) // Реализация «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». Бюл. № 4. — Владивосток: ТИНРО-центр. — С. 140–147.

Животовский Л. А., Федорова Л. К., Шитова М. В., Борзов С. И., Погодин В. П., Рубцова Г. И., Афанасьев К. И. 2010. Изменчивость цвета мяса у производителей заводской кеты о. Итуруп // Вопросы рыболовства. — Т. 11, № 2. — С. 313–326.

Иванков В. Н. 1985. Экотипы лососевых рыб. Морфология и систематика лососевидных рыб. — Л.: ЗИН АН СССР. — С. 85–91.

Инструкция о порядке проведения обязательных наблюдений за дальневосточными лососевыми на КНС и КНП бассейновых управлений рыбоохраны и стационарах ТИНРО. — Владивосток: ТИНРО, 1987. — 23 с.

Инструкция по эксплуатации нового технологического оборудования в инкубаторах и цехах-питомниках с независимым водоснабжением на ЛРЗ Сахалинрыбвода. 1995 а. — Сахалинрыбвод. — 10 с.

Инструкция по эксплуатации рыбоводного оборудования в цехах-питомниках с независимым водоснабжением. 1995 б. — Сахалинрыбвод. — 6 с.

Каев А. М. 2008. Динамика уловов горбуши и кеты в Сахалинской области в связи с уровнем их естественного и заводского воспроизводства // Реализация «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». Бюлл. № 3 — Владивосток: Изд-во ТИНРО. — С. 236–240.

Кирпичников В. С. 1977. Селективный характер биохимического полиморфизма у камчатской нерки *Oncorhynchus nerka* (Walb) // Основы классификации и филогении лососевидных рыб. — ЗИН АН СССР. — С. 53–60.

Кловач Н. В. 2003. Экологические последствия крупномасштабного разведения кеты. — М.: Изд-во ВНИРО. — 164 с.

Кляшторин Л. Б. 1982. Водное дыхание и кислородные потребности рыб. М.: Легкая и пищевая промышленность. — 168 с.

Кобаяси Тэцуо. 1994. Справка по искусственному разведению лосося на ЛРЗ японо-российских СП — Токио, АО «Хокуе Годо Суйсан» — 63 с.

Кольцов Д. В. 1995. Среодообразующая деятельность проходных рыб в период нереста (на примере ихтиоцены р. Даги, Северо-Восточный Сахалин) // Вопр. ихтиологии. — Т. 15, № 1. — С. 68–75.

Ксенофонтов М. Ю., Гольденберг И. А. 2008. Экономика лососевого хозяйства Камчатки. Анализ рыбохозяйственного комплекса бассейна реки Большая и разработка предложений по повышению эффективности использования лососевых ресурсов в целях развития устойчивого рыболовства и сохранения видового разнообразия. — М.: Права человека. — 152 с.

Кудзина М. А. 2006. Оценка доли лососей искусственного происхождения в бассейне р. Большая по данным отолитного мечения — Современные проблемы лососевых рыболовных заводов Дальнего Востока: материалы международного научно-практического семинара, состоявшегося 30 ноября — 1 декабря 2006 г. в г. Петропавловске-Камчатском в рамках VII научной конференции «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». — Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор. Книжное издательство. — С. 170–175.

Леман В. Н. 1989. Анализ информативности гидрометеопоказателей при прогнозировании численности камчатской кеты // Биологические основы динамики численности и прогнозирования вылова рыб: Сб. научн. трудов ВНИРО. — М., 1989. — С. 127–139.

Ливингстон Стоун. 1892. Заповедники для лососей. США: Американское Рыболовное Общество. Переведено на русский язык и переиздано Центром дикого лосося. Предисловие Д. С. Павлова. 2010 год. — 36 с.

Лихатович Д. 2004. Лосось без рек. История кризиса Тихоокеанских лососей. — Владивосток: Издательский дом «Дальний Восток». — 376 с.

Лососевые рыбохозяйственные заповедные зоны на Дальнем Востоке России. 2010 — М.: Изд-во ВНИРО. — 141 с.

Макоедов А. Н., Бачевская Л. Т., Рогатных А. Ю., Пустовойт С. П., Яковлев К. А., Бойко И. А., Акиничева Е. Г. 1994. Влияние рыболовных мероприятий на состояние популяций кеты рек северного побережья Охотского

моря // Сб. науч. трудов Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва и Магаданского отд. ТИПРО. Вып. 308. — С. 257–264.

Макоедов А. Н., Кожемяка О. Н. 2007. Основы рыбохозяйственной политики России. М.: Национальные рыбные ресурсы. — 480 с.

Макоедов А. Н., Коротаев Ю. А., Антонов Н. П. 2009. Азиатская кета. Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО. — 356 с.

Марковцев В. Г. 2010 а. О деятельности лососевых заводов частной собственности // Лососевый бюллетень. — № 4. — С. 130–133.

Марковцев В. Г. 2010 б. Влияние лососевого рыбообразного завода на природные популяции лососей в реке // Лососевые рыбохозяйственные заповедные зоны на Дальнем Востоке России. Предисловие Д. С. Павлова, М. К. Глубоковского. — М.: изд-во ВНИРО. — С. 93–97.

Методические рекомендации по организации рыбохозяйственных заповедных зон на примере лососевых рыб Дальнего Востока России (коллект. авторов: Глубоковский М. К., Павлов Д. С., Леман, В. Н., Букварева Е. Н., Шевляков А. Е., Кучерявый А. В.). 2010. — Лососевые рыбохозяйственные заповедные зоны на Дальнем Востоке России. — М.: Изд-во ВНИРО. — С. 98–123.

Методические рекомендации по применению японских аппаратов расширенного типа для инкубации икры кеты. 1990 — Л.: ГосНИОРХ. — 12 с.

Моисеев П. А., Карпевич А. Ф., Романычева О. Д., Блинова Е. И., Сальников Н. Е. 1985. Морская аквакультура. — М.: Агропромиздат. — 253 с.

Павлов Д. С., Букварева Е. Н. 2007. Биоразнообразие и жизнеобеспечение человека // Вестник Российской академии наук. — Т. 77, № 11. — С. 974–986.

Павлов Д. С., Букварева Е. Н. 2009. Место рыбохозяйственных заповедных зон в формировании общей системы охраны и использования лососей // Совещание по созданию лососевых рыбохозяйственных заповедных зон на Дальнем Востоке России. Рабочие материалы. — М. — С. 12–18.

Павлов Д. С., Букварева Е. Н. 2010. Место рыбохозяйственных заповедных зон в формировании общей системы охраны и использования лососей. // Лососевые рыбохозяйственные заповедные зоны на Дальнем Востоке России. — М.: Изд-во ВНИРО. — С. 18–28.

Павлов Д. С., Букварева Е. Н., Савваитова К. А. 2006. Сеть ключевых лососевых рек Тихоокеанского региона, как основа сохранения и устойчивого использования лососей в долговременной перспективе. Российский подход. Проект стратегии. — Москва: ИПЭЭ РАН — 21 с.

Павлов Д. С., Стриганова Б. Р., Букварева Е. Н., Дгебуадзе Ю. Ю. 2009. Сохранение биологического разнообразия как условие устойчивого развития. — М.: ООО «Типография ЛЕВКО»; Институт устойчивого развития/Центр экологической политики России. — 84 с.

Постановление Администрации Сахалинской области от 24 октября 2006 г. № 233-па «О порядке получения согласования на организацию хозяйств по искусственному разведению водных биологических ресурсов».

Постановление Правительства Российской Федерации от 12 августа 2008 г. № 603 «Об утверждении Правил образования рыбохозяйственных заповедных зон».

Приказ Федерального агентства по рыболовству от 21 июля 2009 г. № 638 «Об утверждении критериев и порядка подготовки биологических обоснований установления рыбохозяйственных заповедных зон».

Распоряжение Администрации Сахалинской области от 10.09.2004 № 511-ра «Об утверждении перечня бассейнов нерестовых водоемов, где нецелесообразно создание сооружений для искусственного разведения лососевых видов рыб».

Распоряжение Администрации Сахалинской области от 11.08.2004 № 448-ра «Об утверждении концепции развития воспроизводства и товарного выращивания водных биологических ресурсов в Сахалинской области на период до 2010 года».

Региональная концепция сокращения незаконной добычи лососевых рыб в Камчатском крае. 2008. — М.: Изд-во ВНИРО. — 104 с.

Рухлов Ф. Н. 1980. Масштабы и эффективность разведения тихоокеанских лососей в Сахалинской области // Лососевидные рыбы. — Л.: Наука. — С. 184–188.

Сафроненков Б. П., Акиничева Е. Г., Рогатных А. Ю. 1999. Способ массового мечения рыб. Описание изобретения к патенту РФ № 2150827. — С. 12.

Семко Р. С. 1954. Запасы западнокамчатских лососей и их промысловое использование // Известия ТИНРО. — Т. XII. — С. 3–109.

Смирнов А. И. 1963. Инструкция по искусственному разведению тихоокеанских лососей. — М.: Главрыбвод, 1963. — 63 с.

Смирнов А. И. 1975. Биология, размножение и развитие тихоокеанских лососей. — М.: Изд-во МГУ. — 335 с.

Смирнов Б. П. 2007. Лососевое хозяйство Аляски. Современное состояние и принципы управления // Отчет ВНИРО — Проект ПРООН. — Москва, Петропавловск-Камчатский. — 114 с.

Современные проблемы лососевых рыбоводных заводов Дальнего Востока России. 2006. Материалы международного научно-практического семинара, состоявшегося 30 ноября — 1 декабря 2006 г. в г. Петропавловске-Камчатском в рамках VII научной конференции «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей» — Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор. Книжное издательство. — 248 с.

Спиридонов В. А., Згуровский К. А. 2003. Экологическая сертификация морского рыболовства, или информация для рыбаков, которые не хотят, чтобы их дети и внуки остались без рыбы: монография. — Владивосток: Апельсин. — 28 с.

Спрингмейер Д., Пинский М. Л., Портли Н. М., Бонкоски Ж., Рэнд П. 2007. Ранжирование сахалинских речных бассейнов для сохранения лососевых // Труды СахНИРО. — Т. 9. — С. 264–294.

Техническое руководство ФАО по ответственному рыбному хозяйству. 2008. Выпуск 5. Развитие аквакультуры. — Рим: Продовольственная и сельскохозяйственная организация объединенных наций. — 62 с.

Титарев Е. Ф. 2005. Разведение и выращивание тихоокеанских и атлантического лососей (учебное пособие) — Рыбное, Дмитровский филиал Астраханского ГТУ. — 73 с.

Указание Госкомрыболовства России от 9 марта 2004 г. № 12-у (Д) «О рассмотрении вопросов согласования строительства и организации деятельности негосударственных рыбоводных заводов по воспроизводству водных биологических ресурсов».

Федеральная целевая программа «Повышение эффективности использования и развитие ресурсного потенциала рыбохозяйственного комплекса в 2009–2013 годах».

Федеральная целевая программа «Социально-экономическое развитие Курильских островов на 2007–2015 годы».

Федеральный закон от 20 декабря 2004 г. № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов».

Федеральный закон от 24 апреля 1995 г. N 52-ФЗ «О животном мире».

Фолконер Д. С. 1985. Введение в генетику количественных признаков. — М.: Агропромиздат. — 486 с.

Хрусталева А. М., Леман В. Н. 2007. Межгодовая изменчивость линейно-весовых показателей, возрастной структуры и темпа роста кеты *Oncorhynchus keta* и факторы, на нее влияющие // Вопросы ихтиологии. — Т. 47, № 3. — С. 380–388.

Чебанов Н. А., Кудзина М. А. 1999. Предварительные результаты поиска критериев дифференциации производителей кеты и чавычи естественного и заводского происхождения в бассейнах рек Большая-Быстрая, Авача и оптимальных способов мечения заводской молоди лососей. — Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. — 56 с.

Чебанов Н. А., Кудзина М. А. 2000. Предварительные результаты дифференциации производителей лососей естественного и заводского происхождения в бассейнах рек Большая и Авача. Данные по отолитному мечению. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. — 24 с.

Чебанов Н. А., Кудзина М. А. 2003. Результаты и проблемы массового мечения молоди лососей на Камчатке, данные о возврате меченых рыб. Отчет о научно-исследовательской работе. — Петропавловск-Камчатский: Архив КамчатНИРО. — 42 с.

Чебанов Н. А., Кудзина М. А. 2004. Массовое отолитное мечение молоди лососей на Камчатке и оценка на его основе доли заводских рыб в возвратах в бассейн р. Большая в 2004 г. Отчет о научно-исследовательской работе. — Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. — 25 с.

Что такое кодекс ведения ответственного рыболовства? 2008. — Рим: Продовольственная и сельскохозяйственная Организация Объединенных Наций (FAO). — 13 с.

Шварц С. С. 1967. Популяционная структура вида // Зоолог. журн. — Т. 46, Вып. 10. — С. 1456–1469.

Шевляков Е. А., Коваль О. Г., 2010. Перспективы создания лососевых рыбохозяйственных зон на Камчатке // Лососевые рыбохозяйственные запovedные зоны на Дальнем Востоке России. — М.: Изд-во ВНИРО. — С. 69–78.

Шитова М. В., Афанасьев К. И., Рубцова Г. А., Малинина Т. В., Сидорова С. В., Животовский Л. А. 2009. Микросателлитная изменчивость заводских популяций кеты (*Oncorhynchus keta* Walbaum) о. Сахалин // Вопросы рыболовства. — Т. 10, № 1. — С. 102–115.

Шунтов В. П., Темных О. С. 2008. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах. — Владивосток: ТИНРО-центр. — Т. 1. — 481 с.

Экологическое взаимодействие искусственно разведенных и диких лососей. 2010. Тезисы докладов конференции, 4–7 мая 2010 г. — Портленд, Орегон, США. — 23 с.

Akinicheva E., Rogatnykh A., Safronenkov B. 1998. Mass marking of salmon and identification of hatchery fish in mixed stocks // NPAFC Doc. 379. — Pacific Research Institute of Fishery and Oceanography, Magadan Branch, Magadan, Russia. — 8 p.

Alaska Sockeye Salmon Culture Manual (пер. Рудаковой С. В.). 1994. — Juneau, Alaska, ADF&G. — 31 с.

Bigler B. S., Welch D. W., Helle J. H. 1996. A review of size trends among North Pacific salmon (*Oncorhynchus spp.*) // Can. J. Fish. Aquatic. Sci. — V. 53. — P. 455–465.

Billard R. 1988. Le package marine du Saumon an Japan // La Peche Maritime. — № 1316. — P. 47–57.

Bilton H. T., Morley R. B., Coburn A. S., Morley R. B., J. Van Tyne. 1984. The influence of time and size at release of juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) on returns at maturity: results of releases from Quinsam river hatchery, B. C., in 1980. // Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sc., — N1306. — 98 p.

Brothers E. B. 1984. Otolith studies // American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication. — V. 1 — P. 50–57.

Brothers E. B. 1985. Methodological approaches to the examination of otoliths in aging studies // Age and growth of fish (Summerfelt R. C., Hall G. E., editors). Iowa State University Press, Ames. — P. 319–330.

Brothers E. B. 1990. Otolith Marking // Fish marking techniques / American Fisheries Society Symposium 7. — USA. Bethesda, Maryland. — P. 183–202.

Clarke W. C., Blackburn J. 1977. A seawater challenge test to measure smolting of juvenile salmon // Fish. Mar. Serv. Res. Dev. Tech. Rep. — 705. — 11 pp.

Clarke W. C., Shelbourn J. E. 1985. Growth and development of seawater adaptability by juvenile fall chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in relation to temperature // Aquaculture. — V. 45, № 1–4. — P. 21–31.

Coilín Minto, Ransom A. Myers, Wade Blanchard. 2008. Survival variability and population density in fish populations // Nature. — V. 452. — P. 344–347.

Cooney R. T., Brodeur R. D. 1998. Carrying capacity and north Pacific salmon production: stock-enhancement implications // Bull. Mar. Sci. — V. 62. — P. 443–464.

Evenson M. D., Ewing R. D. 1992. Migration characteristics and hatchery returns of winter steelhead volitionally released from Cole River Hatchery, Oregon // N. Am. J. Fish. Manage. — V. 12 — P. 736–743.

Ewing R. D., Johnson S. L., Pribble H. J., Lichatowich J. A. 1979. Temperature and photoperiod effects on gill (Na+K)-ATPase activity in chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) // J. Fish. Res. Board Can. — V. 36, N 11. — P. 1347–1353.

Farmer G. J., Ritter J. A., Ashfield D. 1978. Seawater adaptation and parr-smolt transformation of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar* // J. Fish. Res. Bd Can. — V. 35 — P. 93–100.

Fish Hatchery Management Policy. 2003. — Oregon Department of Fish and Wildlife. — P. 18.

Fish Culture Manual. 1983. — Juneau, Alaska, ADF&G. — 90 c.

Flagg T. A., Waknitz F. W., Maynard D. J., Milner G. B., Mahnken C. V. W. 1995. The effect of hatcheries on native coho salmon populations in the lower Columbia River // Am. Fish. Soc. Symp. — V. 15. — P. 366–375.

Geiger H. J., Smoker W. W., Zhivotovsky L. A., Gharrett A. J. 1997. Variability of family size and marine survival in pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) has implications for conservation biology and human use // Can. J. Fish. Aq. Sci. — V. 54, № 11. — P. 2684–2690.

Helle J. H., Hoffman M. S. 1995. Size decline and older age at maturity of two chum salmon (*Oncorhynchus keta*) stocks in western North America, 1972–92. In: Beamish RJ (ed) Climate change and northern fish populations // Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. — V. 121. — P. 245–260.

Henderson M. A., Cass A. J. 1991. Effect of smolt size on smolt-to-adult survival for Chilko lake sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) // Can. J. Fish. Aq. Sci. — V. 48, № 6. — P. 988–994.

Hilborn R., Eggers D. 2000. A review of the hatchery programs for pink salmon in Prince William Sound and Kodiak Island, Alaska // Trans. Am. Fish. Soc. — V. 129. — P. 333–50.

Knutsson S., Grav T. 1976. Seawater adaptation in Atlantic salmon (*Salmo salar L.*) at different experimental temperatures and photoperiods // Aquaculture. — V. 8. — P. 169–187.

Koenings J. P., Geiger H. J., Hasbrouck J. J. 1993. Smolt-to-adult survival patterns of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*): effects of smolt length and geographic latitude when entering the sea // Can. J. Fish. Aq. Sci. — Vol. 50. № 3. — P. 600–611.

Kostow K. E. 2004. Differences in juvenile phenotypes and survival between hatchery stocks and a natural population provide evidence for modified selection due to captive breeding // Can. J. Fish. Aq. Sci. — V. 61. — P. 577–589.

Kostow K. E. 2008. Factors that contribute to the ecological risks of salmon and steelhead hatchery programs and some mitigating strategies. — Reviews in Fish Biology and Fisheries. — V. 19, N 1. — P. 23.

Kostow K. E., Zhou S. 2006. The effect of an introduced summer steelhead hatchery stock on the productivity of a wild winter steelhead population // Trans. Am. Fish. Soc. — V. 135. — P. 825–841.

Kudzina M. A., Chebanov N. A. 2003. The quality of marks under different regimes of salmon otolith marking // NPAFC technical reports, № 5. — P. 94–97.

Linley T. 1994. Forecasting adult returns of hatchery reared chum salmon // Proceedings of the 16th Northeast Pacific pink and chum salmon workshop, Alaska, february 24–26, 1993. — P. 123–130.

Martin R. M. 1988. Effects of rearing density and size at smolt release on side, age and rate of adult chinook salmon returns. — Northwest and Alaska Fisheries Center (NWAFC) Processed report 88–06 // Report of the 1987 Alaska chinook salmon workshop, 1988, June. — P. 196–198.

McGregor A.J., Lane S., Thomason M.A., Zhivotovsky L.A., Smoker W.W., Gharrett A.J. 1998. Migration timing, a life history trait important in the genetic structure of pink salmon // N. Pac. Anadr. Fish. Comm. Bull. — No.1. — P. 262–273.

McNair M., Holland J.S. 1994. Alaska fisheries enhancement programs 1993 annual report — Alaska Dept. Fish and Game Comm. Fish. Management and Dev. Div. Juneau, AK. 99802. — 43 p.

Miller L.M., Kapuscinski. A.R. 2003. Genetic guidelines for hatchery supplementation programs. — In: Eric M. Hallerman (ed.). Population Genetics (Principles and Applications for Fisheries Scientists), American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. — P. 329–355.

Morley R.B., Fedorenco A.Y., Bilton H.T., S.J. Lehmann. 1996. The effects of time and size at release on returns at maturity of chinook salmon from Quinsam river hatchery, B.C., 1982 and 1983 releases // Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sc. — N2105. — 88 p.

Munk K.M., Smoker W.W., Beard D.R., Mattson R.W. 1993. A hatchery water-heating system and its application to 100% thermal marking salmon // Progress. Fish-Culturist. — V. 3. — P. 284–288.

Munk K.M., Geiger H.J. 1998. Thermal marking of otoliths: the «RBR» coding structure of thermal marks // NPAFC Doc. 367 — CWT & Otolith Processing Lab., Alaska Department of Fish and Game, Juneau, Alaska, USA. — 19 p.

NPAFC, 2005, Statistical Yearbook, 2000–2001. Historical Data. — Vancouver, Canada. — p. 73.

Population Genetics: Principles and Applications for Fisheries Scientists (Eric M. Hallerman, ed.). 2003. — American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. — 458 p.

Reisenbichler R.R., McIntyre J.D., Hallock R.J. 1982. Relations between size of chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha*, released at hatcheries and returns to hatcheries and ocean fisheries // Calif. Fish Game, 1982, 68 (11). — P. 57–58.

Rice S.D., Thomas R.E., Moles A. 1994. Physiological and growth differences in three stocks of underyearling sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) on early entry into seawater // Can. J. Fish. Aq. Sci. — V. 51. — P. 974–980.

Sato H., Amagaya A., Ube M., Ono N., Kudo H. 2000. Manipulating the timing of a chum salmon (*Oncorhynchus keta*) run using Preserved sperm // NPAFC Bulletin. — № 2. B.P. — P. 353–357.

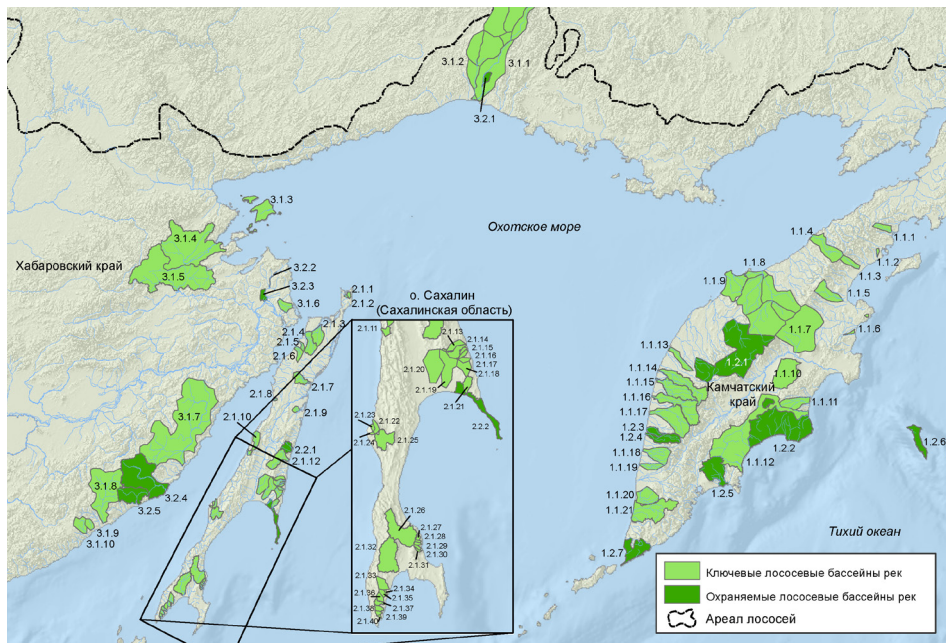
Smoker W.W., Gharrett A.J., Stekoll M.S. 1998. Genetic variation in return date in a population of pink salmon: A consequence of fluctuating environment and dispersive selection in Alaska // Fish. Res. Bull. — V. 5. — P. 46–54.

Volk E.C., Schroder S.L., Fresh K.L. 1987. Inducement of banding patterns on the otoliths of juvenile chum salmon (*Oncorhynchus keta*) // Proceedings of the 1987 northeast Pacific pink and chum salmon workshop (Rigby P., editor). Alaska Department of Fish and Game, Juneau. — P. 206–212.

Wagner H.H., Conte F.P., Fessler J.L. 1969. Development of osmotic and ionic regulation in two races of Chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha* // Comp. Biochem. Physiol. — V. 29. — P. 325–341.

Zhivotovsky, L.A., Fedorova L.K., Rubtsova G.A., Shitova M.V., Rakitskaya T.A., Prokhorovskaya V.D., Smirnov B.P., Kaev A.M., Chupakhin V.M., Samarsky V.G., Pogodin V.P., Borzov S.I., Afanasiev K.I. 2011. Rapid expansion of an enhanced stock of chum salmon and its impacts on wild population components. Environmental Biology of Fishes, Springer Netherlands. DOI 10.1007/s10641–011–9873–4.

Приложение 1. Сеть ключевых лососевых рек Дальнего Востока России



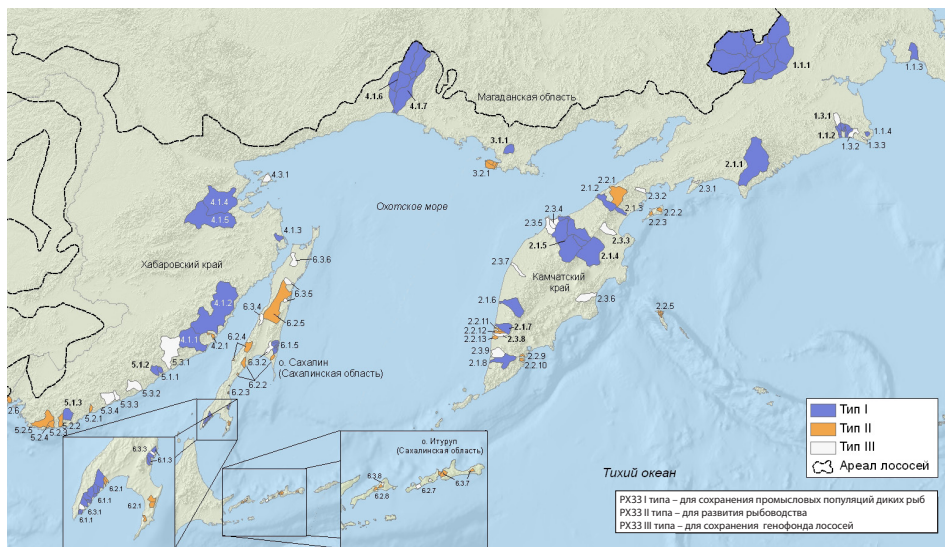
Карта 1. Сеть ключевых лососевых рек Дальнего Востока России.

Составитель: Amber Gladioux (Wild Salmon Center)

Ключевые лососевые реки Камчатки, Сахалина и Хабаровского края			
1.1.1	Сигаиэктап	2.1.16	Березовка
1.1.2	Гыткиткинвая	2.1.17	Песковская
1.1.3	Панкара	2.1.18	Нерпичья
1.1.4	Палана	2.1.19	Рукутама
1.1.5	Начики	2.1.20	Оленья
1.1.6	Медвежья	2.1.21	Владимировка
1.1.7	Камчатка	2.1.22	Покосная
1.1.8	Тигиль	2.1.23	Орловка
1.1.9	Утхолок/Квачина	2.1.24	Ичара
1.1.10	Камчатка	2.1.25	Айнская
1.1.11	Сторож	2.1.26	Найба
1.1.12	Жупанова	2.1.27	Бакхура
1.1.13	Зайчик	2.1.28	Анна
1.1.14	Облуковина	2.1.29	Сима
1.1.15	Крутогорова	2.1.30	Жуковка
1.1.16	Колпакова	2.1.31	Вознесеновка

1.1.17	Большая Воровская	2.1.32	Лютога
1.1.18	Кихчик	2.1.33	Урюм
1.1.19	Утка	2.1.34	Малая Тамбовка
1.1.20	Удочка	2.1.35	Тамбовка
1.1.21	Опала	2.1.36	Ульяновка
2.1.1	Валовская	2.1.37	Кура
2.1.2	Диановская	2.1.38	Найча
2.1.3	Большая	2.1.39	Могучая
2.1.4	Лангры	2.1.40	Анастасия
2.1.5	Пырки	3.1.1	Кухтуй
2.1.6	Теньги	3.1.2	Охота
2.1.7	Даги	3.1.3	Реки Шантарских островов
2.1.8	Большая Янди	3.1.4	Тугур
2.1.9	Набиль	3.1.5	Нимелен
2.1.10	Агнево	3.1.6	Иска
2.1.11	Первая речка	3.1.7	Тумнин
2.1.12	Лангери	3.1.8	Самарга
2.1.13	Богатая	3.1.9	Венюковка
2.1.14	Мелкая	3.1.10	Кабанья
2.1.15	Геран		
Особо охраняемые лососевые реки Камчатки, Сахалина и Хабаровского края			
1.2.1	Хайрюзова	2.2.1	Пурш-Пурш и Венгери
1.2.2	Кроноцкая	2.2.2	Реки заповедника «Поронайский»
1.2.3	Кехта	3.2.1	Кухтуй
1.2.4	Коль	3.2.2	Ул
1.2.5	Налычева	3.2.3	Приозерная
1.2.6	Реки Командорских островов	3.2.4	Коппи
1.2.7	Озерная	3.2.5	Ботчи

Приложение 2. Перечень и расположение водных объектов, рекомендованных для создания лососевых рыбохозяйственных заповедных зон



Карта 2. Расположение водных объектов, рекомендованных для создания лососевых рыбохозяйственных заповедных зон.

Составитель: Amber Gladieux (Wild Salmon Center), по материалам из сборника «Методические рекомендации...» (2010)

Перечень объектов, рекомендованных для создания РХЗЗ (Методические рекомендации ..., 2010).		
I тип	II тип	III тип
1. Чукотский автономный округ		
1.1.1. р. Анадырь (верхнее течение)		1.3.3. лагуна Орианда
1.1.2. Мейныпильгинская оз-реч. система		1.3.2. оз. Кайпыльгин
1.1.3. Сеутаканская оз-реч. система		1.3.1. р. Гытгыпокыткынваам, Гытгывеем, оз. Майниц
1.1.4. лагуна Амаам		
2. Камчатский край		
2.1.1. р. Апука	2.2.1. р. Лесная	2.3.1. р. Евьяваям
2.1.2. р. Палана	2.2.2. р. Маркеловская	2.3.2. р. Сигаэктап
2.1.3. р. Ивашка	2.2.3. р. Гнунваям	2.3.3. р. Начики
2.1.4. р. Еловка (без охр. зоны б/п «Кура»)	2.2.4. р. Ладыгинская	2.3.4. р. Квачина

Приложение 2

2.1.5. р. Тигиль	2.2.5. р. Саранное	2.3.5. р. Утхолок
2.1.6. р. Воровская	2.2.6. р. Старая Гавань	2.3.6. р. Сторож
2.1.7. р. Кихчик	2.2.7. р. Каменка	2.3.7. р. Саичек
2.1.8. р. Опала	2.2.8. р. Гаванская	2.3.8. р. Утка
	2.2.9. р. Вилюча	2.3.9. р. Удочка
	2.2.10. р. Фальшивая	
	2.2.11. р. Мухина	
	2.2.12. р. Хомутина	
	2.2.13. р. Митога	
3. Магаданская область		
3.1.1. р. Ланковая	3.2.1. р. Кулькуты	
4. Хабаровский край		
4.1.1. р. Коппи	4.2.1. р. Гыджу	4.3.1. р. Оленья
4.1.2. р. Тумнин		
4.1.3. р. Иски		
4.1.4. р. Тугур		
4.1.5. р. Нимелен		
4.1.6. р. Охота		
4.1.7. р. Кухтуй		
5. Приморский край		
5.1.1. р. Венюковка	5.2.2. р. Маргаритовка	5.3.1. р. Самарга
5.1.2. р. Кабанья	5.2.5. р. Киевка	5.3.2. р. Максимовка
5.1.3. р. Аввакумовка	5.2.1. р. Лидовка	5.3.3. р. Таежная
	5.2.4. р. Осиновая	5.3.4. р. Серебрянка (ниже Сихотэ-Алиньского заповедника)
	5.2.3. р. Черная	
	5.2.6. р. Нарва	
6. Сахалинская область		
6.1.1. р. Урюм, Крестьянская, Тамбовка, Максимикина, Ульяновка, Кура, Колхозная, Медведовка, Найча, Анастасия, Атласовка	6.2.1. р. Шешкевича, Новиковка, Вавай, Бачинская, Починка	6.3.1. р. Могучи
	6.2.2. р. Макаровка, Восточная, Гастелловка, Владимировка, Поронай	6.3.2. р. Рукутама
6.1.3. р. Вознесенская, Кривлянка, Жуковка, Сима	6.2.3. р. Айдар, М. Подлесная, Б. Подлесная, Кирпичная	6.3.3. р. Анна

Приложение 2

	6.2.4. р. Лесогорка, Старица	6.3.4. р. Агнево
6.1.5. р. Нерпичья, Песковская, Ягодная, Березовка, Герань, Мелкая, Богатая	6.2.5. р. Тымь	6.3.5. р. Даги, Набилъ
		6.3.6. р. Лангры
О-ва Итуруп и Кунашир		
	6.2.7. р. Саратовка, оз. Сопочное, Куйбышевское, Благодатное.	6.3.7. р. Урумбет, оз. Красивое
	6.2.8. р. Филатова, Первухина	6.3.8. оз. Валентины

Приложение 3. Основные характеристики и размещение лососевых рыбо-водных заводов на Дальнем Востоке России

Камчатский край (карта 3)

1. Виллойский ЛРЗ. Базовый водоем: оз. Большой Виллой, р. Виллой. Расстояние до моря — 8 км. Разводимые виды: кета (до 2009 г.), кижуч. Особенности разведения: выпуск в озеро; двухлетнее подращивание кижуча.

Выпуск молоди⁶:

кета:	объем выпуска	—	от 0,585 до 3,485 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 1,13–1,45 г
	сроки выпуска	—	между 15 и 19 июня
кижуч:	сеголетки:		
	объем выпуска	—	от 0,367 до 0,895 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 1,28–1,55 г
	сроки выпуска	—	между 19 июня и 19 июля
	двухлетки:		
	объем выпуска	—	от 0,166 до 0,41 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 8,32–14,54 г
	сроки выпуска	—	между 16 июня и 19 июля

2. Паратунский ЛРЗ. Базовый водоем: ручей Трезубец, р. Паратунка. Расстояние до моря — 30 км. Разводимые виды: кета, кижуч. Особенности разведения: выпуск крупных сеголетков кижуча, подращенного в теплых водах за один сезон.

Выпуск молоди:

кета:	объем выпуска	—	от 9,443 до 16,577 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 1,28–1,38 г
	сроки выпуска	—	между 19 апреля и 19 мая
кижуч:	сеголетки (акселерированные)		
	объем выпуска	—	от 0,324 до 0,831 млн экз./год.
	средняя масса	—	пределы 5,10–9,71 г
	сроки выпуска	—	между 11 июля и 6 августа

3. ЛРЗ «Кеткино». Базовый водоем: р. Авача. Расстояние до моря — 30 км. Разводимые виды: кета, кижуч (до 2007 г.), нерка (в 2009 г.)

Выпуск молоди:

кета:	объем выпуска	—	от 0,786 до 9,532 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,81–0,98 г
	сроки выпуска	—	между 19 мая и 2 июля
кижуч:	объем выпуска	—	от 0,051 до 0,106 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 1,59–2,03 г
	сроки выпуска	—	между 19 мая и 2 июля
нерка:	объем выпуска	—	4,822 млн экз./год
	средняя масса	—	0,57 г
	сроки выпуска	—	между 1 и 6 июля

⁶ Здесь и ниже приводятся минимальные и максимальные значения за пятилетний период.

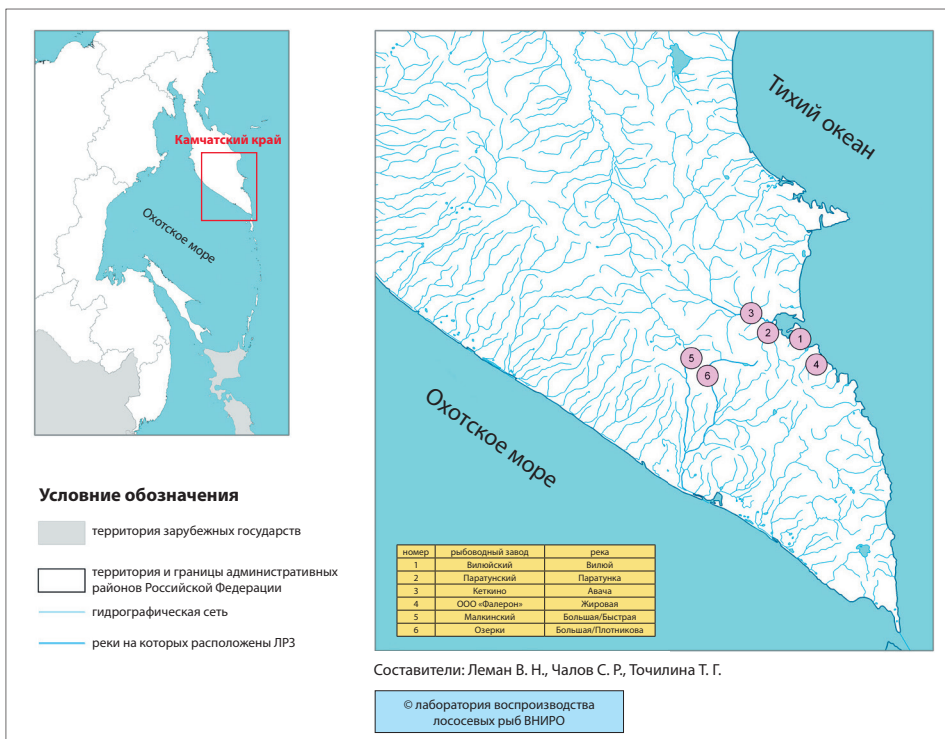
4. ЛРЗ ООО «Фалерон». Базовый водоем: р. Жировая. Расстояние до моря — 13 км. Разводимые виды: кета. С 2009 г. прекратил работу.

кета:	объем выпуска	—	от 0,296 до 0,486 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,83–1,06 г
	сроки выпуска	—	между 17 июня и 7 июля

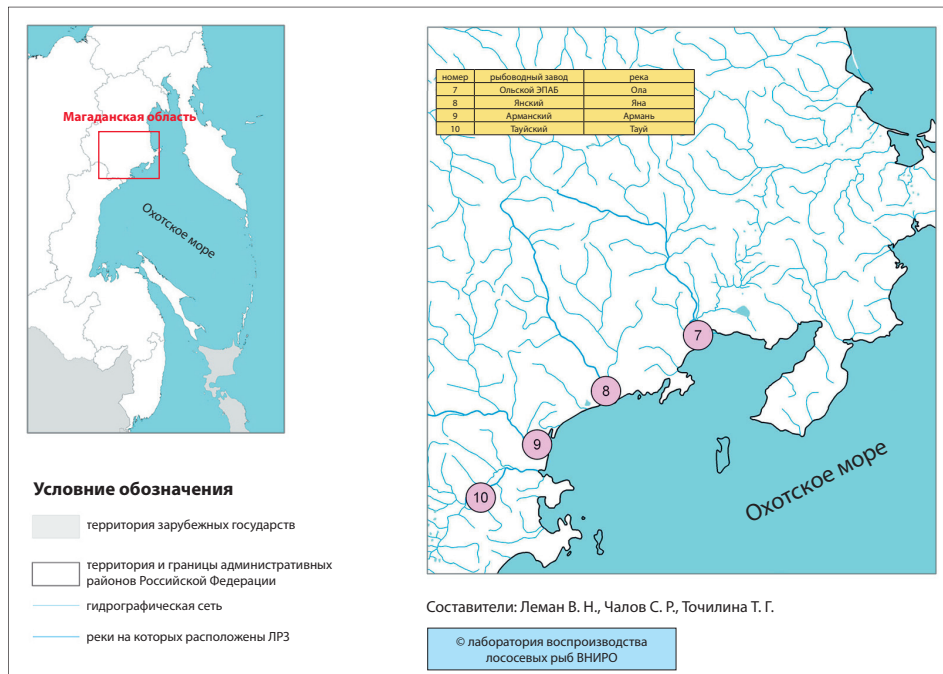
5. Малкинский ЛРЗ. Базовый водоем: бассейн р. Большая/Быстрая. Расстояние до моря — 200 км. Разводимые виды: чавыча, нерка. Особенности разведения: тепловодный завод, получение крупных сеголеток за один сезон.

Выпуск молоди:

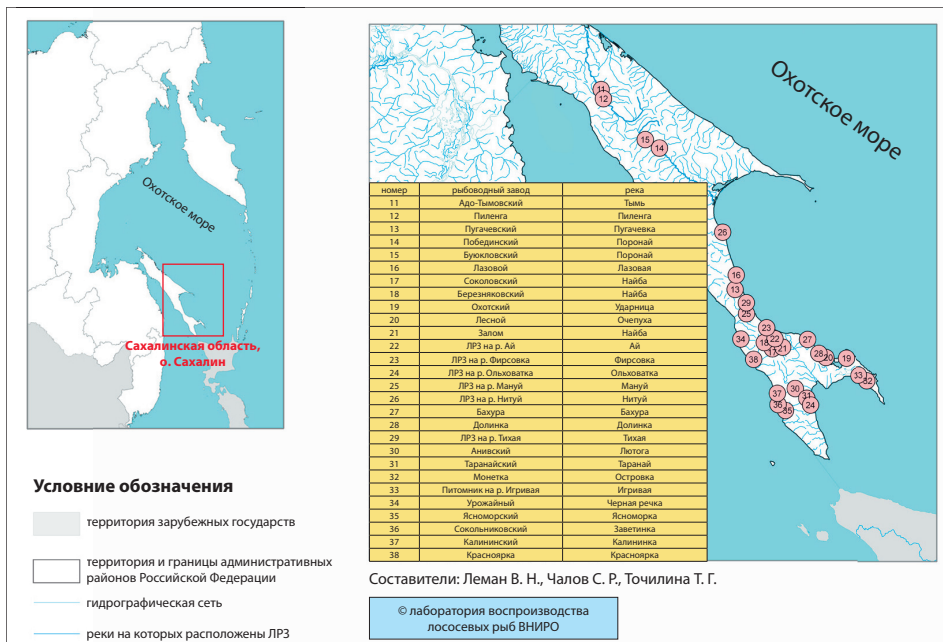
чавыча:	объем выпуска	—	от 0,780 до 0,835 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 7,85–10,49 г
	сроки выпуска	—	между 14 и 21 мая
нерка:	объем выпуска	—	от 0,533 до 0,710 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 4,75–5,77 г
	сроки выпуска	—	между 5 и 23 мая



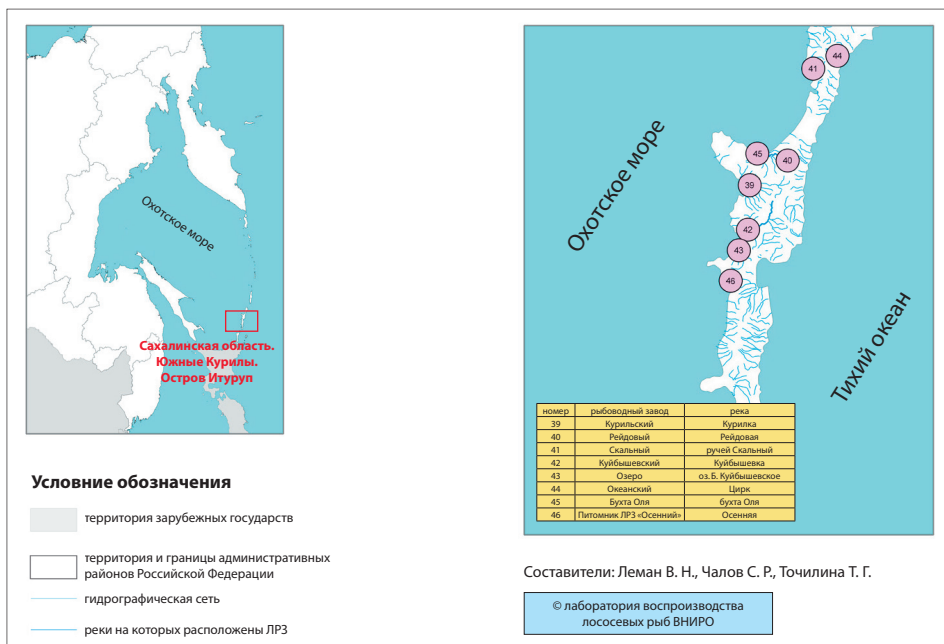
Карта 3. Лососевые рыболовные заводы. Камчатский край



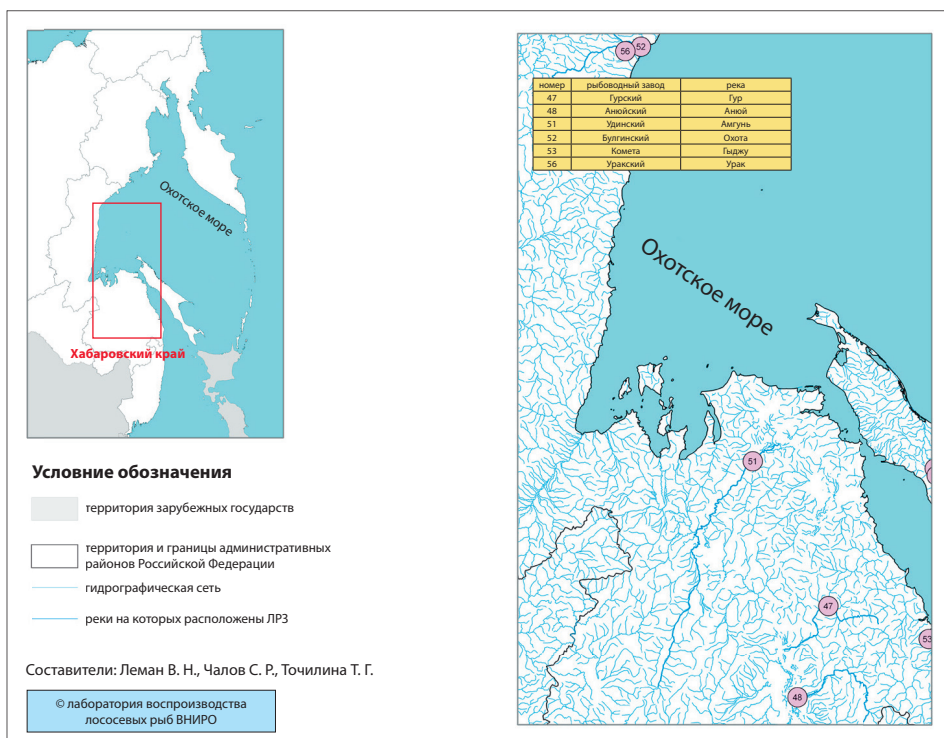
Карта 4. Лососевые рыболовные заводы. Магаданская область



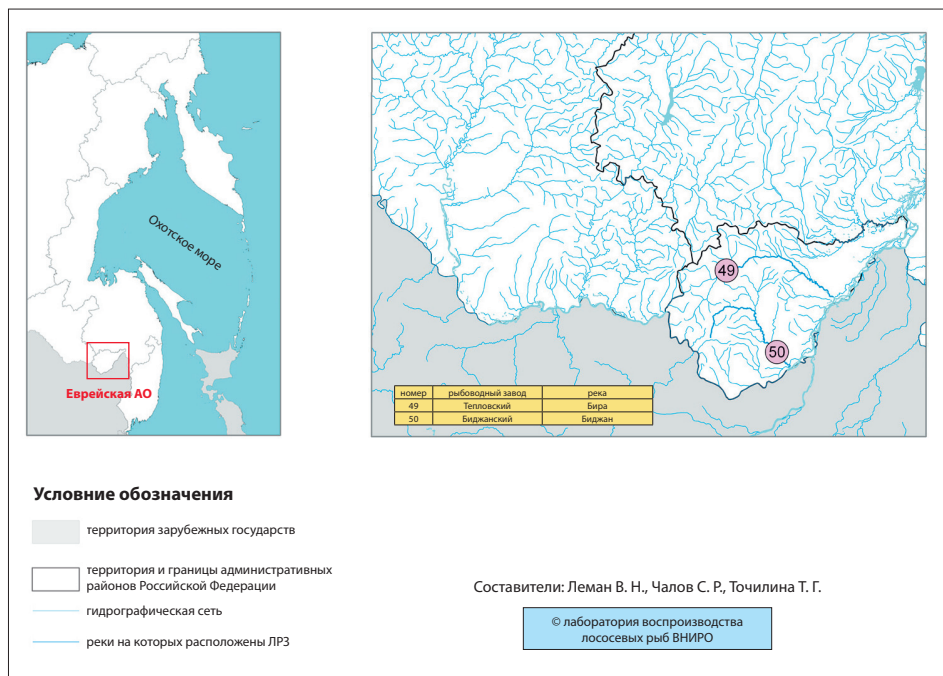
Карта 5. Лососевые рыболовные заводы. Сахалинская область, о. Сахалин



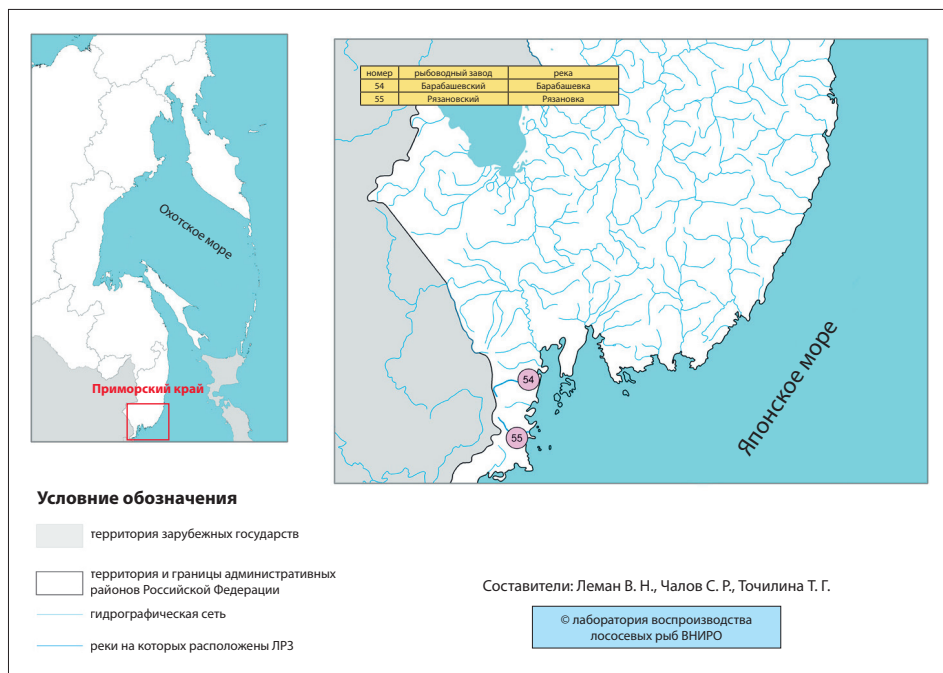
Карта 6. Лососевые рыбоводные заводы. Сахалинская область, о. Итуруп



Карта 7. Лососевые рыбоводные заводы. Хабаровский край



Карта 8. Лососевые рыбоводные заводы. Еврейская АО



Карта 9. Лососевые рыбоводные заводы. Приморский край

6. ЛРЗ «Озерки». Базовый водоем: бассейн р. Большая/Плотникова. Расстояние до моря — 120 км. Разводимые виды: кета, нерка.

Выпуск молоди:

кета:	объем выпуска	—	от 0,729 до 1,777 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,84–0,93 г
	сроки выпуска	—	между 6 и 25 мая
нерка	объем выпуска	—	от 4,787 до 9,275 млн шт.
	средняя масса	—	пределы 0,48–1,09 г
	сроки выпуска	—	между 20 мая и 20 июля

Магаданская область (карта 4)

7. ЛРЗ Ольской экспериментальной производственно-акклиматизационной базы. Базовый водоем: р. Ола. Расстояние до моря — 8 км. Разводимые виды: горбуша (с 2007 г.), кета, кижуч.

Выпуск молоди:

горбуша:	объем выпуска	—	от 0,475 до 7,194 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,2–0,355 г
	сроки выпуска	—	между 26 мая и 6 июня
кета:	объем выпуска	—	от 1,526 до 9,942 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,35–1,85 г
	сроки выпуска	—	между 26 июня и 25 июля
кижуч:	сеголетки:		
	объем выпуска	—	от 0,032 до 1,193 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,2–1,5 г
	сроки выпуска	—	между 19 июня и 30 сентября
	двухлетки:		
	объем выпуска	—	от 0,003 до 0,03 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 2,2–9,4 г
	сроки выпуска	—	между 10 июня и 5 июля

8. Янский ЛРЗ. Базовый водоем: р. Яна. Расстояние до моря — 12 км. Разводимые виды: горбуша, кета, кижуч. Особенности разведения: двухлетний цикл подращивания кижуча.

Выпуск молоди:

горбуша:	объем выпуска	—	от 0,364 до 2,981 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,2–0,355 г
	сроки выпуска	—	между 22 мая и 10 июня
кета:	объем выпуска	—	от 0,753 до 4,150 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,447–0,950 г
	сроки выпуска	—	между 8 и 18 июня
кижуч:	двухлетки:		
	объем выпуска	—	от 0,133 до 2,121 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 6,4–10,9 г
	сроки выпуска	—	между 6 и 21 июня

9. Арманский ЛРЗ. Базовый водоем: р. Армань. Расстояние до моря — 18 км. Разводимые виды: кета, горбуша, кижуч, нерка.

Выпуск молоди:

кета:	объем выпуска	—	от 1,943 до 7,49 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,27–2,17 г
	сроки выпуска	—	между 6 июня и 25 июля
горбуша:	объем выпуска	—	от 0,322 до 4,217 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,12–0,335 г
	сроки выпуска	—	от 25 марта до 30 июня
кижуч:	сеголетки:		
	объем выпуска	—	от 0,0723 до 1,171 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,7–4,82 г
	сроки выпуска	—	между 8 июля и 11 октября
	двухлетки:		
	объем выпуска	—	от 0,0105 до 0,910 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 2,2–11,4 г
	сроки выпуска	—	между 6 июня и 3 июля
	трехлетки (2005 г.):		
	объем выпуска	—	0,0277 млн экз./год
	средняя масса	—	183 г
	сроки выпуска	—	7 июня
нерка:	сеголетки:		
	объем выпуска	—	от 0,309 до 1,13 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,471–4,5 г
	сроки выпуска	—	от 20 июня до 3 октября
	двухлетки:		
	объем выпуска	—	от 0,0238 до 0,305 млн экз./год
средняя масса	—	пределы 7,7–14,1 г	
сроки выпуска	—	между 7 и 9 июня	

10. Тауйский ЛРЗ. Базовый водоем: р. Тауй. Расстояние до моря — 54 км.

Разводимые виды: горбуша, кета, кижуч.

Выпуск молоди:

горбуша:	объем выпуска	—	от 0,710 до 0,833 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,335–0,51 г
	сроки выпуска	—	между 7 и 11 июня
кета:	объем выпуска	—	от 0,117 до 3,102 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,4–1,2 г
	сроки выпуска	—	между 7 июня и 31 июля
кижуч:	двухлетки:		
	объем выпуска	—	от 0,202 до 0,669 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 5,0–6,62 г
сроки выпуска	—	между 7 и 30 июня	

Сахалинская область, о. Сахалин (карта 5)

11. Адо-Тымовский ЛРЗ. Базовый водоем: р. Тымь. Расстояние до моря — 170 км.
Разводимые виды: кета, кижуч.

Выпуск молоди:

кета:	объем выпуска	—	от 23,718 до 6,717 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,75–0,885 г
	сроки выпуска	—	между 28 мая и 12 июля
кижуч:	объем выпуска	—	от 0,169 до 1,005 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,82–2,81 г
	сроки выпуска	—	от 5 июля до 19 сентября

12. ЛРЗ «Пиленга». Базовый водоем: р. Тымь, р. Пиленга. Расстояние до моря — 186 км. Разводимые виды: кета, горбуша (2008 г.).

Выпуск молоди:

кета:	объем выпуска	—	от 1,010 до 9,944 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,48–0,905 г
	сроки выпуска	—	между 15 июня и 20 июля
горбуша:	объем выпуска	—	0,425 млн экз./год
	средняя масса	—	от 0,33 г
	сроки выпуска	—	10–11 июня

13. Пугачевский ЛРЗ. Базовый водоем: р. Пугачевка. Расстояние до моря — 15 км.
Разводимые виды: горбуша.

Выпуск молоди:

горбуша:	объем выпуска	—	от 18,310 до 23,682 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,3–0,31 г
	сроки выпуска	—	между 7 и 28 июня

14. Побединский ЛРЗ. Базовый водоем: р. Поронай. Расстояние до моря — 168 км.
Разводимые виды: кета.

Выпуск молоди:

кета:	объем выпуска	—	от 13,398 до 14,105 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,79–0,972 г
	сроки выпуска	—	между 7 июня и 2 июля

15. Буюкловский ЛРЗ Базовый водоем: р. Поронай. Расстояние до моря — 125 км.
Разводимые виды: кета, кижуч.

Выпуск молоди:

кета:	объем выпуска	—	от 31,850 до 33,785 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,81–0,884 г
	сроки выпуска	—	между 20 июня и 10 июля
кижуч:	объем выпуска	—	от 0,173 до 0,488 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 1,13–2,488 г
	сроки выпуска	—	между 7 и 27 июля

16. ЛРЗ «Лазовой». Базовый водоем: р. Лазовая. Расстояние до моря — 1,5 км. Разводимые виды: кета.

Выпуск молоди:

кета: объем выпуска — от 0,640 до 1,921 млн экз./год
 средняя масса — пределы 0,63–0,8 г
 сроки выпуска — между 7 и 18 июня

17. Соколовский ЛРЗ. Базовый водоем: р. Найба. Расстояние до моря — 46 км. Разводимые виды: кета, горбуша, сима.

Выпуск молоди:

кета:	объем выпуска	—	от 5,728 до 19,254 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,81–1,042 г
	сроки выпуска	—	между 16 июня и 27 июля
горбуша:	объем выпуска	—	от 0,709 до 25,845 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,245–0,320 г
	сроки выпуска	—	между 2 и 24 июня
сима:	объем выпуска	—	от 0,208 до 0,423 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,47–1,12 г
	сроки выпуска	—	между 27 июня и 30 июля

18. Березняковский ЛРЗ. Базовый водоем: р. Найба. Расстояние до моря — 64 км. Разводимые виды: кета.

Выпуск молоди:

кета:	объем выпуска	—	от 9,220 до 29,154 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 1,0–1,07 г
	сроки выпуска	—	между 27 мая и 9 июля

19. Охотский ЛРЗ. Базовый водоем: оз. Тунайча, р. Ударница. Расстояние до моря — 25 км. Разводимые виды: кета, кижуч.

Выпуск молоди:

кета:	объем выпуска	—	от 21,051 до 22,110 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 1,06–1,16 г
	сроки выпуска	—	между 17 мая и 23 июня
кижуч:	объем выпуска	—	от 0,010 до 0,032 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 1,08–15,4 г
	сроки выпуска	—	между 25 мая и 2 июня

20. Лесной ЛРЗ. Базовый водоем: р. Очепуха. Расстояние до моря — 4 км. Разводимые виды: кета, горбуша.

Выпуск молоди:

кета:	объем выпуска	—	от 4,914 до 10,482 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,81–1,04 г
	сроки выпуска	—	между 17 и 23 июня
горбуша:	объем выпуска	—	от 26,433 до 33,848 млн экз./год.

средняя масса	—	пределы 0,28–0,337 г
сроки выпуска	—	между 28 мая и 22 июня

21. ЛРЗ «Залом». Базовый водоем: р. Найба. Расстояние до моря — 32 км. Разводимые виды: кета.

Выпуск молоди:

кета:	объем выпуска	—	от 1,972 до 10,460 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 1,38–1,81 г
	сроки выпуска	—	между 29 мая и 22 июня

22. ЛРЗ на реке Ай. Базовый водоем: р. Ай. Расстояние до моря — 15 км. Разводимые виды: горбуша, кета (с 2009 г.).

Выпуск молоди:

кета:	объем выпуска	—	0,642 млн экз./год
	средняя масса	—	0,81 г
	сроки выпуска	—	между 21 и 23 июля
горбуша:	объем выпуска	—	от 0,602 до 6,524 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,313–0,330 г
	сроки выпуска	—	между 3 и 17 июня

23. ЛРЗ на реке Фирсовка. Базовый водоем: р. Фирсовка. Расстояние до моря — 4 км. Разводимые виды: кета, горбуша.

Выпуск молоди:

кета:	объем выпуска	—	от 15,105 до 17,255 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,80–0,83 г
	сроки выпуска	—	между 9 июня и 15 июля
горбуша:	объем выпуска	—	от 7,347 до 13,185 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,256–0,300 г
	сроки выпуска	—	между 21 мая и 9 июня

24. ЛРЗ на реке Ольховатка. Базовый водоем: р. Ольховатка. Расстояние до моря — 3,5 км. Разводимые виды: кета, горбуша.

Выпуск молоди:

кета:	объем выпуска	—	6,757 млн экз./год
	средняя масса	—	0,84 г
	сроки выпуска	—	между 15 и 27 июня
горбуша:	объем выпуска	—	от 7,337 до 16,079 млн экз./год
	средняя масса	—	от 0,267 до 0,3 г
	сроки выпуска	—	между 26 мая и 11 июня

25. ЛРЗ на реке Мануй. Базовый водоем: р. Мануй. Расстояние до моря — 11 км. Разводимые виды: горбуша.

Выпуск молоди:

горбуша:	объем выпуска	—	от 2,491 до 2,818 млн экз./год
	средняя масса	—	0,32 г
	сроки выпуска	—	между 3 и 17 июня

26. ЛРЗ на реке Нитуй. Базовый водоем: р. Нитуй. Расстояние до моря — 1,5 км. Разводимые виды: горбуша.

Выпуск молоди:

горбуша: объем выпуска	—	1,259 млн экз./год
средняя масса	—	0,32 г
сроки выпуска	—	между 19 и 22 июня

27. ЛРЗ «Бахура». Базовый водоем: р. Бахура. Расстояние до моря — 0,5 км.

Разводимые виды: горбуша, кета.

Выпуск молоди:

горбуша: объем выпуска	—	от 8,388 до 11,951 млн экз./год
средняя масса	—	пределы 0,294–0,34 г
сроки выпуска	—	между 29 мая и 25 июня
кета: объем выпуска	—	от 0,200 до 3,404 млн экз./год
средняя масса	—	пределы 0,180–0,880
сроки выпуска	—	между 5 июня и 20 июля

28. ЛРЗ «Долинка». Базовый водоем: р. Долинка. Расстояние до моря — 4,0 км. Разводимые виды: горбуша, кета.

Выпуск молоди:

горбуша: объем выпуска	—	от 9,282 до 21,288 млн экз./год
средняя масса	—	пределы 0,300–0,340 г
сроки выпуска	—	между 1 июня и 16 июля
кета: объем выпуска	—	от 1,26 до 11,296 млн экз./год
средняя масса	—	пределы 0,800–0,880 г
сроки выпуска	—	между 15 июня и 20 июля

29. ЛРЗ на реке Тихая. Базовый водоем: р. Тихая. Расстояние до моря — 4,0 км. Разводимые виды: горбуша, кета.

Выпуск молоди:

горбуша: объем выпуска	—	от 2,859 до 10,723 млн экз./год
средняя масса	—	пределы 0,250–0,350 г
сроки выпуска	—	между 1 и 18 июня
кета: объем выпуска	—	0,431 млн экз./год
средняя масса	—	0,488 г
сроки выпуска	—	20 июня

30. Анивский ЛРЗ. Базовый водоем: р. Лютога. Расстояние до моря — 33 км.

Разводимые виды: горбуша, кета, сима.

Выпуск молоди:

горбуша: объем выпуска	—	от 36,544 до 38,784 млн экз./год.
средняя масса	—	пределы 0,280–0,283 г
сроки выпуска	—	между 18 мая и 12 июня
кета: объем выпуска	—	от 0,454 до 0,893 млн экз./год
средняя масса	—	пределы 0,950–1,006 г

	сроки выпуска	—	между 15 и 21 июня
сима:	объем выпуска	—	от 0,034 до 0,553 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 1,09–1,482 г
	сроки выпуска	—	между 16 и 27 июня

31. Таранайский ЛРЗ. Базовый водоем: р. Таранай. Расстояние до моря — 8 км. Разводимые виды: горбуша, кета.

Выпуск молоди:

горбуша:	объем выпуска	—	от 11,870 до 23,656 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,262–0,304 г
	сроки выпуска	—	между 19 мая и 11 июня
кета:	объем выпуска	—	от 5,197 до 16,397 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,870–1,021 г
	сроки выпуска	—	между 26 мая и 20 июня

32. ЛРЗ «Монетка». Базовый водоем: р. Островка. Расстояние до моря — 5 км. Разводимые виды: горбуша, кета.

Выпуск молоди:

горбуша:	объем выпуска	—	от 19,008 до 23,656 млн экз./год.
	средняя масса	—	пределы 0,266–0,370 г
	сроки выпуска	—	между 1 и 18 июня
кета:	объем выпуска	—	от 4,0 до 13,286 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,572–0,860 г
	сроки выпуска	—	между 4 и 26 июня

33. Питомник на реке Игривая. Базовый водоем: р. Игривая. Расстояние до моря — 5,5 км. Разводимые виды: горбуша, кета.

Выпуск молоди:

горбуша:	объем выпуска	—	от 1,100 до 5,165 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,253–0,300 г
	сроки выпуска	—	от 8 мая до 8 июня
кета:	объем выпуска	—	от 0,100 до 0,635 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,538–0,740 г
	сроки выпуска	—	между 4 и 26 июня

34. ЛРЗ Урожайный. Базовый водоем: р. Черная речка. Расстояние до моря — 3,0 км. Разводимые виды: горбуша, кета.

Выпуск молоди:

горбуша:	объем выпуска	—	от 6,468 до 13,960 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,260–0,330 г
	сроки выпуска	—	между 23 мая и 19 июня
кета:	объем выпуска	—	от 3,564 до 9,401 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 1,03–1,14 г
	сроки выпуска	—	между 5 июня и 8 июля

35. Ясноморский ЛРЗ. Базовый водоем: р. Ясноморка. Расстояние до моря — 8,0 км. Разводимые виды: кета.

Выпуск молоди:

кета:	объем выпуска	—	от 17,325 до 17,620 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,750–0,817 г
	сроки выпуска	—	между 28 мая и 26 июня

36. Сокольниковский ЛРЗ. Базовый водоем: р. Заветинка. Расстояние до моря — 6,0 км. Разводимые виды: кета.

Выпуск молоди:

кета:	объем выпуска	—	от 16,090 до 16,300 млн экз./год.
	средняя масса	—	пределы 0,800–0,937 г
	сроки выпуска	—	между 14 мая и 24 июня

37. Калининский ЛРЗ. Базовый водоем: р. Калининка. Расстояние до моря — 5,0 км. Разводимые виды: кета.

Выпуск молоди:

кета:	объем выпуска	—	от 35,654 до 36,800 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,850–0,949 г
	сроки выпуска	—	между 24 мая и 19 июня

38. ЛРЗ «Красноярка». Базовый водоем: р. Красноярка. Расстояние до моря — 5,0 км. Разводимые виды: кета, горбуша.

Выпуск молоди:

кета:	объем выпуска	—	от 0,452 до 6,952 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,811–1,0 г
	сроки выпуска	—	между 28 мая и 28 июня
горбуша:	объем выпуска	—	от 2,289 до 9,116 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,260–0,300 г
	сроки выпуска	—	между 17 мая и 6 июня

Сахалинская область. Южные Курилы. Остров Итуруп (карта б)

39. Курильский ЛРЗ. Базовый водоем: р. Курилка. Расстояние до моря — 5,0 км. Разводимые виды: кета, горбуша.

Выпуск молоди:

кета:	объем выпуска	—	от 4,717 до 20,617 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,766–0,960 г
	сроки выпуска	—	между 28 мая и 28 июня
горбуша:	объем выпуска	—	от 2,289 до 9,116 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,260–0,300 г
	сроки выпуска	—	между 17 мая и 6 июня

40. Рейдовый ЛРЗ. Базовый водоем: р. Рейдовая. Расстояние до моря — 13,0 км. Разводимые виды: кета, горбуша, сима (до 2008 г.).

Выпуск молоди:

кета:	объем выпуска	—	от 23,463 до 25,193 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,968–1,160 г
	сроки выпуска	—	между 25 мая и 26 июня

горбуша:	объем выпуска	—	от 40,656 до 43,767 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,280–0,410 г
	сроки выпуска	—	между 23 мая и 24 июня
сима:	объем выпуска	—	от 0,00060 до 0,014 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 3,0–3,09 г
	сроки выпуска	—	между 24 и 28 июня

41. ЛРЗ «Скальный». Базовый водоем: ручей Скальный. Расстояние до моря — 0,5 км. Разводимые виды: кета, горбуша.

Выпуск молоди:

кета:	объем выпуска	—	от 0,560 до 1,837 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,490–0,810 г
	сроки выпуска	—	между 6 июня и 11 июля
горбуша:	объем выпуска	—	от 2,274 до 7,844 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,238–0,300 г
	сроки выпуска	—	между 6 и 18 июня

42. Куйбышевский ЛРЗ. Базовый водоем: р. Куйбышевка. Расстояние до моря — 5,0 км. Разводимые виды: кета, горбуша.

Выпуск молоди:

кета:	объем выпуска	—	от 0,888 до 8,469 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,900–0,989 г
	сроки выпуска	—	между 10 июня и 15 июля
горбуша:	объем выпуска	—	от 4,458 до 10,609 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,290 г. до 0,360 г
	сроки выпуска	—	между 30 мая и 10 июня

43. ЛРЗ «Озеро». Базовый водоем: оз. Б. Куйбышевское. Расстояние до моря — 1,5 км. Разводимые виды: кета.

Выпуск молоди:

кета:	объем выпуска	—	от 4,742 до 20,805 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,850–0,880 г
	сроки выпуска	—	между 20 июня и 1 июля

44. Океанский ЛРЗ. Базовый водоем: р. Цирк. Расстояние до моря — 2,5 км.

Разводимые виды: кета.

Выпуск молоди:

кета:	объем выпуска	—	от 0,882 до 33,235 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 1,02–1,875 г
	сроки выпуска	—	между 26 мая и 27 июня

45. ЛРЗ «Бухта Оля». Базовый водоем: бухта Оля. Расстояние до моря — на берегу моря. Разводимые виды: кета. Особенности разведения: выпуск молоди непосредственно в море. Выпуск молоди: в 2009 году первая закладка икры.

46. Питомник ЛРЗ «Осенний». Базовый водоем: р. Осенняя. Расстояние до моря — 2,5 км. Разводимые виды: кета.

Выпуск молоди:

кета:	объем выпуска	—	от 4,400 до 9,499 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,808–1,281 г
	сроки выпуска	—	между 5 и 27 июня

Хабаровский край (карта 7)

47. Гурский ЛРЗ. Базовый водоем: р. Гур, бассейн р. Амур. Расстояние до моря — 823 км. Разводимые виды: кета.

Выпуск молоди:

кета:	объем выпуска	—	от 8,753 до 12,500 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,500–0,606 г
	сроки выпуска	—	между 26 апреля и 28 мая

48. Анойский ЛРЗ. Базовый водоем: р. Аной, бассейн р. Амур. Расстояние до моря — 796 км. Разводимые виды: кета.

Выпуск молоди:

кета:	объем выпуска	—	от 5,151 до 35,480 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,500–1,14 г
	сроки выпуска	—	между 2 и 18 мая

51. Удинский ЛРЗ. Базовый водоем: р. Амгунь, бассейн р. Амур. Расстояние до моря — 222 км. Разводимые виды: кета.

Выпуск молоди:

кета:	объем выпуска	—	от 2,530 до 17,186 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,453–0,66 г
	сроки выпуска	—	апрель — июнь

52. Булгинский ЛРЗ. Базовый водоем: р. Охота, Охотское море. Расстояние до моря — 2,0 км. Разводимые виды: кета.

Выпуск молоди:

кета:	объем выпуска	—	от 2,760 до 3,0 млн экз./год
	средняя масса	—	0,700 г
	сроки выпуска	—	30 мая — 1 июня

53. ЛРЗ «Комета». Базовый водоем: р. Гыджу, Татарский пролив, Японское море. Расстояние до моря — 5,0 км. Разводимые виды: кета.

Выпуск молоди:

кета:	объем выпуска	—	от 2,400 до 5,773 млн экз./год
	средняя масса	—	0,900 г
	сроки выпуска	—	июнь — июль

56. ЛРЗ Уракский. Базовый водоем: р. Урак, Охотское море. Расстояние до моря — 5,0 км. Разводимые виды: кета.

Выпуск молоди:

кета:	объем выпуска	—	около 3,500 млн экз./год
	средняя масса	—	0,700 г
	сроки выпуска	—	30 мая — июнь

Еврейская АО (карта 8)

49. Тепловский ЛРЗ. Базовый водоем: р. Бира, бассейн р. Амур. Расстояние до моря — 1350 км. Разводимые виды: кета.

Выпуск молоди:

кета:	объем выпуска	—	от 1,018 до 10,900 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,500–0,71 г
	сроки выпуска	—	между 13 мая и 8 июня

50. Биджанский ЛРЗ. Базовый водоем: р. Биджан, бассейн р. Амур. Расстояние до моря — 1472 км. Разводимые виды: кета.

Выпуск молоди:

кета:	объем выпуска	—	от 0,869 до 15,100 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,800–1,16 г
	сроки выпуска	—	между 3 апреля и 8 июня

Приморский край (карта 9)

54. Барабашевский ЛРЗ. Базовый водоем: р. Барабашевка, Японское море. Расстояние до моря — 10 км. Разводимые виды: кета, сима.

Выпуск молоди:

кета:	объем выпуска	—	от 7,083 до 8,743 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,710–1,08 г
	сроки выпуска	—	между 20 и 28 апреля
сима:	объем выпуска	—	от 0,389 до 0,922 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,590–0,91 г
	сроки выпуска	—	между 20 апреля и 2 мая

55. Рязановский ЛРЗ. Базовый водоем: р. Рязановка. Расстояние до моря — 10 км. Разводимые виды: кета, сима.

Выпуск молоди:

кета:	объем выпуска	—	от 10,662 до 12,625 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,730–1,1 г
	сроки выпуска	—	между 17 апреля и 15 мая
сима:	сеголетки:		
	объем выпуска	—	от 0,395 до 1,437 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 0,97–1,2 г
	сроки выпуска	—	между 17 апреля и 15 мая
	годовики:		
	объем выпуска	—	от 0,089 до 0,140 млн экз./год
	средняя масса	—	пределы 17,2–56,4 г
	сроки выпуска	—	11–15 мая

Приложение 4. Пример управления рыбоводными лососевыми заводами юго-востока штата Аляски и залива Принца Уильяма (Prince William Sound), штат Аляска, США

В этом документе представлена информация о лососевом рыбоводном хозяйстве штата Аляски, особое внимание уделено районам юго-востока Аляски и заливу Принца Уильяма.

Сравнение производства заводского лосося Аляски с другими регионами мира. В 2008 г. Аляска выпустила 30% всего произведенного заводского лосося северного Тихого океана, заняв второе место после Японии. Аляска занимает первое место по выпуску заводской горбуши (59% от мирового производства), второе место по производству кижуча (30%), нерки (30%) и кеты (18%), и третье место по производству чавычи (5%).

Выпуск заводского лосося на Аляске в 2010 г., (млн шт.)

	Горбуша	Кета	Кижуч	Чавыча	Нерка	Всего
Юго-восток Аляски	63,93	458,42	19,88	8,93	13,20	564,36
Залив Принца Уильяма	647,08	130,20	5,41	0,00	30,17	812,86
Всего по Аляске	855,44	609,39	28,64	11,18	56,07	1560,72

Выпуск заводского лосося в 2008 г. в разных странах мира, (млн шт.)

	Горбуша	Кета	Кижуч	Чавыча	Нерка	Сима	Всего
Аляска	823,0	568,0	25,0	11,0	60,0	0,0	1487,0
США (без Аляски)	1,0	36,0	43,0	187,0	6,0	0,0	273,0
Канада	22,0	82,0	11,0	38,0	220,0	0,0	373,0
Япония	142,0	1890,0	0,0	0,0	0,0	14,0	2032,0
Корея	0,0	17,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,0
Россия	401,0	508,0	5,0	1,0	10,0	2,0	927,0

Расположение ЛРЗ на территории Аляски. Большая часть штата Аляски не имеет ЛРЗ. Тридцать действующих ЛРЗ расположены в четырех южных областях штата. Большинство воспроизводимых лососей поступает с ЛРЗ, расположенных в заливе Принца Уильяма (52%) и на юго-востоке Аляски (36%).

Основные виды лосося, производимые на ЛРЗ Аляски. Горбуша составляет 55% от общего выпуска заводской молоди лососей Аляски и 76% — в заливе Принца Уильяма. Кета составляет 39% от общего выпуска заводской молоди кеты Аляски и 75% — на юго-востоке Аляски.

Количество ЛРЗ по регионам штата Аляски. Юго-восток Аляски — 20, залив Принца Уильяма — 5, залив Кука — 3, остров Кадьяк — 2.



Методические подходы и система управления рыбными ресурсами на Аляске. Управление и руководство рыбным хозяйством штата Аляски производится совместно Советом штата Аляски по Рыболовству (Alaska Board of Fisheries, САР) и Департаментом рыбы и дичи штата Аляски (Alaska Department of Fish and Game, ДРДА). САР принимает решения об открытии и закрытии промысловых сезонов и мест по вылову рыбы, устанавливает нормы коммерческого и индивидуального вылова, допустимые пределы и ограничения вылова, а также определяет приемлемые методы и орудия ловли рыбы.

САР также несет ответственность за принятие решений о распределении допустимого улова между рыбопромысловыми группами. Заседания САР открыты для всех заинтересованных граждан, которые приглашаются к участию в процессе принятия решений. ДРДА несет ответственность за управление промыслов в период рыболовного сезона согласно правилам, принципам действий и решениям, принятым САР.

САР разработал ряд мероприятий по защите популяций дикого лосося с более высоким приоритетом, чем управление заводским стадом. Правила по управлению устойчивым промыслом (5 ААС 39.222) гласят, что дикий лосось «должен быть защищен от неблагоприятного влияния искусственного разведения и действий, направленных на увеличение их численности» и что заполнение нерестилищ должно «осуществляться с учетом поддержания генетических и фенотипических характеристик стад лососей». К тому же правила управления рыбного промысла смешанных (диких и заводских) стад (5 ААС 39.220) гласят, что «сохранение ресурсов дикого лосося, согласующееся с устойчивым выловом, имеет первостепенное значение».

Определение и регулирование минимально допустимого пропуска диких лососей на нерестилища. Согласно Руководству по определению минимально необходимого пропуска лососей на нерестилища (5 ААС 39.223), приня-

тому в штате Аляска, в настоящее время используются методически разные подходы.

Биологическое обоснование минимального пропуска (Biological Escapement Goal) основывается на моделях «запас — пополнение» (stock — recruitment), рассчитываемых по многолетним данным параметров воспроизводства лососей.

Определение минимального пропуска, обеспечивающего устойчивый промысел (Sustainable Escapement Goal), методически основывается на данных по величине предыдущих пропусков на нерестилища, которые привели к устойчивым уловам лососей за последние 5—10 лет. Данный подход используется, когда недостаточно данных для построения моделей «запас — пополнение», обычно из-за отсутствия данных о вылавливании определенных лососевых стад.

Два других, менее распространенных определения минимального пропуска, описываются Курсом устойчивого сохранения лосося (Sustainable Salmon Policy). Оптимальное определение минимального пропуска (Optimum Escapement Goal) является специфической целью управления пропуском лососей на нерестилища, принятого САР, который рассматривает биологические факторы и факторы распределения ресурсов и может отличаться от двух предыдущих подходов. Каждый региональный офис ДРДА на Аляске регулярно обновляет данные своей области по проходу лососей на нерестилища, рассматривает, есть ли изменения к определениям минимального пропуска на нерестилища и насколько они обоснованы, и предоставляет отчет о состоянии популяций лососей в своем регионе в САР.

Законодательная база управления ЛРЗ на Аляске. В 1974 г. законодателями штата Аляски был принят акт по частным некоммерческим ЛРЗ, уполномочивающий квалифицированные некоммерческие общества на частное владение ЛРЗ. До этого ЛРЗ в основном управлялись федеральным правительством и штатом Аляски. В настоящее время ЛРЗ на Аляске управляются частными некоммерческими ассоциациями. Эти ассоциации должны получить разрешение ДРДА для строительства и эксплуатации ЛРЗ. Условия получения разрешения требуют, чтобы ЛРЗ находился достаточно далеко от рек с популяциями дикого лосося, но по возможности в районах, где возвращающийся заводской лосось мигрирует через районы традиционного лососевого промысла. Эти ЛРЗ должны предоставлять годовые отчеты в ДРДА со статистикой сбора икры, выпуска и возврата лососей.

Информация о мечении заводских лососей и программе по сбору биологических данных. Большинство выпускаемого заводского лосося на Аляске помечается одним из нескольких способов для подсчета доли заводских рыб в уловах, на путях миграции и на нерестилищах, а также для оценки стрейнга. Отолиты заводских рыб обычно термически помечаются во время инкубации. Более 80% заводской молодежи горбуши и 90% других видов лососей теперь термически помечаются на ЛРЗ Аляски. Преимуществом этого метода является то, что он относительно недорогой и легко осуществимый. Его недостатком является то, что невозможно определить, помечена ли рыба без непосредственного извлечения отолитов. Около 12% чавычи и 2,5% кижуча помечаются кодированной проволочной меткой и удалением жирового плавника. Отсутствующий плавник служит внешним признаком, что рыба имеет проволочную метку.

ДРДА регулярно собирает биологические данные с перерабатывающих заводов для определения возраста, пола, размера и доли заводских лососей. Для определения доли заводских лососей у части рыб из промыслового вылова изымают головы, которые отправляют в центральное учреждение для извлечения отолитов, подготовки препаратов и поиска метки. Биологические данные собираются также с лососей, возвращающихся на ЛРЗ, для определения доли рыб заводского происхождения, отбираемых в целях искусственного воспроизводства.

В последнее время ДРДА начал исследования на юго-востоке Аляски и в заливе Принца Уильяма по определению доли стрейнга заводского лосося в водоемы с естественными нерестилищами. Эти исследования необходимы для сертификации MSC.

Доля стрейнга заводского лосося в водоемы с естественными нерестилищами. Информация о величине стрейнга заводского лосося на Аляске невелика. ДРДА регулярно собирает данные по чавыче и кижучу на присутствие проволочной метки. Количество заводской чавычи, извлеченной из нерестовых стад дикого лосося, свидетельствует, что заводской стрейнг этого вида очень маленький — меньше чем 0,01% (Pahlke, 2010). Для заводского кижуча также указывается низкий стрейнг, но доля стрейнга не была определена (Shaul, 2010). Напротив, исследования в заливе Принца Уильяма показали высокую величину стрейнга для заводской горбуши (до 97% всех производителей) в водоемы с нерестилищами вблизи ЛРЗ и вдоль миграционных маршрутов (Joyce, Evans, 2000; Sharp et al., 1994; Brenner et al., 2010; Brenner, Moffitt, in press). Последние исследования также показали высокий стрейнг кеты в водоемы с естественными нерестилищами в заливе Принца Уильяма (до 63% в исторически важных водоемах) на юго-востоке Аляски — до 88% в 50 км от мест выпуска заводской молоди (Brenner et al., 2010; Brenner, Moffitt, in press).

Заводской стрейнг в заходах на нерестилища. С практической точки зрения, заводской стрейнг на Аляске рассматривается как часть захода на нерестилища и засчитывается в минимальное количество, требуемое для захода лососей на нерестилища. Это делается потому, что у большинства заводской рыбы нет внешней метки, а за заходами горбуши и кеты на нерестилища обыкновенно следят с воздуха. Однако курс управления устойчивого лососевого промысла (5 AAC 39.222) гласит, что «влияние и взаимодействие интродуцированных и заводских популяций лосося должны быть определены». ДРДА в настоящее время определяет, как решить эту задачу.

Отдельный вылов, вылов по возмещению затрат и специальные промысловые зоны для заводского лосося. По закону штата Аляски работникам ЛРЗ разрешается заниматься промысловым выловом избыточного лосося в специальных промысловых зонах, отведенных штатом для возмещения затрат, связанных с работой ЛРЗ. Эти места отведены там, где возвращающийся заводской лосось будет находиться в районе, отделенном от диких популяций, но рядом с местом выпуска молоди и может быть выловлен без ущерба для популяций дикого лосося. Работники ЛРЗ могут вылавливать рыбу только внутри этих специальных промысловых зон, но эти районы также открыты для коммерческого, любительского и прожиточного вылова. Эти специальные промысло-

вые зоны открываются и закрываются во время рыболовного сезона по расписанию ДРДА.

Сертификация Морского попечительского совета (MSC). Программа сертификации рыбной промышленности Морским попечительским советом (MSC) и ее экологическая маркировка были разработаны для признания и поощрения устойчивого рыболовства по всему миру. Лососевая промышленность на Аляске стала первой в мире лососевой промышленностью, получившей сертификацию в 2000 г. Все 16 лососевых рыбных промыслов всех видов, управляемые ДРДА, прошли повторную MSC сертификацию в 2007 г. (SCS 2007). Лососевая промышленность резервации о. Аннетт (Annette Island) на юго-востоке Аляски, управляемая индейской общиной Метлакатла, в настоящее время проходит MSC-оценку.

Во время повторной сертификации лососевой промышленности Аляски MSC определил 70 условий, которые должны быть выполнены. MSC определяет условия для рыбной промышленности в тех случаях, когда показатели исполнения получают меньше 80 баллов и обязывает улучшить их за период сертификации (5 лет). Во время недавней годовой аудиторской проверки было определено, что все, кроме 22 условий, были выполнены (MML 2011). Из этих 22 условий все, кроме трех, включают оценку влияния заводского лосося на популяции дикого лосося на юго-востоке Аляски и заливе Принца Уильяма. Многие из этих условий отстают от графика по завершению, а три условия по влиянию ЛРЗ, расположенных в заливе Принца Уильяма, не планируются быть выполненными до того, как период MSC-сертификации закончится в 2012 г.

Ссылки на информацию и веб-сайты

Alaska Salmon Hatchery and Enhancement Regulations. <http://www.adfg.alaska.gov/static/fishing/PDFs/hatcheries/regulations.pdf>.

<http://www.adfg.alaska.gov/static/fishing/PDFs/hatcheries/mcgeebrochure.pdf>.

http://www.housemajority.org/coms/jcis/pdfs/Sustainable_Salmon_Fisheries_Policy.pdf.

Brenner R. E., Piston A., Moffitt S., Heintz S. 2010. Hatchery salmon straying studies: Prince William Sound & Southeast, Alaska. Presentation at the Ecological Interactions between Wild & Hatchery Salmon Conference, Portland Oregon. http://www.stateofthesalmon.org/conference2010/downloads/Wed_presentations/Session_1c/Brenner_0047_pres.pdf.

Brenner R. E., Moffitt S. D. In press. Hatchery salmon straying studies in Prince William Sound, Alaska. Proceedings of the conference on ecological interactions between wild & hatchery salmon. Environmental Biology of Fishes special issue.

Irvine J. R., Fukuwaka M., Kaga T., Park J. H., Seong K. B., Kang S., Karpenko V., Klovach N., Bartlett H. Volk E. 2009. Pacific Salmon Status and Abundance Trends // NPAFC — Doc. 1199, Rev. 1. — 153 pp.

[http://www.npafc.org/new/publications/Documents/PDF%202009/1199 \(Rev1\) \(WGSA\).pdf](http://www.npafc.org/new/publications/Documents/PDF%202009/1199%20(Rev1)(WGSA).pdf)

Joyce T. L., Evans D. G. 2000. Otolith marking of pink salmon in Prince William Sound salmon hatcheries, Exxon Valdez Oil Spill Restoration Project Final Report

(Restoration Project 991 SS), Alaska Department of Fish and Game, Division of Commercial Fisheries, Cordova and Anchorage, Alaska. <http://www.evostc.state.ak.us/Files.cfm?doc=/Store/FinalReports/1999-99188CLO-Final.pdf>

Munro A. R., Volk E. C. 2010. Summary of Pacific salmon escapement goals in Alaska with a review of escapements from 2001 to 2009 // Alaska Department of Fish and Game. — Special Publication No. 10-12, Anchorage. <http://www.sf.adfg.state.ak.us/FedAidPDFs/sp10-12.pdf>.

Pahlke K. A. 2010. Escapements of Chinook salmon in Southeast Alaska // Alaska Department of Fish and Game. — Fishery Data Series No. 10-71, Anchorage. <http://www.adfg.alaska.gov/FedAidPDFs/FDS10-71.pdf>.

Sharp D., Sharr S. Peckham C. 1994. Homing and straying patterns of coded wire tagged pink salmon in Prince William Sound. — Proceedings of the 16th Northeast Pacific pink & chum salmon workshop, Juneau, Alaska, February 24-26, 1993. — P. 77-82. http://nsgl.gso.uri.edu/aku/akuw93002/akuw93002_part3.pdf.

Shaul L. D. 2010. Wild and hatchery coded-wire tagged Coho salmon recovered as strays in natural spawning escapements in Southeast Alaska, 1976-2007 // Alaska Department of Fish and Game. — Special Publication No.10-10, Anchorage. <http://www.adfg.alaska.gov/FedAidPDFs/SP10-10.pdf>

White B. 2011. Alaska salmon fisheries enhancement program 2010 annual report // Alaska Department of Fish and Game. — Fishery Management Report No.11-04, Anchorage. <http://www.sf.adfg.state.ak.us/FedAidPDFs/fmr11-04.pdf>.

Приложение 5. Особенности проведения MSC-сертификации промыслов, связанных с «расширенным рыболовством», в том числе с продукцией ЛРЗ

Морской попечительский совет (MSC) — Технический консультационный совет (ТКС)

Введение. Основной целью деятельности Морского попечительского совета является обеспечение устойчивого использования мирового запаса рыб и других морских организмов и поддержание благоприятного состояния водных экосистем, от которых они зависят. С самого начала своей работы Морской попечительский совет периодически сталкивается с проблемой сертификации «расширенного рыболовства⁷» различных типов, кроме, пожалуй, предприятий, занимающихся интенсивной аквакультурой. В последние годы общий интерес к MSC-сертификации, и в том числе промыслов и предприятий, использующих расширенное рыболовство, постоянно растет, что потребовало создания специального руководства для оценки возможности сертификации различных видов расширенного рыболовства. В январе 2009 г. этот вопрос был рассмотрен на совместном заседании Технического консультативного совета (ТКС) и Совета попечителей MSC, где было принято решение о том, какие виды расширенного рыболовства могут участвовать в программе MSC. В данном Руководстве изложены принятые на этом заседании решения.

Поскольку существует широкое разнообразие вариантов расширенного рыболовства, которые могут претендовать на участие в программе MSC, существующая Методика оценки промыслов требует внесения соответствующих изменений посредством разработки дополнительных или пересмотра существующих показателей эффективности и/или оценочных ориентиров.

В данном Руководстве Технического консультативного совета определены критерии и процессы, на основании которых отдельные виды расширенного рыболовства могут быть допущены к прохождению процесса MSC-сертификации, и этапы их оценки в соответствии с принципами и критериями MSC. Данные показатели могут быть пересмотрены после того, как будет утверждено специальное Руководство MSC для оценки расширенного рыболовства.

Цель. Задача данного Руководства — оценить возможность определенных видов расширенного рыболовства участвовать в процессе сертификации, не нарушая при этом основные принципы программы MSC.

⁷ Расширенное рыболовство (enhanced fisheries) — термин, используемый Морским попечительским советом для характеристики промыслов (предприятий), где используются не только запасы диких рыб и других морских организмов, но и искусственно создаваемые дополнительные ресурсы, например, промысел, использующий как дикие, так и заводские стада лососей; выращивание мидий на искусственном субстрате и т.п.
Примечание переводчика.

Критерии для оценки возможности MSC-сертификации расширенного рыболовства

А. Критерии MSC-сертификации, связанные с сохранением диких популяций

A1. Технология, требующая в какой-то определенный момент отлова естественно воспроизводящихся видов из их естественной среды обитания. Рыбы и другие водные организмы могут отлавливаться на любой стадии жизненного цикла: икры, личинки, малька или взрослой товарной особи. Под естественной средой обитания в данном случае подразумевается морская, пресноводная или иная водная экосистема.

A2. Промысел основан только на аборигенных видах, естественный ареал которых совпадает с географическим районом промысла. Интродуцированные виды в настоящее время программой сертификации MSC не рассматриваются, хотя исследования по данному вопросу планируются.

A3. Основная часть промыслового стада поддерживается за счет естественного воспроизводства и не требует ежегодного пополнения за счет искусственного воспроизводства.

A4. Если промысловые стада поддерживаются за счет деятельности рыбодельных заводов, заводское воспроизводство не должно являться главной составляющей программы по восстановлению запасов.

В. Критерии MSC-сертификации, связанные с кормлением, профилактикой заболеваний при искусственном выращивании

V1. Производственная схема «Разведение и вылов» (Hatch and Catch Fishery, HAC), не требующая существенного использования искусственных кормов. Например, на лососевых рыбодельных заводах корм используется, только чтобы вырастить молодь до выпуска в естественную среду, что происходит при очень небольших размерах тела (не более 10% от среднего веса взрослой особи). Таким образом, основной прирост биомассы (не менее 90%) происходит во время дикой фазы жизни за счет естественных кормов.

В случае применения системы «Вылов и выращивание» (Catch and Grow Fishery, CAG) питание гидробионтов после отлова из естественной среды происходит либо полностью за счет естественных кормов на всем этапе выращивания до товарного размера (например, питание мидий, размещенных на коллекторах в естественной среде), либо на уровне, поддерживающем только жизнеспособность, а не для набора веса (например, передержка ракообразных в накопительных резервуарах перед реализацией).

V2. Процесс получения продукции (Catch and Grow Fishery, CAG) не требует регулярной профилактики заболеваний с использованием химикатов или составов с лекарственными профилактическими свойствами.

С. Критерии, связанные с воздействием на среду обитания и экосистему

C1. Любые изменения среды обитания, к которым приводит промысел, не должны наносить серьезного вреда структуре и функционированию экосистемы и тем более приводить к необратимым изменениям в ней.

Определения. В Руководстве MSC выделено три типа расширенного рыболовства:

1. «Вылов и выращивание» (Catch and Grow Fishery, CAG). Производственная технология, при которой дикие рыбы и другие водные биоресурсы воспроизводятся и отлавливаются в естественной среде и затем выращиваются до товарного вида в полностью или частично искусственной среде. Например, фермы по выращиванию мидий, где моллюски выращиваются до товарных размеров из собранной в естественной среде обитания дикой молоди.

2. «Разведение и вылов» (Hatch and Catch Fishery, HAC). Производственная технология, при которой виды воспроизводятся в искусственных условиях, а затем на разных стадиях развития (икра, личинки, мальки) выпускаются в естественную среду, где достигают промысловых размеров и вылавливаются для потребления. Например, лососевые рыболовные заводы.

3. «Изменение среды обитания» (Habitat Modified Fishery, HM). Производственная технология, при которой изменяется естественная среда обитания, чтобы увеличить воспроизводство целевых видов рыб или создать более благоприятные условия для них. Например, привлекающие устройства, такие как укрытия для лобстеров, веревочные коллекторы для прикрепления мидий и иные конструкции.

Руководство для сертифицирующих организаций

1. Предварительное рассмотрение соответствия промысла требованиям сертификации CS

1.1. На этапе предварительной оценки сертифицирующая организация должна исследовать особенности предполагаемого для сертификации промысла, чтобы определить, имеет ли место наличие хотя бы одного из выше перечисленных признаков расширенного рыболовства.

1.2. Если рассматриваемый промысел имеет хоть один признак расширенного рыболовства, сертифицирующая организация должна провести тщательный анализ характеристик данного промысла с учетом замечаний, собранных в разделе «Пояснения», для того чтобы определить, может ли данный промысел участвовать в программе сертификации MSC.

1.3. В случае, если установлено, что данный промысел может участвовать в программе MSC и клиент принял решение пройти процесс полной оценки, сертифицирующая организация обязана предоставить предварительный отчет (согласно Методике оценки промысла, версия 6.2.1.1.1) с оценкой деятельности по увеличению потенциала данного промысла за счет расширенного рыболовства и обоснованием того, почему данный промысел может участвовать в программе сертификации MSC (отчет размещается на официальном сайте MSC). Заключение о соответствии или несоответствии промысла требованиям MSC включается в каждый последующий оценочный отчет для публикации на сайте MSC.

1.4. В случае, если промысел не соответствует хотя бы одному из критериев, он не может участвовать в процессе сертификации MSC.

2. Особенности применения некоторых вышеописанных критериев оценки возможности MSC-сертификации расширенного рыболовства

2.1. Применение критерия А4:

Основное требование критерия А4, не допускающее использования искусственного воспроизводства, как основного компонента стратегии восстановления численности диких стад, относится только к современному текущему состоянию. Если продукция рыбодовных заводов использовалась для восстановления популяций в прошлом, а в настоящее время применяются иные стратегии, то это не должно привести к исключению промысла из программы MCS-сертификации.

2.2. Применение критерия С1:

а) в случае, если изменения среды обитания уже произошли и необратимы, а цель их создания не связана исключительно с увеличением потенциала данного промысла, то промысел может участвовать в программе MCS-сертификации. Например, данное положение распространяется на искусственно созданные крупномасштабные рифы;

в) конструкции, связанные с увеличением продуктивности и при этом не наносящие необратимого вреда экосистеме обитания промыслового стада, например, лососевые фермы, расположенные по соседству с реками, не являются препятствием для участия промысла в программе сертификации.

3. Разработка рабочих индикаторов оценки расширенного рыболовства

3.1. Сертифицирующая организация должна использовать критерии и пояснения, приведенные в Руководстве и, в случае необходимости, корректировать применение Методики оценки промыслов. Процесс должен проводиться в соответствии с этапами, указанными в Руководстве D-017 v2.

3.2. Для обеспечения последовательности и единообразия применения критериев сертифицирующие организации, которые хотели бы проводить работы по сертификации расширенного рыболовства, должны представить и согласовать предполагаемые изменения применения Методики оценки промыслов:

а.) Морской попечительский совет может потребовать дополнительных консультаций с другими сертифицирующими организациями, имеющими опыт применения Руководства для оценки подобных промыслов.

в.) Сертифицирующая организация может потребовать задержать публикацию отдельных материалов по оценке промысла (например, Общественные комментарии к проекту доклада) до тех пор, пока не будет выработан единый подход к оценке подобных промыслов непосредственно сертифицирующими организациями и Морским попечительским советом.

3.3. В тех случаях, когда изменения в Методике оценки промыслов, внесенные непосредственно сертифицирующим органом, по мнению Морского попечительского совета, приводят к существенно отличающимся результатам, по сравнению с руководствами, прежде разработанными MSC, может потребоваться анализ и пересмотр данных рекомендаций с тем, чтобы привести их в соответствие с Руководством, принятым Морским попечительским советом.

Процесс такого пересмотра должен быть согласован с MSC и обязан учитывать разработанные им руководящие указания.

4. Применение данного Руководства

4.1. Морской попечительский совет предлагает использовать данное Руководство на экспериментальной основе. Сертифицирующая организация должна предупреждать потенциальных клиентов о рисках, сопряженных с участием в процессе сертификации до окончания доработки специального Руководства MSC по оценке расширенного рыболовства.

4.2. Требования, изложенные в данном Руководстве, вступают в действие с 1 августа 2009 г.

4.3. После выпуска данного Руководства действие Policy Advisory 10 прекращается.

Пояснения к применению Руководства

Критерии данного Руководства допускают участие разных типов расширенного рыболовства в процессе MSC-сертификации только на определенных условиях, как описано ниже.

Производство аквакультуры, основанное на системе «Вылов и выращивание» (Catch and Grow Fishery, CAG), оказывающее значительное воздействие на среду, требующее регулярного и интенсивного внесения кормов, химических или медицинских препаратов, а также контроля и селекции производителей, — не может полностью участвовать в программе MSC-сертификации. Тем не менее, отдельный этап данного производства, его «дикая фаза», включающая в себя сбор в естественной среде личинок, молоди или взрослых особей, находится в пределах существующих требований программы MSC-сертификации.

Производство аквакультуры, основанное на системе «Вылов и выращивание» (Catch and Grow Fishery, CAG), не оказывающее сколько-нибудь значительного воздействия на среду, например выращивание двустворчатых моллюсков на коллекторах, может полностью участвовать в программе MSC-сертификации (см. критерий В).

Промыслы, основанные на системе «Разведение и вылов» (Hatch and Catch Fishery, HAC), при определенных условиях могут участвовать в программе MSC-сертификации, если имеется официальная история и уже имеются прецеденты MSC-сертификации подобных систем, как, например, в случае с лососевыми рыболовными заводами. А главное, такие системы могут участвовать в MSC-сертификации только в том случае, если содержание в искусственной среде и интенсивное выращивание используются в течение короткого периода роста рыбы.

На практике на одном промысле могут наблюдаться признаки всех трех категорий расширенного рыболовства. При применении данного Руководства предполагается, что совпадение категорий не должно привести к усложнению процесса принятия решения о том, может ли данный промысел участвовать в программе MSC или нет. Тем не менее, существуют отличия

по применению критериев к различным категориям расширенного рыболовства.

Общие пояснения к применению критериев оценки различных типов расширенного рыболовства

В таблице данного приложения приведены критерии для определения возможности участия конкретного промысла (предприятия) в программе сертификации MSC. Критерии сгруппированы по трем категориям:

А. Критерии, связанные с сохранением диких популяций.

В. Критерии, связанные с кормлением и другими действиями при искусственном выращивании.

С. Критерии, связанные с воздействием на среду обитания и экосистему.

Основные характеристики расширенного рыболовства для MSC-сертификации, установленные в рамках данного Руководства (т.е. связь с дикими популяциями и потенциальное воздействие на природные экосистемы), показывают, что подобные промыслы должны подпадать под общие принципы MSC-сертификации и критерии устойчивого рыболовства. Однако, для того чтобы оценить весь спектр типов расширенного рыболовства, может потребоваться внесение некоторых изменений в базовые показатели Методики оценки промыслов, что планируется сделать в ближайшем будущем. Тем не менее наличие данного Руководства уже позволяет начать процесс MSC-сертификации, и некоторые промыслы с расширенным рыболовством, возможно, смогут пройти оценку в соответствии с существующими критериями. Другие также смогут участвовать в оценке, но при этом для проведения полной оценки, возможно, потребуются дополнительные показатели и оценочные ориентиры, которые пока только разрабатываются. Оценка критериев, которые должны быть раскрыты для каждой категории расширенного рыболовства, изложены в следующих разделах.

Одним из отмеченных факторов, который может повлиять на результат участия в программе MSC-сертификации, является право собственности или другое право, позволяющее ограничивать доступ и действия по отношению к объектам промысла (аквакультуры) или к местам их размещения. Если действия предприятия, например по разведению донных плантаций мидий, ограничивают возможности других промыслов в данном районе, то это может послужить причиной отказа к допуску для участия в программе MSC-сертификации. Признавая, что некоторые промыслы диких популяций также используют статические орудия лова, препятствуя тем самым иным видам деятельности на конкретной территории, вопрос о собственности удален из системы критериев.

Область применения критерия А

Учитывая, что основная цель MSC — поддержание устойчивого использования мировых запасов рыб и других морских организмов, именно концепция «дикой популяции» играет ключевую роль при оценке расширенного рыболовства. Рыболовство должно включать в себя элементы промысла диких

популяций и должно осуществляться таким образом, чтобы естественная продуктивность и генетическое разнообразие этой популяции не пострадали в результате промысла.

Связь с дикими популяциями может осуществляться как в системе «Вылов и выращивание» (CAG), где рыбы и другие гидробионты подращиваются до стадии личинки или молоди, а затем выпускаются в естественную среду обитания с последующим выловом после достижения промысловых размеров, так и в системе «Разведение и вылов» (HAC), где в естественной среде производится отлов молоди с последующим «доращиванием», в том числе в искусственной среде, до момента достижения промысловых размеров.

Эффективность оценки. Критерий А

1. Деятельность по искусственному расширению потенциала рыболовства должна оцениваться в соответствии с воздействием на естественное воспроизводство диких популяций. Это отражено в анализе промысла лососей при MSC-сертификации.

Данное положение может впоследствии потребовать пересмотра характеристик или их дополнения для «Принципа 1»⁸ стандарта MSC по оценке рыбопромысловых компаний (в отношении сохранения уровня продуктивности и естественных генетических характеристик диких популяций); и для «Принципа 2» стандарта MSC, где воздействие промысла (например, прилов других видов, выброс ненужной рыбы) на дикие популяции и другие компоненты всей экосистемы будет важнее, чем воздействие непосредственно на культивируемый промысловый вид.

Подразумевается, что система управления осуществляет контроль за уровнем промысловой нагрузки на дикие стада, чтобы сохранить есте-

⁸ Стандарт MSC по рыбопромысловым компаниям основывается на трех основных принципах:

Принцип 1: Запасы рыбы, отвечающие экологическим стандартам. Рыболовная деятельность должна вестись на уровне, соответствующем популяции рыбы. Любая сертифицированная рыбопромысловая компания должна работать таким образом, чтобы обеспечивать постоянное рыболовство и не допускать чрезмерного использования ресурсов.

Принцип 2: Минимизация воздействия на окружающую среду. Рыбопромысловая деятельность должна вестись для поддержания структуры, производительности, функционирования и для сохранения биоразнообразия экосистемы, от которой зависит рыбопромысловая компания.

Принцип 3: Эффективное управление. Рыболовецкая компания должна соответствовать всем местным, национальным и международным законам, а также обладать системой управления на случай соответствия изменяющимся обстоятельствам и для обеспечения устойчивого развития.

Данные три основных принципа содержат 23 более детальных критерия. В рамках проекта MSC каждая рыбопромысловая компания оценивается по трем принципам. Действия, осуществляемые рыбопромысловыми компаниями для демонстрации своего соответствия трем принципам, различны, учитывая особые условия работы каждой компании.

ственное воспроизводство локальных адаптированных к местным условиям, диких популяций (т. е. оптимальные уровни диких популяций, способных самостоятельно воспроизводиться на соответствующем уровне на постоянной основе — Принцип 1 стандарта MSC). Управление деятельностью по искусственному увеличению продуктивности не должно препятствовать существованию диких популяций на оптимальном уровне соответственно емкости их естественной среды обитания и потенциалу биологической продуктивности.

2. Характер перемещения гидробионтов должен оцениваться с точки зрения воздействия на генетические характеристики природных популяций и на экологические последствия для окружающей среды.

Системы, связанные с пространственными перемещениями гидробионтов, потенциально могут быть включены в программу MSC-сертификации. Характер перемещения, однако, должен быть рассмотрен и на этапе предварительной оценки и во время полной оценки. Это дает возможность убедиться, что в данном случае программа расширенного рыболовства преимущественно использует популяции, аборигенные для данной территории. Следует отметить, что не всегда легко подтвердить, что именно данная рыба непосредственно связана с данной территорией, за исключением случаев, когда рыба не перемещается. Возможно, понадобится разработать дополнительные показатели для определения характера перемещения в пределах ареала, при которых риски являются наиболее низкими. Для этого потребуются проведение соответствующей оценки для определения «района естественного воспроизводства» или генетического разнообразия популяции.

Для перемещения рыбы и других биоресурсов в рамках расширенного рыболовства необходимо обеспечить сохранение разнообразия, структуры и функционирования экосистем, от которых они зависят, при этом сводя к минимуму любые негативные последствия. Недостаточный контроль за перемещением рыбы и других гидробионтов между различными территориями может привести к генетическим и иным проблемам, которые должны быть выявлены и оценены (например, распространение болезней в новые области, случайные интродукции видов и т. д.).

Область применения критерия В

Критерии, включенные в эту группу, подчеркивают, что главное внимание Морского попечительского совета сосредоточено на оценке состояния диких популяций. Предприятия, занимающиеся полносистемной или интенсивной аквакультурой, не могут участвовать в программе MSC-сертификации.

Кормление является необходимой составляющей полносистемной и интенсивной аквакультуры и, таким образом, является признаком для различения между дикими и искусственно выращиваемыми объектами. Но сам факт кормления еще не основание исключать предприятие из сертификации, так как процесс использования кормов может значительно различаться по срокам и интенсивности. Так, например, если кормление применяется в короткий

период, как происходит на лососевых рыбоводных заводах, это не мешает участию в программе MSC-сертификации, а те промыслы, которые используют систему «Вылов и выращивание» (CAG), где корма используются для набора большей части веса рыбы на протяжении значительного промежутка жизненного цикла, должны исключаться из программы сертификации. В то же время, если это происходит за счет естественной кормовой базы (например, разведение мидий и других двусторчатых моллюсков), то по этому критерию потенциально они могут участвовать в программе MSC-сертификации. А, например, откорм выловленных в естественной среде тунцов в специально отгороженных загонах до товарного веса не может войти в программу, по крайней мере с момента изъятия рыб из естественной среды. Критерий В1 также не исключает сертификацию при использовании подкормки только для поддержания жизнедеятельности после вылова до реализации, что обычно практикуется в случае с передержкой ракообразных в специальных резервуарах до их продажи.

Критерий В2 специально разработан для сертификации помыслов (предприятий), использующих систему «Вылов и выращивание» (CAG), но профилактика заболеваний и другие меры по увеличению выживаемости могут применяться и в системе «Разведение и вылов» (HAC). Подобная практика в рамках системы HAC с учетом того, что потенциальные экологические последствия ограничены в результате непродолжительного периода «подращивания», не препятствует сертификации. Это воздействие должно быть рассмотрено в соответствии с «Принципом 2» стандарта MSC во время оценки подобного промысла.

Эффективность оценки. Критерий В

Вопросы длительного кормления и использования лекарственных средств или других химических соединений в настоящее время находятся за рамками стандартов MSC и Методики оценки промыслов. В случаях, когда подкормка или профилактика заболеваний используются в системах Hatch and Catch Fishery, HAC, или в случаях, когда ведется иная деятельность в системах «Вылов и выращивание» (Catch and Grow Fishery, CAG) (например, внесение удобрений для увеличения естественной кормовой базы, удаление хищников или конкурентов, увеличение изъятия из естественной среды или минимизации смертности после изъятия), оценка должна подтвердить, что данная деятельность не несет серьезных негативных последствий для других видов или естественной среды. Такая оценка должна быть проведена в соответствии с «Принципом 2» стандарта MSC.

Область применения критерия С. Воздействие на среду обитания и экосистему

Изменения среды обитания, связанные с расширенным рыболовством, очень разнообразны и могут включать в себя как физические изменения морского дна или русла реки, так и использование различных искусственных сооружений, связанных с выращиванием или выловом рыбы, которые не являются

ся строго «орудием лова». В первом случае, изменения могут варьироваться от простого строительства прудов в приливной зоне или речной пойме до управления водотоком с целью улучшения нерестилищ. Во втором случае, изменения заключаются в использовании устройств для привлечения рыбы и других гидробионтов, например искусственных укрытий для лобстеров и веревочных коллекторов для мидий (в системах «Вылов и выращивание»). Такие искусственные изменения среды обитания используются либо для повышения продуктивности промысла, либо для облегчения вылова или производства рыбы.

Эффективность оценки. Критерий С

Последствия изменений среды обитания должны быть оценены в соответствии с «Принципом 2» стандарта MSC, для того чтобы убедиться, что они не наносят серьезного или необратимого ущерба структуре и функционированию природных экосистем, в том числе природным пищевым цепям. Оценка эффективности промысла позволит определить типы и масштабы изменений, а также то, могут ли они привести к серьезным или необратимым последствиям.

Требуется также рассмотреть совокупное воздействие нескольких производственных систем, участков, структур и т.д. на территории одного географического региона. Например, один маленький объект по разведению мидий может иметь минимальное воздействие на структуру и функционирование природной экосистемы, при этом один крупный объект, заполнивший весь залив специальными конструкциями, может иметь гораздо более серьезное воздействие. Дополнительное рассмотрение необходимо в тех ситуациях, когда отдельные промыслы являются предметом оценки в рамках программы MSC, но при этом представляют собой лишь одно из нескольких подобных промышленных производств одной географической территории. Во время оценки необходимо рассмотреть общее воздействие конкретной совокупности производств и определить, могут ли они стать причиной серьезного или необратимого ущерба для структуры и функционирования природных экосистем.

Приложение 6. Временные биотехнические показатели по разведению тихоокеанских лососей от 19.04.2010⁹.

Таблица 1. Временные биотехнические показатели по разведению молоди тихоокеанских лососей (кеты) с однолетним технологическим циклом выращивания на рыбоводных заводах Хабаровского края и Еврейской автономной области

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Кета р. Амур	Кета северо-охотоморской подзоны	Кета подзоны Приморья
Отлов и выдерживание производителей					
1	Средняя масса производителей	кг	3,5	3,7	4,0
2	Плотность посадки производителей на выдерживание: - в русловые садки, - в речные и сетчатые садки	шт./м ²	до 20 15-20	до 20 15-20	до 20 15-20
3	Соотношение полов производителей (самцы : самки)	шт.:шт.	1:2,5	1:1	1:1
4	Отход производителей при выдерживании в речных садках продолжительностью: - до 3 суток, - до 10 суток, - от 10 до 30 суток	%	3,0 5,0 10,0	3,0 5,0 10,0	3,0 5,0 10,0
5	Отбраковка самок, не соответствующих рыбоводным требованиям	%	15,0	15,0	15,0
6	Средняя рабочая плодовитость	тыс.шт.	3,0	2,5	2,5

⁹ Временные биотехнические показатели по разведению молоди (личинки), выращенной в учреждениях и на предприятиях, подведомственных Федеральному агентству по рыболовству, занимающихся воспроизводством водных биологических ресурсов в водных объектах рыбохозяйственного значения (Утверждены приказом Росрыболовства от 19.04.2010 № 349).

Приложение 6

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Кета р. Амур	Кета северо-охотоморской подзоны	Кета подзоны Приморья
7	Расход воды при выдерживании производителей в садках (на 1 кг массы рыбы)	л/сек.	0,1	0,1	0,1
8	Расход воды при набухании икры (на 1 млн шт.)	л/сек.	0,5	0,5	0,5
9	Средний процент оплодотворения икры	%	96*	97*	96*
10	Допустимый предел разницы температур воды в транспортировочном контейнере с икрой и инкубационном аппарате	°С	2,0	2,0	2,0
Инкубация икры					
11	Количество икры при инкубации: - на стандартной рамке дальневосточного типа (S = 0,25 м²) - в аппарате Аткинса расширенного типа (4-х секционном) - в аппарате ящичного типа (боксе) - в аппарате типа NOPAD	тыс.шт.	2,5 400 400-500 250	2,5 400 400-500 250	2,5 400 400-500 250
12	Расход воды при инкубации на рамках на 1 млн шт.	л/сек.	2,0	2,0	2,0
13	Расход воды при инкубации в аппаратах Аткинса (на один аппарат): - в начале инкубации - после наступления стадии глазка - перед вылуплением	л/сек.	0,5 0,7 0,8	0,5 0,7 0,8	0,5 0,7 0,8

Приложение 6

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Кета р. Амур	Кета северо-охотоморской подзоны	Кета подзоны Приморья
	- типа «Бокс» (на 3 бокса – 1 ряд аппаратов ящичного типа): - в начале инкубации - после наступления стадии глазка - перед вылуплением		0,8 1,0 1,3	0,8 1,0 1,3	0,8 1,0 1,3
	- типа «NOPAD» (на 5 аппаратов – 1 стопка аппаратов вертикального типа): - в начале инкубации - после наступления стадии глазка - перед вылуплением		0,8 0,8 1,0	0,8 0,8 1,0	0,8 0,8 1,0
14	Производственный отход, в том числе: - отход за период транспортировки - отход за период инкубации - отход неоплодотворенной икры	%	18 5 9 4	17 5 9 3	18 5 9 4
15	Температура воды в период инкубации	°С	4-8	4-6	4-6
16	Содержание кислорода в воде не ниже	мг/л	6,0	6,0	6,0
Выдерживание свободных эмбрионов					
17	Плотность посадки личинок при выдерживании: - в аппаратах дальневосточного типа - в выростных бассейнах - в аппаратах типа NOPAD	тыс.шт./м ²	20,0 15,0 200,0	20,0 15,0 200,0	20,0 15,0 200,0

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Кета р. Амур	Кета северо-охотоморской подзоны	Кета подзоны Приморья
18	Отход свободных эмбрионов за период выдерживания (до перехода на смешанное питание)	%	5	5	5
19	Средняя масса личинок к началу перехода на смешанное питание, не менее	г	0,24	0,24	0,36
20	Расход воды при выдерживании личинок, на 1 млн шт.: - аппараты дальневосточного типа и в выростных бассейнах: - в период вылупления свободных эмбрионов - после вылупления до поднятия молоди на плав - аппараты типа NOPAD: - в период вылупления свободных эмбрионов - после вылупления до поднятия молоди на плав	л/сек.	2,0 1,5 1 1,5	2,0 1,5 1 1,5	2,0 1,5 1 1,5
21	Содержание растворенного в воде кислорода при выдерживании личинок не ниже: - в месте подачи воды в бассейн - в месте сброса воды из бассейна	мг/л	8 6	8 6	8 6
22	Температура воды при выдерживании личинок	°С	4-6	4-6	4-6

Приложение 6

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Кета р. Амур	Кета северо-охотоморской подзоны	Кета подзоны Приморья
Подращивание молоди					
23	Плотность посадки молоди при подращивании в питомниках дальневосточного типа (с поперечными и продольными каналами) до навески: - 0,5 г - 0,8 г - 1,0 г и выше	тыс.шт./м ²	11,0 8,0 6,0	11,0 8,0 6,0	11,0 8,0 6,0
24	Плотность посадки молоди при подращивании в бассейнах и прудах	кг/м ³	25,0	25,0	25,0
25	Расход воды в период подращивания молоди в продольных каналах, в прудах и в бассейнах в зависимости от температуры и насыщения кислородом в расчете на 1 млн шт. рыбоводной продукции	л/сек.	4,0-10,0	4,0-10,0	4,0-10,0
26	Содержание растворенного в воде кислорода, не менее: - в месте подачи воды в бассейн - в месте сброса воды из каналов и бассейнов	мг/л	8,0 4,0	8,0 4,0	8,0 4,0
27	Средняя масса молоди	г	0,5	0,5	1,0
28	Отход молоди при подращивании до средней массы тела: - 0,5 г - 0,8 г - 1,0 г - свыше 1 г	%	1,0 2,0 5,0 10,0	1,0 2,0 5,0 10,0	1,0 2,0 5,0 10,0

Приложение 6

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Кета р. Амур	Кета северо-охотоморской подзоны	Кета подзоны Приморья
29	Выход продукции на 1 самку в среднем	%	77,5±1,5	78,5±1,5	77,5±1,5
30	Производители (самки/самцы), необходимые для выпуска 1 млн шт. молоди:				
	- до 3 сут.:				
	- количество	экз./экз.	524/2101	622/622	656/656
	- масса	кг/кг	1835/734	2300/2300	2624/2624
	- до 10 сут.:				
	- количество	экз./экз.	535/214	635/635	670/670
	- масса	кг/кг	1873/749	2350/2350	2680/2680
	- от 10 до 30 сут.:				
	- количество	экз./экз.	565/226	670/670	707/707
	- масса	кг/кг	1978/791	2479/2479	2828/2828

* отход неоплодотворенной икры учитывается в общем производственном отходе икры.

Таблица 2. Временные биотехнические показатели по разведению молоди лососевых видов рыб с однолетним и двухлетним технологическим циклом выращивания на рыбоводных заводах Магаданской области

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Кета	Кижуч	Нерка	Горбуша
Резервирование и выдерживание производителей для рыбоводных целей						
1	Средняя масса производителей	кг	3,45	3,65	2,8	1,15
2	Плотность посадки производителей на выдерживание: - в речные и сетчатые садки - в русловые садки прямоугольные бассейны	шт./м ²	30	30	30	50
			30	20	30	40
3	Соотношение полов – самки : самцы	шт.:шт.	1:1	1:1	1:1	1:1
4	Отход производителей при выдерживании: - до 10 суток - до 30 суток	%	10	5	5	10
			15	10	10	20
5	Максимальный объем выбраковки производителей, не соответствующих рыбоводным требованиям	%	10	10	10	15
6	Средняя рабочая плодовитость	тыс.шт.	2,2	3,5	2,5	1,05
7	Допустимый предел разницы температур воды в транспортировочном контейнере с икрой и инкубационном аппарате	°С	2,0	2,0	2,0	2,0
Инкубация икры						
8	Количество икры: - на стандартной рыбоводной рамке (S = 0,25 м ²) - в 1-м отсеке аппарата «Аткинса» расширенного типа, - в 1-м аппарате «NOPAD», - в 1 боксе аппарата PACIFIC ящичного типа	тыс.шт.	2,5	2,7	2,7	2,7
			до 100	до 120	до 120	до 120
			200	240	240	240
			400	-	-	550

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Кета	Кижуч	Нерка	Горбуша
9	Расход воды при инкубации икры: - в 1 отсеке аппарата «Аткинса» расширенного типа - в 1 аппарате NOPAD - в 1 боксе аппарата PACIFIC ящичного типа	л/мин.	30-45	30-45	30-45	30-45
			80-100	80-100	80-100	80-100
			50-80	50-80	50-80	50-80
10	Производственный отход, в том числе: - отход за период транспортировки - отход за период инкубации - отход неоплодотворенной икры	%	18	16	16	20
			5	5	5	5
			10	8	8	10
			3	3	3	5
Выдерживание свободных эмбрионов						
11	Плотность посадки личинок на выдерживание: - в прямоточные бассейны дальневосточного типа - в бассейны типа: ИЦА-1, ИЦА-2, PR/3,9; сегментные D-образных - в бассейны типа: ИЦА-1, ИЦА-2, PR/3,9; сегментные D-образных (с подогревом) - в одном аппарате NOPAD	т.шт./м ²	15,0	12,0	12,0	15,0
			10,0	10,0	10,0	10,0
			5,0	5,0	5,0	5,0
			100,0	120,0	120,0	120,0
12	Расход воды при выдерживании личинок в расчете на 1 млн шт.: - в прямоточные бассейны дальневосточного типа, в бассейны ИЦА-1, ИЦА-2, PR/3,9; сегментные D-образные - в аппаратах NOPAD	л/мин.	150-240	150-240	150-240	150-240
			160-200	160-200	160-200	160-200
13	Процент желтка от массы тела личинок при стартовом кормлении	%	10	7	15	20

Приложение 6

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Кета	Кижуч	Нерка	Горбуша
14	Отход свободных эмбрионов за период выдерживания (до перехода на смешанное питание)	%	5	5	5	5
15	Средняя масса личинок к началу перехода на смешанное питание	г	0,28	0,20	0,12	0,14
Выдерживание личинок в отгороженных участках природных водоемов						
16	Плотность посадки личинок	т.шт./м ²	-	-	-	до 8,0
Подращивание молоди на ЛРЗ						
17	Плотность посадки молоди:					
	- в прямоточные бассейны дальневосточного типа,	т.шт./м ²	12	10	10	14
	- в бассейны типа: ИЦА-1, ИЦА-2, PR/3,9; сегментные D-образные	кг/м ³	8	8	8	8
	- в отгороженных участках речных проток (пруды)	т.шт./м ²	10	10	10	10
	- в сетных садках установленных в пресной и морской воде	кг/м ³	10,0	7,0	7,0	10,0
18	Расход воды в период подращивания личинок в расчете на 1 млн шт. в прямоточных бассейнах дальневосточного типа: ИЦА-1; ИЦА-2; PR/3,9; сегментных D-образных	л/сек.	до 5,0	до 5,0	до 5,0	до 5,0
19	Отход молоди при подращивании до средней массы тела:	%				
	- 0,2-0,3 г		-	3	3	3
	- 0,4-0,5 г		5	5	5	-
	- 0,6-0,9 г		7	7	7	-
	- 1,0-1,5 г		10	10	10	-
20	Средняя масса тела выпускаемой молоди, не ниже:	г	0,4	1,0	1,0	0,2

Приложение 6

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Кета	Кижуч	Нерка	Горбуша
Двухлетнее подращивание						
21	Плотность посадки годовиков на подращивание	кг/м ³	-	12-15	12-15	-
22	Расход воды в период подращивания в расчете на 1 млн шт.	л/мин.		до 300	до 300	
23	Отход молоди за второй цикл подращивания до средней массы тела: - до 5 г - более 5 г	%	- -	25 30	25 30	- -
Транспортировка молоди						
24	Отход при транспортировке молоди в реки, ручьи, озера, садки (входит в общий объем по выпуску)	%	2	2	2	2
25	Плотность посадки молоди в транспортировочные емкости: - транспортировка до 1 часа - транспортировка более 3 часов - с применением технического кислорода до 10 часов	кг/м ³	до 70 до 45 до 100	до 70 до 45 до 100	до 70 до 45 до 100	до 70 до 45 до 100
26	Производители (самки/самцы), необходимые для выпуска 1 млн шт. молоди, выращенной в водоемах: - количество - общая масса	экз./ экз. кг/кг	1020/ 1020 3672/ 3366	870/ 870 3480/ 2871	1433/ 1433 4299/ 3726	2019/ 2019 2625/ 2019

Таблица 3. Временные биотехнические показатели по разведению молоди кеты с однолетним технологическим циклом выращивания на рыбоводных заводах Приморского края

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Кета
Отлов и выдерживание производителей			
1	Средняя масса тела производителей	кг	3,5
2	Плотность посадки производителей на выдерживание: - в русловые садки - в речные и сетчатые садки	шт./м ²	до 20 15-20
3	Соотношение полов производителей (самки : самцы)	шт.:шт.	1:1
4	Отход производителей при выдерживании в речных садках продолжительностью: - до 3 суток - до 10 суток - свыше 10 суток	%	3,0 5,0 10,0
5	Отбраковка производителей, не соответствующих рыбоводным требованиям	%	20,0
6	Средняя рабочая плодовитость	тыс.шт.	2,5
7	Расход воды при выдерживании производителей в садках (на 1 кг массы рыбы)	л/сек.	0,1
8	Расход воды при набухании икры (на 1 млн шт.)	л/сек.	0,5
9	Средний процент оплодотворения икры	%	96
10	Допустимый предел разницы температур воды в транспортировочном контейнере с икрой и инкубационном аппарате	°С	2,0
Инкубация икры			
11	Количество икры при инкубации: - на стандартной рамке дальневосточного типа - в аппарате Аткинса	тыс.шт.	2,0 200
12	Расход воды при инкубации на рамках на 1 млн шт.	л/сек.	2,0
13	Расход воды при инкубации в аппаратах Аткинса (на один аппарат): - в начале инкубации - после наступления стадии глазка - перед вылуплением	л/мин.	30 40 50
14	Производственный отход, в том числе: - отход за период транспортировки - отход за период инкубации - отход неоплодотворенной икры	%	17 5 8 4
15	Содержание кислорода в воде не ниже	мг/л	6,0

Приложение 6

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Кета
Выдерживание свободных эмбрионов			
16	Плотность посадки личинок при выдерживании	тыс. шт./м ²	10,0
17	Отход свободных эмбрионов за период выдерживания (до перехода на смешанное питание)	%	3
18	Средняя масса личинок к началу перехода на смешанное питание, не менее	г	0,3
19	Расход воды при выдерживании личинок, на 1 млн шт. - в период вылупления свободных эмбрионов - после вылупления до поднятия молоди на плав	л/сек.	3,0 2,0
20	Содержание растворенного в воде кислорода при выдерживании личинок не ниже: - в месте подачи воды в бассейн - в месте сброса воды из бассейна	мг/л	8 6
Подращивание молоди			
21	Плотность посадки молоди при подращивании в питомниках дальневосточного типа (с поперечными и продольными каналами) до навески: - 0,5 г - 0,8 г - 1,0 г и выше	тыс. шт./м ²	11,0 8,0 6,0
22	Плотность посадки молоди при подращивании в прудах	тыс. шт./м ²	3-5
23	Расход воды в период подращивания молоди в продольных каналах, в прудах и в бассейнах в зависимости от температуры и насыщения кислородом в расчете на 1 млн шт. рыболовной продукции:	л/сек.	4,0-10,0
24	Содержание растворенного в воде кислорода в месте сброса воды из каналов и бассейнов, не ниже	мг/л	6,0
25	Отход молоди при подращивании до средней массы тела: - 0,5 г - 0,8 г - 1,0 г и выше	%	2,0 3,0 5,0
26	Средняя масса выпускаемой молоди	г	0,8
27	Производители (самки/самцы), необходимые для выпуска 1 млн шт. молоди, выращенной в водоемах: - количество - общая масса	экз./экз. кг/кг	795/795 2783/2783

Таблица 4. Временные биотехнические показатели по разведению лососей с коротким технологическим циклом на рыбоводных заводах Сахалинской области

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Горбуша	Кета
Отлов и выдерживание производителей				
1	Средняя масса производителей	кг	1,35	3,25
2	Плотность посадки производителей на выдерживание в речные садки	шт./м ²	40	20
3	Отход производителей при выдерживании в речных садках продолжительностью: - до 3 суток - до 10 суток - свыше 10 суток	%	3,0 5,0 10,0	3,0 5,0 10,0
4	Отход производителей при выдерживании после перевозки с устьев рек	%	25,0	25,0
5	Максимальный объем выбраковки производителей, не соответствующих рыбоводным требованиям	%	20,0	20,0
6	Соотношение полов производителей (самки : самцы)	шт.:шт.	1:1	1:1
7	Кратность повторного «использования» самцов	кратность	3	3
8	Средняя рабочая плодовитость самок	тыс.шт.	1,25	2,4
9	Расход воды при выдерживании производителей в садках (на 1 кг массы рыбы)	л/сек.	0,1	0,1
10	Расход воды при набухании икры (на 1 млн шт.)	л/сек.	0,5	0,5
11	Средний процент оплодотворения икры	%	96	96
12	Допустимый предел разницы температур воды в транспортировочном контейнере с икрой и инкубационном аппарате	°С	2,0	2,0
Инкубация икры				
13	Количество икры при инкубации: - на стандартной рамке дальневосточного типа, - в аппарате Аткинса 2-х секционном - в аппарате Аткинса расширенного типа (4-х секционного) - в аппарате ящичного типа (боксе) - в одном лотке аппарата вертикального типа «Стеллаж» (США) - в гравийном аппарате	тыс.шт. тыс.шт. тыс.шт. тыс.шт. тыс.шт. тыс.шт./м ³	2,0 250 500 600 10 300,0	1,7 200 400 500 8 300,0

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Горбуша	Кета
14	Расход воды при инкубации на рамках на 1 млн шт.	л/сек.	2,0	2,0
15	Расход воды при инкубации в аппаратах Аткинса (на один аппарат): - в начале инкубации - после наступления стадии глазка - перед вылуплением	л/мин.	30 40 50	30 40 50
16	Расход воды при инкубации в аппаратах типа «Бокс» (на 3 бокса - 1 каскад аппаратов ящичного типа): - в начале инкубации - после наступления стадии глазка - перед вылуплением	л/мин.	50-60 60-70 70-90	50-60 60-70 70-90
17	Расход воды при инкубации в вертикальных аппаратах типа «Стеллаж» (1 блок - 8 секций): - от оплодотворения до стадии глазка - от стадии «глазок» до перехода на смешанное питание	л/мин.	11-15 15-19	11-15 15-19
18	Расход воды при инкубации в гравийном аппарате	л/мин. на 1 м ³ ап.	65	65
19	Производственный отход (в том числе: отход неоплодотворенной икры за период транспортировки и инкубации)	%	11	10
20	Температура воды в период инкубации	°С	10,0-0,5	8,0-2,0
21	Содержание кислорода в воде	мг/л	7,0	6,0
Выдерживание свободных эмбрионов				
22	Плотность посадки свободных эмбрионов при выдерживании: - в питомных каналах - в одном лотке аппарата вертикального типа «Стеллаж» - в гравийном аппарате	тыс.шт./м ² тыс.шт. тыс.шт./м ³	20 10 300	15 8 300
23	Отход свободных эмбрионов за период выдерживания (до перехода на смешанное питание)	%	1	2
24	Средняя масса личинок к началу перехода на смешанное питание	г	0,2	0,3
25	Скорость течения в питомных прямоточных поперечных каналах с независимым водоснабжением: - в период вылупления свободных эмбрионов - после вылупления до понятия личинок на плав	см/сек.	1,0 0,5	1,0 0,5

Приложение 6

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Горбуша	Кета
26	Расход воды при выдерживании в свободных эмбрионах на 1 млн продукции	л/сек.	1,5-2,0	1,5-2,0
27	Расход воды при выдерживании в гравийных аппаратах	л/мин. на 1 м ³ ап.	65	65
28	Содержание растворенного в воде кислорода при выдерживании свободных эмбрионов: - в месте подачи воды в бассейн - в месте сброса воды из бассейна	мг/л	9,0 7,0	7,0 5,0
29	Температура воды при выдерживании свободных эмбрионов	°С	2,5-0,2	8,0-0,8
Подращивание молоди				
30	Плотность посадки молоди на начальном этапе кормления при подращивании до навески: - 0,3 г - 0,5 г	тыс.шт./ м ²	20,0 -	- 15,0
31	Плотность посадки молоди при подращивании в питомных каналах до навески: - 0,7-0,8 г - 0,9-1,0 г - свыше 1,0 г	тыс.шт./ м ³	- - -	40,0 32,0 21,5
32	Уровень воды в каналах при подращивании	см	25	25
33	Плотность посадки молоди навеской более 0,5 г при подращивании в бассейнах и прудах	кг/м ³	32,0	32,0
34	Скорость течения воды в период подращивания молоди	см/сек.	0,7-1,0	0,7-1,0
35	Расход воды в период подращивания молоди в зависимости от температуры и насыщения кислородом в расчете на 1 млн шт. рыбководной продукции: - 3 °С; 9-10 мг/л - 6 °С; 8 мг/л - 7-10 °С; 6 мг/л	л/сек.	4,0 6,0 8,0	8,0 12,0 15,0
36	Содержание растворенного в воде кислорода - в месте подачи воды в бассейн, - в месте сброса воды из бассейна	мг/л	9,0 6,0	7,0 4,0

Приложение 6

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Горбуша	Кета
37	Отход молоди при подращивании до средней массы тела: - 0,3 г - 0,7 г - 0,8 г - 0,9 г - 1,0 г - свыше 1 г	%	2,5 - - - - -	- 3,0 3,5 4,0 4,5 5,0
38	Минимальная навеска выпускаемой молоди	г	0,180	0,350
39	Средняя масса выпускаемой молоди: - без подращивания - с подращиванием	г	0,2 0,28	- 0,7
40	Выход продукции на 1 самку	%.	85,5	81,0
41	Производители (самки/самцы), необходимые для выпуска 1 млн шт. молоди, выращенной в водоемах: - количество - общая масса	экз./экз. кг/кг	1598/1598 2557/1758	1144/1146 4584/2865

Таблица 5. Временные биотехнические показатели по разведению молоди лососевых видов рыб с двухлетним технологическим циклом выращивания на рыбоводных заводах Камчатского края

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Кижуч
Отлов и выдерживание производителей			
1	Средняя масса производителей	кг	3,0
2	Плотность посадки производителей на выдерживание: - в русловые садки - в речные и сетчатые садки	шт./м ²	10 20
3	Соотношение полов производителей (самки : самцы)	шт.:шт.	1:1
4	Отход производителей при выдерживании в речных садках продолжительностью: - до 10 суток - до 20 суток - свыше 20 суток	%	10,0 20,0 30,0
5	Максимальный объем выбраковки производителей, не соответствующих рыбоводным требованиям	%	5
6	Средняя рабочая плодовитость	тыс.шт.	3,6
7	Расход воды при выдерживании производителей в садках (на 1 кг массы рыбы)	л/сек.	0,1
8	Расход воды при набухании икры (на 1 млн шт.)	л/сек.	0,5
9	Средний процент оплодотворения икры	%	98
10	Допустимый предел разницы температур воды в транспортировочном контейнере с икрой и инкубационном аппарате	°С	2,0
Инкубация икры			
11	Количество икры при инкубации в 1 отсеке аппарата Аткинса	тыс.шт.	100
12	Расход воды при инкубации в аппаратах Аткинса: - в начале инкубации - после наступления стадии глазка - перед вылуплением	л/мин.	0,5 0,7 0,8
13	Производственный отход, в том числе: - отход за период транспортировки - отход за период инкубации - отход неоплодотворенной икры	%	11 2 7 2
14	Температура воды в период инкубации	°С	3,5-4,5
15	Содержание кислорода в воде, не ниже	мг/л	6,0

Приложение 6

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Кижуч
Выдерживание свободных эмбрионов			
16	Плотность посадки личинок при выдерживании	тыс.шт./м ²	15,0
17	Отход свободных эмбрионов за период выдерживания (до перехода на смешанное питание)	%	2
18	Средняя масса личинок к началу перехода на смешанное питание	г	0,2
19	Расход воды при выдерживании личинок, на 1 млн шт. - в период вылупления свободных эмбрионов - после вылупления до поднятия молоди на плав	л/сек.	3,0-4,0 2,0
20	Содержание растворенного в воде кислорода при выдерживании личинок не ниже: - в месте сброса воды из бассейна - в месте сброса воды из бассейна	мг/л	8 6
21	Температура воды при выдерживании личинок	°С	3,5-4,5
Подращивание молоди			
22	Плотность посадки молоди при подращивании в прямооточных пластиковых бассейнах до навески: - 0,5 г - 1,0 г - 5,0 г - 10,0 г	тыс.шт./м ²	12,0 5,0 3,0 2,0
23	Расход воды в период подращивания молоди в бассейнах в зависимости от температуры и насыщения кислородом в расчете на 1 млн шт. рыбободной продукции: - до массы 10 г	л/сек.	25 70
24	Содержание растворенного в воде кислорода в месте сброса воды из бассейнов, не ниже	мг/л	6,0
25	Температура воды при подращивании молоди	°С	3,5-6,0
26	Отход молоди при подращивании до средней массы тела 1 0,0 г	%	15
27	Средняя масса тела выпускаемой молоди	г	10,0
28	Выход продукции на 1 самку	%	74
29	Производители (самки/самцы), необходимые для выпуска 1 млн шт. молоди: - количество, - масса	экз./экз. кг/кг	439/439 1317/1317
30	Сроки выпуска		Июль

Таблица 6. Временные биотехнические показатели по разведению молоди лососевых видов рыб с однолетним технологическим циклом выращивания на рыбоводных заводах Камчатского края

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Малкинский ЛРЗ		Паратунский ЭПЛРЗ		ЛРЗ «Озерки»		ЛРЗ «Кет-кино»
			чавыча	нерка	кижуч	кета	кета	нерка	кета
Отлов и выдерживание производителей									
1	Средняя масса тела производителей	кг	7,3	3,0	3,0	3,0	3,0	30	3,0
2	Плотность посадки производителей на выдерживание: - в речные садки, - в русловые садки	шт./м ²	4	14	20	20	20	20	20
			-	-	10	10	10	10	10
3	Соотношение полов производителей (самки : самцы)	шт.:шт.	1:2	1,2	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1
4	Отход производителей при выдерживании в садках	%	10	10	10	10	10	10	10
5	Максимальный объем выбраковки производителей, не соответствующих рыбоводным требованиям	%	5	7	5	5	5	7	5

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Малкинский ЛРЗ		Паратунский ЭПЛРЗ		ЛРЗ «Озерки»		ЛРЗ «Кет-кино»
			чавыча	нерка	кижуч	кета	кета	нерка	кета
6	Средняя рабочая плодовитость самок	тыс. шт.	8,0	4,0	4,0	1,8	2,0	4,0	1,8
7	Расход воды при выдерживании производителей в садках (на 1 кг массы рыбы)	л/сек.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
8	Расход воды при набухании икры (на 1 млн шт.)	л/сек.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
9	Средний процент оплодотворения икры	%	98	98	98	98	98	98	98
10	Допустимый предел разницы температур воды в транспортном контейнере с икрой и инкубационном аппарате	°С	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Инкубация икры									
11	Количество икры при инкубации: - в 1 отсеке аппарата «Аткинса», - в аппарате ящичного типа «Бокс»	тыс. шт.	80	100	80	80-90	80-90	100	80-90
			-	-	-	-	450	650	450

Приложение 6

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Малкинский ЛРЗ		Паратунский ЭПЛРЗ		ЛРЗ «Озерки»		ЛРЗ «Кет-кино»
			чавыча	нерка	кижуч	кета	кета	нерка	кета
12	Расход воды при инкубации: - в 1 отсеке аппарата «Аткинса», - в аппарате ящичного типа «Бокс»	л/сек.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
			-	-	-	-	0,8	0,8	0,8
13	Производственный отход, в том числе: - отход за период транспортировки, - отход за период инкубации, - отход неоплодотворенной икры	%	11	11	11	11	11	11	11
			2	2	2	2	2	2	2
			7	7	7	7	7	7	7
			2	2	2	2	2	2	2
14	Температура воды в период инкубации	°С	6-7	6-7	-	-	-	-	-
15	Плотность посадки личинок при выдерживании	тыс. шт./м ²	12,0	9,0	12,0	14,0	14,0	14,0	14,0
16	Расход воды при выдерживании личинок, на 1 млн шт.	л/сек.	8-10	8-10	3-4	3-4	2-3	2-3	2-3

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Малкинский ЛРЗ		Паратунский ЭПЛРЗ		ЛРЗ «Озерки»		ЛРЗ «Кет-кино»	
			чавыча	нерка	кижуч	кета	кета	нерка	кета	
17	Отход свободных эмбрионов за период выдерживания (до перехода на смешанное питание)	%	2	2	2	2	2	2	2	
18	Средняя масса личинок к началу перехода на смешанное питание	г	0,32	0,17	0,22	0,32	0,32	0,17	0,32	
Подращивание молоди										
19	Плотность посадки в конце подращивания: - в прямоугольных бассейнах, - в бассейнах ИЦА-2	тыс. шт./м ²	-	-	3,0	13,0	10,0	10,0	10,0	
			1,25	1,25	-	-	-	-	-	
21	Отход молоди при подращивании до средней массы тела: - 0,8-1,0 г - 4,0 г - 5,0 г - 7,0 г	%	-	-	-	5	5	5	5	
			-	6	-	-	-	-	-	
			-	-	6	-	-	-	-	-
			7	-	-	-	-	-	-	-
22	Средняя масса тела выпускаемой молоди	г	7,0	4,0	5,0	1,0	0,8	0,8	0,8	

Приложение 6

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Малкинский ЛРЗ		Паратунский ЭПЛРЗ		ЛРЗ «Озерки»		ЛРЗ «Кет-кино»
			чавыча	нерка	кижуч	кета	кета	нерка	кета
23	Выход продукции на 1 самку	%	81	82	82	83	83	83	83
24	Производители (самки/самцы), необходимые для выпуска 1 млн шт. молоди: - количество, - масса	экз./экз. кг/кг	183/ 366 1336/ 2672	365/ 730 1095/ 2190	357/ 357 1071/ 1071	786/ 786 2358/ 2358	707/ 707 2121/ 2121	362/ 362 1086/ 1086	786/ 786 2358/ 2358
25	Сроки выпуска		20.04-30.05	20.04-30.05	июль	20.04-30.05	май	июль	май



Зиничев Владимир Викторович

Кандидат биологических наук, руководитель программ Фонда «Русский лосось». Много лет занимался изучением тихоокеанских лососей. Современная деятельность связана с охраной природы, сохранением редких и исчезающих видов рыб.



Леман Всеволод Николаевич

Кандидат биологических наук, доцент, заведующий лабораторией воспроизводства лососевых рыб Всероссийского НИИ рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), заведующий лабораторией оценки антропогенного воздействия на водные биологические ресурсы Камчатского НИИ рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО).



Животовский Лев Анатольевич

Профессор, доктор биологических наук, зав. лабораторией генетической идентификации Института общей генетики РАН. Темы исследований: Популяционная генетика, Генетическая идентификация, Генетика и экология лососевых рыб, Изменчивость и эволюция генофондов, Математическое моделирование генетических процессов в популяциях. Почетный профессор Университета штата Аляска Фейербанк. Лауреат Государственной премии в области науки и техники РФ, Лауреат премии в области эволюционной биологии им. И. И. Шмальгаузена РАН, Лауреат премии Министерства высшего образования РСФСР за учебник «Биометрия».



Ставенко Григорий Александрович

Главный рыбовод Камчатрыбвода. С 1983 года работает на Камчатке. Большую часть сознательной жизни посвятил искусственному воспроизводству тихоокеанских лососей. Почетный рыбовод России.

Зиничев Владимир Викторович
Леман Всеволод Николаевич
Животовский Лев Анатольевич
Ставенко Григорий Александрович

**Теория и практика сохранения биоразнообразия
при разведении тихоокеанских лососей**

Редактор	Матвеева М. А.
Корректор	Альперина Г. В.
Дизайн и верстка	Горелов М. С.

Фотография на обложке — Животовский Л. А. Рыболовное загрязнение лососевого
рыбоводного завода «Рейдовый», о. Итуруп

Фотографии в книге — Ставенко Г. А., Смирнов Б. П., Животовский Л. А.

Подписано в печать 27.04.2012. Формат 70x100/16 Гарнитура «Ньютон».

Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 15.

Тираж 500 экз. Заказ № 6292.

Отпечатано в филиале ОАО «ТАТМЕДИА» «ПИК »Идел-пресс»
Россия, г. Казань, ул. Декабристов, д. 2