

УДК 597.553.2:639.2.053.7(265.5)

МЕТОДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОРСКОГО МОНИТОРИНГА ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ В НАУЧНОЙ ПРАКТИКЕ КАМЧАТНИРО

В. Г. Ерохин



Предлагаемая работа — это статья-руководство по единому принципу сбора и обработки научных данных о тихоокеанских лососях в морской период их жизни. Предложен ключ к определению доминирующего в конкретный год стада горбуши в Охотском море. Выявлены устойчивые закономерности, имеющие прогностическое значение, оценивается характер нерестовых подходов и развитие предстоящей путины. Построены пространственно-временные модели миграций горбуши охотоморского стада в целом и западного побережья, горбуши северо-востока Камчатки, нерки обоих камчатских побережий.

V. G. Yerokhin. Methodical and biological basis of marine monitoring of Pacific Salmon in scientific practice of KamchatNIRO // Research of water biological resources of Kamchatka and of the northwest part of Pacific Ocean: Selected Papers. Vol. 9. Petropavlovsk-Kamchatski: KamchatNIRO. 2007. P. 50–78.

The text suggested is a text-guide on the principally universal sampling and processing the scientific information about Pacific Salmon species during marine period of their life. There is a key worked out for identification of dominant stock of pink salmon in particular years in the Okhotsk Sea. The text also informs about stable tendencies revealed of prognostic importance; the character of spawning runs and the scenario of forthcoming fishery campaign has been assessed. Author has built spatial-temporal models of migration of the Okhotsk Sea pink salmon stock as a whole, of pink salmon stocks of the west coast of Kamchatka and Northeast Kamchatka and of sockeye salmon stocks of both sides of Kamchatka.

В настоящее время исследования морской биологии тихоокеанских лососей в Дальневосточном бассейне ведутся по двум направлениям: мониторинг биоресурсов посредством комплекса научно-исследовательских работ (НИР), выполняемых на стандартных полигонах, и контрольный лов, иначе — мониторинговые исследования промыслов (Планирование..., 2005). Объединенные одной главной целью — текущей оценкой запасов и перспективной оценкой их динамики с учетом особенностей биологии, два отмеченных направления различаются формами реализации исследований.

Основной формой ведения НИР являются учетные съемки с соблюдением ряда стандартных параметров: сроков проведения работ, привязанных к конкретным этапам онтогенеза объектов изучения, географической локализации работ в виде стандартных полигонов, в том числе «контрольных» полигонов («точек», разрезов, профилей), единообразия орудий лова (в идеале — единое орудие), подходов и методик сбора и обработки информации, обеспечивающих преемственность данных, их сравнимость с предыдущими. Репродуктивный потенциал лососей определен, преимущественно, двумя-тремя смежными поколениями, горбуши — одним поколением, жизненный цикл заканчивается нерестом. Исходя из этого условием надежности оценок запасов лососей является периодичность учетных съемок с периодом в 1 год. Главной особенностью НИР по стандартным полигонам является безусловная информативная зна-

чимость всех без исключения станций — «результативных» и «пустых» с точки зрения наличия или отсутствия в улове объекта. Она вытекает из задачи оконтуривания скоплений (или описания миграционных трасс) и выявления пространственных градиентов плотности. Ресурсное обеспечение таких работ обычно формируется на базе средне-многолетних цифр и не превышает объемов биоресурса, обеспечивающего выполнение такой задачи. Объемы его, как правило, невелики. Так, для КамчатНИРО было выделено под траловые съемки молоди лососей в течение 1,5 месяцев в Беринговом море и тихоокеанских водах Восточной Камчатки в 2004 г. 6 тонн лососей, в 2005 г. — 2,5 тонны и в Охотском море — 6,07 тонн лососей. Практически весь выловленный лосось представляет собой молодь на первом году морской жизни, соответственно, не имеющую товарной ценности. Стоимость одной траловой съемки среднетоннажным судном составляет 5–6 млн руб. Как видим, ни о какой окупаемости съемки через реализацию изъятых из среды биологических ресурсов не может идти и речи. Ограничения, накладываемые методическими особенностями данной формы изучения биоресурсов, определяют безусловную затратность НИР, а вопрос обеспечения их финансовыми ресурсами, по сути, стоит в ряду главных в планировании и организации НИР.

Контрольный лов осуществляется регулярными исследованиями в основных промысловых районах (например, в зонах действия ставных неводов

в приустьевых пространствах важнейших нерестовых рек) или на магистральных морских миграционных трассах в преднерестовый период. Не определяется строгим обеспечением сроков и локализации работ, требованиями к единообразию орудий лова, хотя и не исключает элементов стандартности, в особенности, в плане методик сбора и обработки информации. Работа в научно-промысловом (невод) и поисково-промысловом (судно) режимах расширяет временные рамки сбора информации, поставляя дополнительные данные как биологического свойства, так и позволяющие строить оперативные заключения и давать рекомендации к регулированию промыслов. Наделение ресурсными квотами работ по мониторингу (контрольному лову) направлено в первую очередь на обеспечение сбора биостатистической информации, но с другой стороны — предполагается и их «прицельное» освоение, обеспечение рентабельности работ. В 2003–2006 гг. ресурсное обеспечение дрейферного мониторинга лососей на путях анадромных миграций в ИЭЗ России продолжительностью до 3 месяцев составляло 390–420 тонн на судно. Рыночная реализация изъятого из среды биоресурса обеспечивает возможность, во-первых, привлечения к сотрудничеству на договорной и возмездной основе соисполнителей, предоставляющих услуги по материально-техническому обеспечению исследований (судами, орудиями лова), во-вторых, финансовую поддержку вышеупомянутой основной формы ведения НИР, бюджетного финансирования которой в современных экономических условиях решительно недостаточно.

Одними из главных задач исследований биоресурсов являются поиск возможностей и разработка технологий прогнозирования запаса. Концепция прогнозирования запасов лососей, в диапазоне от перспективных прогнозов до оперативных оценок с регулированием промысла, включает составляющие:

- база биологических и сопутствующих данных;
- методы и техническое обеспечение;
- интерпретация результатов, оперативность принятия решений.

Ниже представлен обзор биологической и методической составляющих в исследованиях морской биологии лососей, технологий оценок запаса с применением данных морских наблюдений.

База биологических и сопутствующих данных

Задачи общебиологического характера могут решаться с применением любого по масштабности набора средств и приемов из научно-технического арсенала и на базе знаний любой степени раз-

вития, начиная с минимума, или ее отсутствия. Задачи оценки численности биологических объектов решаются на более конкретной основе. Преимущественным здесь является знание сезонной локализации объекта в пространстве, а в техническом аспекте важна корректность учетных методов. Сопутствующие данные, например, по миграциям — для оценки возможной ошибки из-за недоучета, или по биологическому состоянию, определяющему дальнейшую судьбу учитываемой совокупности, желательны, но не всегда необходимы. При расчете запаса названные параметры должны быть дополнены данными по качественной структуре изучаемой совокупности. В отношении лососей надо учитывать, что в отдельные периоды их стада могут, в результате наложения миграционных траекторий, складываться из группировок рыб, различающихся сезонной стратегией освоения пространства и ресурсов. Например, образованное неркой в конце лета поле скоплений вдоль Восточной Камчатки составляют: в южных областях — крупноразмерные рыбы старших возрастов с развитыми половыми продуктами, находящиеся на стадии нерестовой миграции в направлении Охотского моря; в северных — незрелые рыбы младших возрастов, совершающие кормовые миграции к районам шельфа и позднее возвращающиеся на океанические пастбища. В первом случае решаются вопросы прогнозирования текущего запаса, во втором — перспективных оценок.

Посткатадромный нагул и миграция молодежи. Базовым для количественного учета — с целью прогнозирования на его основе нерестовых возвратов азиатских стад лососей — принят этап посткатадромного нагула молодежи в открытых водах дальневосточных морей. Этот этап характеризуется распространением молодежи на обширных пространствах, стабилизацией термогалинных характеристик среды обитания, увеличением энергосодержания пищи и ее обилием, стабильным и быстрым ростом молодежи, резким снижением пресса хищников (Карпенко и др., 1993; Karpenko et al., 1998; Ерохин, 1998, 2002). Следствием этого оказывается скачкообразное снижение смертности. Если в начальные 1,5 месяца обитания в море смертность скатившихся сеголеток горбуши может достигать 2–4% в сутки, а в целом за данный период элиминируется от 50 до 95% (Parker, 1968; Mathews, Backley, 1976; Карпенко, 1994, 1998), то для открытых вод эти цифры на порядок ниже. Так, на основе двух последовательных съемок в сентябре–октябре 2000 г. в Беринговом море месячная смертность молодежи горбу-

ши и кеты была определена в размере 3% (Karpenko, Smorodin, 2001). Оценка численности поколений, сформировавшейся к данному этапу, оказывается в значительной степени свободной от учета трудоемких, с точки зрения их выявления, и ненадежных, как элементов моделей, факторов. Это обстоятельство определяет решающее значение исследований данного периода для получения оценок численности поколений лососей и прогнозирования их запасов.

В области морских исследований лососей на посткатадромном этапе в КамчатНИРО наработан многолетний (с 1981 г.) ряд сопоставимых данных по площадным траловым съемкам. С 1985 г. метод тралового учета молоди включен элементом комплексного прогнозирования подходов горбуши Северо-Восточной и Западной Камчатки, с 2005 г. — нерки Западной Камчатки. В первом из названных районов учетные работы ведутся на географически изолированном стаде, в Охотском море — на смешанном, вследствие этого прогноз региональных возвратов в охотоморском бассейне возможен после разделения молоди по местам происхождения.

В 80-х годах прошлого столетия считалось, что смешение молоди горбуши и кеты в Охотском море происходит вследствие слияния южнее локализованных и северных скоплений при миграции к югу последних под воздействием понижающейся температуры воды. В связи с чем установились две тактики морского учета — раннего, на несмешанных или минимально смешанных стадах (КамчатНИРО, СахНИРО), и более позднего, на совокупном сконцентрированном стаде (ТИНРО-центр). Первый предпочтительнее для регионального прогноза подходов и ОДУ. Этот подход, кроме того, единственно приемлем при учете молоди таких видов, как нерка, кижуч и чавыча Западной Камчатки в силу того, что их посткатадромные скопления весь сезон держатся вблизи камчатского побережья. Второй подход ориентирован на прогноз горбуши и кеты бассейнового масштаба с предполагаемой более высокой точностью из-за устранения фактора недоучета. Недоучтенной может оказаться молодь: а) позднее скатывающаяся из пресных водоемов и запаздывающая с откочевкой из малодоступных прибрежий; б) успевшая мигрировать за пределы региональных учетных полигонов. Однако в плане регионального прогноза данный подход мало применим без серьезных усилий в дифференциации стад по месту воспроизводства. В 1990-х гг. было установлено, что количество молоди в северной части Охотского моря одинаково

велико как в годы нагула многочисленного поколения горбуши основной из североохотоморских популяций — западнокамчатской, так и в годы практически полного ее отсутствия. Так, примерно равное количество учтенной в прикамчатской области моря молоди горбуши в сентябре 1981 и 1985 гг. дало практически 100%-й ее возврат на Западную Камчатку в первом случае и лишь 4% — во втором. Возврат западнокамчатской горбуши от сопоставимой учтенной численности молоди в 1990 и 1995 гг. составил, соответственно, 80% и 2% (Ерохин, 2002). Исследования по генетической идентификации нативных популяций горбуши разных регионов в смешанных уловах молоди подтвердили, что осенью в северной части Охотского моря нагуливается молодь горбуши как североохотоморского (Западная Камчатка и магаданское побережье), так и южноохотоморского (о. Сахалин, Южные Курилы, о. Хоккайдо) происхождения. В 1995 г. при нагуле многочисленного поколения молоди горбуши Западной Камчатки в целом для прикамчатской области Охотского моря было показано около 8% примеси южных стад. Причем, если в северных выборках (56–58° с. ш.) примесь обозначена следовыми количествами, южнее (52–53° с. ш.) она уже значительна — от 29 до 43% (Варнавская и др., 1997; Варнавская, 2006).

Таким образом, процесс смешения молоди горбуши и кеты не есть механическое вливание северных скоплений в южные. Удалось проследить механизм воздействия на распределение молоди лососей в море температурного фактора при его совместном рассмотрении с емкостью кормовой базы и видоспецифическими особенностями ее освоения. У рыб элементы физиологической активности (среди них такие, как рационы, основной обмен и коэффициент использования энергии ассимилированной пищи на рост — K_2) пропорциональны температуре обитания (Винберг, 1956; Brett and Glass, 1973; Шульман, Урденко, 1989; Yerokhin and Shershneva, 2000). У молоди горбуши, кеты, кижуча в Охотском море при температуре воды 11–12° суточные рационы достигают 9–10% массы тела, K_2 — 45–50% физиологически полезной части рациона; с понижением температуры до 8° эти показатели снижаются до 5–7% и 25–35%, соответственно (Ерохин, Шершнева, 2005; Erokhin, 2006). Однако выбор молодью лососей наибольших температур в оптимальном диапазоне определяется обилием кормовых объектов. При недостаточности кормовой базы высокие температуры приводят к обратному эффекту — снижению K_2 и, соответственно, темпа соматического роста за счет

повышенных энергетических трат на основной, а в наибольшей степени, активный обмен (обеспечение плавания и добывание пищи), который в 5–8 раз интенсивнее основного (Yerokhin, 2006). В этой связи становятся понятными маятникообразные сезонные перемещения южноохотоморских стад молоди горбуши и кеты в сентябре к северу — центральная глубоководная котловина и западнокамчатский шельф, а в октябре–ноябре уже смешанных стад — в южные широты. Северные из означенных областей отличаются преобладанием планктона в летне-осенний период (Дулепова, 2002).

Методика прогноза подходов горбуши Западной Камчатки на основе данных траловой съемки ее молоди в Охотском море отрабатывалась в благоприятных условиях учетов на его северных акваториях камчатской рыбы с незначительной примесью пришлой, и давала неизменно положительные результаты. Особенно хорошо она зарекомендовала себя в последнем пятилетии прошлого и начале нынешнего столетия (Ерохин, 2002, 2006). В 90-х годах численность возвратов горбуши двух основных районов воспроизводства — западнокамчатского и восточносахалинского, колебалась в противофазе и с максимальной амплитудой. Соотношение величин вылова первого и второго стад составляло порядка 7,5:2,5 в четные (период 1984–2000 гг.) и 0,1:9,9 — нечетные годы (период 1985–1999 гг.). В годы преобладания западнокамчатской молоди доля вносимой в прикамчатский учетный район сахалинской горбуши, с учетом остающейся за пределами района, очевидно, существенно меньше, чем четверть от численности совместного стада. Как видим, в таких условиях не требовалось жесткой необходимости в дополнительных усилиях по идентификации западнокамчатской совокупности в учитываемом стаде.

С 1999–2000 гг. наметился перелом в динамике подходов горбуши южнокурильского стада — отчетливо выделилась линия четных лет, превышающая вдвое численность смежной линии. Эта тенденция сохраняется. В 2003 г. достигла исторического максимума доминантная нечетная линия горбуши Восточного Сахалина. В том же году на порядок возрос нерестовый возврат рецессивной линии нечетных лет горбуши Западной Камчатки, что привело к выходу этой линии на промысловый уровень в 2005 г. И, наконец, в 2006 г. мы наблюдаем превышение фактического промыслового запаса горбуши восточносахалинской малочисленной линии как над среднегодовалой величиной, так и прогнозируемой на текущий год (четырежды), и одновременно — полуторакратное сниже-

ние численности западнокамчатского стада доминантной линии. Не исключено, что в настоящее время мы являемся свидетелями перестройки структуры охотоморского горбушевого комплекса. На примере становления системы чередования восточносахалинского и западнокамчатского запасов горбуши после 1980–1983 гг. можно предполагать, что для стабилизации системы на каком-то, ныне неизвестном, уровне может потребоваться до десятка лет. Стабилизация может нести различный характер: *региональный* — смена доминант, уравнивание численности линий или возвращение к нынешнему состоянию; *бассейновый* — изменение статуса региональных комплексов стад (например, сведение к минимуму численности обеих линий западнокамчатского стада с одновременным приростом численности восточносахалинского нечетных лет воспроизводства, ныне малочисленного, и др.). В новых условиях с особой остротой встает требование безусловной дифференциации учетной молоди по месту происхождения не только при общебассейновых, но также и региональных учетах. Насущной задачей видится перевод в принципе отработанных методов идентификации, прежде всего генетической, в разряд рутинного процесса. До последнего времени использование этих методов в значительной степени лежало в академической плоскости.

В Беринговом море наиболее привлекательна для осеннего нагула молоди лососей акватория над кромкой шельфа и свалом глубин, опоясывающая по периметру Командорскую котловину. Она сравнительно невелика по площади — около 100–115 тыс. кв. км. Акватория, занимаемая мощными скоплениями горбуши и кеты в северной части Охотского моря, по меньшей мере, вдвое обширнее. Из-за геоморфологических особенностей западного побережья Камчатки, после короткого периода прибрежного обитания молодь лососей раньше осваивает кормовые ресурсы открытой части Охотского моря и лучше растет. Кроме того, за счет циклических миграций от северных акваторий до Южно-Курильской котловины в пределах относительно закрытого водоема, менее подверженного влиянию океанографических и климатологических факторов, общий период откорма сеголетков горбуши и кеты в Охотском море увеличивается, в сравнении с Беринговым, как минимум на два–три месяца — до декабря–января (Радченко и др., 1991; Шунтов, 1994). При этом летний нагул в обоих морях протекает на одинаковом температурном фоне, а в период с середины сентября акватория с оптимальным температурным режимом, и без того меньшая в Беринговом

море, начинает стремительно сокращаться, и к концу октября составляет от четверти до 1/7 части такой акватории северной половины Охотского моря.

Не случайно качественные показатели молоди в Беринговом море ниже, чем в Охотском: средняя масса горбуши и кеты в Беринговом море не достигает 90 г, тогда как в Охотском море всегда превышает 100 г у кеты и нерки и почти всегда — у горбуши (Кагренко et al., 1998; Ерохин, 2002). Заметим также, что максимальные значения калорийности тела рыб и в Охотском, и в Беринговом морях наблюдаются у горбуши и кеты размером от 70–80 до 130–150 г. Однако максимальная калорийность при этом характеризует подавляющую по численности (порядка 2/3) часть нагульных популяций в Охотском море и лишь наиболее крупную молодь Берингова моря, не превышающую по численности 1/4 всей нагуливающейся. Эффективность использования пищи на рост (K_p) в Беринговом море также существенно ниже, чем в Охотском — в среднем, для горбуши и кеты, в полтора раза (Ерохин и др., 2004; Ерохин, Шершнева, 2005). Это возможно при относительном (в сравнении с Охотским морем) дефиците главных кормовых компонентов, влекущем потребителя к повышенным затратам энергии на поиск, поимку, т. е. движение или активный обмен. Таким образом, осенний нагул молоди лососей, в частности горбуши и кеты, более благополучен в Охотском и менее — в Беринговом море.

Выход из зимовки, преданадромный нагул и миграции лососей в ИЭЗ России. Сопряженность северной и южной границ океанического распространения стад лососей с изотермами 3–4° и 15°C очерчивает пределы их биокинетической зоны (Бирман, 1985; Nagasawa et al., 2005). В зимние месяцы 3–4°-изотермы проходят от о-ва Хоккайдо к приалеутскому району субарктической зоны и далее к побережью Центральной Америки, практически полностью оставляя за пределами нагульной области лососей акваторию дальневосточной российской исключительной экономзоны в СЗТО, Охотском и Беринговом морях. В этот период наиболее благоприятными для нагула лососей являются открытые океанские воды: в СЗТО — зоны круговоротов течения Ойясио, западного субарктического круговорота и мезомасштабных вихрей различных ориентаций, образующихся в результате дивергенции Северотихоокеанского течения восточнее 155° в. д.; в СВТО — аляскинского круговорота (Бирман, 1985; Ерохин, 1990; Ерохин и др., 1990; Глебов, Рассадников, 1997;

Старцев, Рассадников, 1997; Ueno et al., 1997, 1998; Nagasawa et al., 2005; Варнавальская, 2006). Для азиатских стад горбуши и кеты в период зимовки, при выходе из зимовки и на преданадромных миграциях первостепенное значение имеют западные акватории общего ареала — зона западного субарктического круговорота и прилегающих вод (Бирман, 1985; Nagasawa et al., 2005). С весенним потеплением их стада продвигаются на север, северо-запад, оккупируя воды ИЭЗ России вдоль Курильской гряды и у Восточной Камчатки и начиная заходить в Охотское и Берингово моря, вероятно, в марте–апреле. Кроме того, кета — частью, а азиатская нерка — преимущественно, мигрируют в 200-мильную зону Восточной и Северо-Восточной Камчатки в сходные сроки вдоль островов Алеутской гряды с востока — из центральной субарктической области (Атлас ..., 2002; Варнавальская, 2006). Автор, будучи наблюдателем на дрейфтеролове РПЯ «Экопасифик», отмечал в конце марта и начале апреля 1997 г. средние уловы кеты на одну сеть в количестве 1,5, нерки — 2,7 экз. у восточной границы Петропавловск-Командорской подзоны к югу от о. Беринга при температуре воды 2,8–3,6°. Важной деталью оказывается фронтальный вход скоплений всех видов лососей в 200-мильную российскую зону на широком, почти трехтысячекилометровом протяжении: от 44° с. ш. в СЗТО до Анадырского шельфа в Беринговом море. В практике дрейфтерного мониторинга сложилась схема адекватной расстановки флота, складывающаяся из прицельной дислокации части судоединиц на выявленных миграционных потоках и «закрытия» остальной акватории контрольными полигонами и ориентированными вдоль фронта миграции лососей ихтиологическими разрезами. Получаемый при этом материал позволяет моделировать «мгновенные» срезы по тем или иным биостатистическим параметрам, характеризующим рыбные скопления и фон, почти по всему фронту с любым временным шагом при нижнем пределе в одни сутки. Из серии срезов складывается динамика параметров в широком — до 2–3 месяцев — диапазоне. Распределение наблюдений от Южных Курил до Корякского шельфа оставляет неохваченным лишь крайний северный фланг всего миграционного поля.

Миграции лососей эшелонированы, тыльные части потоков представлены — за исключением горбуши и кижуча — незрелыми рыбами, совершающими кормовые миграции к районам шельфа и позднее возвращающимися на океанические пастбища (Бугаев, 2001; Варнавальская, 2001, 2006; Кловач, 2003; Myers et al., 1996). Арьберггардный

характер миграций незрелых рыб имеет немало важное значение в интерпретациях данных мониторинга. Появление и нарастание количества незрелых рыб в преднерестовых нагульных скоплениях в юго-западной части Берингова моря, в восточнокамчатском, прикурильском районах является признаком истощения текущего запаса зрелой части стад в море; динамика показателя дает основание для оперативных суждений о длительности и сроках завершения береговых подходов, а также о величине подходов.

Техническое обеспечение и методы сбора информации

Учет крупногабаритными тралами, как наиболее эффективный и в массивном сборе биологического материала, и в прогностическом плане, прочно утвердился в качестве основного направления в изучении морской биологии тихоокеанских лососей в Дальневосточном бассейне в последней четверти прошлого столетия. В КамчатНИРО с 1981 г. по настоящее время этот метод применяется в изучении молоди лососей в летне-осенний период первого года ее жизни в море (Ерохин, 1987, 1991, 1992, 2002, 2006; Karpenko et al., 1998; 2004).

Осенний траловый учет посткатадромной молоди в открытых водах морей. Основные усилия КамчатНИРО направлены на изучение этапа осеннего (сентябрь–октябрь) морского нагула молоди лососей. Исследования сосредоточены на модельных полигонах:

— в юго-западной части Берингова моря и Тихом океане (северная часть Петропавловск-Командорской подзоны);

— в северной части Охотского моря.

Цель осенних траловых учетов посткатадромной молоди лососей — изучение распределения, миграций и биологического состояния молоди лососей в период нагула в открытых водах прикамчатских морей, разработка на этой основе методики оценки численности поколений, а также прогноза численности подходов взрослых рыб по результатам тралового учета молоди.

Летний траловый учет посткатадромной молоди в прибрежье. Со становлением тралового учета молоди в открытом море эстуарные и прибрежные исследования в период ската и раннего морского нагула, осуществляемые в 70–80-е годы с использованием неводов разнообразных конструкций, были свернуты. Однако в настоящее время возникли предпосылки к реанимации эстуарных и прибрежных исследований при соответствующей модернизации практики их проведения. Они вызваны

возникновением новых направлений в исследованиях института в рамках:

— «Комплексной программы научно-исследовательских работ подразделений КамчатНИРО и ВНИРО в бассейне и в прибрежных морских участках р. Большая на 2004–2010 гг.»;

— намечаемого выполнения аналогичных работ в Камчатском заливе в период выхода в прибрежье молоди нерки р. Камчатка. Реки Большая и Камчатка являются важнейшими из бассейнов воспроизводства и промысла лососей на западном и восточном побережьях Камчатки, соответственно;

— отраслевой Программы мониторинга водных биоресурсов и среды обитания в районах освоения месторождений углеводородов на камчатском шельфе (уточнение рыбохозяйственной категории акватории).

В качестве общей цели означенных работ выступает выяснение узловых моментов в функционировании прибрежных экосистем. Одной из главных задач, которая, собственно, и послужила первоначальным толчком к разработке программы по р. Большая, рассматривается выявление видового состава стартовых кормов молоди лососей по ее выходу из речных эстуариев в морские прибрежья, их динамики и концентрации в течение сезона. Определение состава морского рыбного сообщества в данный период жизни лососей и характеристика питания массовых видов рыб призваны осветить вопросы их межвидового взаимодействия. С учетом начала работ по разведке запасов нефти и газа, а в дальнейшем и добыче их на западнокамчатском шельфе, поставленная цель приобретает два аспекта — изучение функционирования прибрежных ценозов *в условиях отсутствия техногенного влияния*, мониторинг и прогноз характера и направленности изменений в их функционировании *на фоне действия техногенных факторов*.

В 2004 г. исследования молоди лососей в морском прибрежье в КамчатНИРО были возобновлены с модернизацией методических приемов при сборе ихтиологических данных. Ее основной идеей явилась сопряженность качественного и количественного сборов путем унификации нектонных орудий лова — разработки и внедрения модификаций специализированного разноглубинного канатного трала 54,4/192 м, выступающего основным на траловом учете молоди лососей в открытых водах морей. Создание его аналогов: РК-33,6/72 м с вертикальным раскрытием 10–12 метров и РК-33,6/56 м (6–8 м), позволяет осуществлять траловую съемку в при-

брежных водах с максимально возможным приближением к береговой черте (Декштейн и др., 2005). Использование при работе с данными тралями маломерного судна является немаловажным экономическим фактором. Единообразие орудий лова предопределяет максимальную преемственность в анализе данных, собираемых на последовательных и неоднозначных по значению этапам морского нагула лососей. Это, в свою очередь, позволит организовать исследования весьма протяженного, до полугода, периода — с момента выхода молоди из эстуарной зоны до откочевки в океан, на началах единого методического подхода.

Дрифтерный мониторинг лососей на путях анадромных миграций в ИЭЗ РФ. В 1983 году КамчатНИРО начал использовать дрифтерный лов лососей на путях преднерестовых миграций в море в рамках НИР. Работы были начаты с целью оперативного прогнозирования величины и сроков подходов горбуши к побережьям Камчатки. С 1990 по 2002 гг., уже в рамках контрольного лова, подобные работы проводились с японских судов, ведущих дрифтерный промысел лососей по межправительственным соглашениям. С 1993–1994 гг. они были значительно расширены, с привлечением отечественных дрифтерных судов в рамках программы по изучению распределения, миграций, популяционной структуры основных стад тихоокеанских лососей в 200-мильной зоне России.

В 2004 г. С.А. Синяков показал, что в интервал относительной ошибки, меньшей 25%, попадает всего четверть первоначальных (без последующих корректировок) прогнозов ОДУ горбуши Камчатки, выполненных традиционными методами для периода 1980–2004 гг. Корректировка по данным траловых съемок молоди повышает частоту удовлетворительных оценок втрое (Karpenko et al., 1998). Однако до трети прогнозов по горбуше и более половины — по другим видам, нуждаются в уточнениях в год промысла. Лососевая путина скоротечна и зачастую не оставляет времени для маневра при оценке ее хода по береговым выловам и заполнению нерестилищ. Прочную научную базу в вопросах оперативных корректировок объемов нерестовых пропусков и ОДУ дает морской мониторинг на анадромных потоках. В условиях настоящего времени морские исследования анадромных миграций остаются одним из немногих способов получения наиболее полной информации о сроках и динамике подходов лососей в основные промысловые районы и для корректировок прогноза численности. Кроме того, в рейсах собирается колоссальное количество биологической информации: в

текущем столетии за один сезон камчатскими научными наблюдателями на судах дрифтерного лова выполнялось от 12 до 31 тыс. биологических анализов рыб.

Целью работ является исследование тихоокеанских лососей в период преднерестовых миграций в ИЭЗ России с задачами: определение мощности и направленности их миграционных потоков, качественного состава, сроков подходов в зону действия ставных неводов в прибрежье; оперативная корректировка численности и динамики подходов; оперативное регулирование промысла; выяснение современного статуса их основных стад в макроэкосистемах морских и океанических вод.

Технические характеристики применяемых нектонных орудий лова

Орудия лова прибрежных вод. Эстуарии рек и литоральная зона моря. Эффективными орудиями лова для сбора молоди лососей с целью оценки их биологического состояния здесь являются закидные невода различных модификаций. Они относятся к отцеживающим, небуксируемым орудиям лова притоняемого типа. В общем случае закидной невод представляет собой сетное крыло, которым охватывается водное пространство, примыкающее к берегу, куда оно вытягивается по окончании лова (Войникайнис-Мирский, 1983). В силу специфики лова молоди лососей, когда разовые уловы весьма невелики, наибольшее применение получили безмотенные невода со сливом из более мелкой части дели (Методика..., 1997).

Закидной невод 12 × 3 м, проекта НЗ 006 КЭБ промысловства Камчатрыбпрома (с 1994 г. — лаборатория промышленного рыболовства КамчатНИРО).

Длина верхней подборы, м — 12,0.

Длина нижней подборы, м — 12,0.

Высота невода в жгуте, м — 4,04.

Высота невода в посадке, м — 3,0.

Масса невода с оснасткой, кг — 13,4.

Минимальный размер ячеи / шаг ячеи, мм — 12 / 6.

Невод является равнокрылым, безмотенным. Крылья выполнены из дели капроновой 93,5 текс × 3–12 мм, сливная часть — из дели капроновой трикотажной 29 текс × 4–6 мм. В качестве плавучести по верхней подборе применяются наплава пенополистероловые лососевые (тип А) общей подъемной силой 3,56 кг. Общая загрузка нижней подборы — 7,4 кг. Боковые кромки невода оснащены деревянными клячами длиной 1,5–1,8 м для расправления сетного полотна при тяге невода.

Основные орудия лова молоди лососей в 12-мильной прибрежной зоне, заливах и бухтах.

Разноглубинный канатный трал 33,6/72 м, пр. 522 ФГУП КамчатНИРО. Тип судна — МРТК пр. 1328. Кормовая схема траления.

Длина верхней и нижней подбор по сетной части, м — 33,6.

Длина передней части трала по дели в жгуте, м — 40,17.

Длина мешка по топенанту, м — 10,1.

Периметр сечения передней части трала (в условной посадке 0,5), м — 72,0.

Вертикальное раскрытие, м — 10,0–12,0.

Горизонтальное раскрытие по крыльям, м — 31,0.

Горизонтальное раскрытие по доскам, м — 70,0–73,0.

Траловые доски — вертикально-овально-цилиндрические (ВОЦД) площадью 2,3 м².

Скорость траления, м/с (узл.) — 1,7–2,1 (3,2–4,2).

Разноглубинный канатный трал 33,6/56 м, пр. 529 ФГУП КамчатНИРО. Тип судна — МРТК пр. 1328. Кормовая схема траления.

Длина верхней и нижней подбор по сетной части, м — 33,6.

Длина передней части трала по дели в жгуте, м — 38,5.

Длина мешка по топенанту, м — 10,1.

Периметр сечения передней части трала (в условной посадке 0,5), м — 56,0.

Вертикальное раскрытие, м — 6,0–8,0.

Горизонтальное раскрытие по крыльям, м — 29,0.

Горизонтальное раскрытие по доскам, м — 70,0–77,0.

Траловые доски — вертикально-овально-цилиндрические (ВОЦД) площадью 2,3 м².

Скорость траления, м/с (узл.) — 1,6–2,1 (3,1–4,2).

Тралы 33,6/72 и 33,6/56 конструктивно выполнены четырехпластными, состоят из канатной и сетной передней части и цилиндрического тралового мешка с мелкочейной вставкой из дели 6,5 мм, где аккумулируется улов молоди лососей. Имеют не совсем обычную конструкцию боковой пласти, а именно: практически отсутствует боковая подбора. Это позволяет при сравнительно небольшом вертикальном раскрытии обеспечить максимально возможное горизонтальное раскрытие трала. Длина канатных элементов обоих тралов составляет 4 метра, как и у трала 54,4/192 м, что позволит в дальнейшем сравнивать результаты учетного лова в открытых водах Охотского и Берингова морей с результатами работы в прибрежной зоне. По верхней подборе тралы вооружаются гидродинамическим щитком из конвейерной ленты ГОСТ

20–76 площадью 2,5 м². Щиток обеспечивает вывод трала в поверхностный горизонт.

Орудия лова открытых вод

Разноглубинный канатный трал 54,4/192 м пр. 180 КЭБ промысловства Камчатрыбпрома. Кормовая схема траления. Тип судов — среднетоннажный траулер, наибольший опыт накоплен при работе судном типа СТРА пр. 503. Данный трал в настоящее время является основным орудием лова, применяемым в КамчатНИРО при работах по учету молоди лососей в открытых морских водах.

Длина верхней (нижней) подборы, м — 54,4.

Длина боковой подборы, м — 48,8.

Длина передней части трала:

по топенанту, м — 97,2,

по дели в жгуте, м — 91,71.

Длина канатной части, м — 40,0.

Длина мешка трала:

по топенанту, м — 15,6,

по дели в жгуте, м — 15,18.

Периметр сечения передней части трала (в условной посадке 0,5), м — 192,0.

Фиктивная площадь передней части трала, м² — 14676,3.

Затененная площадь трала, м² — 100,6.

Скорость траления, м/с (узл.) — 2,3–2,6 (4,5–5,0).

Агрегатное сопротивление трала, кН (тс) — 59,8 (6,1).

Вертикальное раскрытие, м — 25,0.

Горизонтальное раскрытие, м — 40,0.

Данные характеристики трала приведены при использовании его в поверхностном режиме траления (Важинский, 1985; Руководство..., 2005).

В состав трала входят: передняя часть трала, состоящая из канатной и сетной частей; мешок трала, имеющий мелкочейную вставку для аккумуляции улова; оснастка верхней и нижней подбор; голые концы и кабели; оснастка траловой доски. По верхней подборе трал вооружается гидродинамическим устройством (ГДУ), состоящим из транспортной ленты 8,0 × 0,5 м и тросовой оснастки. ГДУ обеспечивает вывод трала в верхние горизонты.

При проведении площадных съемок с тралом 54,4/192 м применяли два типа траловых досок: сферические — площадью 3,3 м², V-образные вертикальные — площадью 4,0 м².

Дрифтерные сети. В настоящее время являются основным орудием лова при мониторинге лососей на путях анадромных миграций в пределах исключительной экономической зоны России.

Дрифтерные сети относятся к объеживающим орудиям лова и представляют собой прямоугольное

сетное полотно, посаженное на верхнюю и нижнюю подборы. Принцип лова ими заключается в том, что рыба, при попытке пройти сквозь сеть, застревает в ячее, т. е. объёчается (Войникайнис-Мирский, 1983). Лов лососей осуществляется дрейфом сетей на путях миграций и нагула. Для увеличения площади облова дрейфтерные сети последовательно соединяются в порядок сетей. Длина порядка и размер ячее регламентируются «Правилами промысла водных биоресурсов для российских юридических лиц и граждан в исключительной экономической зоне, территориальном море и на континентальном шельфе Российской Федерации в Тихом и Северном Ледовитом океанах», а также зависят от условий промысла и размеров облавливаемых рыб.

Дрейфтерные сети обозначаются длиной по верхней подбуре и высотой в посадке в метрах. Длина сетей в посадке колеблется от 30 до 50 м, а высота в посадке, как правило, не превышает 10 м. Для лова лососей в открытом море используются сети, изготовленные из окрашенного полиамидного моноволокна диаметром 0,2–0,5 мм. Как правило, дрейфтерный лов лососей производится с судов среднего класса, оснащенных специальным промысловым устройством, обеспечивающим механизированную постановку и выборку сетей. Для обозначения местоположения порядка сетей по его концам подсоединяются радиобуи, а в ночное время — световые буи. В соответствии с «Правилами промысла...», дрейфтерные порядки маркируются с целью обозначения их принадлежности добывающей организации и судну, ведущему лов.

Комплекс обязательной информации, собираемой в морских лососевых экспедициях

На каждую станцию заводится учетная (неводная, траловая или дрейфтерная) карта.

Гидрометеорологические работы. В учетную карту заносятся сведения о температуре воздуха и поверхности воды, направлении и силе (в баллах) или скорости (м/сек) ветра, состоянии моря в баллах (или высоты волны в метрах), облачности в баллах. Производится измерение температуры и солености в оговоренном рейсовым заданием слое воды.

Каждый улов разбирается по видам, просчитывается и провешивается. Биологическому анализу подвергаются выборки рыб, формируемые случайным образом.

Биологический анализ включает:

Измерение длины (AC, AD), определение веса целой рыбы и порки, пола и стадии зрелости поло-

вых продуктов по 6-балльной шкале (Правдин, 1966). Определяется степень наполнения желудков по 5-балльной шкале. С целью оперативной оценки общего характера питания периодически (частота различна, определяется рейсовым заданием) у всех анализируемых рыб визуально определяются качественный состав и доля компонентов пищи в желудке (например: зуфаузииды — 50%, гиперииды — 10%, кальмар — 35%, переваренная пища — 5%). В качестве регистрирующих возраст структур собираются слуховые косточки (отолиты) и чешуя рыб. Отмечается количество травмированных рыб с указанием рода травмы, количество больных рыб с указанием характера клинических проявлений — язвы, опухоли, аномалии развития, зараженность паразитами.

Сбор проб по питанию рыб. Желудки, как с пищей, так и пустые — без выбора, отбираются у рыб, каждая из которых подвергается стандартному биологическому анализу. Обязательно освобождаются от пилорических придатков. Желудки фиксируются 10%-м раствором формальдегида, этикетированы индивидуально.

Гидробиологические работы. Для вертикального лова мезо- и макропланктона могут быть использованы малая и большая сеть Джели, икорная сеть ИКС-80. Пробы фиксируются 4%-м раствором формальдегида. Отбор фитопланктона производится опрокидывающимися батометрами по горизонтам. Пробы фиксируются концентрированным (40%) раствором формальдегида.

Наблюдения за морскими млекопитающими, мечеными животными. При обнаружении животных или птиц с метками в виде пластмассовых или металлических пластинок, а на теле сивучей — тавра, фиксация (описание, рисунок, фото, видео) номера, формы, цвета метки или тавра. Определение координат встречи с помеченным животным, его биологического вида, по возможности — размеров, массы, пола животного. Ведутся журналы учета живых и павших морских млекопитающих, карточки регистрации встреч китов в море.

Методика проведения траловых съемок молоди лососей в прибрежье

Период работ — июнь–август. Работы выполняются по схеме станций. Поле станций располагается полосой, начиная от изобат 5–10 м (минимальных для работы с прибрежными модификациями разноглубинного специализированного трала) до 12 миль от берега. На Западной Камчатке район работ входит в пределы 51°30'–58° с. ш., на восточной — 55°–56°15' с. ш. Станции необходимо

располагать таким образом, чтобы их частота была повышена на участках, прилегающих к устьям подконтрольных рек.

Практика показала, что продолжительность работ и общее количество станций варьирует в зависимости от складывающихся в каждый сезон условий. В 1987 и 1988 гг. единовременная съемка кошельковым (в приустьевых зонах — закидным) неводом на Западной Камчатке, включающая до 32 станций в пределах 51–58° с. ш., занимала две–три недели; выполнялась с двойной повторностью. В 2004–2006 гг. единовременная траловая съемка на Юго-Западной Камчатке, включающая от 29 до 48 станций в пределах 51–54° с. ш., выполнялась в течение 4–5 дней; выполнена с тройной повторностью в 2004 г. и двойной — в 2005–2006 гг.

Ихтиологические работы. Лов молоди лососей и других рыб производится РК 33,6/56 м и 33,6/72 м с мелкоячейной вставкой (6,5 мм) в мотенной части по схеме станций. Суточный режим работы — до десяти тралений в световой период. Траления выполняются в слое 0–12 м с обязательным выведением верхней подборы трала на поверхность (фиксирование белопенного буруна). Продолжительность траления 15 минут с момента взятия ваеров на стопор до отдачи стопора. Скорость траления — 3,5–4,5 узла.

В эстуариях подконтрольных рек в качестве дополнительных сборов биологического материала предусмотрены заметы закидным неводом 12×3 м, пр. НЗ 006.

Как правило, возможности размещения научной группы на борту малотоннажного судна ограничены 1–2 сотрудниками. В связи с чем собираемый материал подвергается, в основном, первичной обработке — фиксации в сохраняющих растворах, заморозке; дальнейшая обработка проводится на берегу.

Гидробиологические работы. Лов мезопланктона производится в слое 0–10 м малой сетью Джели по основной сетке станций, отбор фитопланктона — опрокидывающимися батометрами по горизонтам на микрополигонах, выбранных в пределах основной сетки станций.

Гидрометеорологические работы ведутся в соответствии с разд. «Комплекс обязательной информации...». На каждой станции термосолезондом производится измерение температуры и солености воды от поверхности до 50 м (при меньших глубинах — до дна).

Специальные работы:

1. Суточные станции выполняются с периодичностью 2–3 часа 15-минутными тралениями в од-

ной точке. Отбирается 10–15 экз. молоди лососей одного вида каждой размерной группы, подвергаются немедленной заморозке. Весь комплекс лабораторных работ — анализ желудков, химического состава тела рыб, калориметрия — проводится по доставке проб в институт.

2. Для решения задачи выбора показателей-индикаторов экологической чистоты окружающей среды и формирования банка реперных данных этих показателей предусмотрен сбор:

— проб печени, мышечной и костной ткани долгоживущих представителей прибрежного ихтиоценоза (камбалы, бычки и др.). На берегу образцы подвергаются анализу методами спектрофотометрии и атомной абсорбции для установления степени аккумуляции как углеводородов, так и сопутствующих загрязняющих агентов в тканях гидробионтов. Будучи контрольными, данные образцы потребуются для сравнения с аналогичными пробами из районов шельфа, где производится разработка запасов углеводородов;

— проб воды для гидрохимического анализа.

3. Выявление видового состава «стартовой» кормовой базы лососей в критический период выхода из речных эстуарий в море, ее динамики и концентрации в течение сезона. На выборочных микрополигонах из достаточного улова на станции или уловов на нескольких станциях набираются репрезентативные выборки сопутствующих видов рыб на биологический анализ. Фиксация в 10%-м растворе формальдегида или заморозка. Этот вид сбора материала обязательно увязывается со сбором гидробиологических проб.

Методика проведения осенних траловых съемок молоди лососей

Период проведения траловых съемок — сентябрь–октябрь. Работы выполняются в территориальных водах и исключительной экономической зоне России по схеме станций. В Охотском море исследования охватывают акваторию от 50° до 58° с. ш. и от береговой линии до 145° в. д., включающую подзоны Камчатско-Курильскую, Западно-Камчатскую, Восточно-Сахалинскую и Северо-Охотоморскую. В Беринговом море (Западно-Берингоморская зона и Карагинская подзона) и Тихом океане (Петропавловск-Командорская подзона) район работ простирается от 53° до 60° с. ш. и от береговой линии до 172° в. д. Генеральное направление съемок — с юга на север.

Ихтиологические работы. Лов молоди лососей производится разноглубинным канатным тралом 54/192 м с мелкоячейной вставкой (12 мм) в мотенной части. Суточный режим рабо-

ты — три–четыре траления в световой период. Траления выполняются в слое 0–30 м с обязательным выведением верхней подборы трала, оснащенного ГДУ, на поверхность (фиксирование белопенного буруна). Продолжительность траления 60 минут с момента взятия ваеров на стопор до отдачи стопора. Средняя скорость траления — 4,5 узла. Длина ваеров при такой скорости обычно превышает 200 м, но в любом случае она должна быть не менее 150 м, что обеспечивает штатное горизонтальное раскрытие устья трала. Траления выполняются по стандартным сеткам станций (рис. 1). Генеральное направление съёмов — с юга на север.

Стандартному биологическому анализу подвергаются все виды лососей (по 25–50 экз. молоди каждого вида, остальные рыбы промеряются) и прилова.

Сбор проб по питанию рыб. У каждого вида лососей, подвергнутых биологическому анализу, отбирается по 10 желудков с каждого траления, фиксируются 10%-м раствором формальдегида, этикетированы индивидуально. На выборочных микрополигонах аналогичной процедуре подвергаются репрезентативные выборки сопутствующих видов рыб.

Гидробиологические работы. Лов макро- и мезопланктона производится в слое 0–100 м сетью ИКС-80, большой сетью Джели по намеченным разрезам в пределах основной сетки станций.

Гидрометеорологические работы ведутся в соответствии с разд. «Комплекс обязательной информации...». На каждой станции производится зондирование верхнего слоя эпипелагиали для определения температуры и солености воды, прежде всего по стандартным гори-

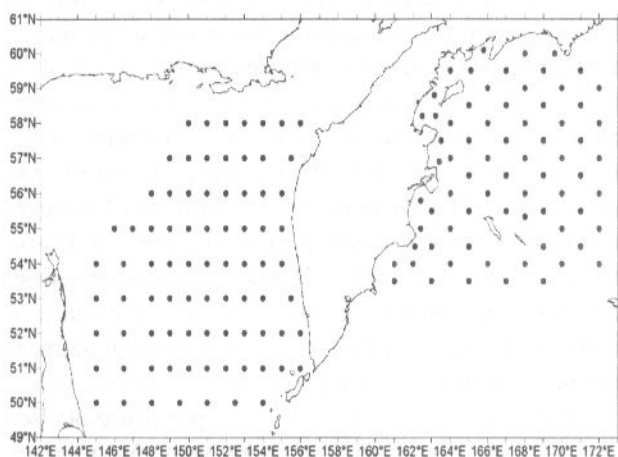


Рис. 1. Схема станций на осеннем траловом учете молоди лососей

зонтам (0, 5, 10, 20, 30, 40, 50 м), глубины залегания термо- и галоклина.

Специальные работы:

1. Суточные станции. Выполняются с целью изучения ритмики питания, величин и структуры суточных рационов, энергетических трат рыб и их внутрисезонной динамики. В связи с этим на суточных станциях одновременно отбираются пробы желудков с фиксацией 10% раствором формальдегида и тканей тела рыб с фиксацией в спирто-хлороформном растворе Фолча (Folch et al., 1957) для анализа их химического состава и калориметрии. Указанные пробы этикетированы индивидуально. Проводятся 2–3 суточные ихтиологические и гидробиологические станции, на которых траления, длительностью по 15 минут, проводятся через 2–3 часа в течение суток. По окончании каждого траления судно возвращается в точку начала траления. На каждой станции выполняется вертикальный сбор планктона. Районы проведения суточных станций должны привязываться: а) к местам основных локализаций молоди лососей в наиболее благоприятное время нагула (сентябрь); б) к миграционным трассам молоди в ходе осенней откочевки по направлению в океан.

2. К анализу химического состава тела рыб и калориметрии отбираются пробы скелетных мышц (до 5 г) от 10–15 экз. каждой из 2–3 размерных групп молоди горбуши, кеты, нерки, кижуча и чавычи. Фиксация в растворе Фолча, этикетировка индивидуальная. Этим видом сбора проб охватываются прибрежные и открытые воды, южные и северные части районов исследований.

3. Материал для популяционно-генетических исследований собирается при выполнении траловой съёмки в Охотском море. Генетический анализ проводится с целью идентификации лососей региональных стад охотоморского бассейна в смешанных уловах. Объем единовременной или сформированной из уловов на смежных станциях пробы должен составлять не менее 100 особей одного вида рыбы. Материал собирается в пределах всего района исследований для следующих видов работ:

— *фракционирование белков* методом электрофореза (Корочкин и др., 1977). Отбираются образцы тканей скелетных мышц, сердца, печени, глаз, этикетированы индивидуально, фиксируются быстрой заморозкой. В связи с быстрым разрушением ферментов, для хранения образцов тканей необходима температура ниже -20°C (возможность хранения до полугода). При температуре ниже -40°C (практикуется фиксация жидким

азотом) срок сохранения активности ферментов удлиняется до нескольких лет;

— *молекулярно-генетический анализ*. Материалом для последующего выделения суммарной ДНК являются: кровь, фрагменты плавников, мышечная ткань, внутренние органы (кроме кишечника), генеративная ткань. В КамчатНИРО сбору подвергаются фрагменты плавников. Пробы фиксируются 96% этиловым спиртом, хранят образцы при обычной температуре.

4. Пробы к гистологическому анализу половых продуктов собираются у молоди лососей со сложной возрастной структурой. Целью работы является изучение этапов ово- и сперматогенеза на различных этапах онтогенеза. Половые продукты берутся у самцов и самок целиком в связи с их незначительным развитием и размерами в первый год морской жизни. Фиксируются жидкостью Буэна (смесь пикриновой, ледяной уксусной кислот и водного раствора формальдегида). Этикетированы индивидуально. Сопровождается обязательным взятием регистрирующих возраст структур (чешуя, отолиты).

5. Работы по отработке техники лова тралом, описание поведения элементов оснастки трала, сбор материалов к определению коэффициента уловистости трала. Для определения раскрытия устья трала используются системы контроля работы трала: «ИГЭК-У», а с 2005 г. — система Сканмар («Скан Мэйт 6»). В ходе съемки каждое траление параметрируется по позициям: величина вертикального раскрытия трала и дистанция между досками, снимаемыми непосредственно с монитора, длина и углы расхождения ваеров. Для оценки поведения молоди лососей в «критической зоне» трала решается задача определения возможности выхода рыб через ячей сетного полотна, что достигается установкой снаружи сетного полотна на верхней, боковых и нижней пластьях трала серии мелкочейных покрытий — рыбоуловителей (Коротков, 1998).

Перечисленные виды специальных работ не исчерпывают весь их возможный спектр, который зависит как от условий проведения всего комплекса исследований, так и от задач, решаемых в конкретный сезон.

Методика проведения дрифтерного мониторинга лососей

Государственный мониторинг азиатских стад тихоокеанских лососей в период их анадромных миграций к нерестовым водотокам российского Дальнего Востока осуществляется в исключитель-

ной экономической зоне России. Изучение совокупностей стад лососей на обширной акватории требует одновременного участия в сборе материалов нескольких судов, дислоцированных в разных районах. Работа в каждом из районов обеспечивает мониторинг определенных региональных группировок лососей.

Зона Западно-Берингово-морская. Северная часть зоны является районом преднерестовой миграции лососей из водоемов северо-востока Камчатки и Чукотки, южная, граничащая с Петропавловск-Командорской подзоной — важна как район преднерестового нагула и миграций лососей обоих побережий Камчатки, следующих из Центральной Пацифики как севернее, так и южнее Алеутской гряды и Командорской островной группы.

Карагинская подзона. Является районом преднерестовой миграции и нагула лососей, нерестующих в водоемах северо-востока Камчатки. Район важен для мониторинга стада нерки р. Камчатка, в значительной степени осуществляющей преднерестовый нагул в юго-западной части Берингова моря.

Петропавловск-Командорская подзона. Основная район преднерестового нагула и миграции лососей обоих побережий полуострова Камчатка в течение длительного срока: в мае–июне — горбуши, нерки, кеты, чавычи северо-востока и востока Камчатки; в июле–августе — нерки, кеты, кижуча востока Камчатки, нагула и транзита анадромной нерки, кеты, горбуши западного побережья Камчатки; с августа — транзита неполовозрелых лососей Азии и Америки, кроме кижуча и горбуши.

Зона Северо-Курильская. Через воды района проходят основные миграционные пути всех видов тихоокеанских лососей охотоморских группировок. А для озерновской нерки и западнокамчатской горбуши Северные Курильские проливы являются магистральным коридором входа в Охотское море.

Зона Южно-Курильская. Здесь в массе проходят в Охотское море стада горбуши южноохотоморских популяций и кеты как российского, так и японского происхождения.

Зона Охотское море. В Камчатско-Курильской подзоне завершаются морские миграции озерновской нерки и горбуши юго-запада Камчатки, осуществляется транзит западно- и северозападнокамчатской горбуши, кеты и нерки, а также североохотоморской кеты.

В Западно-Камчатской подзоне завершаются морские миграции нерки бассейна оз. Палана, основной части стада кеты Западной Камчатки.

В Восточно-Сахалинской и Северо-Охотоморской подзонах пролегают пути миграций, на их завершающей стадии, северо- и южноохотоморских стад лососей.

Период работ — май–август (сентябрь) — охватывает сроки нагула и преднерестовой миграции региональных группировок лососей через указанные районы. В работах участвуют 16–18 специализированных судов, предоставляемых соисполнителями. Суда оборудованы промысловым вооружением для дрейферного лова и оснащены приборами для океанологических и биологических измерений и научным оборудованием. Промысловое вооружение и размер ячеи сетей регламентируются «Правилами промысла...», но каждое судно должно иметь на борту не менее одного порядка так называемых «контрольных» сетей с ячеей 55 мм.

Ихтиологические работы. Ежедневно выставляется один или более сетных порядков, один из которых — контрольный. Время дрейфа сетей контрольного порядка должно составлять 10 ± 1 час. Количество сетей в контрольном порядке определяется ответственным научным наблюдателем. Ведется поштучный учет вылова лососей контрольными и коммерческими сетными порядками с расчетом улова на усилие. Расчет улова на усилие проводится на стандартную сеть длиной 50 м.

Для биологического анализа горбуша отбирается из контрольного порядка, при анализе других видов лососей отмечается, из сетей с каким размером ячеи взят каждый экземпляр.

Биологический анализ проводится в соответствии с описанием в разд. «Комплекс обязательной информации...». Среднее значение гонадосоматического индекса (ГСИ) рассчитывается для всей повидовой выборки раздельно по полам без отделения незрелых рыб. Отмечается количество неполовозрелых рыб (табл. 1).

Так как одной из задач дрейферного мониторинга лососей является оперативная оценка характера нерестовых подходов, данные по уловам на усилие и биологическим показателям лососей ежедневно направляются в аналитическую группу КамчатНИРО.

Гидрометеорологические работы ведутся в соответствии с описанием в разд. «Комплекс обязательной информации...». Сбор информации по прилову сопутствующих видов рыб включает количественный учет и биологические анализы.

Сбор информации по прилову птиц. Осуществляется полный количественный повидовой учет птиц, попадающих в контрольный порядок. Наблюдатель руководствуется при этом определителем птиц и морских млекопитающих (Артюхин, Бурканов, 1999).

Наблюдения за морскими млекопитающими, мечеными животными осуществляется в соответствии с описанием в разд. «Комплекс обязательной информации...». Осуществляется полный количественный повидовой учет морских млекопитающих, попадающих в сети всех выставленных порядков.

Специальные работы. Помимо описанного общего комплекса наблюдений и сбора материалов, суда дрейферного лова снабжаются программами индивидуального плана, представляющими собой варианты сочетаний специальных видов работ:

— сбор проб для определения плодовитости самок и проб к гистологическому анализу половых продуктов с целью изучения этапов ово- и сперматогенеза лососей на различных стадиях онтогенетического развития;

— биохимические пробы (мышечная и генеративная ткань) для последующего лабораторного анализа их химического состава и калориметрии. Берутся: а) вместе с отбором проб на плодовитость; б) на суточных станциях. Фиксируют раствором Фолча, этикетировать индивидуально;

— сбор материала для популяционно-генетических исследований с целью идентификации лососей Азии и Америки, а также региональных дальневосточных стад в смешанных уловах. Материал собирается в пределах всех рыбопромысловых районов в ИЭЗ ДВ России для: а) фракционирования белков методом электрофореза. Отбираются образцы тканей скелетных мышц, сердца, печени, фиксируются быстрой заморозкой, по возможности — фиксацией жидким азотом; б) молекулярно-

Таблица 1. Критерии для определения неполовозрелых лососей по весу гонад (г)

Вид и пол	Май	Июнь			Июль			
	3-я декада	1-я декада	2-я декада	3-я декада	1-я декада	2-я декада	3-я декада	
Нерка	самцы	до 2,3	до 2,5	до 3	до 3	до 3	до 5	до 5
	самки	до 15	до 15	до 20	до 20	до 25	до 25	до 25
Кета	самцы	до 2	до 2	до 3	до 5	до 7	до 8	до 8
	самки	до 15	до 15	до 20	до 25	до 25	до 25	до 25

генетического анализа. Материалом для последующего выделения суммарной ДНК являются: кровь, фрагменты плавников, мышечная ткань, внутренние органы (кроме кишечника), генеративная ткань с фиксацией 96% этиловым спиртом;

— суточные ихтиологические станции. Суть работы в серии постановок небольшого сетного порядка с короткой — около трех часов — экспозицией (застоем). В течение полных суток сети выставляются и выбираются до шести раз. Из каждого улова отбираются все виды лососей для биологического анализа с отбором и фиксацией желудков. В ходе выполнения суточной также по каждому виду отбирают пробы на биохимический и гистологический анализы;

— сбор проб по питанию рыб. Периодически выбирается один из дней. Для полноты представления динамики питания отбор проб производится в течение всего промыслового дня по нескольким условным периодам. Желудки рыб, недавно попавших в сети, фиксируются 10% раствором формальдегида, этикетированы индивидуально.

С целью охвата как можно более широкой акватории в единицу времени, предусмотрено рассредоточение дрейферных судов (рис. 2). Достигается оно ротацией судов при выполнении ихтиологических, гидрологических разрезов, и при наблюдениях на стандартных участках (в так называемых «контрольных точках») в определенные временные периоды. Решениями Лососевого совета НТО «ТИНРО» предусмотрено выполнение стандартных съемок и разрезов в прикамчатских водах общими усилиями научных групп и судов, работающих по региональным разделам Программы дрейферного мониторинга тихоокеанских лососей.

Стандартные съемки и разрезы.
А) гидрологические:

1. Гидробиологическая и гидрологическая съемка в Беринговом море и стандартный Олюторский гидрологический разрез. В сумме 36 станций (табл. 2). Выполняется одним судном. Конкретные сроки определяются ежегодно.

2. Гидробиологическая и гидрологическая съемка в Камчатско-Курильской подзоне из 14 станций (табл. 3). Выполняется одним судном во второй половине июля.

3. Стандартные гидрологические разрезы, выполняющиеся судами при прохождении через данные районы.

Камчатский разрез: 1) 55°28'N, 165°30'E; 2) 55°37'N, 165°12'E; 3) 55°43'N, 164°56'E; 4) 55°46'N, 164°43'E; 5) 55°52'N, 164°30'E; 6) 55°56'N, 164°13'E; 7) 56°00'N, 164°03'E;

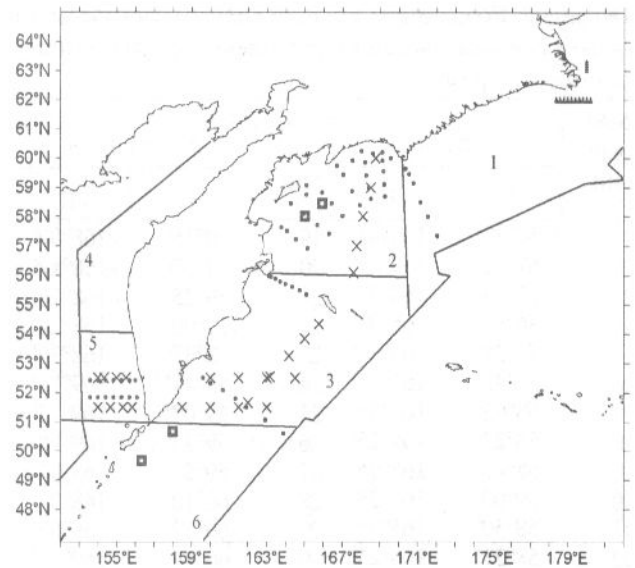


Рис. 2. Стандартные съемки и разрезы, выполняемые в ходе государственного мониторинга тихоокеанских лососей судами дрейферного лова по программам КамчатНИРО, ТИНРО-центра, ВНИРО, ЧукотТИНРО и ФГУП «Нацрыбресурсы» в водах Камчатки и Чукотки: точки — гидрологические разрезы; крестики — ихтиологические разрезы; треугольники — ихтиологические разрезы в водах Чукотки; квадраты — контрольные точки, выполняемые на японских судах в 1993–2002 гг. (в Беринговом море в современный период выполняются российскими судами); 1 — Западно-Берингоморская рыбопромысловая зона; 2 — Карагинская подзона; 3 — Петропавловск-Командорская подзона; 4 — Западно-Камчатская подзона; 5 — Камчатско-Курильская подзона; 6 — Северо-Курильская зона

8) 56°05'N, 163°52'E; 9) 56°07'N, 163°42'E; 10) 56°09'N, 163°32'E.

Авачинский разрез: 1) 52°50'N, 159°00'E; 2) 52°40'N, 159°20'E; 3) 52°30'N, 159°40'E; 4) 52°20'N, 160°00'E; 5) 52°10'N, 160°20'E; 6) 52°00'N, 160°40'E; 7) 51°50'N, 161°00'E; 8) 51°40'N, 161°20'E; 9) 51°30'N, 161°40'E; 10) 51°20'N, 162°00'E; 11) 51°00'N, 162°40'E.

Б) ихтиологические разрезы и наблюдения в «контрольных точках»:

4. Ихтиологический разрез в Карагинской подзоне, 5 станций: 1) 56°05'N, 166°50'E; 2) 57°00'N, 167°20'E; 3) 58°00'N, 167°50'E; 4) 59°00'N, 168°35'E; 5) 60°00'N, 168°45'E. Выполняется пятидневными сериями на основе ротации судов в период с 26 июня по 15 июля. Нацелены на определение характера миграций и динамики биологических показателей лососей востока Камчатки.

5. Меридиональный ихтиологический разрез в Петропавловск-Командорской подзоне, 5 станций: 1) 54°20'N, 165°45'E; 2) 53°50'N, 165°20'E; 3) 53°15'N, 164°10'E; 4) 52°33'N, 163°00'E;

Таблица 2. Координаты станций гидробиологической и гидрологической съемки в Беринговом море (выделено — Олюторский разрез)

№№ стан-ции	Координаты		№№ стан-ции	Координаты	
	N	E		N	E
1	57°37'	163°45'	19	60°15'	168°00'
2	57°30'	164°03'	20	59°52'	168°12'
3	57°13'	164°32'	21	59°25'	168°16'
4	56°55'	165°09'	22	59°00'	168°24'
5	57°24'	166°17'	23	58°37'	168°30'
6	57°42'	165°40'	24	58°41'	169°16'
7	58°05'	164°55'	25	59°07'	169°12'
8	58°27'	164°15'	26	59°33'	169°10'
9	58°45'	165°05'	27	59°55'	169°07'
10	59°00'	165°28'	28	60°10'	168°37'
11	58°50'	165°55'	29	60°12'	169°07'
12	58°27'	166°25'	30	60°00'	169°32'
13	58°02'	167°00'	31	59°38'	170°20'
14	58°23'	167°55'	32	59°28'	170°32'
15	58°53'	167°30'	33	59°09'	170°45'
16	59°26'	167°02'	34	58°30'	171°09'
17	59°44'	166°42'	35	58°00'	171°32'
18	59°55'	167°32'	36	57°21'	172°03'

Таблица 3. Координаты станций гидрологической съемки в Камчатско-Курильской подзоне

№№ стан-ции	Координаты		№№ стан-ции	Координаты	
	N	E		N	E
1	51°50'	156°05'	8	52°25'	153°35'
2	51°50'	155°40'	9	52°25'	154°00'
3	51°50'	155°15'	10	52°25'	154°25'
4	51°50'	154°50'	11	52°25'	154°50'
5	51°50'	154°25'	12	52°25'	155°15'
6	51°50'	154°00'	13	52°25'	155°40'
7	51°50'	153°35'	14	52°25'	156°00'

5) 52°00'N, 162°00'E. Выполняется пятидневными сериями на основе ротации судов в период с 26 июня по 15 июля с целью изучения характера миграций и динамики биологических показателей лососей востока Камчатки.

6. Широтные ихтиологические разрезы в Петропавловск-Командорской подзоне: на широте 51°30'N — по долготам: 1) 158°30'E, 2) 160°00'E, 3) 161°30'E, 4) 163°00'E; на широте 52°30'N — по долготам: 1) 160°00'E, 2) 161°30'E, 3) 163°00'E, 4) 164°30'E. Выполняются по пятидневкам на основе ротации судов в период 16–25 июля. Целью наблюдений является мониторинг лососей Западной Камчатки, осуществляющих транзит в Охотское море.

7. Широтные ихтиологические разрезы в Камчатско-Курильской подзоне: на широте 51°30'N — по долготам: 1) 154°00'E; 2) 154°40'E; 3) 155°20'E;

4) 155°50'E; на широте 52°30'N — по долготам: 1) 154°00'E; 2) 154°30'E; 3) 155°00'E; 4) 155°30'E. Целью наблюдений является мониторинг лососей Юго-Западной Камчатки на завершающей стадии преднерестовой миграции.

8. Работа на двух «контрольных точках» с координатами: 1) 58°00'N, 165°00'E, 2) 58°45'N, 165°55'E в Карагинской подзоне. Выполняется пятидневными сериями на основе ротации судов в период с 25 июня по 15 (20) июля. Задачей наблюдений является количественная оценка мощности миграции горбуши Карагинского района.

Расчет численности молоди лососей.

Прогноз возвратов производителей

Лососи локализуются преимущественно в верхнем 60-метровом слое в океане, а в морях с выраженной вертикальной стратификацией — выше слоя термоклина (Hashimoto, 1959; Ichihara et al., 1975; Ерохин, 1991; Вертикальное движение..., 1997). Слой воды с оптимальной для нагула молоди лососей температурой в Охотском море и юго-западной части Берингова имеет толщину от 15 до 40 м, чаще 20–30 м непосредственно от поверхности. Ниже залегает слой высоких термоградиентов (0,3–0,8 град./м). В среднем, толщина слоя преимущественного нахождения молоди лососей не превышает величину вертикального раскрытия 54-метрового трала. Отсюда, численность учтенной молоди при работе данным тралом удобнее рассчитывать не в объеме процеженной воды, а площадным методом по выражению:

$$N_a = nS/vdtk,$$

где N_a — абсолютная численность молоди; n — средний улов за одно траление (экз.); S — площадь обследованной акватории (кв. км); v — скорость траления (км/час); d — величина горизонтального раскрытия устья трала (км); t — время траления (час.); k — коэффициент уловистости трала, или

$$N_a = nS/sk,$$

где s — площадь над протраленным объемом (км²). При расчете численности посткатадромной молоди лососей в КамчатНИРО применяется коэффициент уловистости трала, равный 0,6. Коэффициент уловистости трала был рассчитан по результатам серий совместных ловов молоди кошельковым неводом и тралом в Охотском море в 1984 и 1986 гг. (Ерохин, 2002; 2006).

Принимая вышеназванный коэффициент в данной работе, тем не менее подчеркнем, что для решения некоторых задач его величина не имеет принципиального значения — в случаях, когда проявление некоей стороны системного явления удов-

летворительно раскрывается через статистическую связь начальных посылок и конечных результатов по принципу «черного ящика». Например, в прогнозировании возвратов горбуши Камчатки k может не приниматься во внимание (приравняться к 1), что не меняет цифр прогнозируемых возвратов (Ерохин, 2006). Надо лишь заметить, что такой подход правомерен по накоплению многолетних рядов данных.

В практике траловых съемок используются и коэффициенты уловистости, принятые для промысловых пелагических и донных тралов (Шунтов и др., 1993). Такой прием с точки зрения биолога, считающего запас, требует осторожного подхода. Сравним две схемы траления — пелагическое и поверхностное (рис. 3). Количество рыб в зоне облова у поверхности периодически меняется: обозначим ее в какой-то точке на разных временных стадиях взаимодействия системы, как N , $N1$, $N2$, $N3$ и n . В случае с пелагическим тралом, из-за практического отсутствия возмущений, численность объекта до момента взаимодействия с траловыми досками постоянна: $N=N1=N2$. Однако при поверхностном тралении это не так: $N1 \neq N$ вследствие ухода части скопления под нижний горизонт зоны облова, а $N2 \neq N1$ вследствие действие кильватерной струи. Таким образом, количество рыб непосредственно перед тралом — это трижды измененное их первоначальное количество. По определению, коэффициент уловистости трала — это отношение количества пойманных рыб ко всему количеству рыб, находящихся в облавливаемой зоне (Баранов, 1967; Кадильников, 2001). Ввиду постоянно меняющегося количества рыб на пути трала при поверхностном тралении, коэффициенты уловистости в рассмотренных двух вариантах — величины неравнозначные.

Работы по определению коэффициентов уловистости тралов далеко не завершены. По мере раз-

Траловая система при поверхностном и разноглубинном тралении

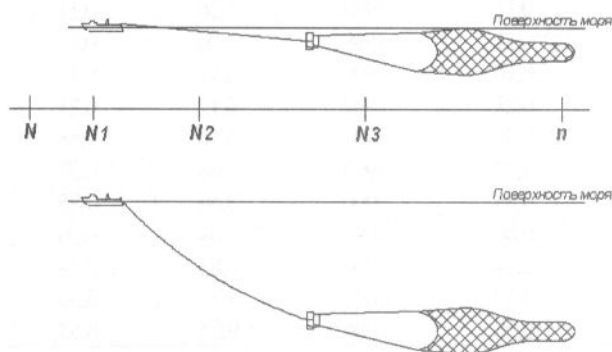


Рис. 3. Траловая система при поверхностном и пелагическом тралении (схема)

вития этого направления исследований необходимые уточнения и поправки к коэффициентам нетрудно будет внести. При этом кардинальных изменений как методик учета, так и методик прогнозирования запасов рыб по учетным материалам не потребуется. Уже сейчас практика коллег из ТИНРО-Центра и наша показывает, что применительно к молоди лососей истинные значения k используемых пелагических тралов лежат в пределах диапазона, границы которого определенно очерчены и близки: 0,4–0,6.

Методики оценок нерестовых возвратов горбуши Западной и Восточной Камчатки и нерки оз. Курильское по материалам траловых учетов их молоди в Охотском море изложены в работах (Karpenko et al., 1998; Ерохин, 2002, 2006).

ГОРБУША. Ожидаемая цифра возврата производителей горбуши оценивается по выражению: $N = aN_a^2 + bN_a + c$, где N — прогнозируемая численность возврата, млн рыб, a , b , c — уточняемые ежегодно эмпирические коэффициенты. Результаты оценок нерестовых возвратов горбуши западной Камчатки представлены в таблице 4. В прогнозе высокочисленных возвратов западнокамчатской горбуши (более 25 млн рыб) отклонения от факта не выходят за рамки $\pm 25\%$ в 67% случаев, для восточнокамчатской горбуши этот показатель составил 60% (табл. 5).

НЕРКА. Необходимыми элементами для прогноза возвратов нерки с привлечением материалов траловых учетов ее молоди являются: 1 — численность покатников основных возрастных групп, определенная осенью в период траловых съемок; 2 — численность возвратов родителей, складывающаяся из численности зашедших на нерест рыб, морского и берегового вылова; 3 — соотношение возрастных групп нерки, участвующих в нересте в прогнозируемом году; 4 — средняя выживаемость основных возрастных групп от ската в море до возврата.

Возврат учтенных в море одновременно с горбушей поколений нерки, запаздывает, в сравнении с первой, на год и более. Исходя из этого, мы имеем возможность проверить правильность подсчета численности молоди нерки и своевременно его скорректировать — по возврату горбуши на следующий после учета год. В качестве поправочных коэффициентов к учтенной численности нерки применяется значение кратности фактического возврата горбуши к ее прогнозируемому возврату (доли возврата от прогноза):

$$k' = N_f / N,$$

где k' — поправочный коэффициент, N_f — фактическая численность возврата. Поправочные коэф-

Таблица 4. Численность учтенной молодежи в прикамчатских водах Охотского моря и возврат взрослой горбуши в реки Западной Камчатки, млн рыб

Год учета	Прогноз (N)	Фактический возврат (N _F)	Кратность возврата к прогнозу (N _F /N)	Отклонение (%) прогноза от факта (N - N _F)/N _F
1981	39,5	37,3	0,94	+5,9
1982	160,7	141,1	0,88	+13,9
1985	32,9	26,0	0,79	+26,7
1986*	—	1,5-1,7	—	—
1989*	—	26,3	—	—
1990*	—	2,0	—	—
1991*	—	15,9	—	—
1995	84,9	79,6	0,94	+6,7
1997	151,2	126,6	0,84	+19,4
1999	85,0	87,0	1,02	-2,3
2001	57,0	82,7	1,45	-31,1
2003	108,5	103,5	0,95	+4,9
2005	95,1	72,0	0,77	+32,1

* — большинство учтенной молодежи — иммигранты

Таблица 5. Численность учтенной молодежи в прикамчатских водах Берингова моря и возврат взрослой горбуши в реки Восточной Камчатки, млн рыб

Год учета	Прогноз (N)	Фактический возврат (N _F)	Отклонение (%) прогноза от факта (N - N _F)/N _F
1986	39,0	52,0	-25,0
1989	38,5	27,1	+38,4
1990	120,0	99,2	+21,0
1991	19,3	9,8	+96,9
2000	68,35	47,7	+43,3
2002	83,8	101,0	-17,0

Таблица 6. Прогноз численности возврата отдельных возрастных групп нерки западной Камчатки по материалам тралового учета молодежи

Учтенная численность молодежи (N' _a), млн рыб			Прогнозируемая численность возврата (k _{sp} N' _a), млн рыб					
Год учета	2+	3+	Год возврата	2.2	3.2	Год возврата	2.3	3.3
1982	5,93	0,88	1984	0,83	0,26	1985	2,19	0,26
1985	3,42	0,38	1987	0,48	0,11	1988	1,26	0,11
1986	8,12	0,39	1988	1,14	0,11	1989	3,00	0,11
1987	13,26	0,56	1989	1,86	0,16	1990	4,91	0,16
1989	16,54	0,74	1991	2,32	0,21	1992	6,12	0,21
1990	17,56	2,00	1992	2,46	0,58	1993	6,50	0,58
1991	7,24	0,95	1993	1,01	0,27	1994	2,68	0,27
1997	9,35	2,95	1999	1,31	0,85	2000	3,46	0,85
1999	13,61	0,19	2001	1,91	0,06	2002	5,04	0,06
2001	10,35	1,51	2003	1,45	0,44	2004	3,83	0,44
2002	9,49	1,05	2004	1,33	0,30	2005	3,51	0,30
2003	25,09	2,01	2005	3,51	0,58	2006	9,28	0,58
Среднеголетний коэффициент удельного возврата (k _{sp})				0,14	0,29		0,37	0,29

коэффициенты для отдельных лет приведены в таблице 4 в графе «Кратность...». Произведением поправочного коэффициента для конкретного года на величину оцененной при съемке численности молодежи нерки эта величина корректируется. Затем, исходя из соотношения главного и второстепенных стад (9:1) (Бугаев, 1995), конкретизируется численность курильского стада в общей численности молодежи нерки, учтенной в море:

$$N'_a = 0,9 k' N_a$$

Основными возрастными группами из отмечаемых четырнадцати в возврате нерки оз. Курильское являются 2.2, 2.3, 3.2 и 3.3 (Бугаев, 1995). Для наших расчетов нужны оценки среднемноголетних долей в возврате следующих трех комбинаций возрастных групп: 2.2-3.2; 2.3-3.3 и 2.2-3.2-2.3-3.3. На основании данных по численности возрастных групп молодежи в море, статистики по возрасту производителей и численности возвратов, устанавливаем фактические значения численности (N_{sp}) и коэффициентов возврата (k_{sp} = N_{sp}/N'_a) нерки по возрастным группам. Усреднив эти данные, получаем среднеголетние удельные коэффициенты возврата для главных возрастных групп (табл. 6).

Произведением полученных коэффициентов и численности возрастных групп молодежи (k_{sp} N'_a) оцениваем теоретические величины возврата производителей по возрастам (табл. 6). Суммарную численность возврата прогнозируемых возрастных групп умножаем на коэффициент их представительства в нерестовом потоке, получив теоретические значения численности возврата всего стада (табл. 7). В связи

с имеющимися многолетними разрывами в проведении съемок рассчитать ожидаемый возврат нерки курильского стада на базе четырех основных возрастных групп производителей удалось для шести лет — 1988, 1989, 1992, 1993, 2004 и 2005 гг. (табл. 7). Для других лет расчет базировался на двух возрастных группах в сочетаниях 2.2–3.2 и 2.3–3.3.

В ретроспективных оценках отклонения прогностических величин от факта варьируют от –65% до +52%, а для 11 из 17 лет (в 65% случаев) не выходят за пределы 25%-го диапазона. Наименьший размах их колебаний приходится на нерестовые возвраты нерки, оцениваемые по материалам траловых съемок последнего десятилетия. В этот период наиболее выражена синхронность колебаний расчетных и фактических величин возвратов (табл. 7).

Составляющие оперативных корректировок возвратов горбуши и нерки по материалам дрейфтерного мониторинга их анадромных потоков в ИЭЗ России

Опираясь на многолетнюю информацию по дрейфтерным уловам лососей, их динамике по промрайонам с учетом миграционных путей основных стад, данным береговой промысловой статистики, можно оценить перспективы путины с точки зрения обилия подходящих на нерест производителей. Такая оценка основана на пропорциональности уловов на усилие и общего количества мигрировавших через район исследований рыб. Важен выбор ключевых районов, в которых улов дрейфтерного судна выступал бы в качестве критерия, характеризующего численность лососей. В отношении нерки р. Камчатка такому условию удовлетворяют дрейфтерные наблюдения автора в 2000 г. и Бугаева (2003 г.) северной части Петропавловск-Командорской подзоны в июне–июле, нерки оз. Курильское —

в южной части Петропавловск-Командорской подзоны и в Северо-Курильской зоне в июле (Ерохин, 2000; Бугаев, 2003). Для горбуши северо-востока Камчатки ключевым районом выступает юго-западная часть Берингова моря, горбуши бассейна Охотского моря — прикурильский район Тихого океана (Zaachny, 1996; Шубин, Коваленко, 2000; Ерохин, 2000, в печати). Оценки характера нерестовых подходов строятся на анализе трех основных составляющих: 1 — пространственного распределения уловов и других характеристик в море; 2 — динамики уловов на усилие; 3 — динамики биологических показателей рыб. Для горбуши Камчатки, преданадромные миграции которой в обоих ключевых районах носят пиковый характер, введена четвертая составляющая: 4 — количественная связь уловов на усилие на исследовательском полигоне с численностью подходов производителей к нерестовым водоемам.

Сопряженность данных по уловам и биологическим показателям в течение сезона и их сравнение с многолетней динамикой дают возможность судить о направленности, интенсивности миграций рыб, региональной принадлежности скоплений, отмечаемых на конкретных участках акватории. Проиллюстрируем это положение на примерах мониторинга нерки и горбуши в водах Восточной Камчатки и Северных Курил.

НЕРКА. Пространственное распределение показателей. Распределение уловов выявляет общую картину плотности скоплений в море, а представленное с определенной дискретностью (на практике, обычно — с шагом в пять дней) вскрывает тенденцию ее развития с течением времени. Рисунок 4 дает четкое представление о динамике хода нерки Западной Камчатки Северными Курильскими проливами на завершающей стадии ее пред-

Таблица 7. Ретроспективный и перспективный (2006 г.) прогноз численности возврата нерки оз. Курильское по материалам тралового учета молодежи

Год возврата	1984	1985	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Прогнозируемые	2.2	2.3	2.2	2.2	2.2	2.3	2.2	2.2	2.2	2.3	2.2	2.3	2.2	2.3	2.2	2.2	2.2	2.3
возрастные группы	3.2	3.3	3.2	2.3	2.3	3.3	3.2	2.3	2.3	3.3	3.2	3.3	3.2	3.3	3.2	2.3	2.3	3.3
				3.2	3.2			3.2	3.2							3.2	3.2	
				3.3	3.3			3.3	3.3							3.3	3.3	
Среднемноголетняя суммарная доля указанных возрастных групп в возврате, %	21	77	30	94	94	64	30	94	94	64	30	64	22	69	22	91	91	69
Прогноз суммарного возврата возрастных групп, млн рыб	1,086	2,45	0,59	2,62	5,14	5,07	2,53	9,37	8,37	2,95	2,16	4,31	1,96	5,09	1,89	5,90	7,91	9,87
Прогноз возврата всего стада, млн рыб	5,17	3,18	1,96	2,79	5,47	7,92	8,43	9,97	8,90	4,62	7,21	6,74	8,92	7,38	8,58	6,48	8,69	14,30
Отклонение прогноза от факта, %	+24	-46	-65	-25	+10	-25	+21	+52	+46	-13	+45	+7	+11	-30	+14	-3	-2	+39

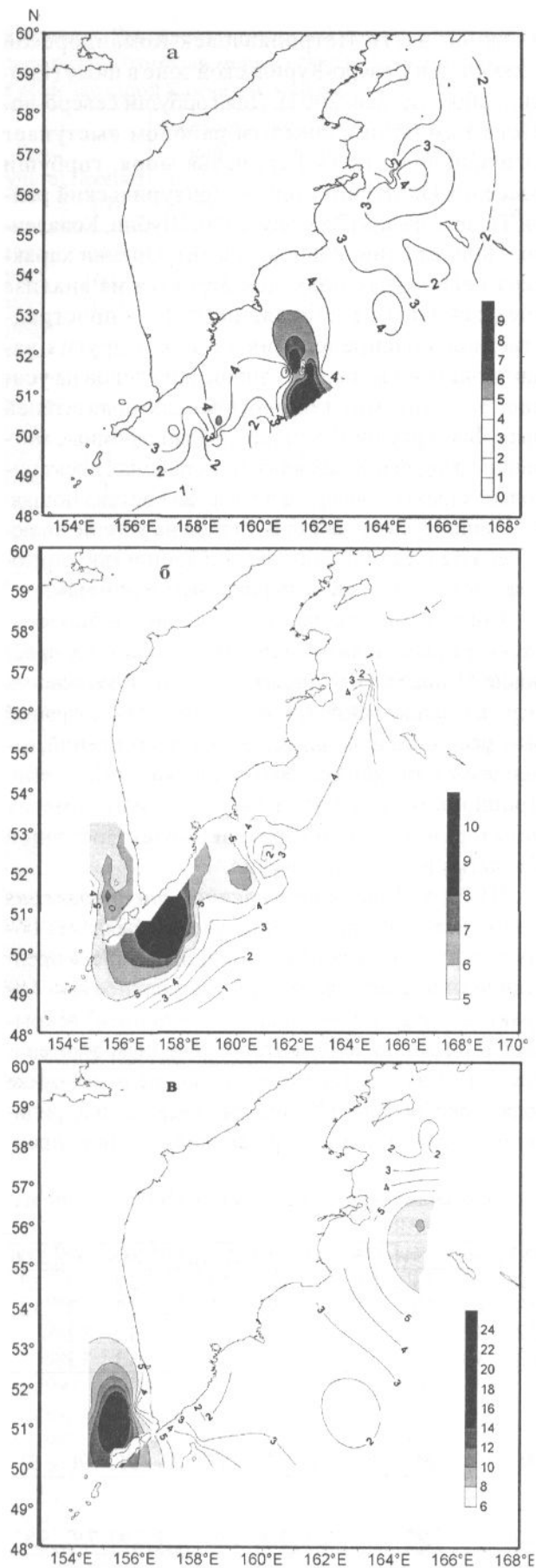


Рис. 4. Уловы нерки в 2001 г., экз./сеть (контрольные сети): а — 11–15 июля, б — 16–20 июля, в — 26–31 июля

анадромного нагула в восточнокамчатских водах в июле и августе.

Динамика уловов на усилии. Восходящие ветви графиков июньских уловов в Петропавловск-Командорской подзоне (рис. 5а) отражают развитие миграции и накопление в восточнокамчатских водах нерки популяции р. Камчатка перед заходом в реку, июльских — подход и накопление нерки западного побережья, нисходящие ветви — миграцию западнокамчатской рыбы в Охотское море в конце июля и в августе (рис. 5а, б).

Динамика биологических показателей. Представленные на рисунке 6 июньские данные за 1996–2001 гг. отражают работу судов на однородном скоплении, преимущественно представленном неркой стада р. Камчатка, относительно ровной по зрелости и размерам. В июле в подзоне появляется и наращивает свою численность западнокамчатская нерка, более мелкая по размерам тела и менее зрелая. Неоднородность рыб в смешанном стаде отражается на значениях ГСИ и индивидуальной массы рыб за три первых пятнадцатидневки июля, которые весьма варьируют. Особенно хорошо это наблюдаемо на годовых кривых, многолетние более сглажены (рис. 6). Во второй половине июля в северной части Петропавловск-Командорской подзоны, еще ранее — в Карагинской подзоне, нарастает подход неполовозрелых рыб, которые позднее вернутся на океанские пастбища. Флот передислоцируется в южную часть Петропавловск-Командорской подзоны (наряду с этим, на мало предпочтительных с точки зрения рыбака акваториях проводятся специальные наблюдения — разрезы и др.). Наблюдениями охватывается относительно однородное стадо с доминированием в его составе нерки оз. Курильское. Доля неполовозрелых рыб, как правило, снижается, кривая зрелости рыб стабилизируется (рис. 6а), уменьшение размеров рыб (рис. 6б) обусловлено подтягиванием арьергардных скоплений.

Рост запаса курильской нерки с 2002 г. обусловил резкое увеличение ее доли в смешанных нагульных скоплениях в прикамчатских водах СЗТО в июне и июле, что на фоне роста уловов (рис. 5) выражается в существенном снижении значений рассматриваемых биологических характеристик рыб на стадии смешения стад (рис. 6, кривые периода 2002–2006 гг.).

Ярким примером значимости данных дрейферного мониторинга является 2002 год. Подходы нерки к западнокамчатскому побережью оказались значительно выше прогнозированного, а вылов (21,3 тыс. т) почти впятеро превысил утверж-

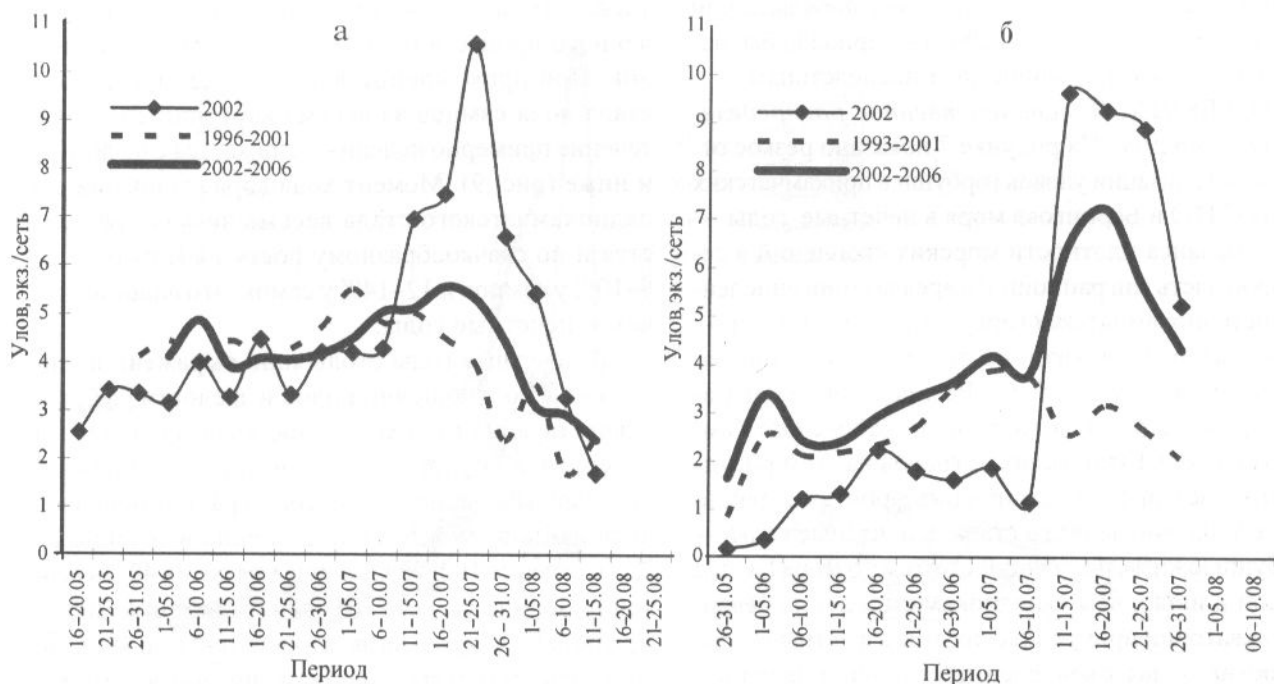


Рис. 5 Среднеголетние значения пентадных уловов нерки контрольными сетями в Петропавловск-Командорской подзоне (а) и Тихоокеанской подзоне Северо-Курильской зоны (б) в 1996–2006 гг.

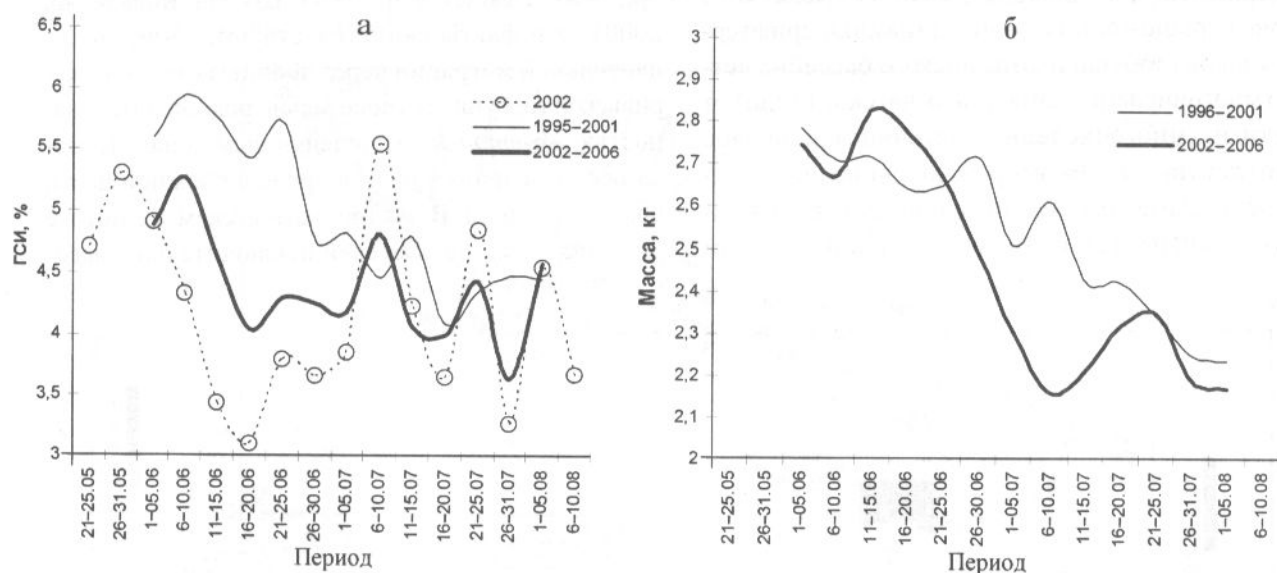


Рис. 6. Среднеголетние значения ГСИ самок нерки (а) и массы тела самцов нерки (б) в Петропавловск-Командорской подзоне в уловах контрольных сетей в 1993–2006 гг.

денный ОДУ (4,5 тыс. т). В череде лет, начиная с 1930 года, случай столь мощного подхода является единичным. Предпринятые Рабочей группой областного рыбохозяйственного совета оперативные корректировки вылова, не успевающие за собственно выловом, привели к пониманию необходимости полного пересмотра ОДУ с возможной перспективой безлимитного вылова. В сложившейся ситуации объемы дополнительного изъятия далеко выходили за рамки сверхлимитных добавок. Камчатское управление Рыбвода отказалось утвердить разрешение на вылов без распоряжения

вышестоящего органа. Федеральное управление Рыбвода со ссылкой на отсутствие прецедента не торопилось давать распоряжение на вылов, многократно превышающий ОДУ, без его утверждения Правительством.

Именно оперативные морские сводки сыграли немаловажную роль в принятии губернатором Камчатской области решения по обеспечению дальнейшего лова нерки курильского стада. Предпринятые областной властью действия предотвратили заход в Курильское озеро почти 7 млн избыточных производителей, что в сумме с фактически зашедши-

ми на нерест 2,6 млн — при оптимуме порядка 2 млн особей (Бугаев, Дубынин, 2002) — привело бы, несомненно, к катастрофическим последствиям.

ГОРБУША. Пространственное распределение показателей. На рисунке 7 показано резкое отличие локализации уловов горбуши в прикамчатских водах СЗТО и Берингова моря в нечетные годы — сдвиг баланса плотности морских скоплений в северную часть миграционного ареала (многочисленна восточнокамчатская горбуша), от четных лет — сдвиг баланса в южную часть (многочисленна западнокамчатская горбуша). Распределение показателя зрелости рыб и доли самцов в районе юга Камчатки и вдоль Курильских островов на этом рисунке отражает эффект расширения фронта миграции более многочисленного стада: в нечетные годы — горбуши южных популяций Охотского моря (менее зрелой в июле, чем западнокамчатская) на северные акватории прикурильских вод, а в четные годы, напротив — высокочисленной горбуши Западной Камчатки на южнее лежащие акватории.

Динамика уловов на усилии и биологических показателей. На примере Северо-Курильского района хорошо видно отличие динамики дрефтерных уловов горбуши охотоморского бассейна четных (многочисленно западнокамчатское стадо) от нечетных (многочисленно восточносахалинское стадо) лет (рис. 8). Во второй половине июля четных лет резко возрастает численность западнокамчатских мигрантов с соответствующим ростом

уловов. В явном соответствии с динамикой отмеченного процесса изменяется и соотношение полов. При прохождении ядра, а затем арьергарда стада доля самцов за весьма короткий срок — в течение примерно недели — снижается с 80 до 40% и ниже (рис. 9). Момент хода ядра скоплений западнокамчатского стада весьма четко определяется и по скачкообразному росту ГСИ рыб — до 8–10% у самцов и 12–14% у самок, что вдвое выше, чем в нечетные годы.

В нечетные годы столь явно выраженной динамики в соотношении полов и зрелости рыб, соответствующей прохождению авангарда, ядра и арьергарда крупного стада, нет. В сахалино-курильском миграционном потоке в районе проливов доля самцов снижается постепенно в течение 2–2,5 месяцев со 100–90% в конце мая до 30–40% в первой половине августа (Шубин, Коваленко, 2000). Средний ГСИ у рыб на акватории от 45° до 48° с. ш. хотя и растет от начала июня к концу июля, но практически не превышает 3% у самцов и 7% у самок на протяжении всего периода миграции (Шунтов и др., 1993; Темных и др., 1994; Шубин, Коваленко, 2000). Эти факты свидетельствуют, во-первых, о длительной миграции через проливы сахалино-курильской горбуши с относительно ровной интенсивностью, во-вторых, о последующем донагуле стада перед заходом в реки в пределах южной части Охотского моря. В западнокамчатском же потоке динамика всех показателей исключительно высо-

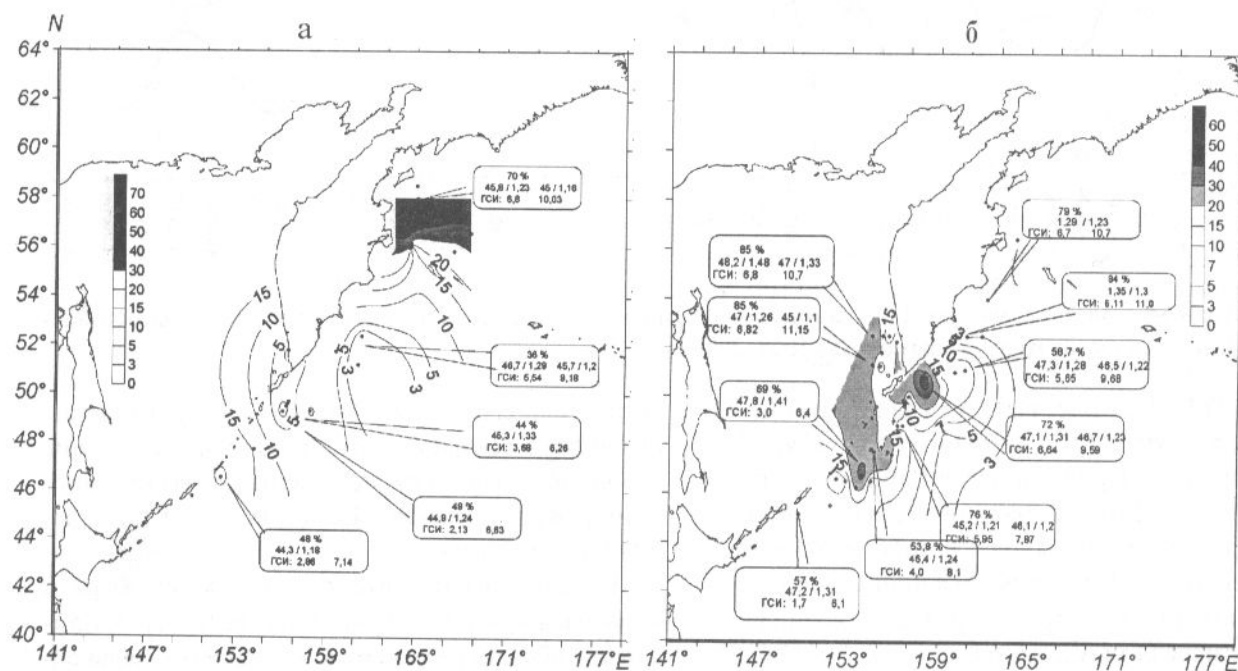


Рис. 7. Уловы (экз./сеть) и биологические показатели горбуши 11–15 июля 1999 г. (а) и 16–20 июля 2000 г. (б). В выносках: средние значения доли самцов (%), длины/массы (см, кг) самцов и самок (либо общая), ГСИ самцов и самок, соответственно; точки — места проведения ловов

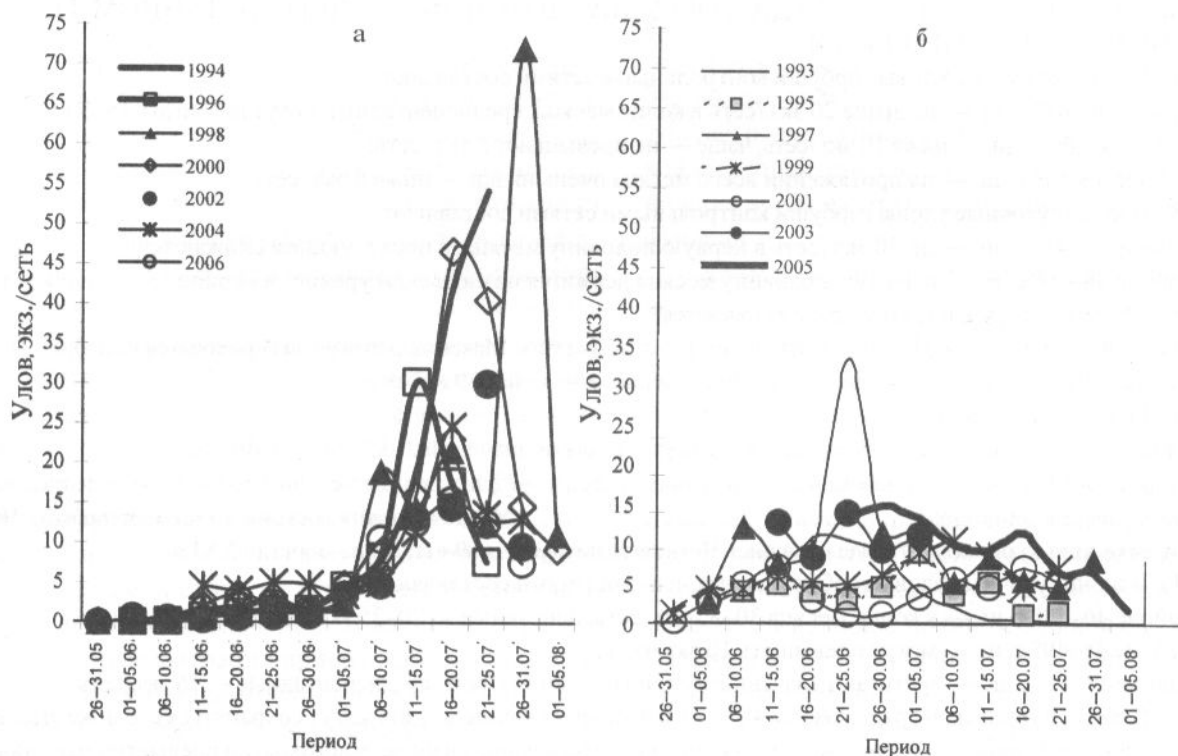


Рис. 8. Среднепентадные уловы горбуши дрейферными сетями в Тихоокеанской подзоне Северо-Курильской зоны в четные (а) и нечетные (б) годы

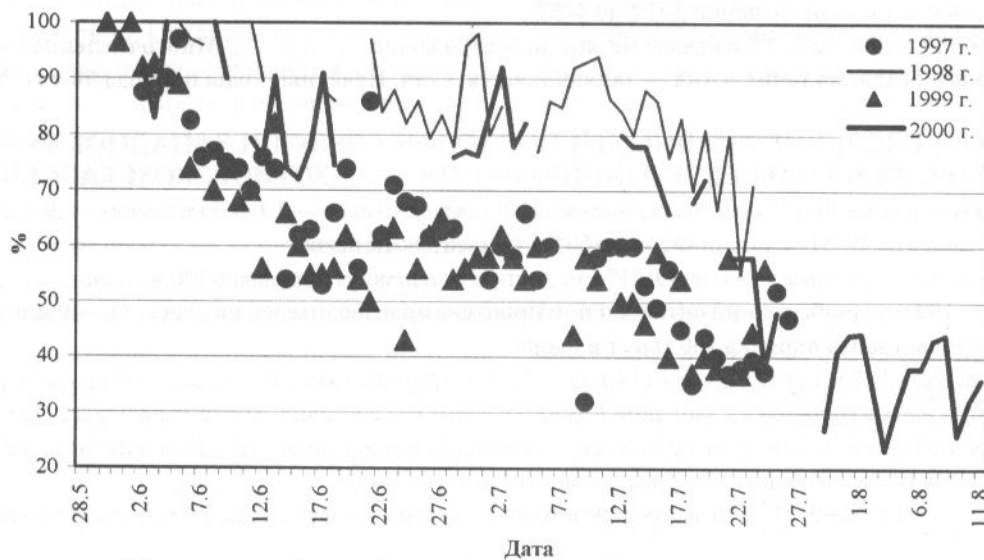


Рис. 9. Динамика доли (%) самцов горбуши в Северо-Курильской подзоне в четные и нечетные годы

ка. Массовую миграцию в Охотское море во второй декаде – середине июля открывают самцы, спустя всего лишь неделю их доля снижается вдвое, к концу месяца — втрое. Сходными темпами увеличивается зрелость рыб. Такая характерная для июля четных лет динамика отражает быстрый проход проливами по достижении рыбами определенной физиологической стадии, с последующим быстрым же заходом в нерестовые водоёмы, доселе накапливающегося и нагуливающегося в океане восточнее проливов стада.

При оперативных оценках характера миграции горбуши в Охотское море КамчатНИРО руководствуется алгоритмами определения доминирующего в конкретный год стада горбуши на бассейне (*ключ 1*) и определения мощности подхода западнокамчатской горбуши (*ключ 2*). В определительных ключах рядом с порядковым номером тезы приведен в скобках номер антитезы. Если характеристика, приводимая в тезе, отвечает особенностям определяемого положения, следует перейти к следующему по порядку номеру тезы, если нет — к номеру антитезы.

Ключ 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТАДА ГОРБУШИ, ДОМИНИРУЮЩЕГО В ДАННОМ ГОДУ В БАССЕЙНЕ ОХОТСКОГО МОРЯ

- 1 (4). В июне суточные уловы горбуши контрольными сетями составляют:
в районе 46–48° с. ш. — не выше 20 экз./сеть в конце месяца, среднепентадные могут достигать 15 экз./сеть;
в районе 48–49° с. ш. — ниже 10 экз./сеть, чаще — не превышают 5 экз./сеть;
в районе 49–51° с. ш. — на протяжении всего месяца очень низки — ниже 5 экз./сеть.
- 2 (5). В июле суточные уловы горбуши контрольными сетями составляют:
в районе 46–48° с. ш. — до 20 экз./сеть в первую половину месяца, в последующем снижаются;
в районе 48–49° с. ш. — в первую половину месяца держатся на июньском уровне, в период 15–20 июля возрастают до 20–30 экз./сеть, в последующем снижаются;
в районе 49–51° с. ш. — с 11–15 июля начинают резко возрастать. Максимальные уловы приходятся на период 21–28 июля и в несколько раз превышают таковые в июне, составляя не менее 30 экз./сеть.

- 3 (6). ГСИ самцов возрастает:
в районе 46–48° с. ш. — в период от начала к концу июля от значений 2–3% до 5% и более;
в районе 49–51° с. ш. — от значений 2–3% в начале июля до 5–7% в середине месяца и до 8–11% — в период максимальных уловов в конце июля. **Многочисленна западнокамчатская горбуша. Численность сахалино-курильского стада невелика. Четные годы периода 80-е гг. XX в. — начало XXI в.**

- 4 (1). В июне суточные уловы горбуши контрольными сетями составляют:
в районе 46–48° с. ш. — к концу месяца 30–35 экз./сеть, пентадные — 20–25 экз./сеть;
в районе 48–49° с. ш. — могут превышать 10 экз./сеть;
в районе 49–51° с. ш. — достигают значений: суточные — 20 экз./сеть, среднепентадные — 15 экз./сеть.
- 5 (2). В водах Курильской гряды южнее 48° с. ш. в первой половине месяца могут сохраняться столь же высокие уловы, как и в конце июня. Севернее же выраженного всплеска уловов в июле, многократно превышающего июньский уровень, нет.

- 6 (3). ГСИ самцов в период от начала к концу июля возрастает незначительно:
в районе 46–48° с. ш. — от значений 2–3% до 4–5%;
в районе 49–51° с. ш. — с 2–3% в начале месяца до 3–6% в конце. **Многочисленна горбуша сахалино-курильского стада, малочисленна — западнокамчатская. Нечетные годы периода 80-е гг. XX в. — начало XXI в.**

Ключ 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ ПОДХОДОВ ГОРБУШИ ЗАПАДНОКАМЧАТСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ГОДЫ ЕЕ ДОМИНИРОВАНИЯ В ОХОТОМОРСКОМ БАССЕЙНЕ

- 1 (4). Масса тела рыб на 49–51° с. ш. в середине июля составляет: самцов — 1,1–1,3 кг, самок — 0,9–1,2 кг.
- 2 (5). Доля самцов на 49–51° с. ш. снижается до 60% в третьей декаде июля.
- 3 (6). Максимальные суточные уловы на 49–51° с. ш. достигают или могут превышать 100 экз./сеть. **Подходы свыше 100 млн рыб, что при оптимальном пропуске производителей на нерест (30–40 млн рыб) обеспечивает промысловый запас порядка 100 тыс. т и выше.**

1998 год: подход 127 млн рыб, вылов 114 тыс. т. Под этот пункт также подпадает 1994 г. с общим подходом 101 млн рыб. Хотя вылов горбуши на Западной Камчатке в этот год составил 30 тыс. т, на нерест было пропущено 78 млн рыб. При пропуске 30 млн производителей оставшиеся 48 млн рыб (65 тыс. т) можно было изъять промыслом без ущерба для воспроизводства, т. е. вылов мог быть втрое выше.

- 4 (1). Масса тела рыб на 49–51° с. ш. в середине июля высока и составляет свыше 1,3 кг у самцов и свыше 1,2 кг — у самок.
- 5 (2). Доля самцов на 49–51° с. ш. снижается несколько раньше, достигая уровня 60% к середине июля.
- 6 (3). Максимальные суточные уловы на 49–51° с. ш. не достигают 100 экз./сеть.
- 7 (8). Максимальные суточные уловы на 49–51° с. ш. составляют 50–70 экз./сеть. **При подходах ниже 100 млн рыб и оптимальном пропуске производителей промысловый запас западнокамчатской горбуши может составить 50–60 тыс. т.**

1996 (подход 80 млн рыб, вылов 45 тыс. т) и 2000 (подход 87 млн рыб) гг. В 2000 г. пропуск производителей в реки составил 20 млн рыб, что в 1,5–2 раза ниже оптимального. При оптимальном уровне пропуска в данном году было бы выловлено около 55–60 тыс. т вместо фактических 85 тыс. т.

- 8 (7). Максимальные суточные уловы не достигают 50 экз./сеть. **При подходах ниже 100 млн рыб и оптимальном пропуске производителей промысловый запас западнокамчатской горбуши составит менее 50 тыс. т.**
- 2002 год с общим подходом 85 млн рыб, пропуском на нерест 48 млн рыб и выловом 50 тыс. т.
- 2006 год с общим подходом 72 млн рыб, пропуском 40 млн рыб и выловом 48,5 тыс. т.

Связь среднего улова на пике миграции через контрольные точки с мощностью подходов производителей горбуши Восточной Камчатки к нерестовым водоемам. Миграции стад горбуши северо-востока Камчатки различной численности через юго-западную часть Берингова моря протекают в сходные сроки — с начала июня по начало августа. В четные годы (малочисленное стадо) уловы в июне более или менее плавно выходят на плато с максимальным уровнем уловов, обычно от 5 до 10 экз./сеть. В нечетные годы (стадо высокой численности) в июне величины морских уловов очень мало отличаются от таковых четных лет, но к концу месяца или в начале июля быстро возрастают, держатся на высоком (суточные превышают 55 экз./сеть) уровне пентаду или чуть больше, и столь же стремительно снижаются до единичных значений. В качестве среднего улова на пике миграции принято среднее значение между тремя максимальными смежными, или близкими по времени суточными уловами на каждой из двух контрольных берингоморских точек. Проанализирована связь максимальных уловов в море с мощностью возвратов по южной и северной точкам отдельно. Исследованы линейная регрессия, степенная и полиномиальная второй степени. Наилучшую сходимость фактических и теоретических значений показывают полином второй степени и линейная функция (рис. 10).

Являясь параболой, функция $y=ax^2+bx$, где y — возврат, млн рыб, x — усредненный максимальный улов, a , b — коэффициенты, требует описания точки перегиба кривой, с целью определения пределов практического применения значений аргумента. Перегиб кривой по данным с южной точки (рис. 10г) лежит в отрицательном квадранте системы координат, далеко отстоя от нулевых значений ($x=-135,6$; $y=-83,9$). Ветвь параболы, лежащая в области положительных значений аргумента, близка к прямой. Опыт дрефтерных исследований показывает, что при высокой плотности скоплений, когда уловы на усилии приближаются к значениям близким к 100 экз./сеть, забитые уловом сети теряют плавучесть, сбиваются и прекращают работать. Для этого случая верхние ограничения практических значений аргумента накладываются техническими условиями лова и лежат в районе 100 экз./сеть. Экстремум кривой для северной контрольной точки ($x=89,0$; $y=93,1$) лежит в области критических, с позиции технических особенностей лова лососей, значений уловов (рис. 10б).

Нижний предел значений переменных функции $y=ax^2+bx$, применительно к данным с южной кон-

трольной точки к диапазону 15–20 (экз./сеть — морские уловы, и млн экз. — береговые подходы). Указанные значения лежат в области, характеризующей подходы поколений переходной, между низкой и средней, численности горбуши. Отмеченные нижние пределы справедливы также для линейной функции.

Таким образом, тип динамики дрефтерных уловов горбуши в ключевых районах можно использовать в качестве признака высокой или низкой численности ее подходов с заблаговременностью от декады до полумесяца перед началом прибрежного промысла восточно- и западнокамчатской, и до одного–полутора месяцев — сахалино-курильской горбуши. Для горбуши многочисленных поколений Восточной Камчатки связь уловов на усилии в море с численностью подходов удовлетворительно описывается линейной и полиномиальной функциями. Правомерно использование обеих зависимостей.

Дополнительный материал к более детальной оценке характера и мощности подходов горбуши охотоморских стад позволяет получить сочетание анализа уловов и динамики биологических показателей мигрантов.

В целом, во многом благодаря оперативным корректировкам с использованием данных дрефтерного мониторинга, дополнительный вылов горбуши на Камчатке с 1987 г. составил 214,8 тыс. т (табл. 8, 9) и превысил общебассейновый среднегодовой (90-е годы) вылов всех видов лососей — 201,5 тыс. т.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Два взаимозависимых процесса: расширение материально-технических возможностей морского мониторинга с ростом числа судов и качества научного оснащения, и расширение базы знаний о морском периоде жизни лососей, — стимулировали развитие методической основы морских исследований.

В последней четверти прошлого века получил развитие и утвердился в качестве базового метод площадных траловых съемок. Он наиболее эффективен в массивном сборе биологической информации и, что особенно важно, в прогностическом плане. На основе материалов учетных съемок молоди в период посткатадромного нагула были разработаны методы оценок ее численности и мощности нерестовых возвратов горбуши обоих побережий Камчатки. Эти оценки входят элементом в комплексный прогноз численности подходов и ОДУ горбуши, начиная с 80-х годов. Использование данных траловых съемок молоди повыша-

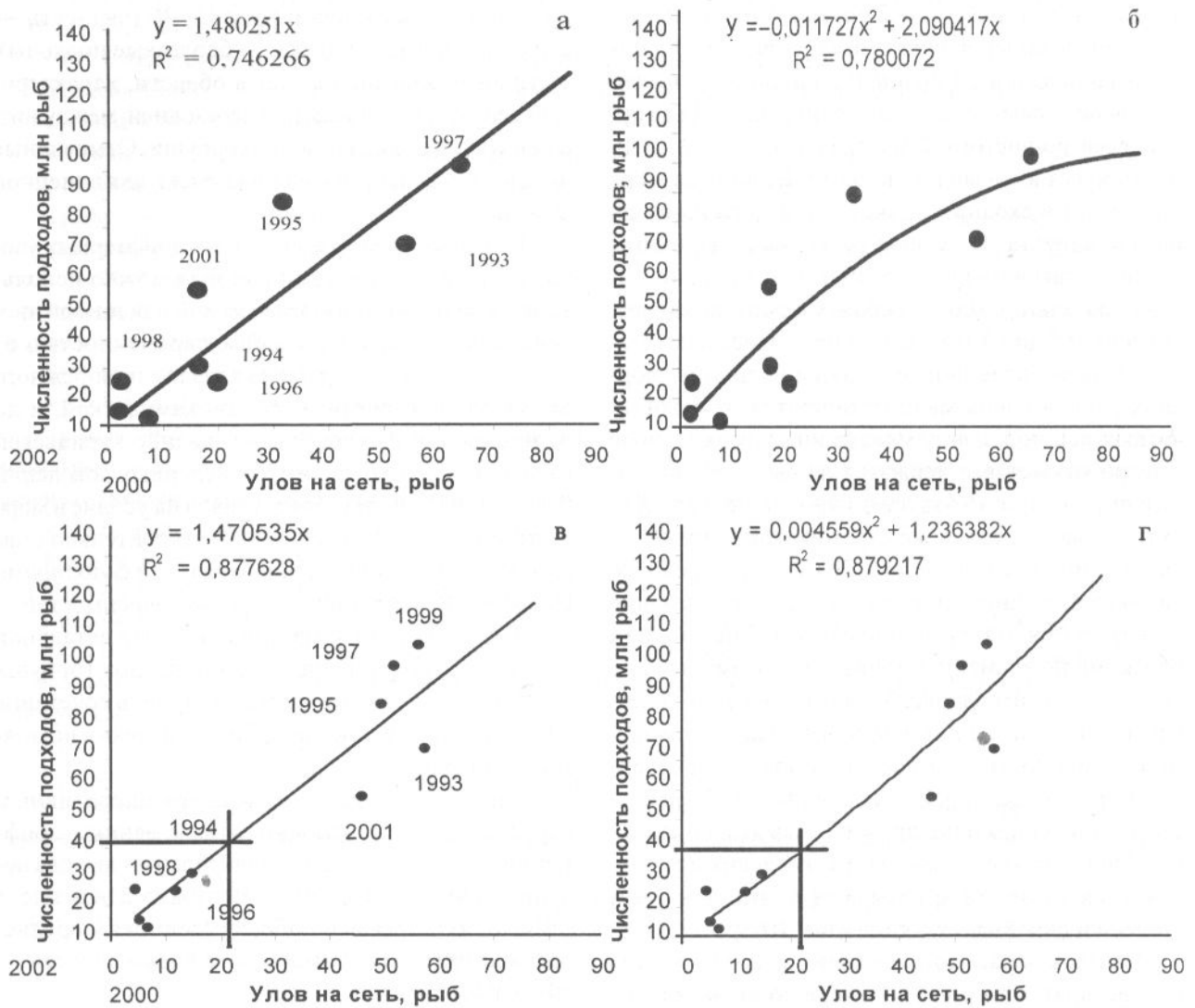


Рис. 10. Связь дрефтерных уловов горбуши в юго-западной части Берингова моря с численностью подходов к восточному берегу Камчатки: линейная (а, в) и полиномиальная (б, г): а, б — северная точка; в, г — южная точка (перекрещенные линии — оперативные оценки 2006 года)

ет частоту удовлетворительных первоначальных (без последующих корректировок) прогнозов втрое. С 2005 г. аналогичный метод был предложен для прогнозирования нерестовых подходов нерки крупнейшего в Азии стада оз. Курильское.

Изучение трофики, особенностей потребления и использования энергии пищи, популяционно-генетической структуры лососей уточнили многие аспекты межвидового взаимодействия при посткатадромном нагуле, его этапность, миграционные характеристики. Выявлены различия в стратегиях освоения лососями ресурсов Охотского и Берингова морей. На посткатадромном этапе эколого-физиологические характеристики молоди в Беринговом море ниже, чем в Охотском, что характеризует качество берингоморского нагула также более низким. Использование общих ресурсов несколькими самодостаточными региональными

стадами горбуши и кеты в Охотском море обуславливает взаимную согласованность и взаимозависимость динамики их запасов. В связи с этим, в отношении охотоморских стад важным резервом повышения точности их прогнозирования видится развитие методов дифференциации смешанных морских скоплений по месту воспроизводства. Задачей современного периода должен стать перевод в принципе отработанных методов идентификации, прежде всего, генетических, а также работающих на базе использования структур, регистрирующих возраст рыб, в разряд рутинного процесса.

Современные методы прогнозирования лососей, усиленные в отношении отдельных видов новыми подходами, все же не всегда дают твердые гарантии их точности. Прогнозируемые величины были и остаются вероятностными. В целом, до

Таблица 8. Результаты оперативных корректировок величин вылова горбуши Восточной Камчатки в 1987–1999 гг.

Год	Прогноз, тыс. т	Корректировка по дрейфтерам, тыс. т	Фактический вылов, тыс. т	Дополнительный вылов, тыс. т
1987	24,0	33,0	34,0	10,0
1988	0,2	4,0	6,0	5,8
1991	54,0	1) 60,0 2) не лимитированный лов	64,0	10,0
1993	28,8	1) 40,0 2) некоторое превышение откорректированной величины	51,6	22,8
1994	6,4	Возможно двойное превышение ОДУ	13,0	6,6
1995	35,0	50,0	51,05	16,05
1997	37,5	80,0	71,8	34,3
1999	37,5	1) 50,0 2) 60,0 3) 80,0	83,9	46,4
				ИТОГО: 151,95

Таблица 9. Результаты оперативных корректировок величин вылова горбуши Западной Камчатки в 1994–2002 гг.

Год	Прогноз, тыс. т	Корректировка по дрейфтерам, тыс. т	Фактический вылов, тыс. т	Дополнительный вылов, тыс. т
1994	19,2	50,0	30,0 (пропуск 78 млн производителей)	10,8 (упущенный дополнительный вылов не менее 60 тыс. т)
1998	82,0	Возможное превышение ОДУ, задержка подходов	116,74 задержка подходов	34,74
2000	75,0	85,0	86,0	11,0
2002	43,8	Возможное превышение ОДУ за счет высоких навесок	51,6	6,3
				ИТОГО: 62,84

трети прогнозов по горбуше и более половины — по другим видам нуждаются в уточнениях в год промысла. Вопросы оперативных оценок характера предстоящей путины решаются морским мониторингом анадромных потоков, в практике КамчатНИРО — дрейфтерным мониторингом. Разработанные схемы рассредоточения дрейфтерных судов позволяют моделировать «мгновенные» срезы, характеризующие по различным параметрам рыбные скопления и фон с охватом почти всей исключительной экономзоны Дальнего Востока России. Из серии срезов складывается динамическая картина по многим параметрам рыбных скоплений и характеристик среды в широком временном диапазоне, по сути — аналог широкомасштабной площадной съемки с повторностями. На базе анализа составляющих получаемой динамической картины выявлены устойчивые закономерности, имеющие прогностическое значение, оценивается характер нерестовых подходов и развития предстоящей путины. Построены пространственно-временные модели миграций горбуши охотоморского стада в целом и западного побережья, горбуши

северо-востока Камчатки, нерки обоих камчатских побережий.

Оперативная корректировка прогнозов приобрела немаловажное значение для рыбной промышленности Дальнего Востока. Во многом благодаря оперативным корректировкам с использованием данных дрейфтерного мониторинга, дополнительный вылов горбуши на Камчатке с 1987 г. превысил общекамчатский среднегодовой вылов всех видов лососей, составив 215 тыс. т.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Артюхин Ю.Б., Бурканов В.Н. 1999. Морские птицы и млекопитающие Дальнего Востока России. Полевой определитель. М.: АСТ, 215 с.

Атлас распространения в море различных стад тихоокеанских лососей в период весенне-летнего нагула и преднерестовых миграций (Под ред. О.Ф. Гриценко). 2002. М.: ВНИРО, 190 с.

Баранов Ф.И. 1967. Избранные труды. Т. II. М.: Пищ. пром-сть, 719 с.

- Бирман И.Б. 1985. Морской период жизни и вопросы динамики стада тихоокеанских лососей. М.: Агропромиздат, 208 с.
- Бугаев А.В. 2003. Идентификация локальных стад нерки *Oncorhynchus nerka* по чешуйным критериям в юго-западной части Берингова моря и сопредельных водах Тихого океана в период преднерестовых миграций. Сообщение 2 (пространственное и темпоральное распределение) // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 132. С. 178–203.
- Бугаев В.Ф. 1995. Азиатская нерка. М.: Колос, 464 с.
- Бугаев В.Ф., Дубынин В.А. 2002. Факторы, влияющие на биологические показатели и динамику численности нерки *Oncorhynchus nerka* рек Озерной и Камчатка // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 130. С. 679–757.
- Важинский Н.Г. 1985. Разноглубинный канатный трал 54,4 / 192 м. Техническое описание и техническая инструкция. Петропавловск-Камчатский: КЭБ промысловства, 22 с.
- Варнавская Н.В. 2006. Генетическая дифференциация популяций тихоокеанских лососей. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 488 с.
- Варнавская Н.В., Кудзина М.А., Вронский Б.Б., Остроумов А.Г., Непомнящий К.Ю. 1995. Сравнительная характеристика многолетних колебаний численности в региональных комплексах популяций горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) линии четных и нечетных лет в азиатской части ареала вида. Исследования биологии и динамики численности промысловых рыб камчатского шельфа // Сб. науч. тр. Камчат. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Вып. 3. С. 109–119.
- Варнавская Н.В., Ерохин В.Г., Давыденко В.А. 1997. Относительная численность и миграции молоди горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*) из разных регионов воспроизводства в Охотском море // Тез. докл. Первого Конгресса ихтиологов России. М.: ВНИРО. С. 188.
- Вертикальное движение кеты *Oncorhynchus keta* в западных районах СЗТО, определенное с помощью меток, фиксирующих совокупность сведений о глубине (ХI). 1998 // НПАФК. Ежегодный отчет-1997. Ванкувер, Канада. С. 40–41.
- Винберг Г.Г. 1956. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. Минск: БГУ, 253 с.
- Войниканис-Мирский В.Н. 1983. Техника промышленного рыболовства. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Лег. и пищ. пром-сть, 488 с.
- Глебов И.И., Рассадников О.А. 1997. Некоторые особенности распределения кижуча *Oncorhynchus kisutch* в зимнее-весенний период в северо-западной части Тихого океана // Вопр. ихтиологии. Т. 37. № 4. С. 558–562.
- Декштейн А.Б., Ерохин В.Г., Субботин С.И., Ким Э.Д. 2005. Опыт применения малогабаритного разноглубинного трала для лова молоди лососей в мелководной прибрежной зоне // Материалы отчет. сессии КамчатНИРО по итогам НИР в 2004 г. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. С. 56–63.
- Дулепова Е.П. 2002. Сравнительная биопродуктивность макросистем дальневосточных морей. Владивосток: ТИНРО-центр, 273 с.
- Ерохин В.Г. 1987. Распределение молоди кижуча *Oncorhynchus kisutch* в прикамчатских водах Охотского моря // Вопр. ихтиологии. Т. 27. Вып. 5. С. 860–863.
- Ерохин В.Г. 1991. К вопросу о вертикальных миграциях горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* в океане. Исследования биологии и динамики численности промысловых рыб камчатского шельфа // Сб. науч. тр. Камчат. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. КамчатНИРО. Вып. 1. Ч. 1. С. 67–71.
- Ерохин В.Г. 1992. Площадные траловые съемки молоди лососей в прикамчатских водах // Тез. докл. отчетн. сессии ТИНРО и его отд. по результатам науч.-исслед. работ 1991 г. Владивосток: ТИНРО. С. 41–42.
- Ерохин В.Г. 1998. Распределение и биологические показатели молоди нерки *Oncorhynchus nerka* (Walbaum) (Salmonidae) в восточной части Охотского моря. Исследования биологии и динамики численности промысловых рыб камчатского шельфа // Сб. науч. тр. Камчат. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. КамчатНИРО. Вып. 4. С. 124–130.
- Ерохин В.Г. 2002. Биология молоди тихоокеанских лососей в прикамчатских водах Охотского моря. Автореф. дис... канд. биол. наук. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 24 с.
- Ерохин В.Г. (В печати). Опыт оперативного прогнозирования подходов горбуши Западной Камчатки // Методические основы исследований рыб дальневосточных морей. М.: ВНИРО.
- Ерохин В.Г., Королев А.В., Рассадников О.А., Чигиринский А.И. 1990. Оценка запасов тихоокеанских лососей на местах зимовок в северо-западной части Тихого океана методом траловых съе-

мок // Тез. докл. междунар. симп. по тихоокеанским лососям (Южно-Сахалинск, 9–17 сентября 1989). Владивосток: ТИНРО. С. 53–54.

Ерохин В.Г., Шершнев В.И. 2005. Динамика потребления и расходования энергии молодью горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* в период осенних морских миграций. Популяционная биология, генетика и систематика гидробионтов // Сб. науч. тр. Т. 1. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. С. 334–343.

Кадильников Ю.В. 2001. Вероятностно-статистическая теория рыболовных систем и технической доступности для них водных биологических ресурсов. Калининград: АтлантНИРО, 275 с.

Карпенко В.И. 1994. Методические аспекты оценки смертности камчатской горбуши в ранний морской период жизни // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 116. С. 152–162.

Карпенко В.И. 1998. Ранний морской период жизни тихоокеанских лососей. М.: ВНИРО, 165 с.

Карпенко В.И., Кисляков В.П., Сияков С.А. 1993. Особенности формирования численности поколений восточнокамчатской горбуши. Исследования биологии и динамики численности промысловых рыб камчатского шельфа // Сб. науч. тр. Камчат. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Вып. 2. С. 75–86.

Коротков В.К. 1998. Реакция рыб на трал, технология их лова. Калининград: ЭКБ АО «МАРИНПО», 398 с.

Корочкин Л.И., Серов О.Л., Пудовкин А.И., Аронштам А.А., Боркин Л.Я., Малецкий С.И., Полякова Е.В., Манченко Г.П. 1977. Генетика изоферментов. М.: Наука, 275 с.

Методика морских исследований тихоокеанских лососей (методическое пособие). 1997. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 64 с.

Планирование, организация и обеспечение исследований рыбных ресурсов дальневосточных морей России с северо-западной части Тихого океана. 2005. Владивосток: ТИНРО-центр, 231 с.

Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть, 376 с.

Радченко В.И., Волков А.Ф., Фигуркин А.Л. 1991. О зимнем нагуле горбуши в Охотском море // Биология моря. № 6. С. 88–90.

Руководство по оснастке трала 54,4/192 м на учетном лове молоди лососей. 2005. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 29 с.

Старцев А.В., Рассадников О.А. 1997. Особенности зимнего распределения охотоморской горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* в водах Северной Пацифики // Вопр. ихтиологии. Т. 37. № 3. С. 323–328.

Темных О.С., Питрук Д.Л., Радченко В.И., Ильинский Е.Н. 1994. Морфологическая и экологическая дифференциация горбуши в период анадромных миграций // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 116. С. 60–74.

Темных О.С., Малинина М.Е., Подлесных А.В. 1997. Дифференциация анадромных миграционных потоков горбуши четных поколений в Охотском море в 90-е гг. // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 122. С. 131–151.

Шубин А.О., Коваленко С.А. О временной структуре охотоморской горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* в океане на путях ее преднерестовой миграции // Вопр. ихтиологии. Т. 40. № 5. С. 648–654.

Шульман Г.Е., Урденко С.Ю. 1989. Продуктивность рыб Черного моря. Киев: Наукова думка. 188 с.

Шунтов В.П. 1994. Новые данные о морском периоде жизни азиатской горбуши // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 116. С. 3–41.

Шунтов В.П., Радченко В.И., Лапко В.В., Полтев Ю.Н. 1993. Распределение лососей в западной части Берингова моря и сопредельных водах Тихого океана в период анадромных миграций // Вопр. ихтиологии. Т. 33. № 3. С. 337–347.

Brett J.R., Glass N.R. 1973. Metabolic rates and critical swimming speeds of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) in relation to size and temperature // J. Fish. Res. Bd. Canada. 30. P. 379–387.

Erokhin V.G. 2006. Estimation of pink and sockeye salmon adult returns to Western Kamchatka based on the data of juvenile salmon trawl catches in the Okhotsk Sea // Ph. D. theses, 2nd NPAFC International Workshop “Factors Affecting Production of Juvenile Salmon: Survival Strategy of Asian and North American Juvenile Salmon in the Ocean”. Hokkaido University, Sapporo, Japan.

Folch J., Less M., Stanley G. 1957. A simple method for isolation and purification of total lipids from animal tissues // J. Boil. Chem. V. 226. P. 497–509.

Harris H., Hopkinson D.A. 1976. Handbook of enzyme electrophoretic in human genetic // North-Holland Publishing. Amsterdam.

Ichihara T., Yonemori T., Asai H. 1975. Swimming behavior of a chum salmon, *Oncorhynchus keta*, on the

- southern migration off Etorofu Island, the southern Kurile Island // *Bull. Far Seas Fish. Res. Lab.* No 13. P. 63–77.
- Karpenko V.I., Erokhin V.G., Smorodin V.P.* 1998. Abundance and biology of Kamchatkan salmon during the initial year of ocean residence. *Bull. NPAFC* № 1. P. 352–366.
- Karpenko V.I., Smorodin V.P.* 2001. Distribution characteristics of pink and chum juveniles in the western Bering Sea // *Proceedings of the Northeast Pacific Pink and Chum Salmon Workshop*, University of Washington, Seattle. P. 101–114.
- Mathews S.B., Backley R.* 1976. Marine mortality of Puget Sound coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) // *J. Fish. Res. Board Can.* V. 33. N 8. P. 1677–1684.
- Nagasawa T., Azumaya T., Fukuwaka M.* 2005. Which salmon are using the Bering Sea as Feeding area? / *Proc. NPAFC Intern. Workshop*. NPAFC Tech. Rep. N 6. Vancouver, Canada. P. 8–10.
- Parker R.R.* Marine mortality schedules of pink salmon of the Beela Coola River, Central British Columbia // *J. Fish. Res. Board Can.* 1968. V. 25, N 4. P. 757–794.
- Ueno Y., Ishida Y., Shiimoto A., Urawa S., Koval M., Mayers K.W. and Morris J.* 1996. Summary of wintering salmon research aboard research vessel Kaiyo-maru in January 1996 // *NPAFC Doc.* N 213. 20 p.
- Ueno Y., Ishida Y., Nagasawa K., Watanabe T.* 1997. Winter distribution of pacific salmon // *Salmon Report Series* N 43. Fisheries Agency of Japan. P. 41–60.
- Ueno Y., Ishida Y., Shiimoto A., Watanabe T., Azumaya S., Davis N. and Koval M.* 1998. Japan–Russian–U.S. cooperative survey on overwintering salmonids in the western and central North Pacific Ocean and Bering Sea aboard the Kaiyo-maru, 3 February–2 March, 1998 // *NPAFC Doc.* N 329. 18 p.
- Yerokhin V.G., Shershneva V.I.* 2000. Feeding and energy characteristics of juvenile pink salmon during fall marine migrations. *Bull. NPAFC* N 2. P. 123–130.
- Zaachny A.N.* 1996. Short-time forecast of the time and of the intensity of pink salmon prespawning migration in North–East of Kamchatka. *NPAFC International Symposium. Abstracts.* Tokyo. P. 78.