

На правах рукописи



Фархутдинов Рафаиль Киямудинович

**ЭКОЛОГИЯ ВОСПРИЗВОДСТВА, ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ
И СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ ОХОТСКОЙ СЕЛЬДИ**

Специальность 03.00.10 - «Ихтиология»

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Хабаровск- 2005

Диссертация выполнена в Хабаровском филиале ФГУП «Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр»

Научный руководитель: доктор биологических наук
Беляев Владимир Алексеевич

Официальные оппоненты: доктор биологических наук,
Малкин Евгений Михайлович

кандидат биологических наук,
Офицеров Михаил Владимирович

Ведущая организация: Межведомственная ихтиологическая комиссия

Защита состоится «29» сентября 2005 г. в 11 часов на заседании диссертационного совета Д 307.003.01 при Федеральном Государственном Унитарном предприятии «Всероссийский научно-исследовательский институт пресноводного рыбного хозяйства» (ВНИИПРХ) по адресу: 141821, Московская обл., Дмитровский район, пос. Рыбное.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт пресноводного рыбного хозяйства»

Автореферат разослан «17» февраля 2005 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук

Подоскина Т.А.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Тихоокеанская сельдь (*Clupea pallasii* Val.) является одной из наиболее массовых среди промысловых рыб Российского Дальнего Востока. Суммарный объем вылова тихоокеанской сельди отечественными рыбаками в прошлом веке составил более 18 млн.т.

В 70-х - 80-х годах XX века запасы большинства популяций сельди находились на сравнительно низком уровне; повсеместно вводился шадящий режим эксплуатации; уловы были незначительны. В последнее время наблюдается очередная волна роста биомассы в популяциях Охотского моря. Запасы достигли весьма высокого уровня, особенно охотоморской популяции тихоокеанской сельди, наиболее многочисленной наряду с минтаем и являющейся одним из важнейших элементов экосистемы Охотского моря, годовые уловы которой достигали 500 тыс.т, а в последнее десятилетие превышают 200 тыс.т. Общий вылов охотской сельди за период с 1945 г. составил около 8 млн.т.

Сохранение этой популяции на уровне, обеспечивающем стабильный крупномасштабный промысел, требует постоянного всестороннего мониторинга за ее биологическими показателями и динамикой численности.

Цели и задачи работы.

- дать экологическую характеристику естественных нерестилищ охотской сельди;
- оценить роль ранних этапов онтогенеза в формировании численности поколений;
- рассмотреть изменчивость биологических показателей в зависимости от состояния запаса;
- определить факторы, обуславливающие флюктуации численности поколений охотской сельди;
- рассмотреть многолетнюю динамику уловов сельди и степень влияния промысла на состояние и структуру популяции;
- обсудить принципы прогнозирования уловов охотской сельди и практические рекомендации по использованию запасов охотской сельди;
- создать методику, способствующую усилению воспроизводства сельди.

Научная новизна. Особое внимание в данной работе уделено вопросу улучшения условий и увеличения масштабов воспроизводства сельди с помощью комплекса рыбоводных мероприятий (использование искусственных нерестилищ) и перехода к организации более интенсивной и управляемой формы ведения рыбного хозяйства в северо-западной части Охотского моря. Конечной целью этих исследований должно быть широкое внедрение в практику комплекса мероприятий, позволяющих значительно уменьшить наблюдаемые периодические и непериодические резкие колебания численности сельди, обуславливающие в отдельные годы сокращение масштабов промысла, с целью получения максимально возможных стабильных годовых уловов при наименьших минимальных затратах и сохранении необходимого воспроизводительного потенциала популяции.

На основании анализа многолетней динамики популяционной плодовитости охотской сельди и факторов, ее определяющих, определена величина

«неприкосновенного воспроизводительного потенциала», при котором возможно появление поколений повышенной численности.

Практическое и теоретическое значение. Результаты мониторинга за биологическими показателями сельди и промысловой статистики при проведении контрольного лова, наряду с использованием материалов авиаучетных работ по оценке площади нерестилищ и плотности кладок икры по всему нерестовому ареалу, в течение многих лет ложатся в основу оценки нерестового запаса и расчета величины возможного изъятия.

Апробация. Основные положения диссертации многократно (1977-2004 гг.) докладывались на коллоквиумах Охотской лаборатории МоТИНРО, отчетных сессиях МоТИНРО и ХоТИНРО, отчетных сессиях ТИНРО (Владивосток, 1982, 1992, 1996 гг.), заседаниях Дальневосточного Сельдевого Совета (1982-2005 гг.), региональных конференциях (Магадан, 1980, 1998 гг.; Якутск, 1986 г.), всесоюзных конференциях (Владивосток, 1983, 1989 гг.), XVII международном симпозиуме по Охотскому морю (Момбецу, 2002).

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, семи глав, выводов, списка литературы, включающего 200 наименований, из них 33 работ зарубежных авторов. Работа изложена на 220 страницах машинописного текста, включая 22 таблицы, 64 рисунка и 6 фотографий.

Благодарности. Автор с большим теплом и благодарностью вспоминает своих первых научных руководителей Б.В.Тюрнина, Ю.К.Бенко, под руководством которых проработал в течение 17 лет (1976-1993 гг.) за неоценимую помощь в освоении методологии исследований. Переданные ими материалы по биологии и численности охотской сельди за 50-70-е годы явились очень полезными для анализа долгопериодных изменений в популяции.

Существенная помощь в виде советов и рекомендаций, оказавших большую помощь в формировании взглядов автора и структуры данной работы оказана со стороны к.б.н. И.Г.Рыбниковой (ДальрыбВТУЗ), д.б.н. Н.И.Науменко (КамчатНИРО), к.б.н. В.И. Островского (ХфТИНРО), к.б.н. Г.М.Гаврилова, к.б.н. И.В.Мельникова - председателя Дальневосточного Специализированного сельдевого Совета (ТИНРО-центр), д.б.н. ВАБеляева - научного руководителя данной работы, за что автор выражает им особую благодарность.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Материал и методика

В основу работы положены материалы по охотской сельди, собранные автором за 28 лет работы в Охотской ихтиологической лаборатории ХфТИНРО (до декабря 2000 г. - Охотская лаборатория МоТИНРО) с 1976 по 2004 гг., а также использованы архивные материалы Охотской лаборатории с 1953 г. Основная часть данных, необходимых для оценки нерестового запаса, и эффективности воспроизводства собиралась в течение весенне-летнего сезона в период нереста сельди и после его окончания.

Оценка площади нерестилищ проводилась с 1962 г. в ходе дистанционных авиаучетных съемок преднерестовых скоплений и нерестилищ, обычно не менее 6 облетов основных нерестилищ за нерестовый сезон. Авианаблюдения

осуществлялись с борта самолета в прибрежной зоне северо-западной части Охотского моря при полетах на высоте 700 м от полуострова Лисянского (на северо-восточной оконечности нерестового ареала) до залива Аян (на юго-западной). Контуры обнаруженных преднерестовых скоплений и пятен нереста наносились на планшетные карты-схемы в масштабе 1:20000 с дальнейшим определением их площади при помощи планиметров и курвиметров. При возможности проводилась аэрофотосъемка преднерестовых и нерестовых скоплений сельди.

Водолазные съемки нерестилищ осуществлялись сразу после окончания нереста. При сборе обикренного субстрата оценивалось проективное покрытие дна водорослями, состав субстрата, наличие икры на грунте и температура воды. Оценивалась мощность штормовых выбросов икры на берег. В результате обработки определялась плотность кладок икры (икринок/м²) на каждом конкретном нерестилище, что позволяло в комплексе с данными по площади нерестилищ определять популяционную плодовитость охотской сельди.

Регулярно велся сбор биологических данных, включающих в себя массив информации по размерно-возрастной и весовой характеристике нерестовой сельди. Из уловах ставных неводов, расположенных от Ейриной губы до залива Аян свежую рыбу подвергали полному биологическому анализу и массовым промерам по стандартным общепринятым методикам. За период с 1968 по 2004 г. была определена плодовитость у 8000 самок. Возраст рыб определялся по чешуе под бинокулярном.

Статистическая обработка материалов проводилась по общепринятым в рыбохозяйственных исследованиях методикам.

По окончании вышеуказанных работ осуществлялся расчет величины нерестового запаса популяции. За промысловый запас охотской сельди принимается общая численность половозрелых и впервые созревающих особей, оценку доли которых в поколениях, представляющих популяцию, производили осенью предыдущего года во время промысла нагульной сельди, начиная с середины октября, когда безошибочно определяется стадия развития половых продуктов в стадии покоя и развивающаяся. Ежегодно для этих целей анализировалось не менее 1000 экз.

Ежегодно осуществлялось изучение динамики ледовитости и поверхностной температуры прибрежных вод в целях прогнозирования сроков начала массовых подходов и нереста сельди, которые до 1995 г. оценивались по данным аэронаблюдений Колымского УГМС, опубликованным в ежемесячных «Гидрометеорологических бюллетенях», и космических фотоснимков предоставляемых управлением «Главкосмос» ежедекадно, а в последние годы по материалам японских спутниковых съемок Охотского моря и прилегающих вод, получаемых ежегодно через Internet по два снимка в неделю с 1 декабря по 31 мая. Для характеристики ледовых массивов использовалась общепринятая 10-бальная шкала плотности льда.

При проведении работ по применению искусственных нерестилищ для охотской сельди важным аспектом является оценка эффективности их применения. Для этого использованы результаты ежегодных многолетних (1977-2001 гг.) экспериментальных работ и натуральных наблюдений, проведенных в

бухтах Круглая и Тунгусская, заливах Феодота и Алдома и эпизодических работ в бухте Шилки, заливе Оджан и в районе мыс Плоский, а так же на базе опытно-экспериментального участка Охотской лаборатории. Конструкция, размеры и методы установки сетных нерестовых субстратов в течение всего периода исследований изменялись с целью выбора наиболее оптимального варианта для каждого района установки в зависимости от его гидрологических особенностей. Все конструкторские работы и расчеты по штормоустойчивости и экономической эффективности осуществлялись совместно со специалистами НПО «Дальтехрыбпром».

Для оценки выживаемости сельди на ранних этапах онтогенеза через несколько суток после массового вылупления предличинок проводились личиночные съемки. Дату выклева рассчитывали по связи длительности инкубации икры с температурой воды и по наблюдениям при проведении икорной съемки. Чаще всего проводились одномоментные съемки. На каждой станции облавливались приповерхностные горизонты моря до 0,8 - 1,0 м с борта судна при его циркуляции, продолжительность лова составляла 5 минут при скорости хода судна 2 узла (1 м/с). Для лова икры, личинок и мальков рыб использовалась стандартная ихтиопланктонная сеть ИКС-80 (диаметр входа 0,8 м, фильтрующий конус из капронового сита № 15). Кроме того, на каждой станции замерялись фоновые показатели (Т°С воды и ее соленость у поверхности, Т°С воздуха). Состояние погоды (облачность, направление и скорость ветра, волнение моря) определяли визуально. В каждой пробе просчитывали количество икринок и личинок рыб, промеряли и взвешивали их. Личинок определяли до вида, в отдельных случаях до рода или семейства.

Лов мальков осуществляли тралом Айзекса - Кидда при 15-ти минутном тралении по трем горизонтам (над дном-середина-поверхность - в прибрежных районах; над слоем термоклина-середина-поверхность - в открытом море) в августе-октябре. Пойманную молодь рыб фиксировали и затем обрабатывали в лаборатории. Траловые работы сопровождалась сбором материалов по термическому режиму и гидрохимическому составу воды.

Глава 2. Особенности распределения и поведения нерестовой и нагульной сельди

Характер распределения и миграций охотской сельди целиком зависит от гидрологических, геоморфологических, океанологических и климатических условий северо-западной части Охотского моря.

Изменчивость сроков подходов охотской сельди к берегам на нерест основном определяется гидрологическими и метеорологическими факторами, такими как общая деловитость северной части Охотского моря, сроки образования прибрежной полыньи, характер и динамика распределения ледовых массивов на акватории нерестового ареала, динамика температуры воды в прибрежной зоне в преднерестовый период.

Точность прогнозирования начала массовых подходов сельди в прибрежную зону обеспечивает своевременность установки ставных неводов, расстановки

приемного и перерабатывающего флота, а вместе с тем и эффективности проведения лова в целом.

За период наблюдений (1950-2004 гг.) сроки начала подходов варьировали от 23 апреля (1950, 1957 гг.) по 8 июня (1985, 1999 гг.) со следующей встречаемостью: III декада апреля - 5 случаев, I декада мая - 12, II декада мая - 22, III декада мая - 9, I декада июня - 7 случаев, при среднемноголетней дате - 16 мая. Попадание единичных экземпляров («гонцов») в контрольные сети ежегодно отмечается за 10-15 суток до начала массовых подходов.

Вместе с тем сильно варьирует и длительность присутствия сельди в прибрежной зоне: от 76 суток (1954 г. - с 8 мая по 23 июля) до 8 суток (1975 г. - с 4 по 12 июня), что в значительной степени определяет результативность ее лова. Причем, отмечена стойкая зависимость длительности путины от сроков первых массовых подходов.

При более позднем начале подходов время нереста и присутствия сельди в прибрежной зоне укорачивается (коэффициент корреляции - 0.754). Начало массового нерестового хода сельди обычно приурочено к периоду сизигии и прогреву воды в прибрежной зоне до 2-3°C, а для нормального развития эмбрионов требуется температура не ниже 5-6°C.

Характер миграций охотской сельди в период нагула, сроки образования промысловых концентраций и продолжительность их пребывания в разных участках моря не остаются постоянными. Это связано с сезонной и межгодовой изменчивостью гидрологического режима моря, развития зоопланктона и распределения его по акватории, возрастной структуры и численности популяции, сроков и мест нереста, физиологического состояния рыбы и т.д. Одной из основных причин летних миграций сельди является фактор питания. В поисках корма она рассредоточивается в отдельные годы почти по всей северной части Охотского моря. Анализ многолетних материалов по распределению сельди показывает, что в летний период основная масса ее ежегодно приурочена к районам с повышенным содержанием кормового планктона, что способствует образованию промысловых скоплений. В Охотском море по гидрологическим показателям и концентрации зоопланктона выделены основные зоны высокой биологической продуктивности: район внутрискружного фронта к югу от Тауйской губы, трансформированные воды Ямского течения к югу от пол-ва Кони, район стока пресных вод из Тауйской губы к юго-западу от нее, прибрежная зона между пол-вом Лисянского и п.Охотск, циклонический круговорот к югу от пол-ва Лисянского, левая сторона Северо-Охотского течения, Аянский циклонический круговорот, район антициклонического круговорота над впадиной ТИНРО и зона дивергенции течений над желобом, продолжающим впадину ТИНРО, зона дивергенции океанического потока в районе 54-55° с.ш. 150-153° в.д. и другие. Сопоставление распределения сельди и зон высокой продуктивности показывает, что все эти районы могут использоваться сельдью только лишь в годы высокой численности.

Глава 3. Популяционная структура

Репродуктивный ареал охотской сельди занимает около 1000 км побережья. В сезон летнего откорма она занимает всю западную половину Охотского моря,

включая в годы высокой численности северо-восточное побережье Сахалина. Сравнение морфобиологических признаков проб сельди из района п.Охотск и заливов северо-восточного Сахалина подтверждает их репрезентативную схожесть.

Сравнительный анализ выборок сельди материкового побережья северо-западной части Охотского моря и Гижигинской губы показал их генетическое различие, несмотря на имеющееся между ними морфологическое сходство. Смешивание этих двух популяций не исключает их обособленности. Результаты исследований свидетельствуют, что сельдь гижигинской и охотской популяций имеет различающиеся генофонды, и если их смешивание происходит, то не в такой степени, чтобы нивелировать эти различия.

Сравнительный электрофоретический анализ полиморфных систем (эстеразы II мышц, фосфоглюкомутазы мышц и эстеразы I печени) сельди с нерестилищ материкового побережья северо-западной части Охотского моря показал генетическую однородность сельди в исследуемой группировке, так как между пробами сельди с этих нерестилищ не было обнаружено достоверных различий при попарном сравнении, что подтверждает мнение большинства исследователей, что вдоль материкового побережья северо-западной части Охотского моря в период нереста распространяется единая самостоятельная популяция сельди.

Данное утверждение также доказывается нашими многолетними результатами сравнения размерно-возрастных характеристик и темпа роста производителей из разных точек нерестового ареала.

Наблюдаемая генетическая однородность объясняется ежегодным непостоянством нерестового ареала охотской сельди в зависимости от его типа и развития ледовой обстановки.

Глава 4. Биологическая характеристика и рост охотской сельди

В популяции охотской сельди прослеживаются короткопериодные и более длительные колебания размеров, связанные как с циклическими флюктуациями численности поколений, так и с долговременными изменениями уровня запасов и интенсивностью рыболовства.

Вступление в эксплуатируемый запас особей высокоурожайных поколений резко уменьшает средние размеры рыб в уловах. Затем наступает период сравнительно медленного нарастания длины который длится от 3 до 5, иногда до 8 лет. Так, вступление в нерестовый запас охотской сельди урожайного поколения 1988 г., которое составляло в 1992 г. в возрасте 4 года 31,5 % от нерестового запаса, а в 1993 г. в возрасте 5 лет - 57,6 %, предопределило резкое падение в 1992 г. среднего размера более чем на 1 см с достижением высоких величин этого показателя только к 1997 г. Особенно ярко этот процесс отразился на изменениях средней массы производителей.

Вариации индивидуальной массы охотской сельди столь же велики, как возраста и длины; чаще всего в пробах нерестовой сельди доминируют особи массой от 150 до 250 г, но обнаруживаются особи менее 100 г и более 350 г.

Состав нерестовой охотской сельди по массе соответствует темпу полового созревания рыб и зависит от степени урожайности поколений, входящих в состав нерестового запаса и возраста доминирующего поколения.

В целом за все годы исследований средняя масса производителей варьировала от 126 г (1956 г.) до 237 г (1983 г.).

После нереста сельдь теряет до 25 % массы, что в абсолютном выражении составляет 20–100 г. К осени индивидуальная масса каждой особи возрастает за счет летнего откорма, но повышение средней массы рыб в уловах наблюдается далеко не всегда, поскольку поздней осенью к половозрелой части стада присоединяются рекруты и еще незрелые особи, от доли которых в районе промысла и в уловах зависит весовой состав и средняя масса. Наименьшей весовой группой нагульной сельди является 30–80 г, которая в нерестовом стаде вообще не встречается. Осенью относительно большое количество рыбы в пробах из уловов кошельковыми неводами и тралами имеют массу до 100 г, которые в уловах ставных неводов встречаются единично. В целом, не смотря на различия в структуре весенних и осенних уловов, средняя масса тела нагульной сельди изменялась по годам так же, как и нерестовой. Между средними навесками рыб в эти сезоны просматривается относительно тесная зависимость.

Связь между длиной и массой сельди на протяжении всей жизни остается весьма тесной. Характер этой связи видимо видоспецифичен.

Поскольку возраст, длина и масса охотской сельди это коррелирующие признаки, естественно ожидать совпадения межгодовой динамики всех трех показателей. Средний возраст охотской нерестовой изменялся за весь период исследований с 4.20 до 7.61 лет, а масса с 126 до 237 г. Минимальные величины отмечались в периоды депрессий в 1956 и 1977 гг. Максимальная масса - в период подъема численности - в 1983 г.

Менее отчетливые положительные связи прослеживаются между нерестовым запасом и максимальными значениями возраста, длины и массы особей в уловах.

Таким образом, ежегодный мониторинг биологических показателей служит дополнительным источником информации о динамике численности поколений.

У охотской сельди самый короткий возрастной ряд среди сельдей северо-западной Пацифики. Он никогда не бывает больше 11 классов. Основу нерестового стада составляют особи двух категорий: пяти и шести полных лет. Суммарная доля этих рыб в среднемноголетних данных достигает 54 %. Заметную роль в воспроизводстве играют также четырех- и семигодовалые производители; значение рыб всех остальных возрастных классов несущественно. Среднемноголетний возраст половозрелых особей - 6.75 лет, а особей из уловов нагульной сельди - 5.3 лет.

Межгодовая изменчивость среднего возраста охотской сельди в промысловых уловах носит циклический характер колебаний в ту или иную сторону относительно среднемноголетнего уровня. Характер колебаний определяется динамикой численности поколений, слагающих запас. Вступление в нерестовый запас рекрутов урожайных генераций резко уменьшает средний возраст производителей. Длительное отсутствие подобных поколений приводило к увеличению его до 7.5 лет и выше. Преобладание в составе производителей

особей старшего возраста свидетельствует о некотором неблагополучии популяций, т.е. о нарушениях обычных ритмов чередования урожайных и неурожайных поколений.

В структуре уловов охотской нагульной сельди заметно явное смещение возрастного ряда в сторону более младших классов и это характерно для всех без исключения популяций сельди Дальнего Востока. В уловах осенью и зимой нередко встречаются особи двухлетнего (1+) возраста. Доля трехлеток (2+) становится уже более ощутимой. Средний возраст особей в осенних уловах обычно на 1-2 года меньше, чем в весенних.

Межгодовые вариации возрастной характеристики охотской сельди весьма велики и зависят от урожайности поколений, слагающих нерестовое и нагульное стадо, а так же от интенсивности рыболовства. Два показателя - количество классов ряда и максимальный возраст рыб, в промышленных уловах меняются синхронно, так как первый признак определяется вторым, поскольку межгодовые вариации минимального возраста незначительны, а максимального, наоборот, весьма существенны - до 5 лет.

Направленность изменений межгодовых колебаний наибольшего возраста охотской сельди аналогична гижигинско-камчатской, так как рыболовство в северных районах Охотского моря развивалось синхронно. В первые годы становления промысла добывалась только нерестовая сельдь в небольшом количестве. Максимальный возраст производителей в этот период был высоким. С середины 50-х годов прошлого столетия с активизацией лова начинается эксплуатация нагульных скоплений. Интенсивность рыболовства возрастает, а максимальный возраст уменьшается. Срок промысловой и репродуктивной жизни поколений снижается на 6-8 лет. В 60-х-70-х годах вводится квотирование уловов, а в 1977 г. запрет на промысел, предпринимаются меры по сохранению запасов, промысловая нагрузка на популяцию ослабевает. В итоге наибольший возраст рыбы быстро приближается к норме. Вполне очевидно, что динамика изменений максимального возраста сельди может служить надежными индикатором степени эксплуатации ее запасов. Резкое снижение данного показателя является признаком перелова.

Абсолютная индивидуальная плодовитость (АИП) сельди колеблется от 8.8 до 107.7 икринок и зависит в значительной степени от возраста и длины особей. В возрасте 3 года, т.е. в первый год наступления половой зрелости, АИП сельди составляет в среднем 22.34 тыс.икринок, но при этом в одновозрастной популяции плодовитость колеблется от 8.87 до 34.43 тыс.икринок. С увеличением возраста плодовитость сельди увеличивается, достигая в возрасте 12 лет 75.02 тыс.икр. И при этом у одновозрастных группировок максимальная плодовитость превышает минимальную в 3-7 раз. Аналогичные изменения плодовитости наблюдаются и у одноразмерных групп сельди и, если при длине 20 см средняя плодовитость составляет величину 15.35 тыс.икринок при колебаниях от 12.75 до 17.98 тыс.икринок, то при максимальной длине 34 см плодовитость особей колебалась от 61.06 до 98.81 тыс.икринок (средняя - 84.41 тыс.икр.). Столь тесная связь плодовитости с возрастом и длиной, а вместе с тем и с весом сельди выражается коэффициентами корреляции соответственно 0.993 ± 0.005 , 0.978 ± 0.011 и 0.991 ± 0.006 .

Обнаружено, что в годы интенсивной эксплуатации промыслового запаса предельный возраст жизни особей сокращается и за жизненный цикл одна самка откладывает икры на 30–60 % меньше ее потенциальной возможности. При слабой эксплуатации стада особи доживают до предельного возраста 12–13 лет и в таких условиях одна самка за все репродуктивные годы откладывает до 0.5 млн. икринок.

В зависимости от АИП и возможного состава популяции средняя АИП самки в 1968–2000 г. колебалась от 27.55 (1976 г.) до 48.61 (1987 г.) тыс. икринок. При этом популяционная плодовитость (ПП) в годы высокой численности запаса превышала таковую в годы депрессивного состояния более чем в 40 раз (170.49×10^{12} икр. в 1963 г. против 3.94×10^{12} икр. в 1955 г.

На рисунке 1 представлены расчеты возможной численности поколений охотской сельди при различных уровнях ПП и выживаемости особей от икры до возраста 3 года. Так, при средней многолетней выживаемости сельди - 4.18×10^5 (за период с 1945 по 1997 г.) лишь при ПП на «гарантирующем» уровне (ГАРПП) возможно появление многочисленных поколений - $> 8.0 \times 10^9$ экз.; при ПП - 100×10^{12} икр. ожидаемое поколение будет на уровне среднего по численности поколения. При выживаемости среднего по численности поколения - 7.41×10^5 стадо с ПП на «критическом» уровне (КРИПП) или несколько меньшем, воспроизводит малочисленное поколение. Но при таком же уровне ПП следует ожидать среднего по численности поколения при выживаемости, присущей многочисленным поколениям - 12.96×10^5 . При максимальной выживаемости, которая наблюдалась лишь один раз, родительское стадо может воспроизвести среднее по численности поколение при уровне ПП 18–20 $\times 10^{12}$ икр. и многочисленное поколение при 25 $\times 10^{12}$ икр. и более.

Таким образом, использование данного метода определения минимально допустимого размера нерестового запаса позволяет установить величину критической популяционной плодовитости для охотской сельди - 45.0×10^{12} икринок, снижение уровня которой лишает популяцию возможности воспроизвести многочисленное поколение даже в наиболее благоприятных условиях выживания в раннем онтогенезе. Об этом свидетельствуют биографии на этапе раннего онтогенеза поколений 1955, 1956 и 1976 г. В эти годы популяционная плодовитость родительского стада была соответственно 3.94, 12.44 и 5.58×10^{12} икринок, выживаемость поколений этих лет до трехгодовалого возраста - 20.74×10^5 , 13.06×10^5 и 25.41×10^5 , а численность поколений составляла соответственно 0.82, 1.62 и 1.42×10^9 экз.

Установленные уровни популяционной плодовитости «критический» и «минимально допустимый» соответствуют численности нерестовой популяции 2.52 и 3.73×10^9 экз. или биомассе соответственно 480–520 и 720–760 тыс. тонн.

Анализ данных по популяционной плодовитости, выживаемости и численности поколений позволил определить важный параметр нерестовой популяции - уровень неприкосновенного воспроизводительного потенциала, уменьшение которого практически исключает вероятность появления многочисленных поколений, а также величину популяционной плодовитости, при которой в благоприятных условиях выживания в раннем онтогенезе обеспечивается появление многочисленных поколений. Интенсивность и

эксплуатацию промыслового запаса охотской сельди необходимо планировать с учетом неперменного сохранения неприкосновенного нерестового запаса и поддержания на уровне не менее 480-520 тыс. тонн.

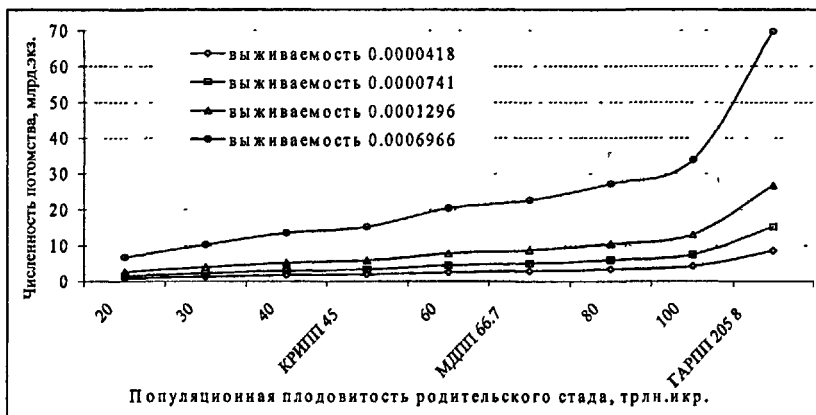


Рис. 1. Зависимость численности поколений охотской сельди в возрасте 3 года от популяционной плодовитости и выживаемости в раннем онтогенезе

Темп линейного роста охотской сельди, как и других многих видов рыб, с возрастом замедляется, что нельзя сказать о приросте массы. У неполовозрелых рыб большая часть энергии уходит на линейный рост, поэтому процесс жиринакопления замедляется, что приводит к увеличению продолжительности нагульного периода, интенсивности питания и снижению миграционной активности.

Эти возрастные группы при наличии корма продолжают питаться и в осенне-зимний период линейный рост у них достаточно высок. Замедление темпа роста с достижением половозрелости связано прежде всего с расходом части энергии на развитие половых продуктов, в то же время, снижение темпов линейного роста позволяет быстро накапливать жировой запас, так как эти процессы по времени не сопряжены (созревание половых продуктов происходит преимущественно осенью и в период зимовки), поэтому с возрастом жиринакопление происходит быстрее, соответственно раньше начинается и зимовальная миграция.

Масса тела сельди по возрастным группам подвержена еще более значительной изменчивости, чем длина. Даже сравнительно небольшие колебания плотности популяции, имеющие место в период низкого уровня нерестового запаса, синхронно отражаются на изменениях индивидуальной массы тела производителей, особенно у особей, составляющих основу репродуктивного потенциала (рис.2). Резкое падение средней массы у рыб в возрасте 5+ и старше отмечалось в 1977 г. что было связано с экстремально низким состоянием запаса. Затем, в течение 3 лет масса рыб этих возрастных классов значительно увеличилась и в течение десятилетия держалась на относительно высоком стабильном уровне.

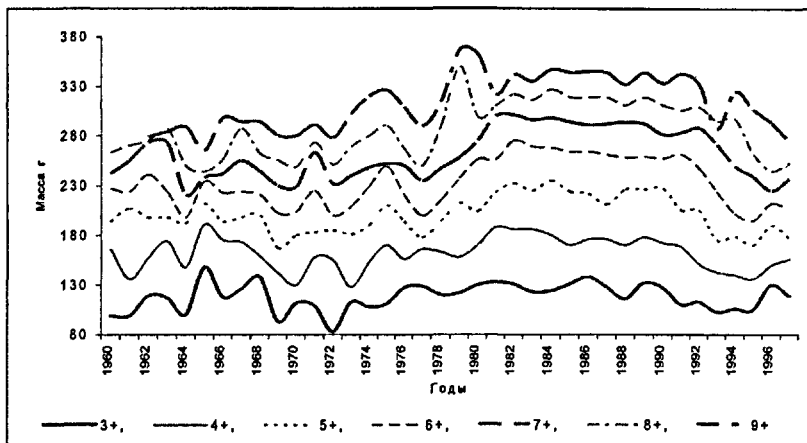


Рис.2. Многолетняя изменчивость средней массы охотской нагульной сельди по возрастам в 1960-1997 гг.

Глава 5. Воспроизводство охотской сельди

В прибрежной полосе северо-западной части Охотского моря простирается очень богатый водорослевый пояс. Помимо зоостеры, относящейся к высшим растениям и встречающейся только в вершине залива Алдома, обнаружено 69 видов водорослей: 9 - зеленых, 19 - бурых, 41 - красных. Субстратом для кладок икры являются практически все из них, но наиболее часто нерест отмечается на ламинарии, лессонии, алярии, фукусе, цистозире, птилоте, одонталии. Тем не менее, в годы с высокой численностью производителей водорослевого субстрата в отдельных районах явно недостаточно и значительное количество икры обнаруживается на грунте - на камнях, гальке и песке, а так же и в приливо-отливной зоне.

При этом происходит заиливание кладок, истирание икры подвижным грунтом, а в отдельные годы и дрейфующими льдами при заносе их на нерестилища, периодический перегрев ее и обсыхание в ясные и безветренные дни, выбросы на берег при значительном волнении моря из-за слабой прикрепленности к грунту в районах, где преобладают ил, песок и галечник. Так в 1971-1975 гг. при штормовых выбросах погибло около 100 тыс.т икры отложенной 4.45×10^9 самок на площади 21.0 км^2 , что в три раза превышает результативность нереста 2003 г., в котором участвовало 1.44×10^9 самок.

Плотность кладок икры охотской сельди самая высокая среди всех популяций, обитающих в северной Пацифике. В зависимости от численности родительского стада и степени освобождения прибрежной полосы ото льда на одном квадратном метре нерестилищ насчитывалось в среднем 1.5 - 7.5 млн.икринок. Чаще всего встречаются кладки плотностью 3-5 млн.икринок/ м^2 . В центральной части репродуктивного ареала иногда отмечаются участки, где водоросли с икрой лежат на грунте сплошным слоем толщиной в несколько сантиметров. Масса отложенной икры в подобных местах достигает $200 \text{ кг}/\text{м}^2$, а

плотность кладок - 117 млн.икр/м². Таким образом на таких участках на 1м² сосредотачивается икра от 2-3 тыс. самок. Средняя плотность кладок в заливах Алдона, Феодота, Федора нередко достигает 11-12 млн.икр/м².

Образование многослойных кладок икры на естественных нерестилищах и последующее развитие икры на литорали и в верхних горизонтах сублиторали имеет отрицательные следствия: заиление кладок, заполнение промежутков между икринками детритом и мелкими фракциями песка, появление перифитона на оболочках икры в поверхностных слоях, механическое повреждение икры частицами грунта при приливо-отливных течениях и штормах, истирание кладок дрейфующими льдами. В литоральной зоне, кроме того, наблюдается значительная гибель икры во время отливов от обсыхания и перегрева.

Отмеченные факторы обуславливают различия в темпе эмбриогенеза, вылупление эмбрионов на различных стадиях развития, появление уродливых эмбрионов и предличинок, высокую смертность икры во внутренних слоях кладок. Первопричиной разнокачественности предличинок и эмбрионов является нарушение водообмена внутри кладок и, как следствие, ухудшение условий дыхания эмбрионов в результате затруднения поступления кислорода и выноса метаболитов. Икра сельди в многослойных кладках на водорослях развивается неравномерно и уже во втором поверхностном слое наблюдается резкое отставание зародышей в развитии; в третьем и четвертом слоях встречаются и мертвые эмбрионы, а в пятом слое и глубже практически вся икра погибает. К началу вылупления предличинок из икры поверхностного слоя небольшое количество мертвых зародышей встречается уже во втором слое, а в третьем и последующих слоях все зародыши погибают. Очевидно, что с увеличением рядности кладок количество мертвых зародышей возрастает. В кладках из 8-10 слоев на ламинарии, лессонии и алярии доля их составляет более 90 %.

Указанные особенности экологии нереста сельди в сочетании с условиями ее постэмбрионального развития определяют формирование численности как отдельных поколений, так и всей популяции. Численность отдельных поколений сельди нередко различается в 100 и более раз.

По окончании нереста отмечается множество причин, обуславливающих различную смертность икры сельди во время инкубации. Установлено, что выживание ее на самых ранних этапах онтогенеза зависит от таких факторов, как: температура воды и гидрохимический фон на нерестилищах; обсыхание и степень заиленности нерестилищ, ветровой режим и волнение; плотность кладок и виды субстрата; выедание икры.

В связи с низкой плотностью населения на побережье северо-западной части Охотского моря, слабо развитой инфраструктурой и отсутствием развитой промышленности, на эффективность воспроизводства охотской сельди не воздействует такой фактор, как влияние человека на природу, который имеет большое значение для воспроизводства сельди в водах Приморья и на Сахалине

На стадии личинки факторами среды, определяющими их выживаемость, являются термика, химизм вод, ветровой режим, волнение моря и обеспеченность кормом в период перехода личинок с эндогенного питания на экзогенное («критический период» по Йорту (1926)). По нашим наблюдениям при шторме численность их может уменьшаться в 100 и более раз.

Многие исследователи, отмечая массовую гибель личинок в момент перехода на активное питание, не вскрывают причин такого внезапного и одновременно кризисного состояния и по традиции относят его на счет голодания. В отдельные годы такая связь может существовать, но нельзя все многообразие видовых адаптации, всю сложность взаимоотношений организмов с внешней средой сводить к влиянию одного фактора.

Динамика численности мальков в период метаморфоза также определяется наличием соответствующей кормовой базы и оптимальной температуры среды в районах их распределения, которые в свою очередь опосредованно зависят от динамики циркуляции вод в северо-западной части Охотского моря.

Глава 6. Экологические основы искусственного усиления воспроизводства

Крупномасштабные изменения численности охотской сельди отрицательно сказываются на эффективности и плановости работы рыбодобывающих организаций.

В связи с этим были апробированы несколько путей увеличения эффективности воспроизводства сельди, из которых наибольшее внимание уделено разработке метода использования искусственных нерестилищ типа «сетное крыло», изготавливаемых из капроновой дели с ячейей 18-20 мм в виде сетных полотен длиной 50 м и высотой 3-8 м.

Для подготовки научно-обоснованных рекомендаций по практическому использованию в производственных масштабах сетных искусственных нерестилищ был проведен ряд исследований по определению особенностей развития икры, отложенной сельдью на искусственном субстрате, качественному и количественному составу и жизнеспособности выклюнувшихся предличинок в зависимости от расположения икринок в кладках разной толщины, в ходе которых было определено следующее:

1. Для эмбрионов сельди, развивающихся в многослойных кладках икры плотностью до 5 млн.икр/м² на искусственных нерестилищах в целом характерно нормальное протекание морфообразовательных и физиологических процессов независимо от их расположения в толще кладок и продолжительности развития.

2. Количество только что вылупившихся нормально развитых предличинок из икры многослойных кладок на искусственных нерестилищах составляет не менее 95 %

3. Сравнение вариабельности морфологических признаков предличинок свидетельствует об отсутствии каких-либо заметных различий в строении и организации тела и отдельных его частей у предличинок, вылупившихся из икры поверхностных и глубинных слоев кладок.

4. Одинаковая степень организации подавляющей части предличинок в возрасте не более 1 суток свидетельствуют о соответствии среды требованиям организмов для нормального протекания процессов развития и роста на всех этапах эмбрионального развития по всей толще многослойных кладок икры охотской сельди плотностью до 5 млн.икр./м² на искусственных нерестилищах.

По данным экспериментальных работ нами установлено, что на искусственных субстратах в 8-12-слойных кладках (плотность обкращения 4-6 млн.икр./м²) количество живых зародышей в конце эмбриогенеза составляет не

менее 97 %, а жизнестойких предличинок на этапе вылупления - не менее 95 %. Это более чем в 10 раз превышает количество личинок, вылупляющихся из икры кладок такой же плотности на естественных нерестилищах.

Результаты наблюдений свидетельствуют о том, что именно условия развития зародышей определяют смертность, качественный состав предличинок на этапе вылупления, степень морфофункционального совершенства молоди и ее выживание.

На примере материалов 1983 г. произведена оценка эффективности применения искусственных нерестилищ для улучшения условий и увеличения воспроизводства сельди в северо-западной части Охотского моря. Для расчетов использовали результаты исследований Б.В.Тюрнина (1980), согласно которым коэффициент выживания охотской сельди из икры, отложенной на естественном субстрате, до половозрелой особи в возрасте 5 лет составляет в среднем 0.00007 (0.00001-0.00028). Расчет продуктивности искусственных нерестилищ показал, что этот коэффициент увеличился в 10 раз. Количество жизнестойких предличинок на этапе вылупления из икры многослойных кладок на искусственных нерестилищах более чем в 10 раз превышает количество предличинок, вылупляющихся из икры кладок такой же плотности на естественных нерестилищах. Расчетная продуктивность искусственных нерестилищ в 1983 г. в 4.6 раза выше, чем естественных нерестилищ (табл.1).

Изложенные материалы свидетельствуют о высокой эффективности применения искусственных нерестилищ для улучшения условий и увеличения масштабов воспроизводства сельди в северо-западной части Охотского моря. Установка только 100 тыс.м² искусственных нерестилищ в районах, где икра сельди практически полностью погибает, позволяет при плотности обкряжения около 5 млн.икр./м² увеличить биомассу сельди поколения данного года в возрасте 5 лет более чем на 60 тыс.т.

Таблица 1

Продуктивность естественных и искусственных нерестилищ охотской сельди в 1983 г.

Показатель	Нерестилище	
	Естественное	Искусственное
Площадь, тыс.м ²	10 250	44.8
Отложено икры, млрд икр.	78 120	157.1
Плотность обкряжения, млн.икр./м ²	7.62	3.51
Расчетная биомасса сельди поколения 1983 г. в возрасте 5 лет, тыс.т	984.3	19.8
Продуктивность, кг/м ²	96.0	441.8

Глава 7. Динамика численности, современное состояние запасов и перспективы промысла охотской сельди

Многолетние наблюдения показали, что для охотской сельди свойственны значительные флюктуации численности. Численность ее не бывает стабильной даже на коротких промежутках времени, а ежегодно изменяется, причем амплитуда колебаний нередко достигает величины 1 : 100). У данной популяции

до 80-х годов четко проявлялись случайные пятилетние и многолетние колебания численности (рис.3).

Суть многолетних колебаний заключается в том, что с интервалом около 10 лет численность как урожайных, так и не урожайных поколений уменьшается, а затем в течение такого же периода постепенно увеличивается. Это приводит к синусоидообразному изменению величины запаса, где минимумы и максимумы повторяются примерно через два десятилетия.

Циклические колебания численности до депрессии 70-х годов проявлялись в чередовании минимумов и максимумов через 5-6 лет (рис.4), что обуславливалось пятилетним циклом в появлении урожайных и неурожайных поколений. При наличии в стаде одного урожайного поколения максимумы запаса следовали через 5 лет, а при наличии двух смежных урожайных поколений - через 6 лет. Пятилетний цикл появления урожайных поколений наблюдался на протяжении четверти века, вплоть до начала 80-х годов.

Циклические колебания численности сельди определяются интенсивностью весеннего разрушения ледового покрова в северо-западной части Охотского моря и находятся в зависимости от сроков образований северного и южного ледовых массивов при таянии льда.

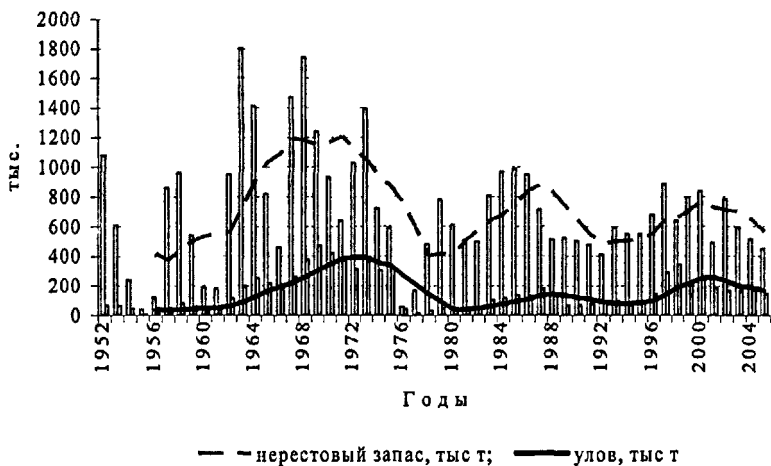


Рис.3. Динамика нерестового запаса и годового вылова охотской сельди в 1952-2005 гг.

Случайные колебания численности обусловлены воздействием на стадо нерегулярных местных изменений гидрометеорологических и различных биотических факторов. Колебания численности, возникающие под воздействием случайных факторов, имеют большое значение для промысла. Под влиянием местных условий могут сглаживаться и меняться периодические и циклические колебания численности. Так, в падении запасов охотской сельди в середине 70-х годов определенное значение имело и случайное стечение неблагоприятных для

воспроизводства факторов: занос льда в прибрежную зону после нереста сельди и, как результат, массовая табель икры на нерестилищах в 1971-1973 гг.

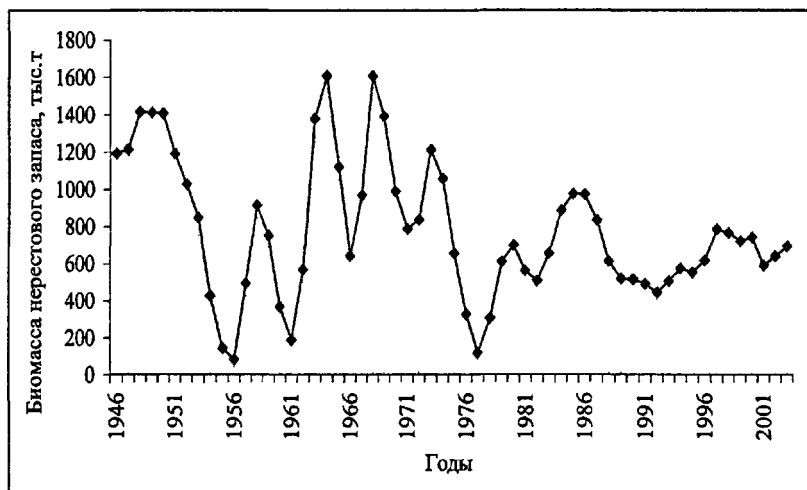


Рис.4. Циклические колебания запасов охотской сельди

В популяции охотской сельди также прослеживаются короткопериодные и более длительные колебания размерно-возрастных показателей. Первые связаны с циклическими колебаниями численности поколений, вторые - с долговременными изменениями уровня запасов и интенсивности рыболовства.

Основу нерестовых скоплений 2004 г. составили особи поколений 1993-98 гг. рождения в возрасте от 11 до 6 полных лет (96.5 % от общего количества); при этом на рыб 1996-98 гг. рождения (8-6 полных лет) приходилось 71.45 % от общего количества. В 2003 г. в нерестовом стаде рыбы этих поколений (соответственно, на год моложе) занимали только 66.19 %. Наибольшая доля по возрастным группам в 2004 г., так же, как и в 2003 г., пришлось на сельдь 1997 г. рождения (7 полных лет) - 34.15 %.

Доля поколений, впервые вступающих в нерестовый запас, как и ожидалось, была крайне мала. Поколение 1999 г. рождения в возрасте 4 года в 2003 г в уловах нерестовой сельди составляло всего 0.06 %, а в 2004 г., в возрасте 5 лет, - только 1.79 % (в пересчете на улов), что является абсолютным минимумом за последние 10 лет.

Рыбы поколения 2000 г. в 2003 г. в возрасте 3 года в уловах нерестовой обнаружены не были (ранее подобная ситуация отмечалась в 1997-1998 гг.). На следующий год (2004 г.), в возрасте 4 года, рыбы этого поколения в уловах нерестовой сельди составили только 0.8 %, - еще один абсолютный минимум за последние 10 лет.

Поколение 2000 г. рождения по условиям нереста предварительно оценивалось как урожайное. Однако, по фактическим данным, по настоящее время включительно сельдь этого поколения в запасе практически себя не проявила.

Крайне малая доля рыб этого поколения в уловах нагульной сельди в 2002–2003 гг. позволила предположить, что прогнозируемая численность этого поколения резко снизилась в результате возросшей смертности, обусловленной исключительно неблагоприятными условиями 2001 г.

В то же время по результатам комплексной съемки, проведенной специалистами ТИНРО-центра на НИС «Профессор Кагановский» в марте-июне 2004 г., можно предположить, что поколение 2000 г. все-таки является урожайным, - причем это единственное урожайное поколение после урожайного поколения 1997 г., составившего основу нерестового запаса текущего года.

Следует подчеркнуть, что второй год подряд в уловах нерестовой не отмечается сельдь в возрасте 3 года (поколения 2000 - 2001 гг. рождения).

Следствием вышеперечисленного явилось снижение суммарной доли рыб младших возрастов в нерестовом запасе 2004 г., что привело к увеличению как средних размеров (2002 г. - 27.40 см по АС, 2003 г. - 27.63 см, 2004 г. - 28.38 см), так и среднего веса нерестовой сельди.

Анализируя экологические условия, определяющие эффективность нереста, можно сделать вывод, что из новых молодых поколений неурожайным является поколение 2001 г., когда в период нереста наблюдалась крайне неблагоприятная ледовая обстановка.

Поколения 2002 и 2003 гг. рождения по условиям нереста прогнозировались как относительно многочисленные, что, тем не менее, не дает основания предположить, что они смогут стать основой нерестового запаса в 2008–2009 гг. Так, по результатам комплексной съемки на НИС «Профессор Кагановский», численность годовиков 2003 г. рождения составила только 1172.4 млн. экз., тогда поколение 2000 г. рождения в этом возрасте насчитывало 7755.5 млн. экз., а урожайное поколение 1997 г. рождения - 15467.7 млн. экз.

Общая площадь учтенных задействованных нерестилищ в 2004 г. была наибольшей за последние 10 лет и составила 16.78 км².

При средней плодовитости 39.97 тыс. икринок, количество икры, отложенной в границах нерестового ареала (популяционная плодовитость), составило 70.619×10^{12} икринок, что на 28 % больше, чем в 2003 г.

Численность нерестовой популяции, рассчитанная методом прямого учета, на 1 мая 2004 г. составила 3.6×10^8 экз., что соответствует биомассе нерестового запаса в 846.8 тыс.т.

ВЫВОДЫ

1. Нерест охотской сельди происходит весной (май-июнь) в литоральной зоне от Тауйской губы до Удской губы. Протяженность нерестовой зоны 1000 км. Зарегистрировано 107 локальных нерестилищ. Потенциальная площадь нерестилищ - 77.956 км². Общая протяженность их с учетом изрезанности береговой линии превышает 355 км.

2. Эффективность воспроизводства сельди довольно тесно связана с ветровым режимом, ледовой обстановкой, температурой, химизмом вод, материковым стоком, течениями и приливами в период нереста, эмбриогенеза и ранних стадий онтогенеза.

3. Отмечаются три типа летних миграций охотской сельди в зависимости от изменения численности стада и степени заполнения нерестилищ. Промысловые предзимовальные и зимовальные скопления охотской сельди разбиваются на западную и восточную группировки. Эти группировки не являются отдельными популяциями, а их формирование и численность зависят от ледовых условий в нерестовый период и степени заполнения отдельных нерестовых районов производителями.

4. Сравнительный морфометрический и электрофоретический анализ полиморфных систем сельди с нерестилищ материкового побережья северо-западной части Охотского моря показал генетическую однородность сельди.

5. Средний возраст охотской нерестовой сельди изменялся за весь период исследований с 4.20 до 7.61 лет, а масса с 126 до 237 г. Минимальные величины отмечались при депрессиях численности, максимальная масса - при подъеме численности. Динамика изменений максимального возраста сельди служит надежным индикатором степени эксплуатации ее запасов.

6. Анализ данных по популяционной плодовитости, выживаемости и численности поколений позволил определить уровень неприкосновенного воспроизводительного потенциала популяции, который необходимо поддерживать на уровне около 500 тыс. тонн.

7. Плотность кладок икры охотской сельди (3-5 млн. икринок/м²) самая высокая среди всех популяций, обитающих в северной Пацифике. В плотных кладках лучше развивается икра в поверхностных слоях, непосредственно омываемая водой. Выживание охотской сельди в период эмбриогенеза зависит от температуры воды и гидрохимического состава на нерестилищах, обсыхания и степени заиленности нерестилищ, ветрового режима и волнения, плотности кладок и вида субстрата, выедания икры.

8. Для эмбрионов сельди, развивающихся в многослойных кладках икры плотностью до 5 млн. икр./м² на искусственных нерестилищах в целом характерно нормальное протекание физиологических процессов независимо от их расположения в толще кладок и продолжительности развития. Количество только что вылупившихся нормально развитых предличинок из икры многослойных кладок на искусственных субстратах составляет не менее 95 %.

9. Установка в периоды низкой численности популяции охотской сельди только 100 тыс. м² искусственных нерестилищ в районах, где икра сельди практически полностью погибает, позволяет при плотности обсыхания около 5 млн. икр./м² увеличить биомассу сельди поколения данного года в возрасте 5 лет на величину более 60 тыс. т.

10. Только высокоурожайные поколения поддерживают величину нерестового и промыслового запаса на уровне, обеспечивающем крупный и стабильный промысел охотской сельди. Многочисленное потомство оставляют особи сельди в возрасте 5-6 лет, в случае преобладания в родительском стаде особей в возрасте 7-8 лет эффективность воспроизводства падает.

11. Для охотской сельди свойственны значительные флюктуации численности. Циклические колебания численности до депрессии 70-х годов проявлялись в чередовании минимумов и максимумов через 5-6 лет, что обуславливалось пятилетним циклом в появлении урожайных и неурожайных поколений.

Случайные колебания численности обусловлены воздействием на стадо нерегулярных местных изменений гидрологических, метеорологических и различных биотических условий, а также уровнем промыслового изъятия.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Тюрнин Б.В., Богаткин Ю.Н., Фархутдинов Р.К. О причинах снижения запасов охотской сельди и перспективах их восстановления // Научн.-практич. конф. «Комплексное экономическое и социальное развитие Магаданской области в ближайшей и долгосрочной перспективе». Тез.докл. Магадан. 1980. С.6-8.

2. Бенко Ю.К., Фархутдинов Р.К. Биологические основы применения искусственных нерестилищ для воспроизводства охотской сельди, период // XI Всес. симп. «Биологические проблемы Севера». Тез. докл. Вып.4, Ихтиология, гидробиология, гидрохимия, энтомология и паразитология. Якутск: Якутский филиал СО АН СССР. 1986. С.8-9.

3. Бенко Ю.К., Фархутдинов Р.К. Эффективность использования искусственных нерестилищ для воспроизводства охотской сельди // XI Всес. симп. «Биологические проблемы Севера». Тез. докл. Вып.4, Ихтиология, гидробиология, гидрохимия, энтомология и паразитология. Якутск: Якутский филиал СО АН СССР. 1986.С.10-11.

4. Бенко Ю.К., Богаткин Ю.Н., Фархутдинов Р.К. Биологические основы применения искусственных нерестилищ для воспроизводства охотской сельди // Биология моря. 1987. Т.1. С.56-61.

5. Бенко Ю.К., Богаткин Ю.Н., Фархутдинов Р.К. Оценка эффективности использования искусственных нерестилищ для воспроизводства охотской сельди в заливе Алдома // Марикультура на Дальнем Востоке. Владивосток: ТИНРО. 1986. С.40-44.

6. Фархутдинов Р.К. К вопросу об использовании икры охотской сельди из штормовых выбросов в рыбоводных целях // IV Всес. совещ. по научн.-технич. проблемам марикультуры. Тез. докл. Владивосток. 1983. С.76-77.

7. Фархутдинов Р.К. Эффективность использования искусственных нерестилищ для воспроизводства охотской сельди // Всес. конф. «Научно-технические проблемы марикультуры в стране». Тез. докл. Владивосток. 1989. С.48-49.

8. Фархутдинов Р.К., Леонов Ю.В., Пастырев В.А. Особенности нереста охотской сельди // Рыбное хозяйство, 1989. №11. С. 19-21.

9. Фархутдинов Р.К., Пастырев В.А. Состояние и перспективы использования запасов охотской сельди // Материалы отчетной сессии ТИНРО и его отделений по результатам научн. исслед. работ 1991 г. Тез. докл. Владивосток: ТИНРО. 1992. С.49-51.

10. Бенко Ю.К., Елкин Е.Я., Фархутдинов Р.К. Биология, жизненный цикл и динамика численности охотской сельди // Проект «Моря». Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т.9.Охотское море. Гидрометеоиздат. 1993. Вып.2.С. 121 -125.

11. Елкин Е.Я., Фархутдинов Р.К. Состояние запасов и перспективы промысла охотской сельди // Труды научно-практической конференции по северо-востоку России: Проблемы экономики и популяционной структуры. Магадан. 1998. С. 1-79.

12. Панфилов А.М. Фархутдинов Р.К. 2001. Результаты исследований охотской сельди в 2001 г. и перспективы ее промысла // Материалы МагаданНИРО. В.1. С. 94-103.

13. Farkhutdinov R. K., Belyaev V. A. 2002. Time of spawning run and ice-covered waters over the spawning period as factors determining the Okhotsk herring generation productivity. Proceedings of the 17th International Symposium on the Okhotsk Sea, p. 205-210.

Подписано в печать 16.02.2005г.
Формат 60x90 1/24. Объем 1,5 п.л.
Тираж 150эк. Заказ №24

312

502

27 MAR 1955