

На правах рукописи

ОВСЯННИКОВ ЕВГЕНИЙ ЕВГЕНЬЕВИЧ

**ДИНАМИКА ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
ИКРЫ И МОЛОДИ МИНТАЯ
В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ОХОТСКОГО МОРЯ**

Специальность: 03.02.06 – ихтиология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Владивосток – 2011

Работа выполнена в лаборатории минтая Федерального государственного унитарного предприятия “Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр” (ФГУП “ТИНРО-Центр”), г. Владивосток

Научный руководитель: доктор биологических наук, профессор
Фадеев Николай Сергеевич

Официальные оппоненты: доктор биологических наук,
старший научный сотрудник
Чучукало Валерий Иванович

кандидат биологических наук
Буслов Александр Вячеславович

Ведущая организация: Камчатский научно-исследовательский
институт рыбного хозяйства и океанографии
(КамчатНИРО), г. Петропавловск-Камчатский

Защита состоится 28 февраля 2011 г. в 14 часов на заседании диссертационного совета Д 307.012.01 при ФГУП “Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр” по адресу: 690091, г. Владивосток, переулок Шевченко, 4. Факс (4232) 300 751. E-mail: dissovet@tinro.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГУП “ТИНРО-Центр”.

Автореферат разослан 26 января 2011 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор биологических наук



О.Н. Лукьянова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Минтай – самый многочисленный представитель семейства тресковых, обитающий в водах северной части Тихого океана, преимущественно в Беринговом, Охотском и Японском морях, что обеспечивает его важное промысловое значение. По данным ФАО ко второй половине 1980-х гг. мировой вылов этого вида достиг максимальных значений и составлял 6,3-6,8 млн т в год (Фадеев, Веспестад, 2001). В настоящее время динамика вылова биоресурсов на Дальневосточном бассейне во многом определяется состоянием запасов минтая в северной части Охотского моря, где он является доминирующим видом nekтона. В 1980-е гг. биомасса nekтона в этом районе оценивалась в 10-12 млн т, на минтай приходилось 8 млн т, в конце 1990-х гг. запасы этого вида снизились, и его доля в nekтоне составляла около 80%, на этом уровне она оставалась и в 2000-е гг. (Шунтов и др., 2002, 2007). Промысел минтая в северной части Охотского моря ведется с 1962 г. За время промысла его годовой вылов неоднократно превышал уровень в 1 млн т: первый раз в 1974-1976 гг., затем в период с 1984 по 1998 гг. ежегодно вылавливалось 1,3-2 млн т. За последние пять лет годовой вылов минтая постепенно увеличился от 500 тыс. т до 1 млн т. Величина годового вылова минтая в Охотском море зависит от его численности, которая подвержена существенным колебаниям. За последние 27 лет наблюдений максимум и минимум биомассы нерестового запаса различались почти в 6 раз. По мнению ряда исследователей, колебания запасов в первую очередь связаны с появлением поколений различной урожайности (Васильков, Глебова, 1984; Фадеев, 1990; Шунтов и др., 1993; Авдеев и др., 2001; Смирнов, 2005), которая формируется на стадиях икры, личинок и молоди. При прогнозировании промыслового запаса слабым местом является определение численности пополнения и урожайности поколений. Мнения исследователей по этим вопросам часто расходятся (Качина, Сергеева, 1981; Фадеев 2001; Зверькова, 2003). Это определило направленность данного исследования в первую очередь на изучение самых ранних этапов и первых годов жизни минтая. Накопленные за последние 27 лет материалы стандартных съемок, проводимых ТИНРО с целью оценки и мониторинга состояния запасов минтая в северной части Охотского моря, позволяют подойти к решению этой проблемы как путем изучения закономерностей нереста, учета икры и личинок, так и отслеживания закономерностей распределения и численности неполовозрелого минтая, не вступившего в промысловый запас.

Цель и задачи работы. Цель данной работы – выявить особенности пространственного распределения икры и молоди минтая в связи с изменчивостью состояния его запасов на фоне появления в северной части Охотского моря поколений различной урожайности.

Для достижения этой цели следовало решить следующие задачи:

1. Рассмотреть особенности распределения икры минтая в северной части Охотского моря, уточнить расположение и границы основных нерестилищ;
2. Выявить направление и величину дрейфа икры и личинок, определить вероятность их смешивания с разных нерестилищ;
3. Рассмотреть особенности распределения молоди в первые четыре года жизни, определить направление и протяженность ее миграций;
4. Определить уровень урожайности поколений минтая по материалам 1983-2009 гг. Используя собственные данные по урожайности и литературные по состоянию запасов минтая, разделить имеющийся материал на периоды, соответствующие различному уровню численности вида.
5. Рассмотреть распределение икры и молоди при высокой, средней и низкой численности минтая.

Научная новизна. Впервые для северной части Охотского моря обобщены и систематизированы данные ежегодных весенних ихтиопланктонных съемок по распределению и численности икры за последние 27 лет и траловых съемок по распределению и численности молоди минтая – за 12 лет. Уточнены и дополнены представления о расположении нерестилищ, проведена типизация межгодовой изменчивости районов нереста минтая, выявлены особенности распределения икры при разном уровне запасов вида в северной части Охотского моря. Дополнены представления о величине, направлении и скорости дрейфа икры в основных районах нереста минтая по данным за 1980-1990-е гг. Впервые по многолетним данным рассмотрены особенности распределения молоди минтая в весенний период, уточнены районы ее концентраций, а также направление и протяженность миграций в первые четыре года жизни. Выявлены особенности пространственного распределения молоди при низком и среднем уровнях запасов минтая. Получены объективные оценки урожайности у 33 поколений минтая. Обосновано, что с прогностическими целями оценку урожайности поколений необходимо выполнять по индексам численности трех- и четырехгодовиков.

Практическое значение. Результаты проведенного исследования могут быть использованы для оценки урожайности поколений с целью уточнения прогнозов численности промыслового запаса минтая в северной части Охотского моря.

Приведенные в работе данные о пространственном распределении неполовозрелого минтая могут быть применены при планировании краткосрочных траловых съемок по учету ближнего пополнения в весенний период, а также при обосновании закрытия районов обитания молоди во время охотоморской минтаевой путины.

Основные положения, выносимые на защиту. Вне зависимости от уровня численности минтая в северной части Охотского моря функционируют все основные районы его воспроизводства. В разные по численности периоды наблюдается изменчивость в пространственном расположении нерестилищ.

В разные по уровню численности периоды различия в распределении молоди в весенний период отмечались у годовиков; минтай старше года распределяется типично и постепенно мигрирует в сторону больших глубин и концентрируется в районе впадины ТИПРО.

Личное участие в получении научных результатов. В период с 1997 по 2009 гг. автор ежегодно принимал участие в научно-исследовательских экспедициях, проводимых ТИПРО-Центром в Охотском море для оценки состояния и мониторинга запасов минтая. Самостоятельно осуществлял статистическую обработку данных и оценку состояния запасов минтая разными методами.

Апробации работы. Основные результаты работы были представлены: на конференции молодых ученых “Биомониторинг и рациональное использование морских и пресноводных гидробионтов” (Владивосток, 1999); на Второй Камчатской областной научно-практической конференции “Проблемы охраны и рационального использования биоресурсов Камчатки” (Петропавловск-Камчатский, 2000); на международных конференциях PICES в 1998-1999 гг. и в 2003-2006 гг.; на 24-м международном симпозиуме по тресковым рыбам (Вэйкфилд, Канада, 2006); на международной научно-практической конференции “Проблемы изучения, сохранения и восстановления водных биологических ресурсов в XXI веке” (Астрахань, 2007); на научной конференции посвященной 70-летию С.М. Коновалова (Владивосток, 2008); на X съезде Гидробиологического Общества (Владивосток, 2009); на отчетных сессиях ФГУП “ТИПРО-Центр” в 2000-х гг.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 27 работ, из них в журналах и изданиях, рекомендованных ВАК – 4, в других и иностранных изданиях – 9, материалы российских и международных конференций – 2, тезисы российских и международных конференций – 12.

Структура работы. Диссертация состоит из введения, шести глав, выводов, списка литературы, включающего 221 название, в том числе 40 на иностранном языке. Объем работы – 211 стр. Работа содержит 53 рисунка, 14 таблиц и приложение, состоящее из 1 рисунка и 12 таблиц.

Благодарности. Автор выражает глубокую благодарность научному руководителю д.б.н. профессору Н.С. Фадееву за всестороннюю помощь и ценные советы при написании диссертации. Искренняя благодарность к.г.н. А.Л. Фигуркину за консультации и замечания, коллегам по лаборатории минтая – к.б.н. Г.В. Авдееву и С.Л. Овсянниковой, а также к.б.н.

А.В. Василенко за совместную многолетнюю работу в научно-исследовательских экспедициях. Также автор признателен всем участникам рейсов за сбор и первичную обработку материалов, использованных при подготовке диссертации.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Материал и методика

1.1. Методика проведения ихтиопланктонных и траловых съемок

В основу работы положены материалы ежегодных ихтиопланктонных и траловых съемок, выполненных ТИНРО в северной части Охотского моря в весенний период с 1983 по 2009 гг. Всего использованы данные 12762 ихтиопланктонных и 4222 траловых станций, собранные в 35 экспедициях. Обобщение и суммирование полученных данных выполнялись по районам осреднения биостатистической информации, принятым в лаборатории минтая ФГУП «ТИНРО-Центр» и указанным на рисунке 1 (Фадеев, 1987).

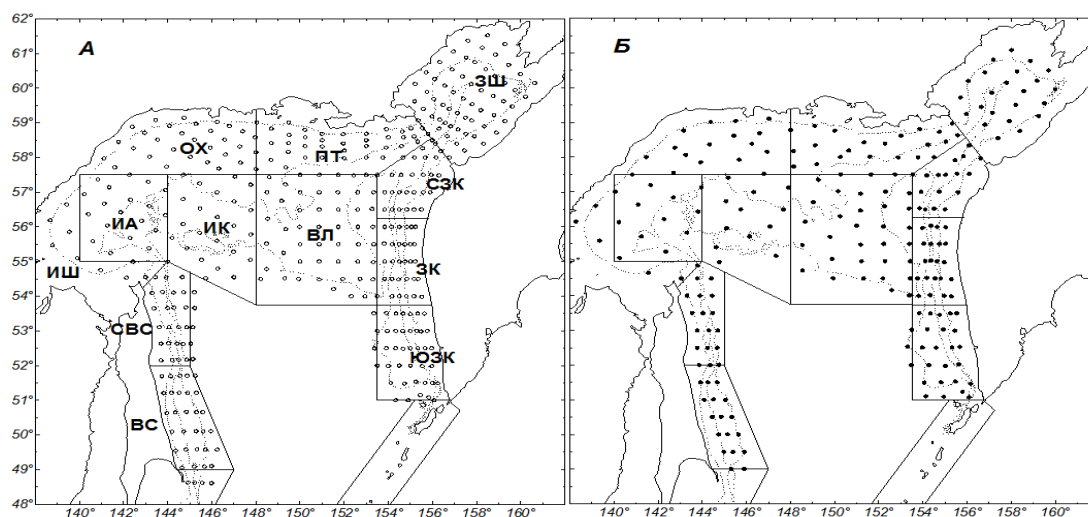


Рис. 1. Схема стандартных ихтиопланктонных (А) и траловых (Б) станций в северной части Охотского моря. Указаны биостатистические районы осреднения данных: ЮЗК – юго-западная Камчатка, ЗК – западная Камчатка, СЗК – северо-западная Камчатка, ЗШ – залив Шелихова, ПТ – притауйский, ОХ – охотский, ВЛ – возвышенность Лебеда, ИК – ионо-кашеваровский, ИА – ионо-аянский, ИШ – ионо-шантарский, СВС – северо-восточный Сахалин, ВС – восточный Сахалин

Обловы ихтиопланктона и оценка численности выметанной икры осуществлялись по общепринятым методикам (Расс, 1953; Расс, Казанова, 1966; Аксютин, 1968; Smith & Richardson, 1977). Для этого выполнялись вертикальные обловы икры сетью ИКС-80 со скоростью выборки 0,7-0,8 м/сек в слое 200-0 м, либо от дна до поверхности на меньших глубинах. Стадии развития икры минтая определялись по шкале Н.Н. Горбуновой (1954).

Траления выполнялись разноглубинным тралом РТ/ТМ 57/360, оснащенным мелкоячеистой вставкой дели (10 мм) на последних 10 м кутца. Продолжительность тралений составляла 1 час, в редких случаях (например, при сложной ледовой ситуации в месте траления) 20-30 минут. Для каждого траления с помощью акустических приборов определялось

вертикальное и горизонтальное раскрытие трала. Если высота записи была меньше, чем вертикальное раскрытие трала, траление выполнялось в одном горизонте. При большом вертикальном развитии записи как однородной, так и различной плотности, облов производится по слоям “ступенчатым” способом (Мельников, 2006). При обнаружении придонных записей минтая траления выполнялись непосредственно у грунта с касанием его нижней подборой. В процессе траления определялся коэффициент объемности, который рассчитывался как отношение высоты обловленного скопления к вертикальному раскрытию трала (Волвенко, 1998).

Оценка запасов производилась по результатам учетов икры и размерно-возрастного состава с разделением на неполовозрелых и половозрелых рыб по всему размерно-возрастному ряду по методике, разработанной Н.С. Фадеевым (Fadeev, 1989; Фадеев, 1999).

1.2. Анализ распределения икры и молоди минтая

Обобщение материалов по икре и молоди было выполнено с помощью метода, использованного Н.С. Фадеевым и А.В. Смирновым (1993). Для анализа пространственного распределения минтая на этих этапах жизни по уловам и площади была рассчитана средняя численность икры по стадиям развития и молоди минтая первых четырех возрастных групп по квадратам 30 минут по широте и 1 градус по долготе. За скопления икры или молоди были приняты квадраты с численностью свыше 0,5% от общего их количества на всей обследованной акватории. Оценка направления и скорости переноса икры и личинок течениями была выполнена с помощью методики, использованной ранее О.Г. Золотовым (Золотов и др., 1987; Золотов, 1991). Для этого для всех стадий икры по отдельности и личинок рассчитывали условные центры их дислокации в последовательно проводившихся съемках, а также длительность отдельных этапов эмбриогенеза в зависимости от средней температуры воды в слое 0-50 м, в котором происходит развитие икры. Условные центры для икры и личинок определялись как средневзвешенные координаты (широта и долгота) относительно их количества на станциях на полигоне съемок. Также данная методика была использована для определения направления миграций неполовозрелого минтая в первые четыре года жизни.

1.3. Оценка урожайности поколений минтая

Для оценки урожайности была проанализирована численность по возрастам у 33-х поколений минтая, появившихся в северной части Охотского моря в период с 1975 по 2007 гг. Урожайность минтая оценивали по пятибалльной шкале, разработанной автором: 1 – низкоурожайное, 2 – неурожайное, 3 – среднеурожайное, 4 – урожайное, 5 – сверхурожайное поколения. За критерий урожайности были приняты границы доверительных интервалов средней численности рассматриваемых поколений одного возраста. К среднеурожайным поколениям были отнесены поколения, численность которых в конкретном возрасте не выхо-

дили за пределы верхней и нижней границы доверительного интервала среднего при надежности 0,80. К урожайным и неурожайным были отнесены поколения, численность которых была выше или ниже упомянутых границ, но не выходила за пределы доверительного интервала при надежности 0,99. Соответственно, к сверхурожайным и низкоурожайным были отнесены поколения, численность которых была выше или ниже границы доверительного интервала среднего при надежности 0,99.

Глава 2. Особенности циркуляции вод Охотского моря

По литературным данным рассматриваются особенности циркуляции вод в северной части Охотского моря, ее основные элементы, их межсезонная и межгодовая изменчивость, термический режим в течение года. Приводятся данные по межгодовой изменчивости климато-океанологической ситуации и типизация гидрологических условий по ледовитости, а также обобщенные схемы циркуляции вод в весенний период ледовитых (холодных) и малоледовитых (теплых) зим.

Глава 3. Экология и сроки размножения минтая в северной части Охотского моря

В главе представлены основные этапы изучения нереста и распределения икры минтая в северной части Охотского моря. Приводится информация об экологии размножения минтая: расположении нерестилищ и скоплений икры, сроках и продолжительности нерестового периода, количестве нерестовых подходов, характере икрометания, условиях нереста и эмбрионального развития, продолжительности эмбриогенеза в зависимости от температуры воды, изменчивости диаметра икры на нерестилищах и особенностях вертикального распределения икры и личинок.

На акватории северной части моря икра минтая встречается практически повсеместно, ее скопления наблюдаются у западной Камчатки, в заливе Шелихова, к югу от Тауйской губы, на возвышенности Лебеда, в районе о. Ионы и у восточного Сахалина. Продолжительность нерестового периода минтая составляет около 8 месяцев. Сроки размножения на западных нерестилищах относительно восточных сдвигаются на более поздние, и массовый нерест в районе о. Ионы и у северо-восточного Сахалина проходит на 30-40 суток позже, чем у западной Камчатки. Самый продолжительный период размножения минтая (5-6 месяцев), характерен для западнокамчатского нерестилища, массовый нерест происходит в апреле. Из анализа литературных данных и собственных наблюдений следует, что это связано с несколькими нерестовыми подходами минтая (от 2 до 4) в этот район в течение нерестового сезона. По нашим данным, при высоком уровне запасов минтая нерестовые подходы наблюдались в конце февраля и в марте, к концу 1990-х при снижении запасов подходы минтая на нерест в эти месяцы стали кратковременны и почти незаметны.

К настоящему времени в северной части Охотского моря выявлены все основные нерестилища минтая. По распределению нерестовых особей, икры, личинок и молоди минтая первых двух возрастных групп в северной части Охотского моря были выделены три крупных, географически разобщенных центра воспроизводства минтая: западнокамчатский шельф, залив Шелихова и североохотоморский район (Фадеев, Смирнов, 1993). Однако вопросы, связанные с межгодовой изменчивостью нереста и особенностями распределения икры и молоди минтая в пределах основных центров воспроизводства остались до конца неизученными.

Глава 4. Распределение икры и личинок минтая по результатам ихтиопланктонных съемок 1983-2009 гг.

4.1. Среднемноголетние особенности распределения икры в северной части Охотского моря

Обобщение материалов ихтиопланктонных съемок за 27 лет показало, что на фоне практически непрерывного распределения икры отчетливо выделялись районы ее повышенных концентраций, в которых было сосредоточено 82% от общего количества икры, что позволяет говорить о стационарности и локальности районов нереста. Скопления икры распределялись преимущественно на шельфе: у западной Камчатки в диапазоне глубин 50-150 м (66,0%), в североохотоморском районе – 150-200 м (70,4%) и у восточного Сахалина – 50-150 м (74,5%). Исключение составлял залив Шелихова, где 55,3% икры концентрировалась над глубоководным желобом.

По количеству икры, которое в среднем распределялось по районам, в период массового нереста наиболее важным для воспроизводства минтая является западнокамчатский район (45,3%), незначительно уступает ему североохотоморский (36,3%), затем следует залив Шелихова (17,5%), и у восточного Сахалина (1,0%) находится незначительный район воспроизводства минтая.

4.2. Межгодовая изменчивость распределения икры в основных районах воспроизводства

Западная Камчатка. Анализ особенностей распределения икры в течение нерестового сезона показал, что в марте нерест минтая проходит преимущественно в центральной части западнокамчатского шельфа, в период массового нереста (апрель) минтай нерестится вдоль всего полуострова, а в мае и июне на завершающем этапе – нерест минтая наблюдается в южной части района. В конце 1990-х гг. происходило постепенное снижение нерестовой активности минтая в марте и к 2000 г. существенных скоплений икры в этот месяц не наблюдалось. В период массового нереста более 70% икры на I стадии развития распределялось в зоне шельфа (<200 м), доля икры на III-IV стадиях развития за его пределами была выше,

так как в начале нерестового сезона нерест минтая у камчатского побережья идет на внешнем шельфе.

Для периода массового нереста минтая по расположению скоплений икры I стадии развития были выявлены годы, когда наблюдался преимущественно «южный» или «северный» типы нереста. В 1984-1987 гг. минтай нерестился преимущественно к югу от 56° с.ш., в 1988 и 1989 гг. – к северу от 54° с.ш. В период 1990-1993 гг. нерест проходил как на юге, так и на севере полигона. С 1994 г. по 1999 г. преобладал «северный» нерест, в 2000-2002 г. минтай нерестился и на юге, и на севере. Начиная с 2004 г. минтай нерестится преимущественно в южной части шельфа. На расположение районов преимущественного нереста и агрегации икры оказывает влияние положение и выраженность основных течений – Западно-Камчатского и Компенсационного, а также антициклонических циркуляций на шельфе, что наиболее отчетливо проявляется в разные по океанологическим условиям типы лет.

У западной Камчатки в 1984-2000 гг. в течение одного нерестового сезона в смежные месяцы выполнялось от 2 до 4 съемок, это позволило оценить направление и величину дрейфа икры минтая в процессе развития. В большинстве случаев наблюдался северный дрейф икры со скоростью 2,4-9,6 см/сек, что соответствует скорости Западно-Камчатского течения. Протяженный северный дрейф икры (122-301) км был отмечен в 1984, 1985, 1987, 1997, 2000 гг., а в 1986, 1990, 1999 гг. он был незначителен (73-89 км). Дрейф икры на юг (1988, 1991 гг.) и запад (1996, 1998 гг.) отмечался гораздо реже, был незначителен (18-82 км) и наблюдался в пределах локальных круговоротов. Анализ скоростей дрейфа икры, продолжительности эмбриогенеза минтая, длины (910 км) и ширины (110 км) камчатского шельфа показал, что вынос икры минтая за пределы западнокамчатского нерестилища незначителен. При «северном» типе нереста в годы с протяженным северным дрейфом наблюдался занос икры минтая в процессе развития в зал. Шелихова.

Залив Шелихова. Для этого района характерно однотипное распределение икры и личинок минтая в межгодовом плане. Основное количество (свыше 85%) икры на I стадии развития распределяется над глубинами свыше 200 м. Это связано с тем, что нерест идет над глубоководным желобом, воды которого, благодаря влиянию северной ветви Западно-Камчатского течения, теплее относительно окружающих желоб вод. Икра II-IV стадии и личинки распределяются не только над желобом, но и в зоне шельфа, включая мелководье на севере и западе залива. Из анализа распределения икры и личинок следует, что они не выносятся из залива, что согласуется с современными представлениями о существовании весной в заливе обширного антициклонического круговорота (Фигуркин, 2003). Анализ распределения икры и личинок, выполненный по серии съемок в 1988 г., показал, что в мае-июле происходил их занос из района северо-западной Камчатки. Ориентировочно доля приносимой в

залив икры III-IV стадий развития составляла 6,3%, а доля приносимых личинок увеличивалась в эти месяцы от 11,8% до 76,2% от их численности в заливе. Обычно численность икры в заливе Шелихова примерно в 3 раза ниже, чем у западной Камчатки. В то же время в 1986, 1990, 1999, 2000, 2004 гг. численность икры на этих двух нерестилищах существенно не различалась или было примерно равной, что указывает на значимость этого района для воспроизводства минтая.

Североохотоморский район. Скопления икры в этом районе наблюдаются напротив Тауйской губы и в северо-центральной части моря между 144°-150° в.д. Обычно 60-96% икры распределялось на шельфе (<200 м) и только в 1988 г. и 2000 г. ее доля в зоне шельфа составляла 36,6% и 47,7%. Типизации нереста по распределению икры I стадии развития показала, что в половине случаев (1985, 1987, 1990, 1991, 1996, 1999, 2002, 2004-2007 гг.), свыше 70% от численности икры было учтено к востоку от 148° в.д., в 9 случаях (1986, 1988, 1989, 1992, 1995, 1997, 1998, 2000, 2001 гг.) икра распределялась к западу и востоку от упомянутой долготы примерно поровну, а в 1984, 2008, 2009 гг. – наблюдалась к западу от 148° в.д. Расположение нерестилищ по годам связано с распространением на запад отепляющего воздействия северной ветви Западно-Камчатского течения и степенью выхолаженности шельфовых вод на севере района. Восточная часть североохотоморского района, независимо от гидрологического типа года, всегда находится в зоне влияния северной ветви Западно-Камчатского течения, поэтому наиболее благоприятна для нереста минтая.

Анализ распределения икры на I и III-IV стадиях развития показал, что в процессе развития икра минтая может сноситься в северо-западном направлении. Это подтвердили и расчеты дрейфа икры, выполненные по материалам повторных съемок 1985 г. В то же время съемки 1984 г. показали, что икра может дрейфовать в восточном и северо-восточном направлениях. В обоих случаях перенос икры был направлен в сторону малых глубин, а вынос за пределы шельфа был незначителен. Дрейф составлял от 74 до 154 км, или 4,5 - 9,4 см/сек, что соответствует скорости Северо-Охотского течения и его противотечения.

Восточный Сахалин. Икра минтая распределялась узкой полосой вдоль всего побережья, ее скопления наблюдались между 50°-53° с.ш. В среднем за рассматриваемый период 95% от численности икры на I стадии развития распределялось на шельфе. Расположение повышенных концентраций икры I и III-IV стадий практически не отличалось, что позволяет предположить, что вынос икры в процессе развития за пределы нерестилища минимален.

Глава 5. Распределение молоди по результатам траловых съемок

5.1. Общие закономерности распределение молоди в 1980-е гг.

По литературным и фондовым данным в летне-осенний период сеголетки обитают в водах шельфа и свала глубин, их скопления в общих чертах соответствуют районам, в кото-

рых весной наблюдались скопления производителей и икры. У западной Камчатки, в заливе Шелихова и к югу от Тауйской губы скопления сеголеток наблюдались практически ежегодно. Для западных районов характерна значительная межгодовая изменчивость численности сеголеток, иногда их численность здесь могла в несколько раз превышать численность на востоке моря. Распределение двухлеток и сеголеток в целом сходно и отличается лишь более мористым распределением двухлеток. Трех- и четырехлетки еще больше смещены в мористую сторону. В целом молодь минтая не совершает протяженных миграций и в основном обитает в присвальной части шельфа и в водах материкового склона, преимущественно в восточной части моря в районе впадины ТИНРО.

5.2. Особенности распределения молоди по данным за 1998-2009 гг.

Анализ распределения молоди, выполненный по материалам траловых съемок 1998-2009 гг. выявил ряд особенностей ее распределения в весенний период. Скопления годовиков (88%) наблюдались в районах основных нерестилищ и в целом соответствовали особенностям распределения икры. У западной Камчатки и у восточного Сахалина годовики обитали преимущественно на внутреннем шельфе (50-150 м), в североохотоморском районе – ближе к краю шельфа и по его кромке (100-200 м), в заливе Шелихова были широко распространены на акватории, но их наибольшие концентрации наблюдались над глубоководным желобом (200-300 м). В течение второго года жизни минтай смещался в сторону свала глубин и концентрировался на склонах впадины ТИНРО (рис. 2). Трех- и четырехгодовики более полно осваивали район впадины ТИНРО, смещаясь в мористую сторону. В сумме на восточных, северных и западных склонах впадины ТИНРО распределялось 89,4% двухгодовиков, 82,7% трехгодовиков и 80,0% четырехгодовиков, что свидетельствует, что этот район является основным районом обитания молоди минтая в возрасте старше года в северной части Охотского моря. Более мелкие скопления молоди выделялись на северо-западных склонах впадины Дерюгина, у юго-западной Камчатки и у восточного Сахалина (рис. 2). Суммарная доля от количества каждой возрастной группы для этих скоплений колебалась от 1,7 до 11%. Сезонные различия заключались в том, что в зимне-весенний период молодь старше года концентрировалась за пределами шельфа в районе впадины ТИНРО, а в летне-осенний часть ее выходила на шельф, в том числе в заливе Шелихова, что, вероятно, связано с изменчивостью гидрологических условий в течение года.

Расчет генеральных направлений миграции молоди минтая по районам воспроизводства показал, что от одного года к двум минтай смещался из районов нерестилищ в сторону материкового склона. В дальнейшем миграция в мористые районы продолжалась, и в возрасте четыре года молодь минтая распределялась над большими глубинами (табл. 1). Направления миграции молоди минтая в основных районах воспроизводства различались

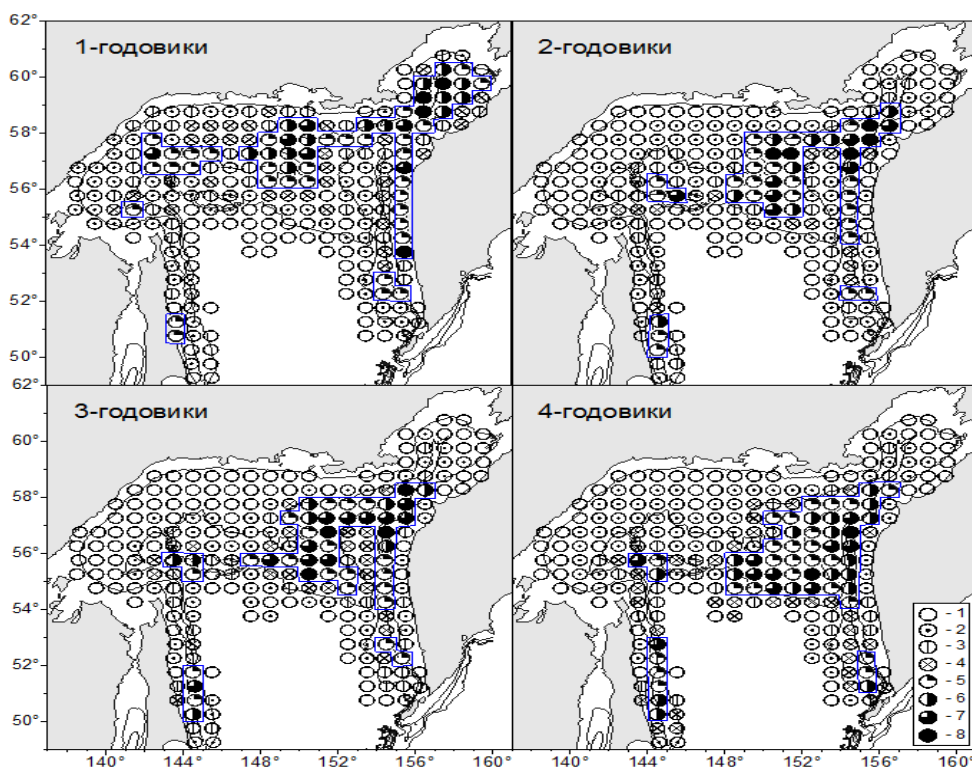


Рис. 2. Распределение молоди минтая в среднем за апрель-июнь 1998-2009 гг. Условные обозначения: 1- 0; 2- $< 0,01\%$; 3- $0,011-0,1\%$; 4- $0,11-0,5\%$; 5- $0,51-1,0\%$; 6- $1,1-2,0\%$; 7- $2,1-5,0\%$; 8- $> 5,0\%$

и были обусловлены расположением нерестилищ относительно района впадины ТИНРО. Расчеты показали, что миграция минтая в возрасте от одного года к двум была наиболее протяженной и в среднем составляла у камчатского побережья 200 км, в заливе Шелихова – 80 км и в североохотоморском районе – 135 км. У минтая в возрасте от двух лет и старше протяженность миграций была незначительна (40-60 км).

Глава 6. Особенности распределения ранних стадий жизни и молоди минтая при разном уровне его запасов в северной части Охотского моря

6.1. Состояние запасов и оценка урожайности поколений минтая

Оценка урожайности поколений минтая, появившихся в северной части Охотского моря в период с 1975 по 2007 гг., выполненная по пятибалльно шкале по первым 9-ти возрастным группам показала, что: сверхурожайными были 5 поколений (1977, 1978, 1988, 1989, 2004), урожайными – 9 (1975, 1976, 1979, 1980, 1986, 1987, 1995, 1997, 2005), среднеурожайными – 6 (1981, 1984, 1985, 1990, 2000, 2002), неурожайными – 7 (1994, 1996, 1998, 1999, 2003, 2006, 2007), низкоурожайными – 6 (1982, 1983, 1991, 1992, 1993, 2001). Оценка урожайности поколений этим способом позволяет определять урожайность только в ретроспективном плане. При прогнозировании состояния запасов важно получить оценки урожайности как можно раньше, что позволяет предсказывать эффективность и перспективы промысла.

Таблица 1
Распределение молоди минтая над разными глубинами в %

Район	Западная Камчатка				залив Шелихова				Североохотоморский р-н				Восточный Сахалин				
Возрастная группа	1-год.	2-год.	3-год.	4-год.	1-год.	2-год.	3-год.	4-год.	1-год.	2-год.	3-год.	4-год.	1-год.	2-год.	3-год.	4-год.	
Диапазон глубин, м	50-100	48.8	0.4	0.4	0.9	10.7	0	0.2	0.7	0.1	0	0	0	35.2	4.6	2.8	2.6
	101-150	21.2	9.5	8.9	9.7	11.7	0.9	1.4	1.1	35.8	0.8	0.2	0.3	45.4	45.2	7.9	9.0
	151-200	15.0	25.2	10.1	10.1	12.9	15.7	57.9	69.3	30.7	10.5	5.0	5.5	17.9	24.7	47.3	12.8
	201-300	8.9	43.8	49.3	21.0	57.3	75.9	26.5	21.6	28.8	65.4	55.7	23.2	1.5	23.9	36.8	26.1
	301-400	3.8	18.3	20.3	25.1	7.2	7.4	13.9	7.0	4.5	21.4	27.0	45.1	0	1.6	3.8	23.9
	401-500	2.2	2.3	5.8	24.3	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	1.8	10.9	18.1	0	0	0.8	17.0
	501-1000	0.1	0.5	5.2	8.9	-	-	-	-	0	0.1	1.1	7.7	0	0	0.6	8.6
	>1000	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0.1	0.1	0	0	0	0
Всего	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

Анализ показал, что для этого лучше всего использовать численность 3-х и 4-х годовиков, составляющих ближнее пополнение. Коэффициент корреляции между индексом численности ближнего пополнения (рассчитанным как средняя численность поколения в возрасте 3-4 года), и средней численностью последующих возрастных групп составил 0,75. Сопоставление оценок урожайности по индексам численности ближнего пополнения с оценками по численности первых 9-ти возрастных групп дало хорошие результаты. Всего было сопоставлено 24 пары оценок, из которых в 19 случаях (79,2%) оценки совпадали и в 3 случаях (12,5%) были получены близкие оценки. Точность оценок урожайности поколений подтверждается многолетними данными о вылове и динамике нерестового запаса минтая в северной части Охотского моря.

Все поколения, родившиеся во второй половине 1970-х гг., характеризовались высоким уровнем урожайности. У половины поколений 1980-х гг. был высокий уровень урожайности, а у трех – средний. В 1990-е и 2000-е только по два поколения были урожайными. Эта ситуация показывает, что в 1970-е и 1980-е гг. условия воспроизводства минтая были значительно благоприятнее, чем в 1990-е и 2000-е гг.

На основе данных о межгодовых колебаниях численности и оценок урожайности поколений были выделены три пятилетних периода, характеризующих разное состояние запасов минтая в северной части Охотского моря: высокий уровень – 1986-1990 гг., низкий уровень – 1998-2002 гг., и средний уровень – 2004-2008 гг. (рис. 3).

6.2. Особенности распределения икры и молоди при разном уровне запасов минтая

Из пространственного распределения икры следует, что независимо от состояния запасов минтая в северной части Охотского моря в период 1983-2009 гг., функционировали все его основные нерестилища у западной Камчатки, в заливе Шелихова и североохотоморском районе. При разном уровне запасов наблюдалась изменчивость в расположении нерестилищ в пределах основных районов воспроизводства. При высокой численности минтая (1986-1990

гг.) наблюдались пять скоплений икры: у камчатского побережья – на севере и на юге, в заливе Шелихова и североохотоморском районе – югу от Тауйской губы и в северо-центральной части. Они были локализованы и имели отчетливо различимые границы (рис. 4). При низком уровне запасов (1998-2002 гг.) в основных нерестовых районах границы между скоплениями икры были размыты, икра непрерывно распределялась с юга на север у камчатского побережья с продолжением в зал. Шелихова, и с запада на восток в североохотоморском районе вдоль 200 м изобаты. При среднем уровне запасов (2004-2008 гг.) наблюдалось четыре скопления икры. В восточной части моря условные границы между скоплениями икры были видны также отчетливо, как и при высоком уровне.

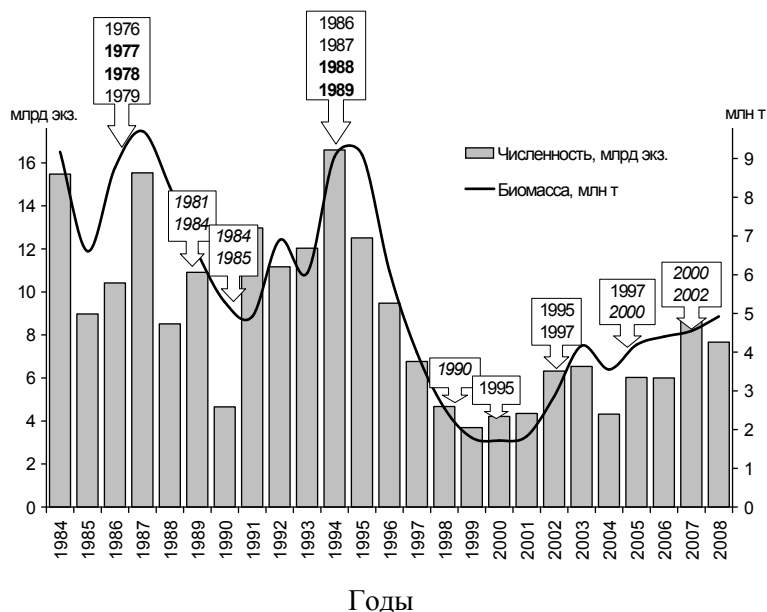


Рис. 3. Динамика численности и биомассы нерестового запаса в северной части Охотского моря. Стрелками обозначены выделяющиеся по численности поколения

У западной Камчатки наблюдалось только южное скопление. В зал. Шелихова скопление икры располагалось над глубоководным желобом. В североохотоморском районе наблюдались как притауйское, так и северо-центральное скопления, однако определить границу между ними было сложно (рис. 4). Сравнение по трем периодам показало, что после периода низкого уровня запасов в пределах районов воспроизводства произошли изменения в расположении основных концентраций икры. Хорошо это было заметно у западной Камчатки, где наблюдалось смещение нерестовой активности минтая в южную часть нерестилища, при этом площадь скопления икры здесь была сопоставима с площадью двух западнокамчатских скоплений в предыдущие периоды.

Особенности распределения икры в рассмотренные периоды были обусловлены межгодовой изменчивостью циркуляции вод в разные по термическому режиму годы. Наши наблюдения охватывают период 27 лет, из которых только 6 лет (1998-2003 гг.) относятся к холодным, а остальные – к теплым по океанологическим условиям (Фигурки, 2003; Фигуркин и др., 2008). При высокой численности минтая в теплые годы (1986-1990 гг.) в восточной части моря скопления икры располагались в зоне влияния северной и шельфовой ветвей Западно-Камчатского течения, при этом северное скопление икры у Камчатки и в заливе Шелихова были приурочены к антициклоническим циркуляциям. В североохотоморском районе к югу

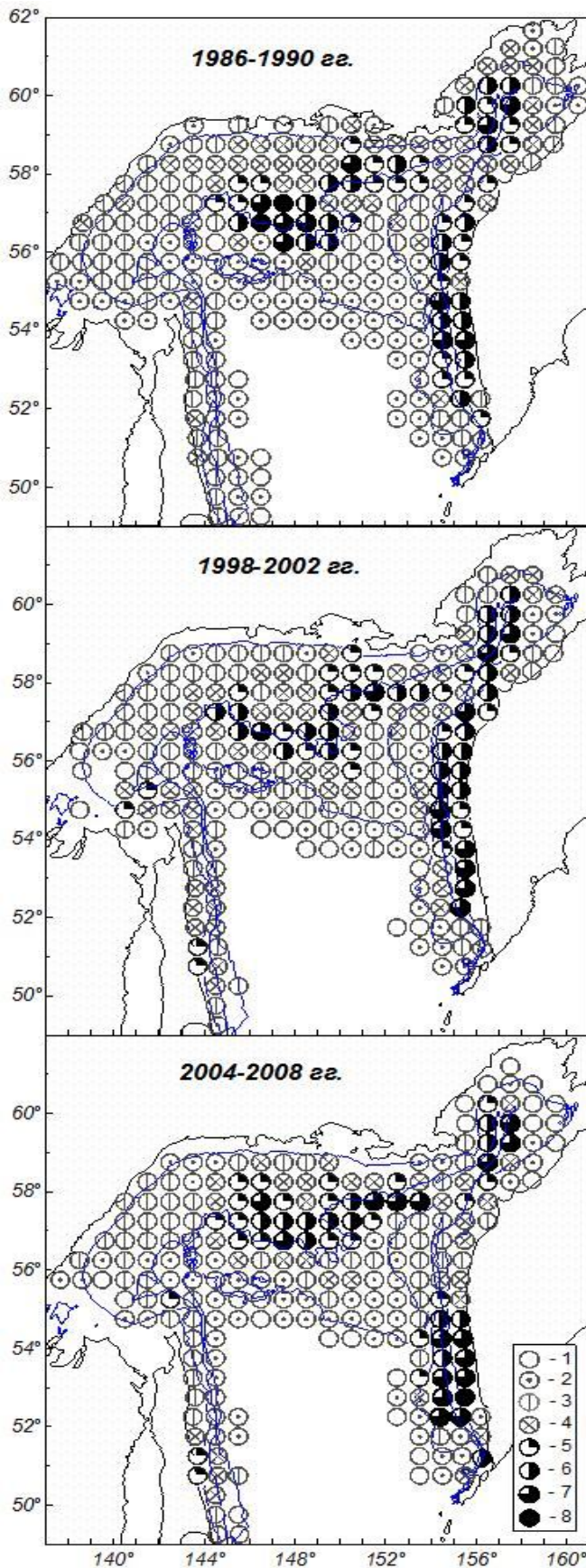


Рис. 4. Распределение икры минтая в среднем по трем периодам. Условные обозначения как на рисунке 2.

от Тауйской губы икра концентрировалась в водах северной ветви Западно-Камчатского течения, а в североцентральной части района – в зоне между Северо-Охотским течением и его противотечением. При низкой численности минтая в холодные годы (1998-2002 гг.) шельфовая ветвь Западно-Камчатского течения не наблюдалась, а преобладал поток южного направления (Компенсационное течение), что вероятно, и было причиной вытянутости скоплений икры вдоль всего побережья Камчатки. Характерной особенностью холодных лет в североохотском районе было то, что северная ветвь Западно-Камчатского течения образовывала антициклоническую циркуляцию к югу от Тауйской губы, к которой и были приурочены концентрации икры. Северо-Охотское течение не наблюдалось, шельф был занят водами с отрицательными температурами. Вероятно, поэтому в североцентральной части моря икра распределялась на внешнем шельфе. Для периода средней численности минтая в теплые годы (2004-2008 гг.) прослеживалась циркуляция вод, характерная для малоледовитых зим, но особенностью было наличие обширной антициклонической циркуляции вод у Камчатки к югу от 55° с.ш., где и наблюдалось скопление икры.

Между численностью минтая и количеством икры, выметанной в период массового нереста, была отмечена прямая зависимость, т.е. чем выше уровень запасов минтая, тем больше выметывалось икры (рис. 3 и рис. 5). Коэффициент корреляции между численностью икры и численностью и биомассой нерестового запаса составил соответственно 0,65 и 0,85. Плотность икры под квадратным метром поверхности от высокого уровня запасов к низкому уменьшалась у западной Камчатки и в заливе Шелихова в 4,2 - 4,6 раз, а в североохотоморском районе в 6,9 - 8,5 раз, площадь скоплений икры в эти периоды отличалась не существенно.

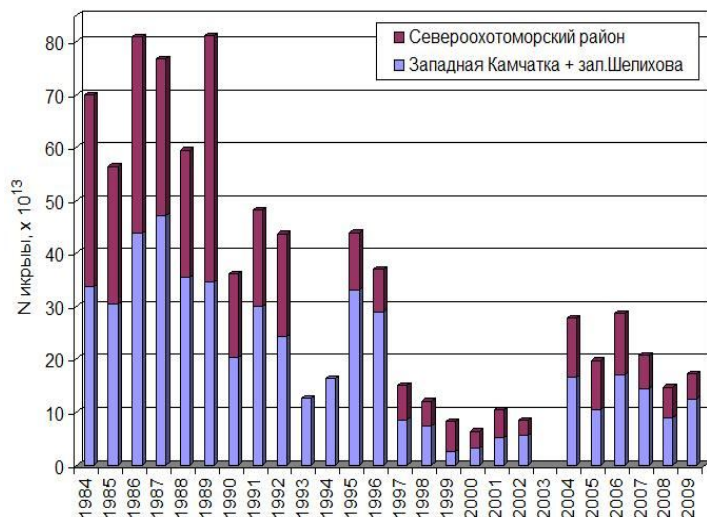


Рис. 5. Численность икры, выметанной в период массового нереста минтая в северной части Охотского моря в 1984-2009 гг. Примечание: для 1993 и 1994 гг. приведена численность икры только для западной Камчатки

преимущественно в центральной части нерестилища (54-56° с.ш.), в заливе Шелихова в его южной части, продолжаясь в район северо-западной Камчатки, в североохотоморском районе – к югу от Тауйской губы и в северо-центральной части. В период средней численности годовики образовывали скопления там же, где наблюдались скопления икры: в южной части камчатского шельфа вдоль изобаты 200 м, в заливе Шелихова, охватывая практически всю акваторию, и на обширной акватории северо-центральной части моря. Распределение двухгодовиков по сравнению с распределением икры и годовиков как при низкой, так и при средней численности минтая отличалось существенно. В восточной части моря двухгодовики обитали за пределами шельфа, преимущественно к северу от 57° с.ш., на склонах впадины ТИНРО, а также в центральной части моря на возвышенности Лебеда (55-56° с.ш.). При среднем уровне запасов характерно было образование скопления двухгодовиков в южной части камчатского шельфа, которое по расположению практически совпадало с концентрациями икры и годовиков.

Из анализа материалов траловых съемок 1998-2009 гг. следует, что вне зависимости от численности минтая скопления годовиков были приурочены к районам нереста. Однако в период с низким уровнем запасов скопления годовиков в пределах основных районов воспроизводства распределялись мористее относительно скоплений икры, на краю шельфа и над материковым склоном. У западной Камчатки годовики распределялись

За период 1990-х и 2000-х гг. наиболее существенно по уровню урожайности отличались неурожайное поколение 1998 г. и сверхурожайное поколение 2004 г., в возрасте три года численность этих поколений различалась в 13,1 раз. В целом скопления икры и годовиков у этих поколений распределялись в одних и тех же районах. Однако годовики 1998 г. рождения в североохотоморском районе распределялись относительно скоплений икры восточнее на краю шельфа и на материковом склоне. Скопления годовиков 2004 г. рождения относительно икры были смещены в противоположном направлении – в сторону шельфа. Наиболее точно совпадали скопления икры и годовиков у западной Камчатки и в зал. Шелихова у поколения 2004 г. Особенности течений в эти годы позволяют предположить, что в 1998 г. минтай на ранних стадиях жизни выносился за пределы шельфа, а в 2004 г. система мезоциркуляционных элементов удерживала икру и личинок в центральной части шельфа североохотоморского района, что способствовало формированию высокой урожайности этого поколения. Для двухгодовиков этих поколений общим было то, что их скопления распределялись на свале глубин в районе впадины ТИНРО и центральной части возвышенности Лебеда. Также отметим, что распределение годовиков 1998 г. рождения было схожим с распределением двухгодовиков поколения 2004 г., это говорит о том, что годовики неурожайного поколения на год раньше оказались на свале глубин, т.е. в районе, где обычно обитают двухгодовики. Вероятно, район свала глубин неблагоприятен для обитания годовиков, т.к. это поколение оказалось неурожайным. Усилить смертность могла и конкуренция с двухгодовиками урожайного поколения 1997 г., которые в больших количествах распределялись на свале возвышенности Лебеда в 1999 г.

Выводы

1. Анализ материалов ихтиопланктонных съемок за 1983-2009 гг. показал стационарность и локальность основных районов воспроизводства минтая в северной части Охотского моря в многолетнем плане. Проведена типизация расположения нерестилищ в пределах западнокамчатского и североохотоморского районов. Выявлены годы с дислокацией нерестилищ минтая на западнокамчатском шельфе на севере или на юге, и на североохотоморском шельфе – на востоке или западе. В заливе Шелихова нерест идет над глубоководным желобом, наблюдается однотипное распределение икры.

2. Установлено, что преобладающее количество икры минтая в процессе эмбриогенеза не выносится за пределы основных районов воспроизводства. Перенос икры в пределах нерестилищ является отражением генеральной схемы течений и происходит со скоростью основных водных потоков 2,4 - 9,6 см/сек. Выявлена существенная изменчивость дрейфа икры в северном направлении у камчатского побережья протяженностью 18-301 км, вынос икры в западном направлении незначителен или отсутствует. В годы максимальной интенсивности

Западно-Камчатского течения в зал. Шелихова может происходить занос до 25 % икры западнокамчатского происхождения. В североохотоморском районе икра в процессе эмбриогенеза дрейфует в северо-западном направлении, вынос ее за пределы шельфа незначителен.

3. Выявлено, что в весенний период более 80 % молоди минтая старше 1 года обитает в районе впадины ТИНРО, более мелкие скопления располагаются в районах впадины Дерюгина, юго-западной Камчатки и восточного Сахалина. В течение первого года жизни минтай держится в районах нереста на шельфе, исключая залив Шелихова, где годовики распределяются в южной части глубоководного желоба. Направление миграций молоди старше года было обусловлено положением нерестилищ относительно района впадины ТИНРО. Миграция от одного к двум годам была наиболее протяженной и варьировала от 80 до 200 км, а у следующих возрастных групп не превышала 40-60 км.

4. Оценка урожайности по пятибалльной шкале показала, что из поколений, родившихся в северной части Охотского моря в период 1975-2009 гг. сверхурожайными были 5, урожайными – 9, среднеурожайными – 6, неурожайными – 7, низкоурожайными – 6 поколений. Для прогноза численности поколения оценку урожайности необходимо выполнять по индексу численности трех- и четырехгодовиков.

5. При разном уровне запасов минтая в северной части Охотского моря наблюдалась изменчивость в расположении нерестилищ в пределах основных районов воспроизводства. При высокой численности нерестового запаса наблюдалось пять скоплений икры с хорошо различимыми границами: у камчатского побережья – на севере и на юге, в североохотоморском районе – к югу от Тауйской губы и в северо-центральной части, а также в заливе Шелихова. В период низкой численности скопления икры наблюдались в этих же районах, но были вытянуты в восточной части моря с юга на север, а в североохотоморском районе – с запада на восток. При средней численности у западной Камчатки наблюдалось только южное скопление икры, а в североохотоморском районе граница между скоплениями икры была плохо различима.

6. При разных уровнях запасов годовики были приурочены к районам нереста, но при низкой численности минтая скопления годовиков распределялись на краю шельфа и над материковым склоном и отмечались мористее скоплений икры. Распределение молоди старше 1 года по периодам в целом было схожим, но характерной особенностью периода средней численности было формирование в районе юго-западной Камчатки скопления одно-четырёхгодовиков, чего ранее не отмечалось.

Список публикаций по теме диссертации

Статьи, опубликованные в журналах и изданиях, рекомендованных ВАК:

1. **Овсянников Е.Е.** Размерный состав пелагической икры минтая *Theragra chalcogramma* на нерестилищах северной части Охотского моря // Биол. моря. 2004. Т.30, № 6. С. 479-482.
2. Авдеев Г.В., **Овсянников Е.Е.** Результаты оценки запаса минтая в северной части Охотского моря по ихтиопланктонной съемке в 2005 г. // Изв. ТИНРО. 2006. Т. 145. С. 120-145.
3. Авдеев Г.В., **Овсянников Е.Е.**, Овсянникова С.Л., Жигалов И.А. Особенности нереста минтая в северной части Охотского моря в 2004-2006 гг. // Изв. ТИНРО. 2008. Т. 152. С. 80-90.
4. **Овсянников Е.Е.** Оценка урожайности поколений минтая в северной части Охотского моря // Изв. ТИНРО. 2009. Т. 157. С. 64-80.

Статьи, опубликованные в других и иностранных изданиях:

1. **Овсянников Е.Е.** Особенности распределения икры минтая у западной Камчатки // Изв. ТИНРО. 1999. Т. 126. С. 246-251.
2. **Овсянников Е.Е.** Влияние разноса развивающейся икры на урожайность поколений западнокамчатского минтая // Вопр. рыб-ва. 2001. Т.2, № 4(8). С. 708-712.
3. **Фадеев Н.С., Овсянников Е.Е.** Распределение минтая в северной части Охотского моря в зимне-весенний период и динамика нереста // Изв. ТИНРО. 2001. Т. 128. С. 103-124.
4. **Авдеев Г.В., Овсянников Е.Е.** Распределение поколений минтая на первых годах жизни в восточной части Охотского моря. // Изв. ТИНРО. 2001. Т. 128. С. 250-258.
5. Авдеев Г.В., Овсянникова С.Л., **Овсянников Е.Е.** Результаты оценки запаса минтая в северной части Охотского моря по ихтиопланктонной съемке в 2004 г. // Вопр. рыб-ва. 2005. Т. 6, № 2(22). С. 298-325.
6. Figurkin A.L., **Ovsyannikov E.E.** Influence of oceanological conditions of the West Kamchatka shelf waters on spawning grounds and on pollock egg distribution // Proc. of the Second PICES Workshop on the Okhotsk Sea and Adjacent Areas, 1999, Report No 2, pp. 107-114.
7. **Ovsyannikov E.E.** The size composition of the pelagic eggs of walleye pollock *Theragra chalcogramma* in the spawning areas of the northern Sea of Okhotsk // Russian Journal of Marine Biology, Vol. 30, No.6, 2004, pp. 421-425.
8. **Ovsyannikov E.E.** Evaluation of the Productivity of Walleye Pollock Generations in the Northern Sea of Okhotsk // Russian Journal of Marine Biology, 2009, Vol. 35, No.7, 2009, pp. 1-14.
9. **Ovsyannikov E.E., Smirnov A.V., Avdeev G.V.** Walleye pollock research in the open waters of the Okhotsk Sea // PICES Scientific Report, 2009, No. 36, p. 38.

Работы, опубликованные в материалах российских и международных конференций:

1. Авдеев Г.В., **Овсянников Е.Е.**, Овсянникова С.Л. Опыт применения ихтиопланктонного метода для учета запасов минтая Охотского моря // Проблемы изучения, сохран. и восстан. вод. биол. ресурсов в XXI в. : мат-лы. докл. Междунар. науч.-практ. конф. Астрахань: КаспНИРХ, 2007. С. 21-23.
2. Авдеев Г.В., **Овсянников Е.Е.**, Овсянникова С.Л. Современное состояние запасов и перспективы промысла минтая в северной части Охотского моря // Современное состояние водных биоресурсов: мат-лы науч. конф., посвящ. 70-летию С.М. Коновалова. Владивосток: ТИНРО-центр, 2008. С. 9-12.