

УДК 597.562

ХАРАКТЕРИСТИКА НЕРЕСТА МИНТАЯ У СЕВЕРНЫХ КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ И ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ОКОНЕЧНОСТИ КАМЧАТКИ

А. В. Буслов, О. Б. Тепнин



По материалам многолетних ихтиопланктонных съемок, выполнявшихся в 1974–2006 гг., охарактеризован нерест восточнокамчатского минтая на шельфе Северных Курильских островов и Юго-Восточной Камчатки. Установлено, что нерест минтая на шельфе проходит в зоне действия мезомасштабных круговоротов вод циклонического и антициклонического направления, в зонах постоянного затока теплых промежуточных вод. Значимого размножения южнее Четвертого Курильского пролива и в охотоморских водах Северных Курильских островов нет. Икрометание на шельфе начинается в марте и заканчивается в июне. Основное количество икринок выметывается за относительно короткий промежуток времени. Массовый нерест проходит в третьей декаде апреля – первой декаде мая, главным образом на акватории между б. Вестник и о. Шумшу. Интенсивность икрометания на шельфовом нерестилище зависит от численности родительского стада. При низкой численности нерестового запаса восточнокамчатской популяции минтая интенсивность нереста на шельфе минимальна. Икрометание происходит в его северной части. С увеличением родительского стада район воспроизводства расширяется к югу. Наибольшая интенсивность нереста на шельфе отмечается в годы высокой численности производителей. В эти годы и в начальный период снижения численности основное размножение проходит в южной части района воспроизводства — между Камчаткой и Северными Курильскими островами. При достижении родительским стадом среднего уровня численности, нерестилище вновь сокращается в северном направлении.

A. V. Buslov, O. B. Tepnin. Characteristics of walleye pollock spawn near the Northern Kurile Islands and the southeast extremity of Kamchatka // Research of water biological resources of Kamchatka and of the northwest part of Pacific Ocean: Selected Papers. Vol. 9. Petropavlovsk-Kamchatski: KamchatNIRO. 2007. P. 235–245.

The spawn of East Kamchatkan walleye pollock on the shelf off the Northern Kurile Islands and Southeast Kamchatka has been characterized from the huge time span (1974–2006) data pool collected in ichthyoplankton surveys. It has been revealed that walleye pollock spawning on the shelf concentrates in the area of mesoscale water rotations of cyclonic or anticyclonic directions and in the zones of permanent inflow of warm intermediate water masses. Whatever substantial spawning southward from the Fourth Kurile Strait and in the Okhotsk Sea waters adjacent the Northern Kuriles is absent. Spawning on the shelf starts in March and ends in June. Majority of eggs has been spawned for a relatively short period. The mass spawning goes from the third decade of April to the first decade of May, mainly in the area between Vestnik Bay and Shumshu Island. The intensity of spawning in the shelf grounds depends on the abundance of parental stock. Under the poor abundance of parental stock of East Kamchatkan walleye pollock population the intensity of spawning on the shelf is minimal. Spawning occurs in the northern part. As far as the parental stock grows, the area of spawning has been enlarged to the South. The maximum intensity of spawning on the shelf has been recorded in the years of high abundant parental stock. In these years and in the period of initial decrease of the abundance the principle spawning has been concentrated in the southern part of spawning areal between Kamchatka and the Northern Kuriles. On reaching up the average level of stock abundance by the parental stock the area of spawning gets reduced northward again.

О размножении минтая у Северных Курильских островов и юго-восточной оконечности Камчатки известно с 50-х годов прошлого века (Полутов, Трипольская, 1954; Мухачева, 1959). Дальнейшие исследования показали, что это район икрометания восточнокамчатской популяции (Золотов, Антонов, 1986). Относительно недавно у восточнокамчатского минтая было выявлено два типа нереста — глубоководный и шельфовый (Буслов, Тепнин, 2002; Буслов и др., 2004). С учетом этой особенности последующие работы позволили структурировать нерестовую часть ареала данной популяции. Выделено три основных нерестилища: два глубоководных (в каньонах Авачинского и Кроноцкого заливов) и одно шельфовое (у юго-восточной оконеч-

ности Камчатки и Северных Курильских островов) (Буслов и др., 2004). Несмотря на непродолжительный ряд наблюдений за икрометанием в каньонах, особенности функционирования таких нерестилищ освещены достаточно подробно (Буслов и др., 2004; 2006). И наоборот, сведения о шельфовом воспроизводстве восточнокамчатского минтая немногочисленны, хотя учет его развивающихся икринок, посредством ихтиопланктонных съемок, проводится в этом районе с 1974 г. Известно, что основная часть икры у Юго-Восточной Камчатки выметывается на изобатах до 100 м. В отдельные годы «ядро» нереста располагается у Северных Курильских островов (Антонов, Золотов, 1987). Размножение на шельфе приурочено к парным мезомас-

Таблица 1. Количество ихтиопланктонных станций и средние даты съемок, выполненных у Северных Курильских островов и юго-восточной оконечности Камчатки в разные годы

Год	Название судна	Средняя дата съемки	Число станций
1974	РТ «Огонь»	23 апреля	17
1975	СРТМ 8-452	4 мая	12
1976	НПС «Долинск»	19 апреля	13
1977	НПС 8-449	26 апреля	22
1978	НПС 8-449	3 мая	17
1979	НПС 8-459	7 мая	24
1980	СРТМ «Ракета»	19 апреля	41
1980	СРТМ 8-461	10 мая	57
1981	СРТМ «Завитинск»	23 апреля	46
1982	СРТМ «Пограничник Ермолук»	17 апреля	38
1983	СРТМ «Тавричанка»	18 апреля	41
1984	НПС «Мыс Тихий»	27 апреля	45
1985	БМРТ «Таджикистан»	11 апреля	38
1986	СРТМ 8-454	5 мая	58
1986	СРТМ 8-454	30 мая	57
1987	СРТМ «Антия»	6 апреля	54
1987	СРТМ «Антия»	25 апреля	57
1988	РТМС «Гиссар»	11 апреля	43
1989	СРТМ «Тамга»	7 апреля	45
1991	БМРТ	2 апреля	24
1991	«Николаевский корабель»	16 апреля	29
1991	БМРТ «Мыс Юноны»	28 апреля	35
1992	БМРТ «Пауджа»	10 июня	14
1993	СТР «Гефест»	3 мая	33
1994	БМРТ «Мыс Орехова»	2 мая	29
1996	СТР «Ветровой»	27 апреля	21
1998	МФТ «Иоланта»	26 апреля	29
1999	МФТ «Иоланта»	5 мая	24
2000	РТМС «Багратион»	21 марта	14
2000	РТМС «Багратион»	29 апреля	29
2001	РТМС «Багратион»	12 мая	33
2002	РТМС «Багратион»	19 апреля	33
2003	МРТК-316	22 апреля	16
2004	МРТК-316	28 апреля	20
2005	МРТК-316	26 апреля	31
2006	МРТК-316	26 апреля	33
2006	РШ «Хокушин»	26 апреля	32

штабным вихрем «циклон – антициклон» и смещается вместе с ними в юго-западном направлении (Балыкин, Тепнин, 1998). Однако опубликованная информация не дает исчерпывающего представления о закономерностях и особенностях нереста минтая у Северных Курильских островов и Юго-Восточной Камчатки. Например, в своей монографии Л.М. Зверькова (2003) делает вывод, что это район весьма нестабильного воспроизводства минтая. Существует даже предположение о репродук-

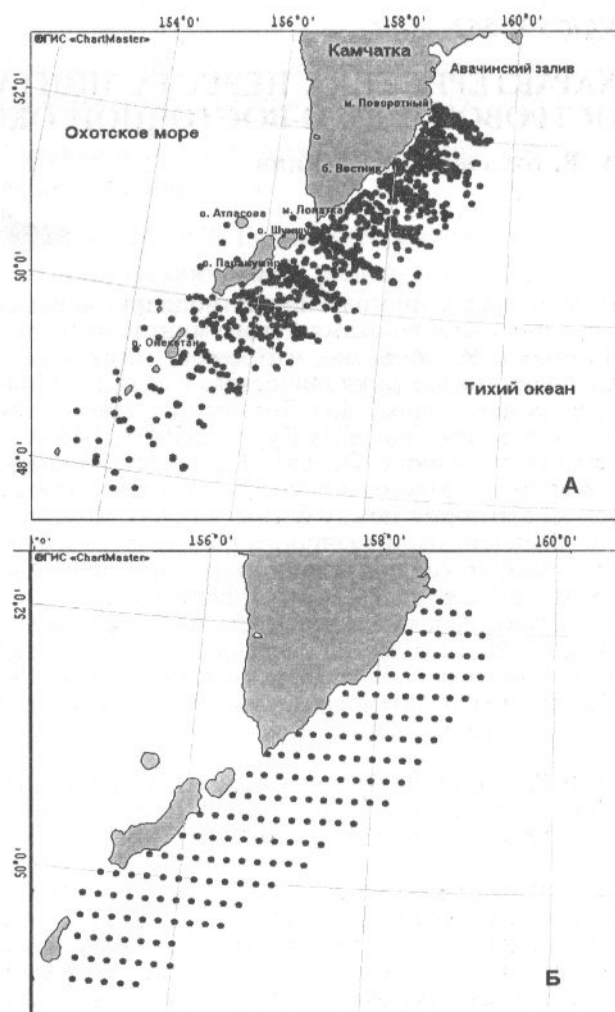


Рис. 1. Расположение ихтиопланктонных станций у юго-восточной оконечности Камчатки и Северных Курильских островов, выполненных в 1974–2006 гг. (А), и стандартизованная сетка станций для расчетов распределения икры (Б)

тивной изоляции минтая Северных Курил и Юго-Восточной Камчатки (Иванов, 1999). Таким образом, представляется весьма актуальной задачей обобщить материалы об икрометании минтая в этом районе на основании многолетних наблюдений. Кроме того, исследование вопросов воспроизводства на шельфе юго-восточной оконечности Камчатки и Северных Курильских островов важно с точки зрения рационального использования ресурсов минтая, так как, согласно действующей схеме рыбопромыслового районирования, величина общего допустимого улова восточнокамчатского минтая распределяется отдельно для вод Камчатки и Курил.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В основу настоящей работы положены материалы ихтиопланктонных съемок, выполненных в тихо-

океанских водах Камчатки и Северных Курильских островов в 1974–2006 гг. (табл. 1). Проанализированы пробы, собранные на 1240 станциях, расположенных южнее м. Поворотный (рис. 1А). Съёмки выполняли ихтиопланктонной сетью ИКС-80, которой облавливали вертикальный слой воды «дно-поверхность» или 200 м — поверхность. Пробы фиксировали в 4% формалине для последующей камеральной обработки. Из улова отбирали икринки минтая, их количество подсчитывали. Для определения стадий развития икры использовали шкалу Т.С. Расса (Расс, Казанова, 1966). За годы исследований сетка станций не носила стандартного характера, поэтому данные унифицировали следующим образом. Для каждой съёмки строили карты распределения икринок, используя метод сплайн-аппроксимации, реализованный в ГИС «Картмастер». Затем на полученные карты накладывали регулярную сетку станций с шагом в 10' по широте и долготе (рис. 1Б). В узлах стандартной сетки снимали значения плотности распределения икринок. Таким образом, все съёмки были приведены к единой системе координат, позволяющей проводить осреднение результатов.

С 2000 г. ихтиопланктонные станции сопровождалась гидрологическими наблюдениями посредством зондирующего комплекса SBE-19 plus. Измеряли температуру и электропроводность воды. Унификацию данных за разные годы проводили по той же схеме, что и для икры.

Расчеты суточной продукции икры проводили по методике, которую применяли ранее для глубоководных нерестилищ (Буслов и др., 2004). Для этого среднюю продолжительность I стадии приняли равной 8 суткам, исходя из среднемноголетних термических условий икротетания на шельфе и формулы расчета продолжительности эмбриогенеза, предложенной О.Г. Золотовым с соавторами (1987). В качестве координат условного центра нереста использовали широту и долготу, рассчитанные взвешенно к учтенному количеству икры на I стадии развития на каждой станции.

Оценки нерестового запаса восточнокамчатского минтая выполнены методом ВПА. Для расчетов количества производителей использовали многолетние данные о вылове и возрастном составе половозрелых рыб этой популяции. Авторы глубоко признательны О.А. Ильину за помощь в расчетах.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования глубоководного нереста восточнокамчатского минтая показали, что икротетание в каньонах — это адаптация к комплексу квазиста-

ционарных гидрологических условий, формирующихся на локальных участках (Буслов и др., 2006). В этой связи интересно рассмотреть влияние этих условий на функционирование шельфового нерестилища популяции.

По своей структуре воды Тихого океана, прилегающие к полуострову Камчатка, относятся к западной разновидности субарктического типа стратификации. Они подразделяются на три области, характеризующиеся различным гидрологическим режимом: шельфовую, зону Восточно-Камчатского течения, относящуюся к свалу глубин, и зону открытого океана (Булатов, Лобанов, 1983). Говоря о шельфовой зоне, необходимо отметить, что у побережья Камчатки и Северных Курильских островов суммарный поток в пределах слоя от поверхности до дна складывается из постоянного течения юго-западного направления и периодических приливо-отливных течений с неправильным суточным циклом (Храпченков, 1989). Важной характеристикой динамического состояния вод района является генерация и распространение среднemasштабных вихревых образований (Балыкин, Тепнин, 1998). Они относительно устойчивы по своему положению и обусловлены особенностями рельефа — резкими выступами шельфа или ложбинами (рис. 2). Ранее не раз отмечалась приуроченность нереста минтая на шельфе Охотского моря к районам существования мезомасштабных циркуляций, которые, как считается, препятствуют разносу икры (Карманов, 1982; Васильков, Глебова, 1984; Варкентин и др., 2001). В районе исследований стационарными можно назвать подъем вод и антициклонический ринг на расширении шельфа южнее м. Поворотный, циклонический вихрь на траверзе бухты Вестник и антициклонический к юго-западу от него. Такая картина характерна для весенних месяцев, когда здесь проводятся ихтиопланктонные съёмки, и подтверждается картами пространственного распределения температуры и солености в горизонте 50 м, построенными по осредненным данным за 2000–2006 гг. (рис. 3). Подъемы более теплых и соленых вод соответствуют стационарным вихревым образованиям с антициклональной направленностью, и наоборот, «пятна» холодных, распресненных вод приурочены к циклоническим вихрям, что прослеживается на разрезе, проходящем по шельфовой зоне (рис. 4).

Таким образом, в период нереста минтая воды в пределах шельфа юго-восточной оконечности Камчатки и Северных Курильских островов достаточно динамичны. Система элементов, формирующих гидрологический режим в этом районе,

стационарна и включает районы постоянного затока теплых глубинных вод на шельф. Эта особенность, по всей видимости, весьма важна для эффективности воспроизводства восточнокамчатского минтая. Например, ранее было отмечено, что икрометание в каньонах приурочено к зоне тепло-го промежуточного слоя (Буслов, Тепнин, 2002; Буслов и др., 2006). Кроме того, расположение нерестилищ минтая в районах залива таких водных масс обнаружено и в Охотском море (Фигуркин, 2003). Следовательно, есть основания полагать, что существование в шельфовых водах Юго-Восточной Камчатки и Северных Курильских остро-

вов нерестилища минтая обусловлено формированием здесь благоприятных условий, в которых характер гидрологического режима и его постоянство играют важную роль.

Достоверные представления о пространственном положении нерестилища дает анализ распределения икринок на I стадии развития, продолжительность которой в этом районе не превышает 7–10 суток (Антонов, Золотов, 1987). Как видно по материалам многолетних наблюдений, икрометание проходит в шельфовой зоне от м. Поворотный до южной части о. Парамушир (рис. 5). Самые плотные скопления икринок располагаются узкой

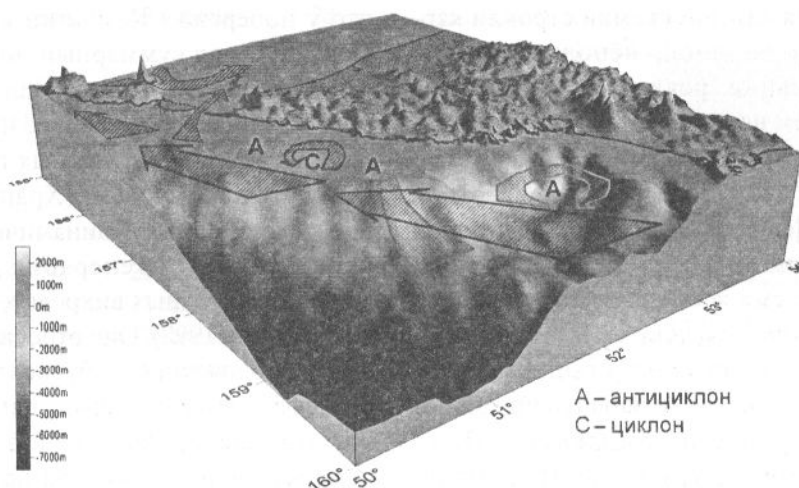


Рис. 2. Генерализованная схема течений у юго-восточного побережья Камчатки

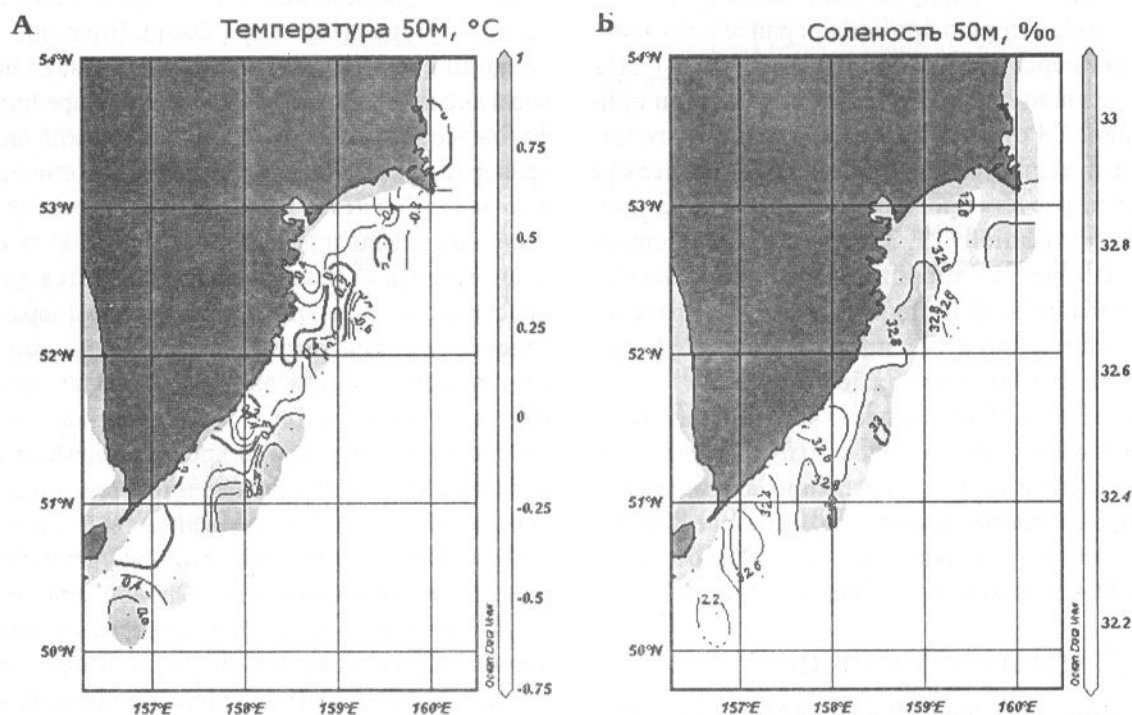


Рис. 3. Пространственное распределение температуры (А) и солености (Б) в горизонте 50 м, по данным апрельских съемок 2000–2006 гг.

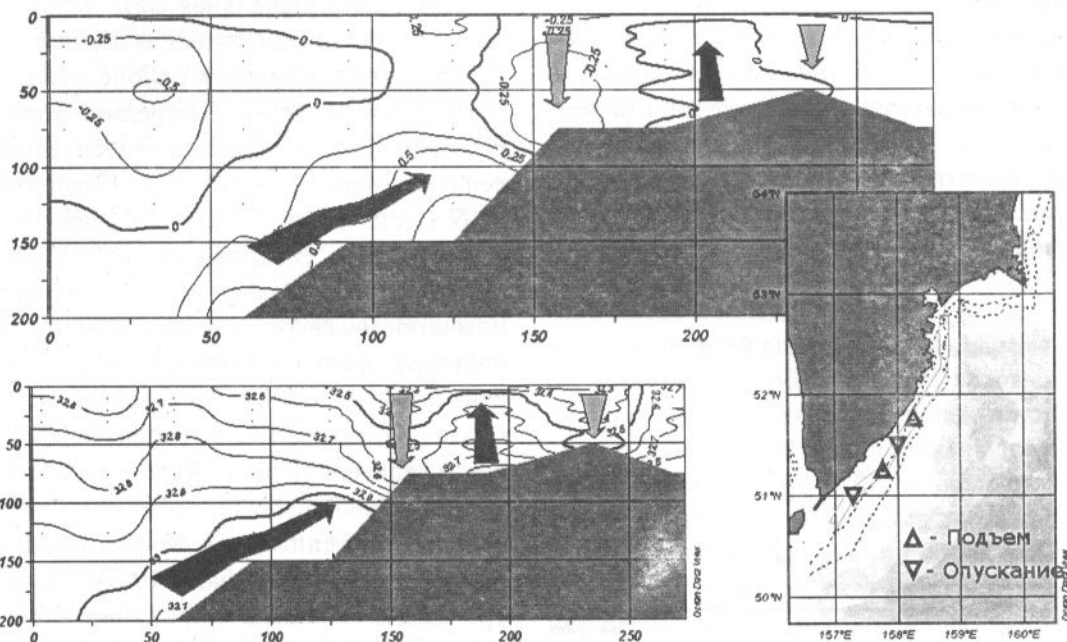


Рис. 4. Вертикальное распределение температуры и солености на вдольбереговом разрезе у юго-восточного побережья Камчатки. Стрелками указаны зоны подъема и опускания вод

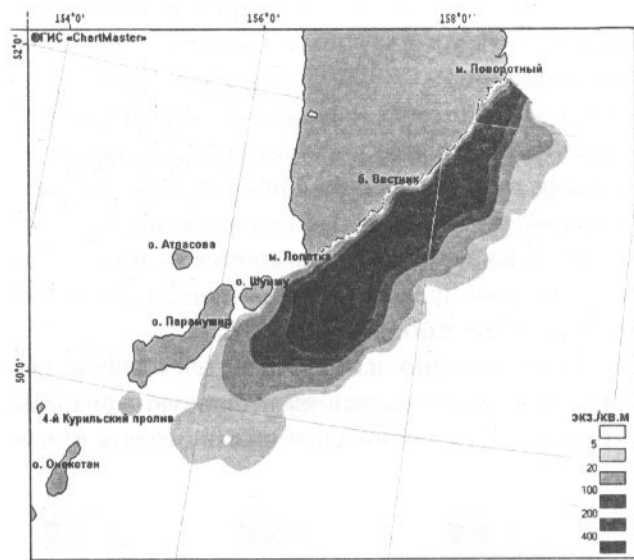


Рис. 5. Генерализованное (1974–2006 гг.) распределение икринок минтая на I стадии развития в водах Северных Курильских островов и юго-восточной оконечности Камчатки

полосой в пределах изобат до 100 м и соответствуют местоположению вышеописанных мезомасштабных вихрей. В отдельные годы концентрация икринок на I стадии развития достигала здесь 8–14 тыс. экз. под м². Южнее Четвертого Курильского пролива значимого нереста нет. В ихтиопланктонных пробах, собранных в разные годы южнее и мористее о. Онекотан, икринок обнаружено не было. У самого острова уловы были единичны и концентрации не превышали 4 экз. под м². С охо-

томорской стороны Северных Курильских островов штучные поимки икринок отмечены только у о. Парамушир.

Результаты многолетних ихтиопланктонных съемок позволяют оценить не только пространственные, но и темпоральные аспекты нереста. В качестве показателей интенсивности икрометания можно использовать максимальный улов икринок на I стадии развития и величину суточной продукции икры, соотнесенные к средней дате проведения каждой отдельной съемки (рис. 6). У Северных Курильских островов исследования выполнялись не во все годы, поэтому расчет продукции икры проводили только для района Юго-Восточной Камчатки.

Из рисунка 6 можно сделать вывод, что нерест у Юго-Восточной Камчатки начинается во второй половине марта и заканчивается в июне. Наибольшие продукционные показатели и максимальные уловы икринок наблюдаются на протяжении третьей декады апреля – первой декады мая. После этого интенсивность воспроизводства резко идет на убыль. В среднемноголетнем аспекте пик нереста в исследуемом районе приходится ориентировочно на 30 апреля. Это вполне согласуется с литературными данными. Известно, что разгар икрометания в каньонах Авачинского залива приходится на середину апреля (Буслов и др., 2006), а в целом восточнокамчатской популяции — на третью декаду апреля (Антонов, Золотов, 1987).

В общих чертах сезонное функционирование нерестилища можно проследить по усредненным результатам съемок, выполненным в разные сроки. Для удобства мы условно разделили период воспроизводства на фазы: начало икротетания, рост интенсивности икротетания, массовый нерест до пика, массовый нерест после пика, затухание воспроизводства и остаточный нерест (рис. 7).

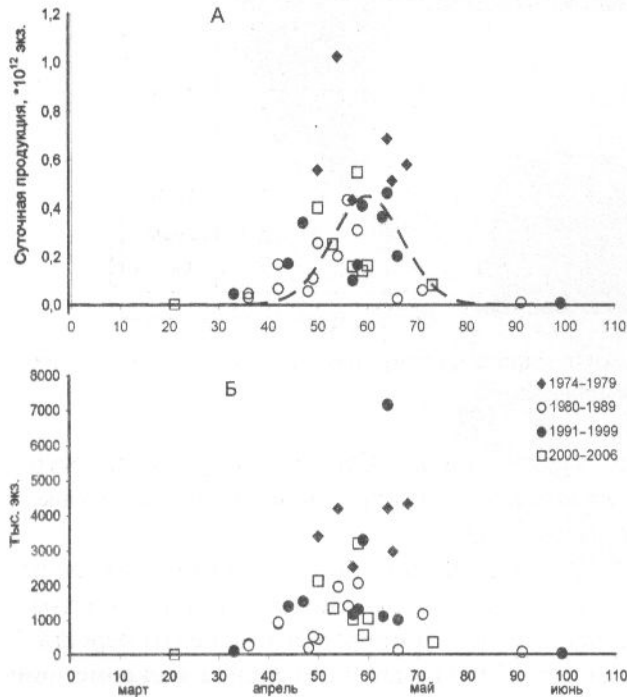


Рис. 6. Величина суточной продукции икры у юго-восточной оконечности Камчатки (А) и максимальные уловы икринок на I стадии развития (Б) в зависимости от средней даты выполнения съемки (отсчет от 1 марта). Пунктирной линией обозначено среднее многолетнее изменение продукции икры за нерестовый сезон

Как видно, начальная фаза характеризуется встречаемостью единичных экземпляров икринок, которые улавливаются в районе между м. Поворотный и б. Вестник. К середине апреля нерест усиливается, и появляются относительно обособленные «очаги» — к югу от м. Поворотный, между б. Вестник и м. Лопатка, а также на траверзе о. Парамушир. В период массового размножения икротетанием охвачен весь шельф юго-востока Камчатки и Северных Курил, и если в апреле икринки распределены относительно равномерно с центром у б. Вестник, то в мае вновь появляется мозаичность, и основной акцент переносится южнее, на траверз Первого Курильского пролива. Во второй половине мая интенсивность воспроизводства заметно снижается. Концентрации икринок на I стадии не превышают 100 экз. под м² и приурочены в основном к прикурильским водам. В июне наблюдается остаточный нерест на шельфовом мелководье, что характерно для минтая по всему ареалу (Шунтов и др., 1993). В этот период размножаются поздне созревающие особи, численность которых низка, поэтому уловы икринок единичны и не превышают, как правило, десятка экземпляров. В целом, по картам распределения видно, что воспроизводство минтая на шельфе начинается в северной части и смещается на юг по мере развития нереста, но основное количество икринок выметывается за относительно короткий промежуток времени на акватории между б. Вестник и о. Шумшу.

На фоне общих закономерностей воспроизводства, нельзя не отметить значительную вариабельность показателей интенсивности нереста в мно-

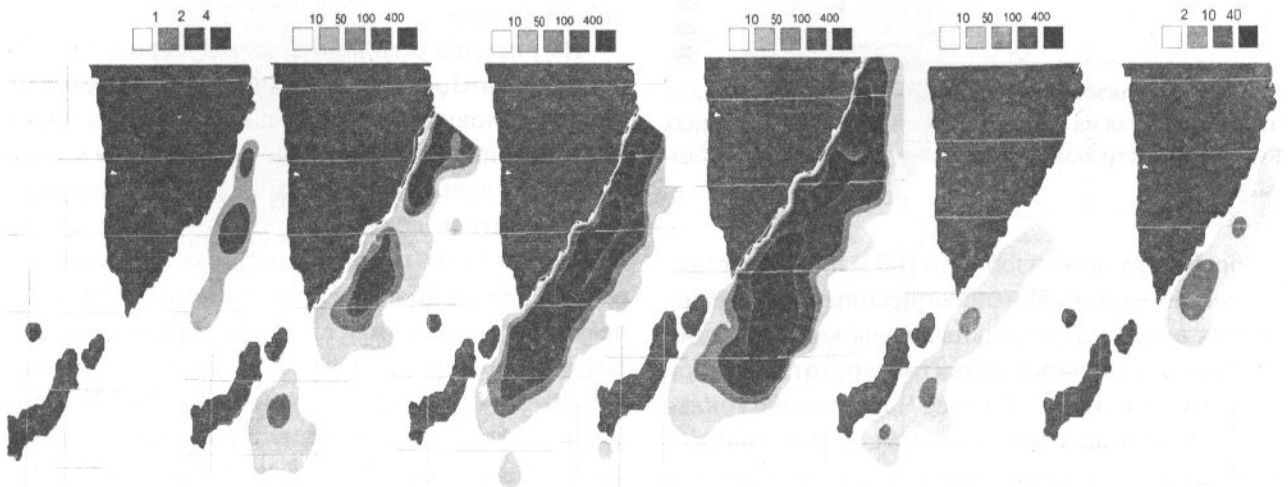


Рис. 7. Распределение икринок восточнокамчатского минтая на I стадии развития (экз./м²) в течение периода воспроизводства на шельфовом нерестилище. Слева направо: вторая половина марта, первая половина апреля, вторая половина апреля, первая половина мая, вторая половина мая, первая половина июня

голетнем аспекте (рис. 6). В разные периоды исследований они существенно отличались даже в близкие сроки. Логично полагать, что данное обстоятельство обусловлено динамикой численности производителей, от которой зависит количество выметанной и, соответственно, учтенной икры в каждом конкретном году. Однако ранее такую связь у восточнокамчатского минтая выявить не удавалось (Антонов, 1991). Для анализа количественных характеристик нереста обратимся к такому показателю, как изменение суточной продукции икры в период размножения. В предыдущих работах нами было показано, что в каньонах продукционная кривая имеет куполообразный вид и удовлетворительно описывается уравнением Гаусса (Буслов, и др., 2004). Судя по распределению точек на рисунке 6, для шельфового нерестилища можно использовать аналогичный тип кривой. По результатам съемок за все годы, была рассчитана среднеголетняя кривая изменения суточной продукции икры (рис. 6А), уравнение которой имеет следующий вид:

$$y = 0.53e^{-0.01^2(x-60)^2},$$

где y — продукция икры за сутки ($\times 10^{12}$ экз.), x — дни от начала нереста, начиная с 1 марта.

Согласно этому уравнению, количество икры, которое выметывалось на шельфовом нерестилище у юго-востока Камчатки за сезон размножения, в среднем в 1974–2006 гг., по нашим расчетам, равно $9,39 \times 10^{12}$ экз.

Допуская стабильность сроков размножения восточнокамчатского минтая (Антонов, Золотов, 1987), при помощи вышеприведенного уравнения можно рассчитать продукцию икры для каждого

года, в зависимости от даты выполнения съемки. Полученные результаты свидетельствуют, что в долгопериодном аспекте интенсивность нереста на шельфе юго-восточного побережья Камчатки претерпевала периодические колебания (рис. 8). Максимальными значениями продукции икры характеризовались 1970-е годы. В первой половине 1980-х годов количественные характеристики нереста резко снизились и возросли к началу 1990-х, после чего вновь последовал спад. Очередной подъем начался, по всей видимости, на современном этапе, хотя говорить об этом как об устоявшейся тенденции можно с некоторой долей осторожности. Тем не менее, если сопоставить количество продуцируемой икры по годам и численность нерестового запаса, то проявляется достаточно четкая сопряженность в изменении обеих величин. Это дает основание утверждать, что интенсивность икрометания на шельфовом нерестилище зависит от численности родительского стада популяции. Кроме того, нельзя не отметить, что два независимых метода (математическое моделирование нерестового запаса и учет выметанной икры) показывают сходную многолетнюю динамику. Данное обстоятельство свидетельствует об адекватности наших представлений о тенденциях в изменении запасов восточнокамчатского минтая.

Анализ первичных материалов по шельфовому икрометанию позволил предположить, что в многолетнем аспекте варьируют не только количественные характеристики воспроизводства, но и пространственное положение нерестилища. Для исследования этого вопроса мы отобрали только те съемки, которые, помимо юго-востока Камчатки, включали и воды Северных Курильских островов.

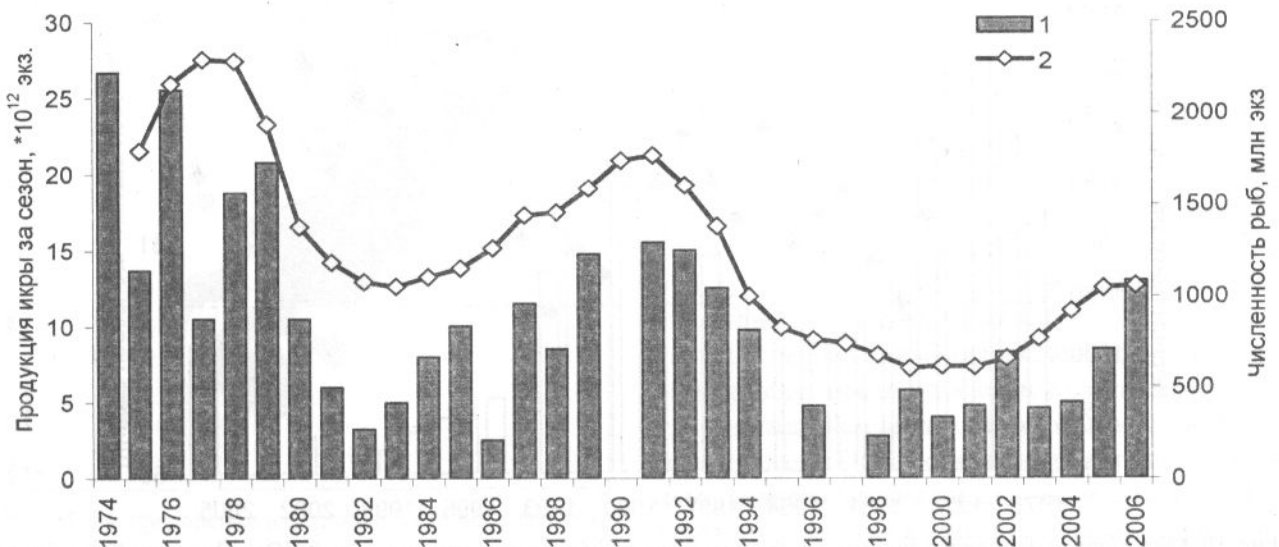


Рис. 8. Многолетние изменения продукции икры минтая на нерестилище у юго-востока Камчатки (1) и численность нерестового запаса восточнокамчатской популяции, рассчитанная методом ВПА (2)

В годы, когда съемка выполнялась дважды или трижды, выбирали ту, которая по срокам была ближе к пику нереста. Таким условиям отвечали работы за 20 лет. Первоначально в качестве критерия использовали координаты условного «центра нереста», рассчитанные для этих съемок. Их расположение показало, что незначительно меняясь в меридиональном, или, точнее, в батиметрическом аспекте, они существенно смещались в широтном (рис. 9).

В разные годы центр распределения икринок на I стадии находился на акватории от о. Шумшу до северной части шельфа, а в среднем за все годы

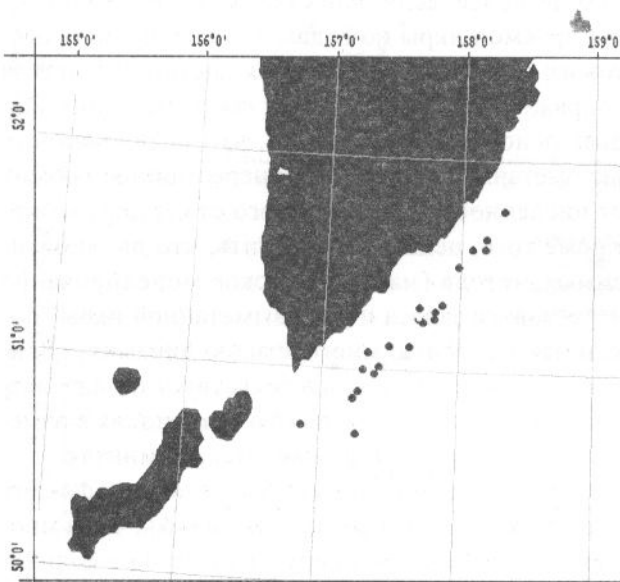


Рис. 9. Распределение условных «центров нереста» минтая на шельфе Юго-Восточной Камчатки и Северных Курильских островов в разные годы. Светлой точкой обозначено среднееголетнее положение

располагался несколько южнее б. Вестник, на изобате около 80 м. Если сопоставить в хронологическом порядке изменение численности производителей и широту условного «центра нереста», то можно обнаружить некоторые закономерности (рис. 10). Очевидно, что в периоды пониженной численности производителей «центры нереста» имели более северное расположение. В годы, когда нерестовый запас увеличивался — смещались южнее. При этом наблюдалась определенная инерционность процесса. Максимально южное расположение «центра» соответствовало не пику численности производителей, а периоду снижения, следовавшему за этим пиком. Интересно, что по достижении среднееголетнего уровня нерестового запаса (1250 млн экз., или 912 тыс. т) на спаде численности, нерест сразу смещался к северу.

Рассмотрим, как на пространственной структуре нерестилища отражается отмеченная выше закономерность. Для этого формально разделим характер воспроизводства в разные годы на три типа, в зависимости от положения условного «центра нереста»: «северный» тип («центры нереста» были смещены к северу от б. Вестник), «южный» тип («центры нереста» располагались у м. Лопатка и южнее) и «центральный» тип («центры» находились между м. Лопатка и б. Вестник). Осредненное распределение икринок на I стадии развития в соответствии с типами нереста приведено на рисунке 11. Заметно, что пространственная конфигурация нерестилища существенно различается. При «северном» типе основные скопления икринок сосредоточены на прибрежной акватории от м. Поворотный до б. Вестник. Напротив, при «цент-

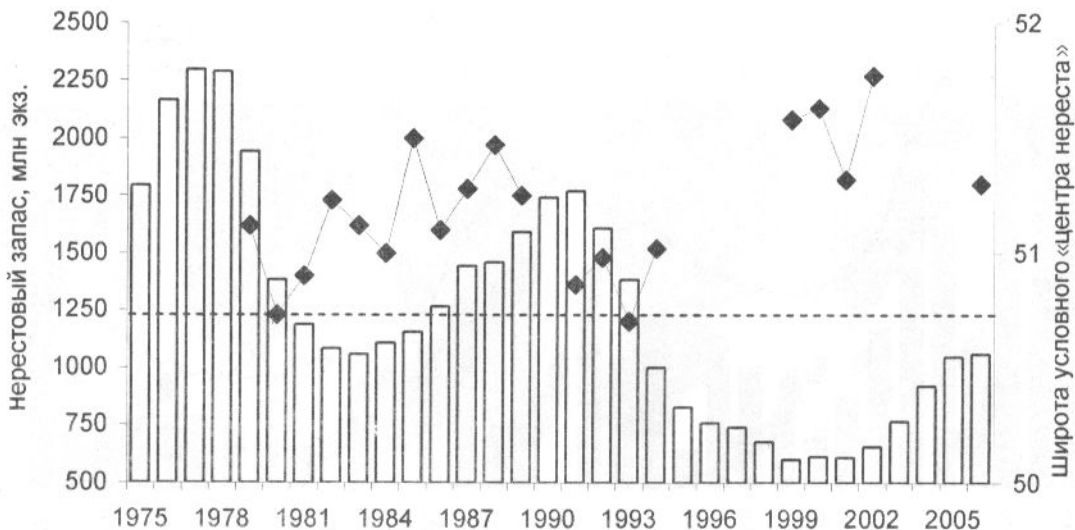


Рис. 10. Межгодовое изменение широты условного «центра нереста» минтая на шельфе Юго-Восточной Камчатки и Северных Курильских островов (точки) и численность нерестового запаса восточнокамчатской популяции (столбики). Пунктиром обозначена среднееголетняя численность нерестового запаса

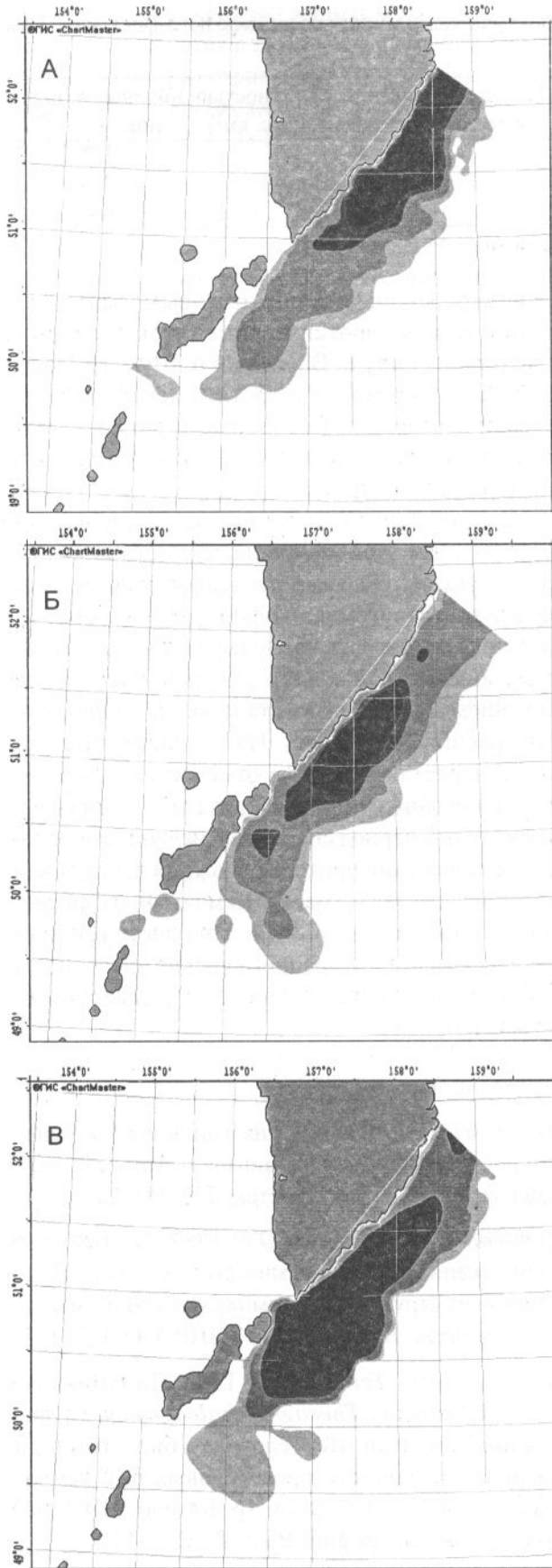


Рис. 11. Распределение икринок на I стадии развития в зависимости от типа шельфового нереста восточнокамчатского минтая: «северный» (А), «центральный» (Б) и «южный» (В). Обозначения как на рис. 5

ральном» типе интенсивность икрометания в северной части шельфа невысока. Основной акцент переносится к южной оконечности полуострова. Можно отметить и усиление воспроизводства у Северных Курильских островов. Однако больше всего в прикурильских водах выметывается икры при «южном» типе нереста. В такие годы размножение проходит в основном между м. Лопатка и Северной частью о. Парамушир.

Количественные характеристики нереста увеличиваются от «северного» типа к «южному» (табл. 2). Как видно, наибольшие репродуктивные показатели отмечаются при «южном» типе, однако если обратить внимание на динамику численности популяции, роста запасов после такого положения нерестилища не было. Всегда продолжалось снижение. Наоборот, икрометание, приуроченное к северной части шельфа, совпадало с подъемом численности. Отсюда можно сделать вывод, что наиболее эффективен «северный» тип нереста. По-видимому, одной из причин этого является гидрологический режим. При «северном» нересте основное количество икры располагается в зоне действия квазистационарных мезомасштабных вихрей, о которых было сказано выше. Вихри препятствуют разнесу ихтиопланктона, удерживая его в шельфовой зоне. Это, в свою очередь, способствует лучшей выживаемости минтая на ранних стадиях постэмбриогенеза. Чем южнее проходит размножение, тем больше вероятность того, что икринки и впоследствии личинки будут вынесены Восточно-Камчатским течением в океан за пределы шельфовой зоны.

В целом, принимая во внимание результаты расчета продукции икры (рис. 8), пространственно-временную структуру шельфового нерестилища в обобщенном виде можно представить следующим образом. При низкой численности нерестового запаса восточнокамчатской популяции интенсивность шельфового нереста минимальна. Икрометание проходит в северной части шельфа. С увеличением родительского стада район воспроизводства расширяется к югу. Наибольшая интенсивность нереста на шельфе отмечается в годы высокой численности производителей. В эти годы и в начальный период снижения численности основное размножение проходит в южной части нерестилища — между Камчаткой и Северными Курильскими островами. При достижении родительским стадом среднего уровня численности, нерестилище вновь сокращается в северном направлении.

На основании исследований функционирования шельфового нерестилища восточнокамчатского

Таблица 2. Количественные характеристики нереста восточнокамчатского минтая на шельфе Юго-Восточной Камчатки и Северных Курильских островов

Тип нереста	Средняя плотность распределения икринок (экз./м ²)	Площадь скоплений с плотностью более 200 икринок/м ² , (тыс. км ²)	Количество икринок, экз.×10 ¹²
«Северный»	44	3,03	1,76
«Центральный»	67	3,85	2,64
«Южный»	149	7,94	6,41

Примечание. В расчеты включена только икра на I стадии развития

минтая, можно предложить и некоторые рекомендации по регулированию его промысла. Так, в настоящее время существует запрет на специализированный лов восточнокамчатского минтая в период нереста с 15 февраля по 1 мая к северу от м. Лопатка. Как было показано выше, на 1 мая приходится разгар икрометания на шельфе, в то же время в течение февраля нерест еще не начинается. Заметим, что и в глубоководных каньонах к размножению минтай приступает только со второй декады марта (Буслов и др., 2004). Следовательно, логично сместить сроки запрета на период с 1 марта по 10 мая. Кроме того, в годы высокой и средней численности нерестового запаса аналогичную меру можно вводить и для вод северных Курильских островов, так как интенсивность нереста в этом районе существенно возрастает. Особенности положения шельфового нерестилища необходимо учитывать и при распределении величины вылова минтая между камчатскими и курильскими водами. Очевидно, что при смещении воспроизводства в южную часть шельфа, к вылову у островов следует рекомендовать большую долю, так как известно, что последующие нагульные миграции рыб, нерестившихся на шельфе, имеют южное направление (Буслов, 2001).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Существование в шельфовых водах Юго-Восточной Камчатки и Северных Курильских островов нерестилища восточнокамчатского минтая обусловлено формированием благоприятных гидрологических условий. Система элементов, формирующих гидрологический режим в этом районе, квазистационарна и включает районы постоянного заточка теплых промежуточных вод на шельф. Нерест минтая на шельфе у юго-восточной оконечности Камчатки проходит в зоне действия мезомасштабных круговоротов вод циклонического и антициклонического направления.

Значимого нереста южнее Четвертого Курильского пролива и в охотоморских водах Северных Курильских островов нет. Икрометание на шельфе начинается в марте и заканчивается в июне.

Основное количество икринок выметывается за относительно короткий промежуток времени на акватории между б. Вестник и о. Шумшу. Массовый нерест проходит в третьей декаде апреля – первой декаде мая. Воспроизводство начинается в северной части шельфа и смещается на юг по мере развития нереста.

Интенсивность икрометания на шельфовом нерестилище зависит от численности родительского стада. При низкой численности нерестового запаса восточнокамчатской популяции минтая интенсивность нереста на шельфе минимальна. Икрометание проходит в его северной части. С увеличением родительского стада район воспроизводства расширяется к югу. Наибольшая интенсивность нереста на шельфе отмечается в годы высокой численности производителей. В эти годы и в начальный период снижения численности основное размножение проходит в южной части района воспроизводства — между Камчаткой и Северными Курильскими островами. При достижении родительским стадом среднего уровня численности, нерестилище вновь сокращается в северном направлении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Антонов Н.П. 1991. Биология и динамика численности восточнокамчатского минтая // Автореф. дис... канд. биол. наук. Владивосток: ТИНРО, 23 с.
- Антонов Н.П., Золотов О.Г. 1987. Особенности размножения восточнокамчатского минтая // Популяционная структура, динамика численности и экология минтая. Владивосток: ТИНРО. С. 123–131.
- Балыкин П.А., Тепнин О.Б. 1998. Динамика вод и нерест минтая *Theragra chalcogramma* у восточной Камчатки. Исследования биологии и динамики численности промысловых рыб камчатского шельфа // Сб. науч. тр. Камчат. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Вып. IV. С. 7–14.
- Булатов Н.В., Лобанов В.Б. 1983. Исследование мезомасштабных вихрей восточнее Курильских островов по данным метеорологических спутников Земли // Исследование Земли из космоса. № 3. С. 40–47.

- Буслов А.В. 2001. Новые данные о распределении и миграциях минтая в тихоокеанских водах Северных Курильских островов и Юго-Восточной Камчатки // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 128. С. 1–13.
- Буслов А.В., Тепнин О.Б. 2002. Условия нереста и эмбриогенеза минтая *Theragra chalcogramma* (Gadidae) в глубоководных каньонах тихоокеанского побережья Камчатки // Вопр. ихтиологии. Т. 42, вып. 5. С. 617–625.
- Буслов А.В., Тепнин О.Б., Дубинина А.Ю. 2004. Некоторые особенности экологии нереста и эмбриогенеза восточнокамчатского минтая // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 138. С. 282–298.
- Буслов А.В., Тепнин О.Б., Дубинина А.Ю. 2006. Весенний ихтиопланктон в районе глубоководных каньонов Авачинского залива (Восточная Камчатка) // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 144. С. 226–246.
- Васильков, В.П., Глебова С.Ю. 1984. Факторы, определяющие урожайность поколений минтая Западной Камчатки // Вопр. ихтиологии. Т. 24. Вып. 4. С. 561–570.
- Варкентин А.И., Буслов А.В., Тепнин О.Б. 2001. Некоторые особенности нереста и распределение икры минтая в водах Западной Камчатки // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 128. С. 177–187.
- Зверькова Л.М. 2003. Минтай. Биология, состояние запасов. Владивосток: ТИНРО-центр, 248 с.
- Золотов О.Г., Антонов Н.П. 1986. О популяционной структуре восточнокамчатского минтая // Тресковые дальневосточных морей. Владивосток: ТИНРО. С. 43–50.
- Золотов О.Г., Качина Т.Ф., Сергеева Н.П. 1987. Оценка запасов восточноохотоморского минтая // Популяционная структура, динамика численности и экология минтая. Владивосток: ТИНРО. С. 65–73.
- Иванов А.Н. Возрастной состав минтая в уловах с тихоокеанской стороны Северных Курильских островов в 1992–1997 гг. // Тез. докл. регион. конф. по актуальным проблемам мор. биологии, экологии и биотехнологии студентов, аспирантов и молодых ученых. Владивосток: Дальневост. госуд. ун-т. С. 67–68.
- Карманов Г.Е. 1982. Некоторые особенности динамики западнокамчатских вод в период воспроизводства минтая (*Theragra chalcogramma*) // Экология и условия воспроизводства рыб и беспозвоночных дальневосточных морей. Владивосток: ТИНРО. С. 3–10.
- Мухачева В.А. 1959. Нерестовые скопления промысловых рыб в районе Северных Курильских островов и Южной Камчатки // Тр. ин-та океанологии АН СССР. Т. XXXVI. С. 259–280.
- Полутов И.А., Трипольская В.Н. 1954. Пелагическая икра и личинки морских рыб у берегов Камчатки // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 41. С. 295–307.
- Расс Т.С., Казанова И.И. 1966. Методическое руководство по сбору икринок, личинок и мальков рыб. М.: Пищ. пром-сть, 42 с.
- Храпченков Ф.Ф. 1989. Гидрологическая структура и распределение энергии вихрей Камчатского течения // Метеорология и гидрология. № 1. С. 65–71.
- Фигуркин А.Л. 2003. Океанологические условия шельфа и склона Охотского моря в холодную половину года и их влияние на нерест минтая. Дис. ... канд. геогр. наук. Владивосток, 157 с.
- Шунтов В.П., Волков А.Ф., Темных О.С., Дулепова Е.П. 1993. Минтай в экосистемах дальневосточных морей. Владивосток: ТИНРО, 426 с.