

ОСОБЕННОСТИ НЕРЕСТА МИНТАЯ *GADUS CHALCOGRAMMUS* В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ОХОТСКОГО МОРЯ В 2010-Х ГГ.

© 2023 г. А.Ю. Шейбак

Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), Россия Москва, 105187
E-mail: sheibak@vniro.ru

Поступила в редакцию 16.08.2023 г.

Значительный объём данных, собранных при выполнении весенних комплексных съёмов в северной части Охотского моря, позволил охарактеризовать нерест минтая в период 2011–2020 гг. Установлено, что в среднем за рассматриваемый период скопления икры различной плотности занимали до 90% от обследованной акватории. В весенний период икра на ранних стадиях развития встречалась на большей площади полигона исследований, за исключением некоторых мористых станций, где она отсутствовала в уловах. В то же время скопления икры на поздних стадиях развития занимали меньшую площадь, а наиболее плотные концентрации, указывающие на начало нереста, отмечены в водах у юго-западной Камчатки и над возвышенностью Лебеда. В водах у западнокамчатского побережья 75% икры располагалось над глубинами 51–150 м и только 22% – за пределами шельфа. В Североохотоморском районе отмечено схожее распределение икры – 76% развивалось в пределах шельфа и 31% – над глубоководной частью района. В зал. Шелихова во все годы исследований наиболее плотные концентрации икры наблюдались над глубоководным желобом. *Ключевые слова:* Охотское море, минтай *Gadus chalcogrammus*, нерест, иктиопланктонная сеть, икра, стадия развития, распределение.

ВВЕДЕНИЕ

Нерестовая часть ареала тихоокеанского минтая *Gadus chalcogrammus* занимает значительную акваторию, отличающуюся своими гидрологическими характеристиками в разных частях Охотского моря (Зверькова, Пушников, 1980; Фадеев, 1981, 1984, 1987; Зверькова, 1987; Шунтов и др., 1993; Фигуркин, 2003; Овсянников, 2011). Основные нерестилища расположены в водах у западной Камчатки, в зал. Шелихова и Североохотоморском районе. Однако ядро нереста расположено в северо-восточной части моря, где в весенний период наблюдаются плотные скопления производителей и выметанной икры (Шунтов и др., 1993). Северо-западная часть моря менее пригодна для нереста в силу суровых гидро-

логических условий (Фигуркин, 2003; Фигуркин и др., 2008). Учтённое количество выметанной икры на основных нерестилищах указывает на общее состояние нерестового запаса минтая в северной части Охотского моря. В связи с чем, ежегодно с 1983 г. проводятся крупномасштабные иктиопланктонные съёмки, цель которых – оценка численности икры и производителей минтая (Авдеев и др., 2004, 2008; Овсянников, 1999; Овсянников, Пономарев, 2014). Также, начиная с 1998 г., ежегодно проводятся тралово-акустические исследования запаса минтая, что даёт возможность интегрировать размерно-возрастную структуру уловов в иктиопланктонный метод (Фадеев, 1999). Современные исследования, касающиеся воспроизвод-

ства и эмбриогенеза минтая в дальневосточных морях, позволили определить и уточнить существенные особенности его репродуктивной биологии (Буслов, 2009; Буслов, Сергеева, 2009, 2013; Сергеева и др., 2011; Варкентин, 2015; Буслов, Смирнов, 2021). Общие закономерности распределения икры в северной части Охотского моря за длительный период (1984–2009 гг.) описаны в работе Е.Е. Овсянникова (2011). Вместе с тем продолжающиеся исследования воспроизводства минтая, имеющие прикладное значение, позволяют уточнить особенности общего распределения икры и производителей в 2010-х гг.

Цель данной работы – характеристика нереста минтая в северной части Охотского моря в 2011–2020 гг. на основе материалов, собранных при выполнении весенних комплексных съёмок.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Источником данных послужили ихтиопланктонные и траловые съёмки, выполненные в научных рейсах на НИС «Профессор Кагановский» и НИС «ТИНРО» в северной части Охотского моря в весенний период 2011–2020 гг. (рис. 1).

Вертикальные обловы икры минтая проводились с помощью ихтиопланктонной конусной сети (ИКС–80) с диаметром входного отверстия 0,5 м² и длиной фильтрующего конуса 400 см. На большей части исследованной акватории облавливался слой от 200 до 0 м, при глубинах менее 200 м – от дна до поверхности. В зал. Шелихова эхо-записи нерестового минтая наблюдались в глубоководном желобе (глубже 300 м), соответственно, и обловы выполнялись в слое 400–0 м, на меньших глубинах – от дна до поверхности. Средняя скорость подъёма сети составляла 0,8 м/с. Из каждой ихтиопланктонной

пробы полностью отбиралась и подсчитывалась икра минтая. Для определения стадий развития икры минтая из общей пробы отбирали и фиксировали в 4%-ом растворе формальдегида 200 икринок.

Определение стадий развития икры проводилось по шкале, представленной в работе А.В. Буслова и Н.П. Сергеевой (2013). Далее через процентное соотношение стадий развития проводили пересчёт общего количества икры в пробе. Площадь скоплений и численность икры рассчитаны с помощью ГИС «КартМастер 4.1».

Обловы минтая выполнялись разноглубинным тралом РТ/ТМ 80/396, оснащённым мелкоячейной вставкой с шагом ячеи 10 мм на последних 10 м тралового мешка. Продолжительность тралений в зависимости от плотности скоплений минтая варьировала от 20 до 60 мин. Средняя скорость траления составляла 3,2 узла. Из каждого результативного улова для выполнения массового промера со вскрытием отбиралось 300 экз. минтая, при меньшем улове анализировались все особи. Уловы минтая пересчитывались на часовое траление, а затем определялось количество особей под 1 км².

За период исследований собрано и обработано 3108 ихтиопланктонных проб, и промерено 580628 экз. минтая.

Расчёт средних значений плотности, построение карт пространственного распределения икры и особей минтая выполнены по трапециям 30' по долготе и 30' по широте с помощью свободной кроссплатформенной геоинформационной системы QGIS (<https://qgis.org/ru/site/forusers/download.html>).

Обобщение и анализ собранного материала проведён по следующим районам: северо-восточная часть моря, в которую входят нерестилища, расположенные у западной Камчатки (ЗК) и в зал. Шелихова (ЗШ), и северо-запад-

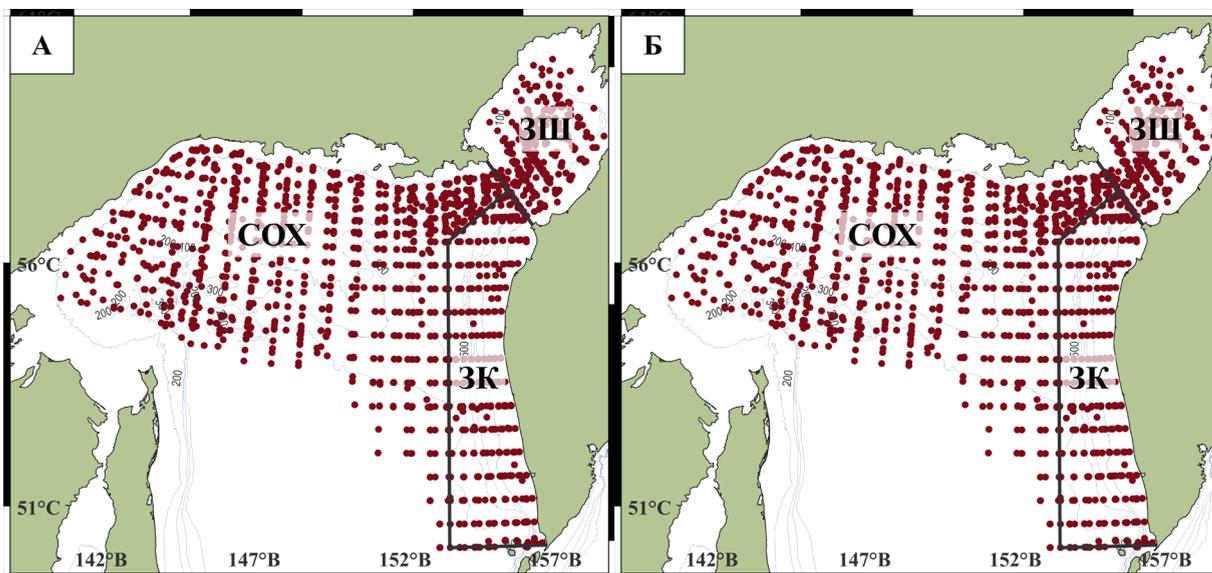


Рис. 1. Карта – схема траловых (А) и ихтиопланктонных (Б) станций в северной части Охотского моря, выполненных в апреле-мае 2011–2020 гг.

ная часть моря – Североохотоморский район (СОХ), граница между которыми проходит по меридиану 153°30' в.д.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Среднемноголетние особенности распределения икры и самок минтая

Пространственное распределение икры в водах, прилегающих к западной Камчатке, было достаточно широко. Однако на периферийных станциях икра в обловах либо отсутствовала, либо это были единичные уловы.

Во время выполнения ихтиопланктонных съёмок с 2011 по 2020 гг. общая обследованная акватория северной части моря в среднем составляла 496,1 тыс. км². Икра распространялась на площади 462,4 тыс. км² (89,5%) (рис. 2). При этом в водах западной Камчатки доля плотных скоплений от занимаемой икрой общей площади составляла 32,8%, в зал. Шелихова в годы исследований с полным охватом его акватории стандартной съёмкой (2011–2014, 2017 и 2018 гг.) – 38,0%, в Североохотоморском районе – 21,3%.

Максимальные уловы икры на всех стадиях развития получены на нерестилищах северо-восточной части моря: у западной Камчатки – 65952 шт./м² и в зал. Шелихова – 29676 шт./м² (рис. 2, табл. 1). В Североохотоморском районе величина максимального улова была значительно ниже, составляя 15984 шт./м². Наибольшая средняя плотность икры на всех стадиях развития также была присуща водам у западной Камчатки – 1727 шт./м² и зал. Шелихова – 1369 шт./м². В то же время в северо-западной части моря плотностные характеристики распределения икры были ниже в 2 раза (табл. 1).

Площадь наиболее плотных скоплений (>1000 шт./м²) в среднем составляла 108,7 тыс. км² или 23,5% от площади, занимаемой икрой в северной части Охотского моря (рис. 2). В то же время на данные скопления у западной Камчатки в среднем приходилось 80,3%, в зал. Шелихова – 60,7% и в Североохотоморском районе – 53,2% учтённой численности икры. Приведённое соотношение указывает на более высокую значимость для воспроизводства минтая нерестилищ,

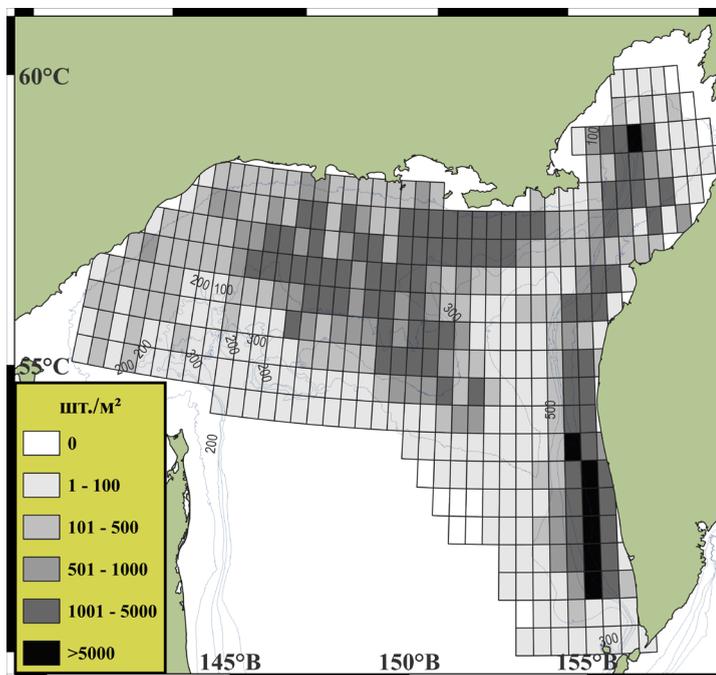


Рис. 2. Пространственное распределение икры минтая на I–IV стадиях развития по уловам ИКС-80 в среднем за 2011–2020 гг.

Таблица 1. Характеристика скоплений икры минтая на разных стадиях развития в среднем за 2011–2020 гг.

Западная Камчатка						
Стадия развития	Кол-во станций	Минимальный улов, шт/м ²	Максимальный улов, шт/м ²	Средний улов, шт/м ²	Стандартное отклонение	Стандартная ошибка
I	833	2	38912	1216	3398	118
II	660	2	26380	816	2124	83
III	250	2	1280	113	208	13
IV	37	2	206	22	38	6
I-IV	948	2	65952	1727	4589	149
Залив Шелихова						
I	315	2	25224	1008	2647	149
II	253	2	11448	535	1202	76
III	85	2	262	37	48	5
IV	1	18	18	18	-	-
I-IV	337	2	29676	1369	3167	172
Североохотоморский район						
I	1276	2	12548	508	1117	31
II	991	2	10302	374	921	29
III	332	2	2440	96	228	13
IV	69	2	675	27	82	10
I-IV	1412	2	15984	813	1678	45

расположенных в северо-восточной части моря. Однако доли учтённой численности икры, приходящиеся на каждое крупное нерестилище, в среднем за десятилетие составляли для вод у западной Камчатки 40,0%, в зал. Шелихова – 8,2% и в Североохотоморском районе – 51,8%, что указывает на равнозначность северо-восточной и северо-западной частей моря в воспроизводстве минтая в рассматриваемый период. Выявленное несоответствие плотности скоплений и учтённой численности икры объясняется различной площадью нерестилищ, которая в северо-западной части больше в 2 раза, чем в северо-восточной.

Полученное нами общее представление о распределении основных концентраций икры по районам воспроизводства за 2010-е гг. в целом схоже с результатами аналогичного анализа Е.Е. Овсянникова (2011), выполненного для периода 1984–2009 гг.

Распределение икры над глубинами в пределах разных нерестилищ имело определённые отличия. В водах у западной Камчатки концентрации различной плотности преимущественно располагались в диапазоне глубин 51–150 м (75%) (рис. 2, 3). И только 22% плотных скоплений встречалось за пределами шельфа южнее 53°00' с.ш. В зал. Шелихова более 60% скоплений обнаружено над желобом Лебеда (глубины более 300 м). В Североохотоморском районе 76% плотных скоплений икры расположены над глубинами 101–200 м. Над глубоководной частью района (возвышенность Лебеда) отмечалось до 31% скоплений.

Пространственное распределение икры на ранних и поздних стадиях развития имело свои особенности. Так икра на ранних стадиях встречалась на большей площади стандартного полигона, за исключением его мористой периферии, где уловы были нулевыми (рис. 4). Плотные

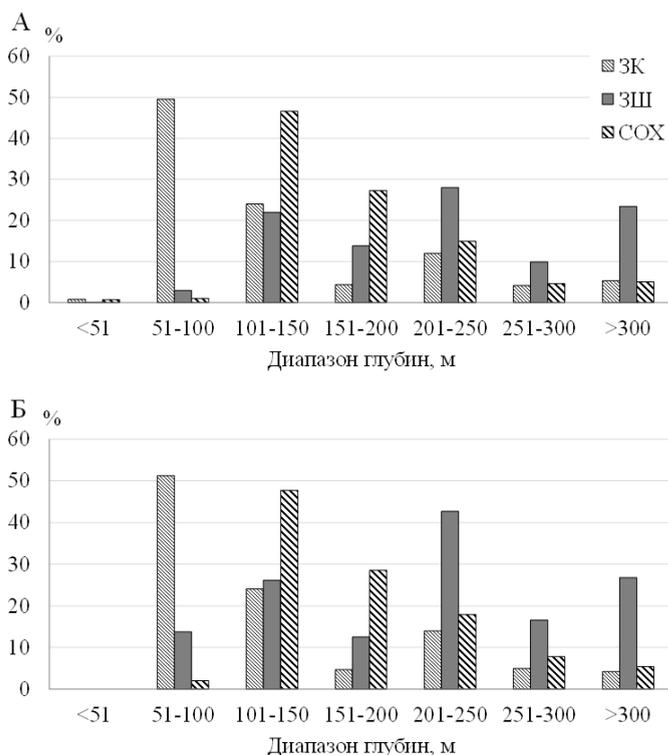


Рис. 3. Батиметрическое распределение икры минтая на I–IV стадиях развития в среднем за 2011–2020 гг. (А – все уловы, Б – уловы >1000 шт./м²).

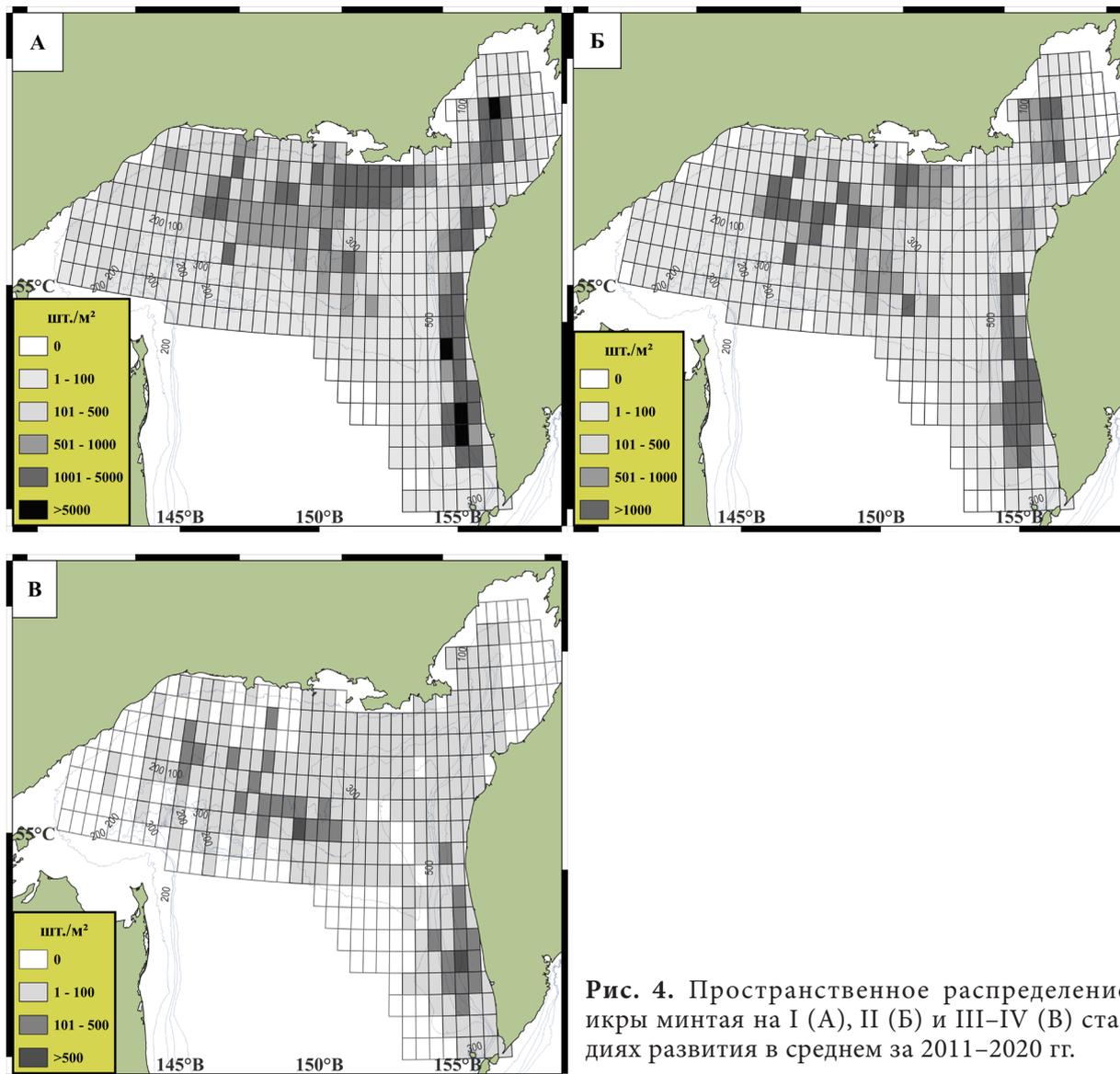


Рис. 4. Пространственное распределение икры минтая на I (А), II (Б) и III-IV (В) стадиях развития в среднем за 2011–2020 гг.

концентрации икры на I и II стадиях наблюдались на всех рассматриваемых нами нерестилищах минтая в Охотском море.

Однако стоит отметить, что за счёт узкости шельфа у западной Камчатки, нерестилище имеет меньшую площадь, а мористая граница района простирается на глубоководную часть, в результате чего площадь, занимаемая икрой на ранних стадиях меньше, чем в остальных районах (табл. 2). Тем не менее, наиболее плотные скопления отмечены у западной Камчатки и в зал. Шелихова. В Североохотоморском районе при большей площади, занимаемой икрой, плотность

Таблица 2. Доля от общей площади, занимаемая икрой на разных стадиях развития в среднем за 2011–2020 гг., %

Район/ стадия развития	Западная Камчатка	Залив Шелихова	Североохотоморский район
I	82,6	90,5	95,6
II	68,3	80,9	82,5
III	36,1	33,5	37,0
IV	2,5	0,00004	6,0

скоплений несколько ниже. Икра на II стадии в отличие от I стадии распределена более локально, занимая несколько меньшую площадь нерестилища.

Относительно плотные скопления икры (>100 шт./ m^2) на поздних стадиях (III и IV) присущи акваториям начала нереста и динамическим образованиям водных масс – антициклонических вихрей (Фигуркин, 2003; Овсянников, 2011). Как видно такие скопления наблюдаются у западной Камчатки южнее $55^{\circ}00'$ с.ш. и в Североохотоморском районе за пределами шельфа – над возвышенностью Лебеда и над шельфом западнее 147° в.д. Первое скопление в Североохотоморском районе указывает на начало нереста над возвышенностью

Лебеда, второе – на перенос икры течениями западного направления. В апреле-мае площадь, занимаемая икрой на поздних стадиях, значительно меньше относительно ранних стадий (рис. 4).

Преднерестовые самки встречались на большей части полигона исследований – от прибрежных до периферийных мористых станций (рис. 5). Однако плотные скопления в пик нереста отмечены над шельфом у западной Камчатки от $52^{\circ}00'$ до $58^{\circ}00'$ с.ш. В зал. Шелихова преднерестовый минтай мигрировал вдоль глубоководной ложбины в тёплых

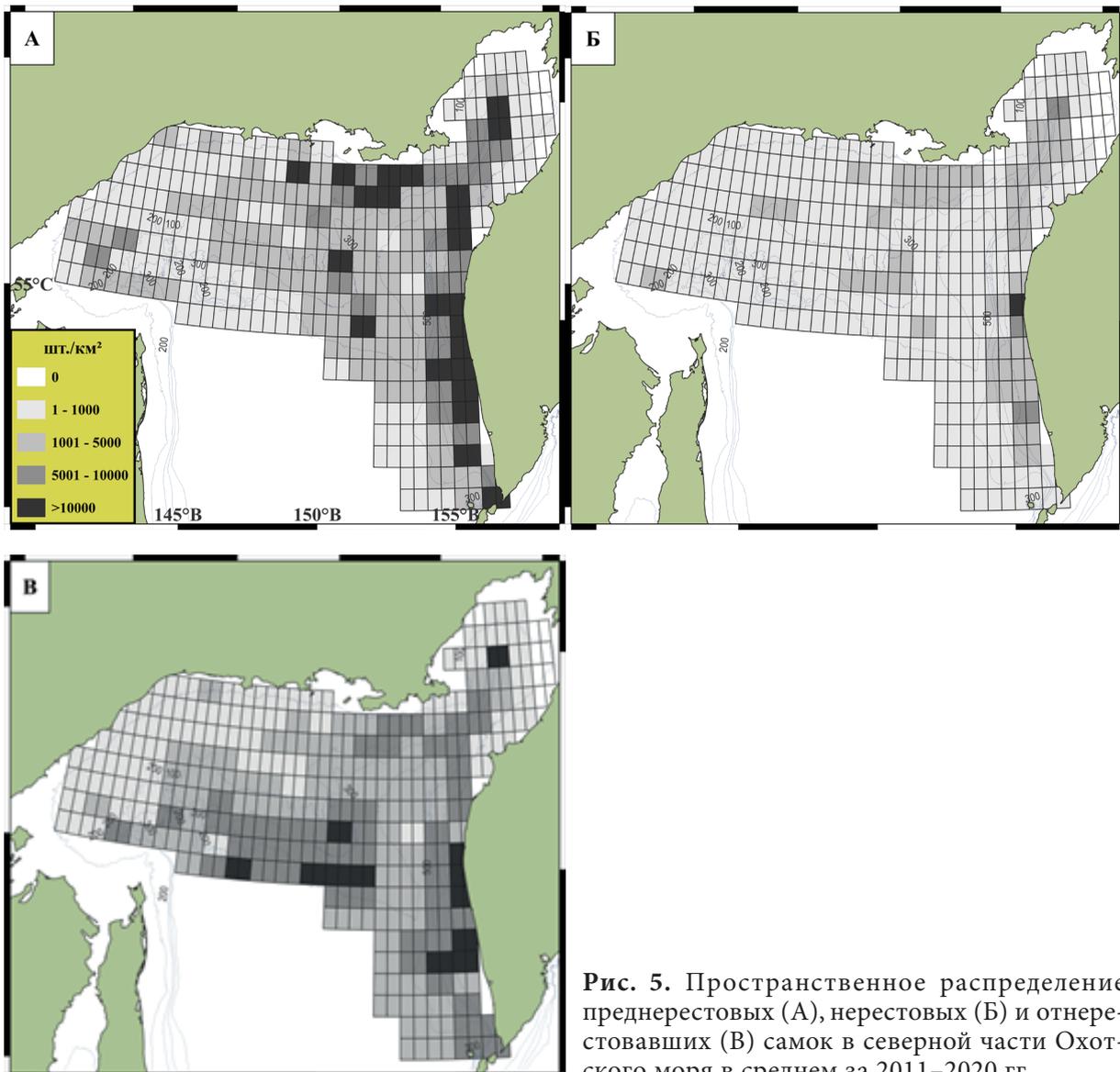


Рис. 5. Пространственное распределение преднерестовых (А), нерестовых (Б) и отнерестовавших (В) самок в северной части Охотского моря в среднем за 2011–2020 гг.

водах северной ветви Западно-Камчатского течения. В Североохотоморском районе плотные скопления преднерестовых самок наблюдались в пределах притауйского шельфа между $150^{\circ}00'$ – $155^{\circ}00'$ в.д. и над возвышенностью Лебедя, на североохотоморском шельфе концентрации были незначительны.

В период проведения съёмки плотностные характеристики распределения нерестовых самок значительно ниже преднерестовых и отнерестовавших. Однако встречаемость их на полигоне исследований достаточно высокая. Наиболее плотные скопления отмечены в пределах шельфа у западной Камчатки, в каньоне зал. Шелихова и притауйском шельфе, они же и определили расположение основных нерестилищ в рассматриваемый период.

Распределение отнерестовавших самок минтая в северной части Охотского моря в среднем за период 2011–2020 гг. имело отличительные черты для каждого из рассматриваемых районов.

В северо-восточной части моря отнерестовавшие самки встречались в уловах от прибрежных до краевых мористых станций. Однако наиболее плотные скопления располагались между $52^{\circ}00'$ – $55^{\circ}30'$ с.ш. в пределах шельфа над изобатами 150–200 м. Непосредственно в зал. Шелихова плотные скопления самок с гонадами на стадии выбоя находились над глубоководным желобом. В его периферийной части плотность была незначительна и не превышала 1000 шт./км². На притауйском нерестилище самки находились в пределах шельфовой зоны с распределением по направлению впадины ТИПРО и уменьшением плотности скоплений.

Межгодовые особенности распределения икры

Е.Е. Овсянников (2011) определил два типа нереста минтая в водах запад-

ной Камчатки – «южный», простирающийся от м. Лопатка до $56^{\circ}00'$ с.ш. и «северный» – от $56^{\circ}00'$ с.ш. до зал. Шелихова. Анализ распределения икры в современный период указывает, что в большинстве случаев отмечался «южный» тип нереста (рис. 6, 7). В 2011, 2014 и 2016 гг. помимо южного скопления икры наблюдалось плотное скопление в водах северной части полуострова ($57^{\circ}00'$ – $57^{\circ}30'$ с.ш.). В конце десятилетия нерест минтая был растянут практически вдоль всего побережья западной Камчатки – от $52^{\circ}00'$ до $57^{\circ}00'$ с.ш.

Собранный материал позволил проанализировать ход нереста и его интенсивность в различные годы. Во все годы исследований в водах у западной Камчатки скопления икры разной плотности располагались вдоль побережья от $51^{\circ}30'$ с.ш. до входа в зал. Шелихова (рис. 6, 7). Наиболее плотные концентрации отмечались, как правило, между $52^{\circ}00'$ – $56^{\circ}00'$ с.ш. В 2012–2015 и 2020 гг. основной нерест протекал в водах у южной и средней части полуострова, достигая $56^{\circ}00'$ с.ш. С 2016 по 2019 гг. плотные скопления икры отмечены в водах всей западной Камчатки. Как определено Е.Е. Овсянниковым (2011) «южный» тип нереста постоянно наблюдался с 2004 по 2009 гг. Соответственно в совокупности с рассматриваемым нами периодом такой тип нереста в западнокамчатских водах отмечался на протяжении 16 лет.

Скопления икры высокой плотности характерны для 2017, 2019 и 2020 гг. и составляли в среднем 2364 шт./м² (табл. 3). В 2018 г. отмечена наименьшая средняя плотность – 978 шт./м². Во все остальные рассматриваемые годы, средняя плотность составляла 1482 шт./м². Площадь, занимаемая икрой в период с 2013 по 2015 гг. была наименьшей – в среднем 95,9 тыс. км², в остальные годы – 115,2 тыс. км².

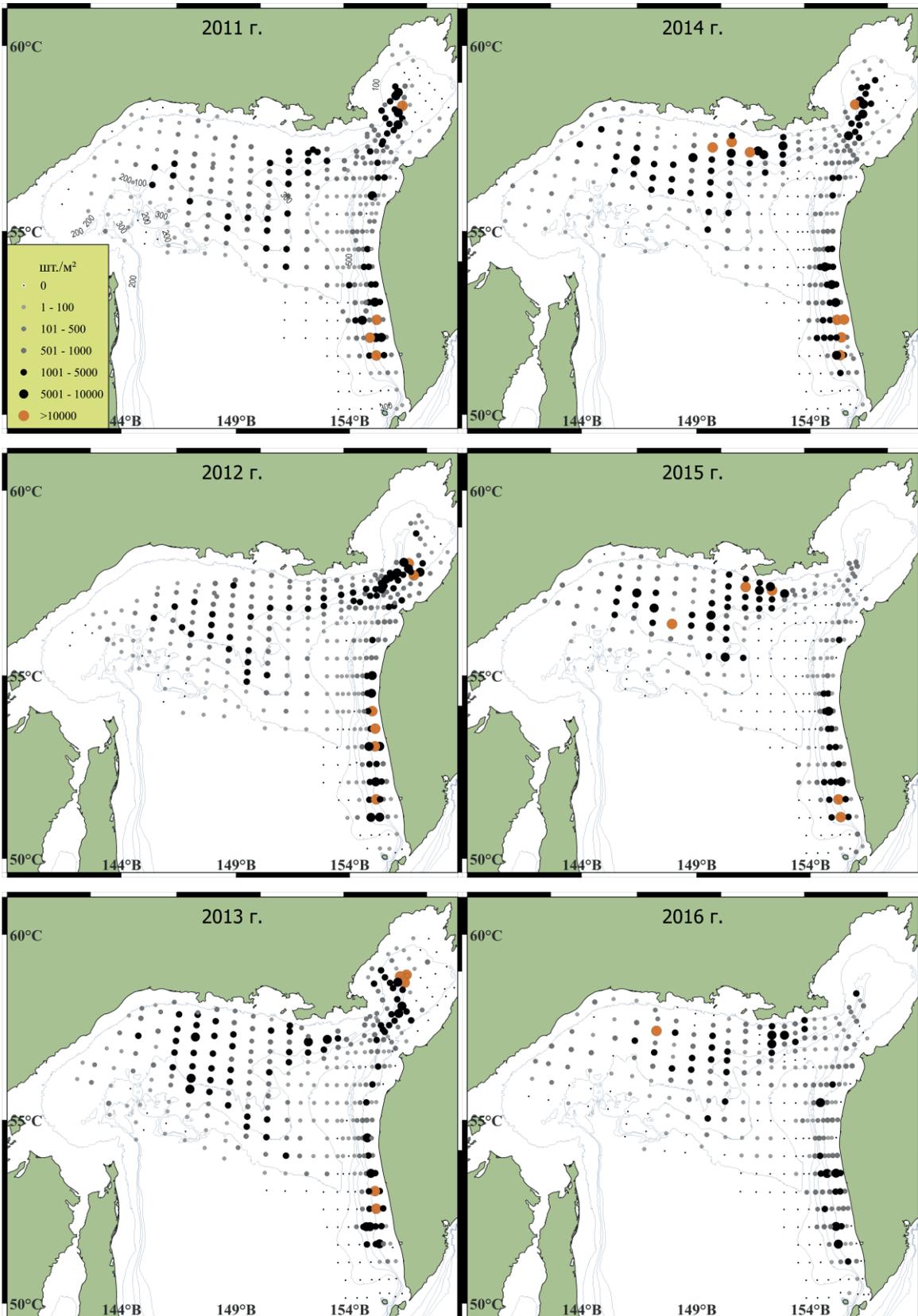


Рис. 6. Пространственное распределение уловов икры минтая (шт./м²) в северной части Охотского моря в 2011–2016 гг.

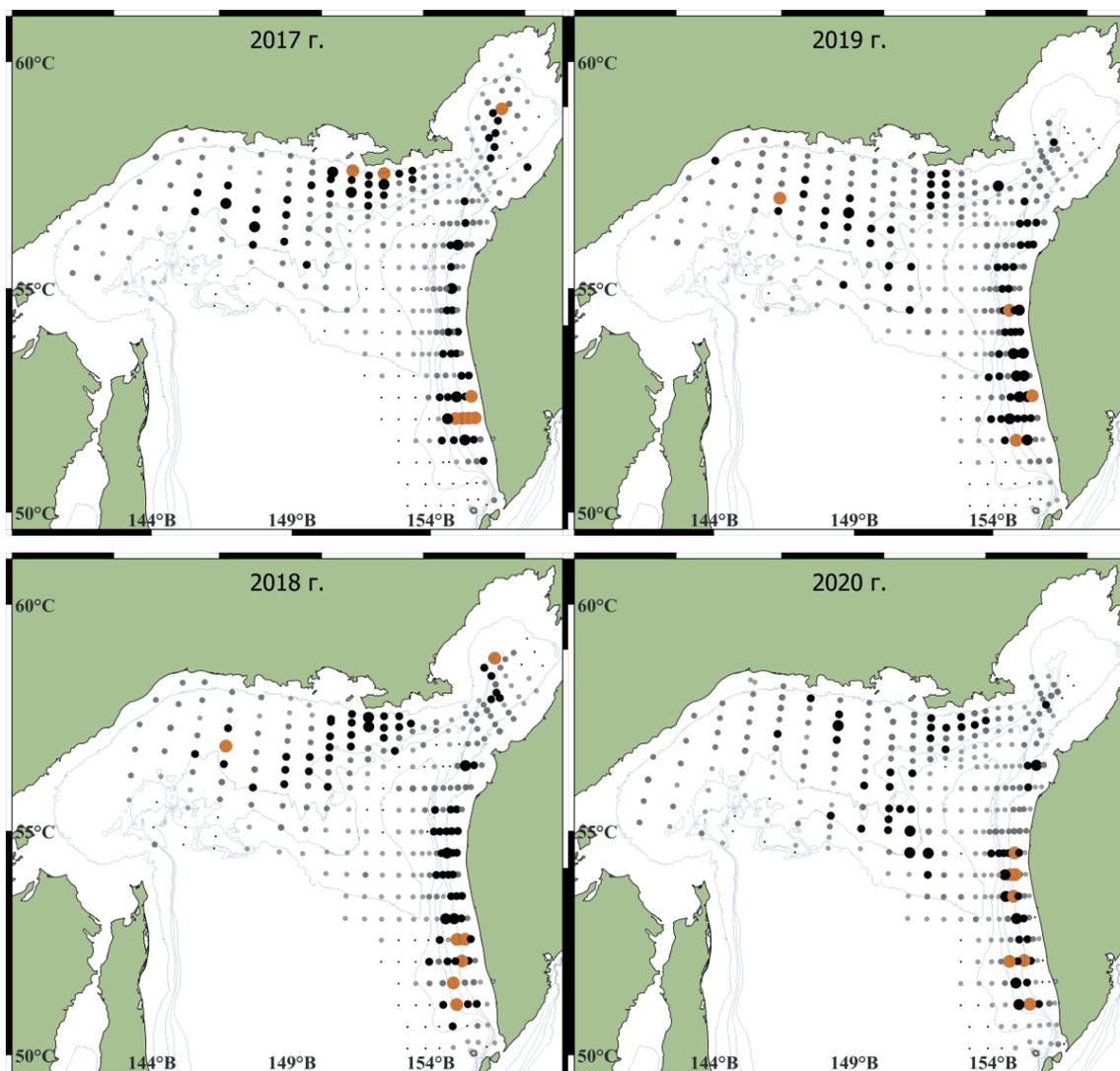


Рис. 7. Пространственное распределение уловов икры минтая (шт./м²) в северной части Охотского моря в 2017–2020 гг. Условные обозначения и градация как на рисунке 6.

В настоящее время уровень запаса минтая в северной части Охотского моря оценивается как высокий (Шейбак и др., 2022). Соответственно высокий запас в нерестовый период даёт высокую учтённую численность икры, которая за рассматриваемый период лет в среднем составляла 190,4 трл икринок (табл. 3, рис. 8).

Сроки проведения ихтиопланктонных съёмок на протяжении десяти лет были, примерно, одинаковы (табл. 3). Средняя дата выполнения съёмки у западной Камчатки приходилась на вто-

рую половину апреля, считающуюся временем пика нереста минтая в этом районе (Фадеев, 1981, 1987).

Однако в 2017 и 2018 гг. отмечено незначительное превосходство II стадии развития, что указывает на более ранний нерест минтая у западной Камчатки относительно среднемноголетних сроков. Доля икры на поздних стадиях развития была незначительной, составляя для III стадии 2,1%, для IV – менее 1%.

В силу того, что термические и гидрологические условия в Охотском море в период последнего десятилетия отно-

Таблица 3. Характеристики скоплений икры минтая в северной части Охотского моря в апреле-мае 2011–2020 гг.

Год	Сроки съёмки	Средняя дата съёмки	Средний улов икры на I–IV ст., шт./м ²	Площадь скоплений икры на I–IV ст., тыс. км ²	Численность икры, трл шт.	Доля стадий развития икры, %			
						I	II	III	IV
западная Камчатка									
2011	5–23 апр.	14 апр.	1261	109,4	150,56	75,2	22,5	2,2	0,1
2012	11–25 апр.	18 апр.	1967	118,5	249,40	68,0	30,2	1,7	0,1
2013	4–20 апр.	12 апр.	1192	99,8	95,83	65,0	31,6	3,4	0,01
2014	11–23 апр.	17 апр.	1751	95,8	163,64	70,8	28,3	0,9	-
2015	9–26 апр.	16 апр.	1219	92,1	106,59	60,5	36,6	2,8	0,1
2016	12–30 апр.	21 апр.	1500	104,6	98,68	66,5	30,0	3,1	0,4
2017	10–30 апр.	20 апр.	2784	104,7	248,23	48,7	50,6	0,7	0,04
2018	14 апр.–2 мая	23 апр.	978	118,1	246,96	42,8	53,1	4,0	0,1
2019	6–26 апр.	14 апр.	2266	123,9	261,39	66,8	32,2	1,0	0,02
2020	10–30 апр.	18 апр.	2041	127,2	282,50	72,2	25,9	1,7	0,2
зал. Шелихова									
2011	1–7 мая	4 мая	1 781	38,5	53,17	74,8	24,2	0,9	0,1
2012	30 апр.–5 мая	2 мая	2 205	26,9	59,14	60,7	38,6	0,7	-
2013	29 апр.–6 мая	2 мая	2 522	53,5	127,75	75,8	23,3	0,9	-
2014	28 апр.–4 мая	1 мая	1 718	37,4	68,22	66,7	32,6	0,7	-
2015	1–5 мая	3 мая	194	6,4	1,29	85,6	14,3	0,1	-
2016	30 апр.–4 мая	2 мая	352	14,1	4,23	100	-	-	-
2017	30 апр.–7 мая	3 мая	691	45,6	40,21	87,5	12,5	-	-
2018	2–7 мая	4 мая	581	25,1	29,03	89,7	10,3	-	-
2019	26 апр.–1 мая	28 апр.	297	21,9	5,96	64,2	35,8	-	-
2020	1–3 мая	2 мая	284	10,6	2,47	86,7	12,3	1,0	-
Североохотоморский район									
2011	8–25 мая	15 мая	508	337,9	177,98	63,7	30,1	5,5	0,7
2012	5–25 мая	14 мая	492	294,0	140,00	81,0	15,6	3,0	0,4
2013	6–26 мая	15 мая	911	345,7	319,04	65,5	30,8	3,5	0,2
2014	4–24 мая	13 мая	1 101	343,0	292,16	61,8	35,0	3,1	0,1
2015	5–24 мая	14 мая	1 578	268,9	354,71	43,2	49,5	7,2	0,1
2016	5–25 мая	11 мая	925	327,3	251,00	61,7	33,3	5,0	0,01
2017	7–24 мая	14 мая	853	344,5	264,90	51,7	45,1	2,7	0,5
2018	8–26 мая	16 мая	374	317,6	216,94	39,0	59,9	0,9	0,2
2019	1–20 мая	9 мая	632	314,3	189,94	55,7	44,0	0,3	-
2020	3–22 мая	11 мая	731	357,1	261,32	60,4	36,3	3,0	0,3

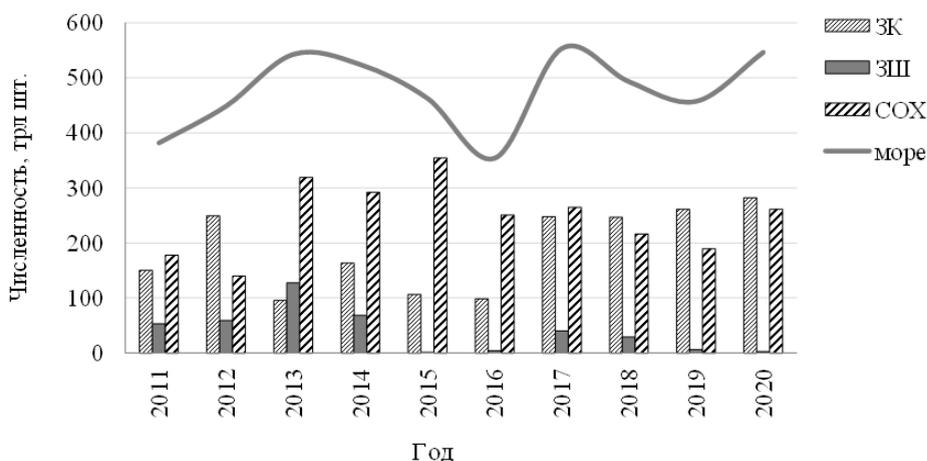


Рис. 8. Межгодовая динамика численности икры на основных нерестилищах северной части Охотского моря.

сятся к теплым и малоледовитым, практически отсутствовало Компенсационное течение, и внутренний шельф вдоль западнокамчатского побережья был выхоложен не существенно (Коломейцев, 2020). Также по данным А.С. Кровнина с соавторами (2022) в водах у западной Камчатки зафиксирован рост средней температуры в слоях 50–100 м (от $-0,2$ до $+0,6^{\circ}\text{C}$) и 100–200 м (от $+0,3$ до $+1,35^{\circ}\text{C}$), в которых, как показали наши исследования, массово проходил нерест минтая весной, а также развивалась большая часть выметанной икры. Смещение нереста от внешнего шельфа к внутреннему способствует большему выживанию икры за счёт её развития в более благоприятных условиях.

В годы с низкой ледовитостью, позволявшей максимально обследовать акваторию зал. Шелихова (2011–2014, 2017 и 2018 гг.), скопления икры обнаружены в его центральной части над изобатами от 100 м и глубже (рис. 6, 7). В 2011–2014 гг. плотные концентрации икры на всех стадиях развития отмечались у входа в залив. Ряд исследователей (Шунтов и др., 1993; Григорьев, 1994; Овсянников, 2011) связывают такое распределение с частичным заносом

из вод северо-западной Камчатки и притауйского района. По нашим данным в соответствии с распределением нерестовых и отнерестовавших самок минтая (рис. 5), можно говорить о независимом нересте в отдельные годы в южной части залива. Средняя дата съёмок приходилась на начало первой декады мая (табл. 3). В это время количество выметанной икры и соотношение самок с гонадами на различных стадиях зрелости указывало на пик нереста минтая в заливе.

В период с 2011 по 2014 гг. средний улов икры на всех стадиях развития был значительно выше, чем во второй половине десятилетия (табл. 3). Площадь, занимаемая икрой в малоледовитые годы, в среднем составляла 93% ($43,7$ тыс. км^2) от общего обследованного полигона в $49,3$ тыс. км^2 .

Количество нерестового минтая в заливе значительно уступает уровню у западной Камчатки и в Североохотском районе (Авдеев и др., 2004, 2008; Овсянников, Пономарев, 2014; Шейбак и др., 2022). Соответственно численность икры в годы полного исследования стандартного полигона в заливе составляла в среднем всего 63 трл шт.

(табл. 3, рис. 8). Однако в 2013 г. в заливе на площади 65,6 тыс. км² учтено 127,8 трл икринок, что на 25% больше, чем у западной Камчатки. Во второй половине десятилетия средняя численность учтённой икры в заливе снизилась более чем в 2 раза.

Так как ихтиопланктонные съёмки проведены, примерно, в одни и те же сроки, соотношение икры на разных стадиях развития ежегодно было на одном уровне. В уловах превалировала икра на I стадии, составляя в среднем 79,1% от учтённой численности. Поздние стадии, как правило, не превышали 1%. Результаты исследований, проведённых в 1984–2009 гг. в несколько ранние сроки – в третьей декаде апреля, указывают на схожее соотношение стадий и превалирование I стадии (91%) (Овсянников, 2011). Однако съёмки, проведённые во второй декаде мая 1984–2009 гг., определили преобладание поздних стадий развития. Соответственно полученные нами результаты указывают на оптимальные сроки исследований в заливе, приходящиеся на первую декаду мая и захватывающих пик нереста.

Как правило, ихтиопланктонные съёмки периода 2010-х гг. охватывали всю акваторию нерестилища в Североохотоморском районе (рис. 6, 7). В 2011, 2013–2014 гг. по причине наличия льда частично был недоступен притауйский шельф и акватория у Шантарских островов. Тем не менее, икра в Североохотоморском районе распределена достаточно широко – от изобат менее 100 м до глубоководных районов – возвышенность Лебеда и впадина Дерюгина (над изобатами более 300 м). Во все годы плотные скопления традиционно располагались у Тауйской губы между 144°–148° в.д. (глубины 100–200 м), североохотоморском шельфе и над возвышенностью Лебеда в 2011 и 2020 гг.

Средняя плотность скоплений икры составляла 813 шт./м² (табл. 3). Однако только в 2014 и 2015 гг. наблюдалась максимальная плотность, в среднем составляющая 1340 шт./м². Площадь, занимаемая икрой, достигала в среднем 93% от общей обследованной акватории, из которой на плотные скопления (> 1000 шт./м²) приходилось 20,5%.

Несмотря на достаточно обширный полигон исследований в Североохотоморском районе, средняя численность учтённой икры составляла 246,8 трл шт. (табл. 3, рис. 8), что сопоставимо с уровнем периода 1984–1992 гг. (Овсянников, 2011). Определённый уровень численности икры выше, чем у западной Камчатки, что указывает на высокую значимость североохотоморского нерестилища в воспроизводстве минтая в северной части Охотского моря в период 2010-х гг.

На протяжении десятилетия ихтиопланктонные съёмки в Североохотоморском районе выполнялись в конце первой – начале третьей декады мая, при этом средняя дата в большинстве лет приходилась на начало второй декады. В это время превалировали ранние стадии развития икры, поздние составляли не более 3,5%. Полученные результаты соотношения стадий развития икры указывают на то, что пик нереста минтая в рассматриваемый период приходился на середину мая.

По мнению Е.Е. Овсянникова (2011) на всех нерестилищах минтая в Охотском море зона вне шельфа считается неблагоприятной для развития икры и личинок. Наши исследования показали, что основные концентрации икры минтая в весенний период 2011–2020 гг. преимущественно располагались над шельфовой зоной, а доля икры на поздних стадиях развития за пределами шельфа была незначительной. Возмож-

но предположить, что в рассматриваемый нами период складывались благоприятные условия для развития основной численности икры.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В целом на протяжении рассматриваемого периода функционировали все основные нерестилища минтая в северной части Охотского моря. Икра на ранних стадиях развития встречалась на большей площади исследованного полигона, за исключением некоторых мористых станций с нулевыми уловами. В то же время скопления поздних стадий развития икры занимали меньшую площадь, а наиболее плотные концентрации, указывающие на начало нереста, отмечены в водах у юго-западной Камчатки, над североохотоморским шельфом и возвышенностью Лебеда. Плотные скопления икры у западной Камчатки и в Североохотоморском районе обнаружены не только в пределах внутреннего шельфа, но и над изобатами более 250 м. В зал. Шелихова, помимо его глубоководной части, минтай нерестился над шельфовой зоной, расположенной в северной части залива.

У западной Камчатки средняя плотность икры на всех стадиях развития составляла 1727 шт./м², в зал. Шелихова – 1369 шт./м² и в Североохотоморском районе – 813 шт./м².

Помимо заноса икры из вод западнокамчатского района, пространственное распределение икры и производителей указывает на самостоятельный нерест в южной части зал. Шелихова. Распределение половозрелых самок с гонадами на разных стадиях зрелости подтвердило расположение основных нерестилищ и направлений постнерестовых миграций от североохотоморского нерестилища в мористую часть.

Плотностным характеристикам скоплений икры была присуща межгодовая динамика. Во второй половине 2010-х гг. средняя плотность икры находилась на уровне 1980-х гг.

Благодарности

Автор благодарит всех сотрудников ТИНРО, принимавших участие в весенних комплексных съёмках в Охотском море в период 2011–2020 гг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Авдеев Г.В., Овсянникова С.Л., Овсянников Е.Е. Результаты оценки запасов минтая в северной части Охотского моря по ихтиопланктонной съёмке в 2004 г. // Вопр. рыболовства. 2005. Т. 6. № 2 (22). С. 298–325.

Авдеев Г.В., Овсянникова С.Л., Овсянников Е.Е., Жигалов И.А. Особенности нереста минтая в северной части Охотского моря в 2004–2006 гг. // Изв. ТИНРО. 2008. Т. 152. С. 80–90.

Буслов А.В. О нересте минтая (*Theragra chalcogramma*) у юго-западного побережья Камчатки // Изв. ТИНРО. 2009. Т. 158. С. 128–141.

Буслов А.В., Сергеева Н.П. Некоторые результаты эксперимента по инкубированию икры восточнокамчатского минтая (*Theragra chalcogramma*) // Изв. ТИНРО. 2009. Т. 156. С. 82–94.

Буслов А.В., Сергеева Н.П. Эмбриогенез и раннее постэмбриональное развитие тресковых рыб дальневосточных морей // Исслед. водных биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана : Сб. науч. тр. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2013. Вып. 14. С. 32–46.

Буслов А.В., Смирнов А.В. Смертность икринок минтая *Gadus chalcogrammus* Pallas, 1814 в течение эмбриогенеза в водах западного побережья Камчатки // Биол. моря. 2021. Т. 47. № 4. С. 228–234.

Варкентин А.И. Сезонная динамика зрелости гонад и показателей упитанности мин-

тая (*Theragra chalcogramma*) в северной части Охотского моря // Изв. ТИНРО. 2015. Т. 180. С. 77–92.

Григорьев С.С. Распределение икры, личинок и мальков минтая на западно-камчатском шельфе в июне-августе 1988 г. // Изв. ТИНРО. 1994. Т. 115. С. 118–122.

Зверькова Л.М. Пространственная структура района воспроизводства минтая в северной части Охотского моря // Вопр. ихтиологии. 1987. Т. 27. Вып. 3. С. 414–420.

Зверькова Л.М., Пушкинов В.В. Распределение пелагической икры минтая (*Theragra chalcogramma*) в Охотском море // Рыбохозяйственные исследования умеренных вод Тихого океана. Владивосток: ТИНРО, 1980. С. 117–123.

Коломейцев В.В. Изменчивость Западно-Камчатского течения зимой 1994–2019 гг. по альтиметрическим данным // Изв. ТИНРО. 2020. Т. 200. Вып. 2. С. 412–426.

Кровнин А.С., Зуенко Ю.И., Фигуркин А.Л., Хен Г.В., Кивва К.К., Новиков Ю.В., Тепнин О.Б. Океанологические условия в пределах основного ареала минтая // Тр. ВНИРО. 2022. Т. 189. С. 16–44.

Овсянников Е.Е. Особенности распределения икры минтая у западной Камчатки // Изв. ТИНРО. 1999. Т. 126. С. 246–251.

Овсянников Е.Е. Динамика пространственного распределения икры и молоди минтая в северной части Охотского моря: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток: ТИНРО, 2011. 20 с.

Овсянников Е.Е., Пономарев С.С. Оценка состояния запасов минтая в Охотском море весной 2013 г. // Изв. ТИНРО. 2014. Т. 177. С. 114–124.

Сергеева Н.П., Варкентин А.И., Буслев А.В. Закономерности полового созревания, половой цикл и шкала стадий зрелости гонад минтая (*Theragra chalcogramma*) // Исслед. водных биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана: Сб. науч. тр. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2011. Вып. 22. С. 49–62.

Фадеев Н.С. Сроки размножения и нерестовых подходов минтая // Экология, запасы и промысел минтая. Владивосток: ТИНРО, 1981. С. 3–18.

Фадеев Н.С. Распределение икры минтая в северной части Охотского моря // Рыбн. хозяйство. 1984. № 12. С. 22–25.

Фадеев Н.С. Нерестилища и сроки размножения минтая северной части Охотского моря // Популяционная структура, динамика численности и экология минтая. Владивосток: ТИНРО, 1987. С. 5–22.

Фадеев Н.С. Методика оценки запасов минтая по численности икры и размерно-возрастному составу // Биол. моря. 1999. Т. 29, № 3. С. 246–249.

Фигуркин А.Л. Океанологические условия шельфа и склона Охотского моря в холодную половину года и их влияние на нерест минтая: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Владивосток, 2003. 23 с.

Фигуркин А.Л., Жигалов И.А., Ванин Н.С. Океанологические условия в Охотском море в начале 2000-х гг. // Изв. ТИНРО. 2008. Т. 152. С. 240–252.

Шейбак А.Ю., Антонов Н.П., Кузнецова Е.Н. Состояние и структура запаса минтая в Охотском море в 2011–2020 гг. // Тр. ВНИРО. 2022. Т. 187. С. 71–86.

Шунтов В.П., Волков А.Ф., Темных О.С., Дулепова Е.П. Минтай в экосистемах дальневосточных морей. Владивосток: Изд-во ТИНРО, 1993. 426 с.

QGIS (<https://qgis.org/ru/site/forusers/download.html>).

**FEATURES SPAWNING OF POLLOCK
GADUS CHALCOGRAMMUS IN THE NORTHERN
PART OF THE SEA OF OKHOTSK IN THE 2010S**

© 2023 y. A.Y. Sheibak

*Russian Federal Research Institute of Fisheries
and Oceanography, Russia, Moscow, 105187*

A significant amount of data collected during spring complex surveys in the northern part of the Sea of Okhotsk allowed us to characterize pollock spawning in the period 2011–2020. It was found that, on average, during the period under review, caviar accumulations of various densities occupied up to 90% of the surveyed water area. In the spring period caviar on the early stages of development was found on a larger area of the studied landfill, with the exception of some marine stations, where it was absent from catches. At the same time accumulations of caviar on the late stages of development occupied a smaller area, and the densest concentrations indicating the beginning of spawning were noted in the waters off southwestern Kamchatka and above the Swan Hill. In the waters off the West Kamchatka coast 75% of the caviar was located above depths of 50–150 m and only 22% – outside the shelf. A similar distribution of caviar was noted in the North Okhotomorsky district – 76% developed within the shelf and 31% – over the deep-water part of the district. In the Shelikhov Bay the densest concentrations of caviar were located above the deep-water trough during all years of research.

Keywords: Sea of Okhotsk, pollock *Gadus chalcogrammus*, spawning, ichthyoplankton network, caviar, stage of development, distribution.