



Промысловые виды и их биология

Воспроизводство, ресурсы и промысел минтая в заливе Петра Великого в современный период

А.В. Буслов, А.А. Байталюк, Е.Е. Овсянников, А.В. Смирнов

Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), пер. Шевченко, 4, г. Владивосток, 690091

E-mail: evgeniy.ovsyannikov@tinro-center.ru

Цель работы: охарактеризовать современное состояние воспроизводства, ресурсы и промысел минтая в заливе Петра Великого.

Результат: показано, что появление в водах залива Петра Великого урожайного поколения 2014 г. рождения привело к существенным изменениям состояния запаса, воспроизводства и добычи этого вида. Биомасса минтая значительно увеличилась, на традиционных нерестилищах в заливе возобновился массовый нерест минтая, его вылов в водах Приморья резко увеличился и достиг рекордных значений. Тем не менее, за три нерестовых сезона этой генерации какого-либо значимого пополнения не появилось, поэтому в ближайшие годы следует ожидать возвращения этого ресурса к низкому уровню численности.

Новизна: на основе исследований, выполненных в 2019–2022 гг. представлены актуальные данные о воспроизводстве, современном состоянии и структуре запаса минтая в заливе Петра Великого.

Практическая значимость: полученные результаты по оценке современного состояния и структуре запаса приморского минтая будут использованы для составления оперативных и перспективных прогнозов.

Используемые методы: оценка состояния ресурса выполнена на основе материалов научно-исследовательских донных траловых и иктиопланктонных съёмок и с использованием данных по вылову минтая из Отраслевой системы мониторинга «Рыболовство».

Ключевые слова: минтай *Gadus chalcogrammus*, залив Петра Великого, запас, пополнение, промысел, размерно-возрастная структура.

Reproduction, stock status and fishery for walleye pollock in Peter the Great Bay in the modern period

Alexandr V. Buslov, Alexey A. Baytalyuk, Evgeniy E. Ovsyannikov, Anatoliy V. Smirnov

Pacific branch of «VNIRO» («TINRO»), 4, per. Shevchenko, Vladivostok, 690091, Russia

The aim of the study is to analyze the current state of reproduction, resources and pollock fishery in Peter the Great Bay.

Result: It is shown that the increase in pollock abundance is associated with the appearance of a strong year-class of 2014 in Peter the Great Bay. Pollock biomass has increased significantly, mass spawning has resumed in traditional spawning areas, commercial catch of pollock increased to record levels. However, during the three spawning seasons of the year-class 2014 there was no significant recruitment, so the fish stock is expected to return to a low level.

Novelty: The results of scientific research conducted in the Peter the Great Bay in 2019–2022 made it possible to obtain new data on the reproduction, current state and structure of pollock stock.

Practical significance: The obtained estimates of the current state and structure of pollock stock will be used for short-term and long-term forecasts.

Research methods: The data of research bottom trawl and ichthyoplankton surveys and pollock catch statistics from the Industry Monitoring System (OSM «Fishing») were used.

Keywords: walleye pollock *Gadus chalcogrammus*, Peter the Great Bay, year-classes, recruits, stock, fishery, age, body length.

ВВЕДЕНИЕ

Минтай *Gadus chalcogrammus* Pallas, 1814 залива Петра Великого считается одной из нескольких некрупных популяций этого вида в Японском море [Шунтов и др., 1993; Фадеев, 2009]. В результате многочисленных исследований второй половины XX века были выявлены закономерности его нереста, распре-

деления, миграций и динамики численности [Кагановская, 1954; Веденский, 1971; Гаврилов, Безлюдный, 1986; Нуждин, 1987]. Установлено, что функциональная структура ареала в период нагула, помимо залива Петра Великого, включает и воды южного Приморья, тем не менее, масштабы воспроизводства минтая за пределами залива невелики [Нуждин, 1998]. Ис-

ходя из сроков массового икрометания, сделан вывод о существовании в заливе Петра Великого двух волн нереста — осенне-зимнего и весеннего с пиками в ноябре-декабре и марте-апреле, соответственно. Основной район воспроизводства в осенне-зимний период располагался в юго-западной части залива, в то время как наибольшие скопления икры во время весеннего нереста регулярно отмечались в восточной части залива. Важно заметить, что промысел минтая в заливе традиционно был приурочен к нерестовому периоду.

Многолетняя динамика интенсивности воспроизводства минтая на акватории залива Петра Великого соответствовала изменениям численности нерестового запаса. В результате устойчивой тенденции снижения последнего к середине 1980-х гг. практически исчез осенне-зимний нерест, а через десятилетие многократно сократилось количество вымётываемой икры и во время весеннего нереста [Фадеев, 2009]. По этой причине ихтиопланктонные съёмки, направленные на учёт икры минтая, с 1994 г. были прекращены. Попытки возобновить эти работы в 2004–2006 гг. подтвердили критически низкий уровень воспроизводства (штучные поимки икринок) и нецелесообразность проведения съёмок для оценки запасов. Промысел в эти годы также пребывал в стагнации — ежегодный вылов сократился до 1,5–2,5 тыс. т [Нуждин, 2008].

Исследования последнего десятилетия имели в большей степени теоретический характер и касались, в основном, вопросов изучения механизмов и закономерностей формирования урожайных поколений, а также динамики численности минтая залива Петра Великого [Вдовин и др., 2017; Зуенко, Нуждин, 2018; 2020].

Вместе с тем, в 2015 г. в ходе донных траловых исследований в заливе и прилегающих водах южного Приморья было зафиксировано появление урожайного поколения минтая 2014 г. рождения, численность которого в годовалом возрасте оказалась рекордной за всё время наблюдений [Вдовин и др., 2017]. По мере роста рыб этой генерации было логично ожидать существенных изменений в состоянии ресурсов минтая залива Петра Великого и, соответственно, его нереста и добычи. В этой связи, авторами настоящей работы в 2019–2022 гг. был спланирован и выполнен ряд исследований, позволяющих охарактеризовать современное состояние воспроизводства, ресурсы и промысел минтая в заливе Петра Великого в условиях доминирования урожайного поколения 2014 г. Изложение результатов этих работ и явилось целью настоящей статьи.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

За период исследований было выполнено 16 ихтиопланктонных съёмок (табл. 1). Наибольшая продолжительность и акватория работ пришлась на 2019 г., что было необходимо для выявления основных районов и сроков икрометания минтая после многолетнего перерыва выполнения подобных съёмок. С учётом полученных результатов съёмки последующих лет в целях экономии судового времени были оптимизированы посредством максимального приближения к пику нереста и нерестилищам.

Вертикальные обловы ихтиопланктона выполняли сетью ИКС-80 с площадью входного отверстия 0,5 м² в слое дно — поверхность (над изобатами менее 200 м) либо 200 м — поверхность (над изобатами глубже 200 м). Температуру воды в слое облова измеряли через 1 м гидрологическим зондом «Rinko Profiler ASTD-102».

Икринки минтая выбирали из пробы, подсчитывали их количество, определяли стадии развития по четырёхбалльной шкале Расса, адаптированной для минтая [Буслов, Сергеева, 2013]. Для этого отбирали выборку 200 экз., в случае меньших уловов просматривали все икринки. Продолжительность стадий развития икринок в зависимости от температуры воды определяли по уравнениям, подобранным отдельно для каждой стадии. При оценке возраста икринок и даты начала нереста принимали, что на момент поимки икринок находились в середине соответствующей стадии развития.

Расчёт численности икринок, учтённых на акватории съёмок, выполнен методом сплайн-аппроксимации, реализованном в геоинформационной системе «КАРТМАСТЕР» [Бизиков и др., 2007]. Полученные оценки корректировали на величину смертности в зависимости от стадии развития, применяя посуточные коэффициенты убыли икринок во время эмбриогенеза. Численность производителей, участвовавших в нересте, рассчитывали по кривой суточной продукции икры, смоделированной для всего периода икрометания. Методика этого подхода подробно описана ранее [Буслов, Смирнов, 2021]. Для построения карт распределения икры и дислокации промыслового флота использована ГИС Golden Software Surfer 8.

Биологические характеристики производителей, использованные для расчётов, были получены по результатам массовых промеров и биоанализов. Сбор материала из промысловых уловов осуществляли в 2019–2022 гг. на рыбоперерабатывающем заводе в п. Южно-Морской в весенний период (март-апрель). Всего промерено 7150 экземпляров минтая, а биологическому анализу подвергнуто 723 особи. Абсолют-

Таблица 1. Сроки проведения ихтиопланктонных съёмок в заливе Петра Великого в 2019–2022 гг.
Table 1. Dates of ichthyoplankton surveys in Peter the Great Bay in 2019–2022

Год	№ съёмки	Даты съёмки	Количество станций	Название судна
2019	1	27–31 марта	65	НИС «Владимир Сафонов»
	2	1–4 апреля	65	
	3	5–11 апреля	65	
	4	12–15 апреля	27	
	5	20–23 апреля	23	
	6	1–5 июня	25	
2020	7	22–24 апреля	45	НИС «Владимир Сафонов»
	8	6–8 мая	34	РС «Таймень»
2021	9	17–19 апреля	43	НИС «Убеждённый»
	10	21–23 апреля	39	
	11	25–27 апреля	38	
	12	28–30 апреля	34	
	13	3–5 мая	29	
2022	14	6–8 апреля	49	НИС «Зодиак»
	15	16–18 апреля	47	НИС «Дмитрий Песков»
	16	23–25 апреля	43	НИС «Дмитрий Песков»

Таблица 2. Сроки проведения и объём собранного материала по минтаю во время донных траловых съёмок в заливе Петра Великого и прилегающих водах подзоны Приморье в 2015–2022 гг.

Table 2. Dates of works and data collected on walleye pollock in research bottom trawl surveys in Peter the Great Bay and the waters of Primorye in 2015–2022

Год	Даты	Кол-во тралений	Промерено рыб (экз.)	Название судна
2015	01.04–25.04	109	4720	НИС «Бухоро»
2016	26.04–23.05	127	4741	НИС «Бухоро»
2018	20.04–16.05	111	7711	НИС «Бухоро»
2019	01.04–29.04	130	5676	НИС «Владимир Сафонов»
2022	26.04–19.06	100	3129	НИС «Дмитрий Песков»

ную индивидуальную плодовитость самок для каждого нерестового сезона рассчитывали в зависимости от их средней длины по соответствующему уравнению [Нуждин, 2008]. Возраст рыб определяли по прокалённым поперечным сломам отоликов. Валидность этого метода подтверждена для минтая рядом исследований, а критерии интерпретации годовых колец подробно описаны [Kimura et al., 2006; Буслов, 2009; Буслов, Овсянников, 2019].

Донные траловые съёмки, результаты которых использованы в настоящей работе, выполнялись в соответствии с методиками, принятыми в Тихоокеанском филиале ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО») [Планирование..., 2005] (табл. 2).

Статистический анализ промысла, распределение уловов минтая выполнены по данным, представленным в Отраслевой системе мониторинга «Рыболовство» (ОСМ). Величину ежегодного вылова за десятилетний период (2013–2022 гг.) оценивали на основании данных оперативной отчётности предприятий, также представленной в ОСМ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Воспроизводство. В ходе первой ихтиопланктонной съёмки, выполненной в конце марта 2019 г., были получены штучные уловы икринок минтая всего на нескольких станциях, что свидетельствовало о начальной фазе процесса воспроизводства (рис. 1).

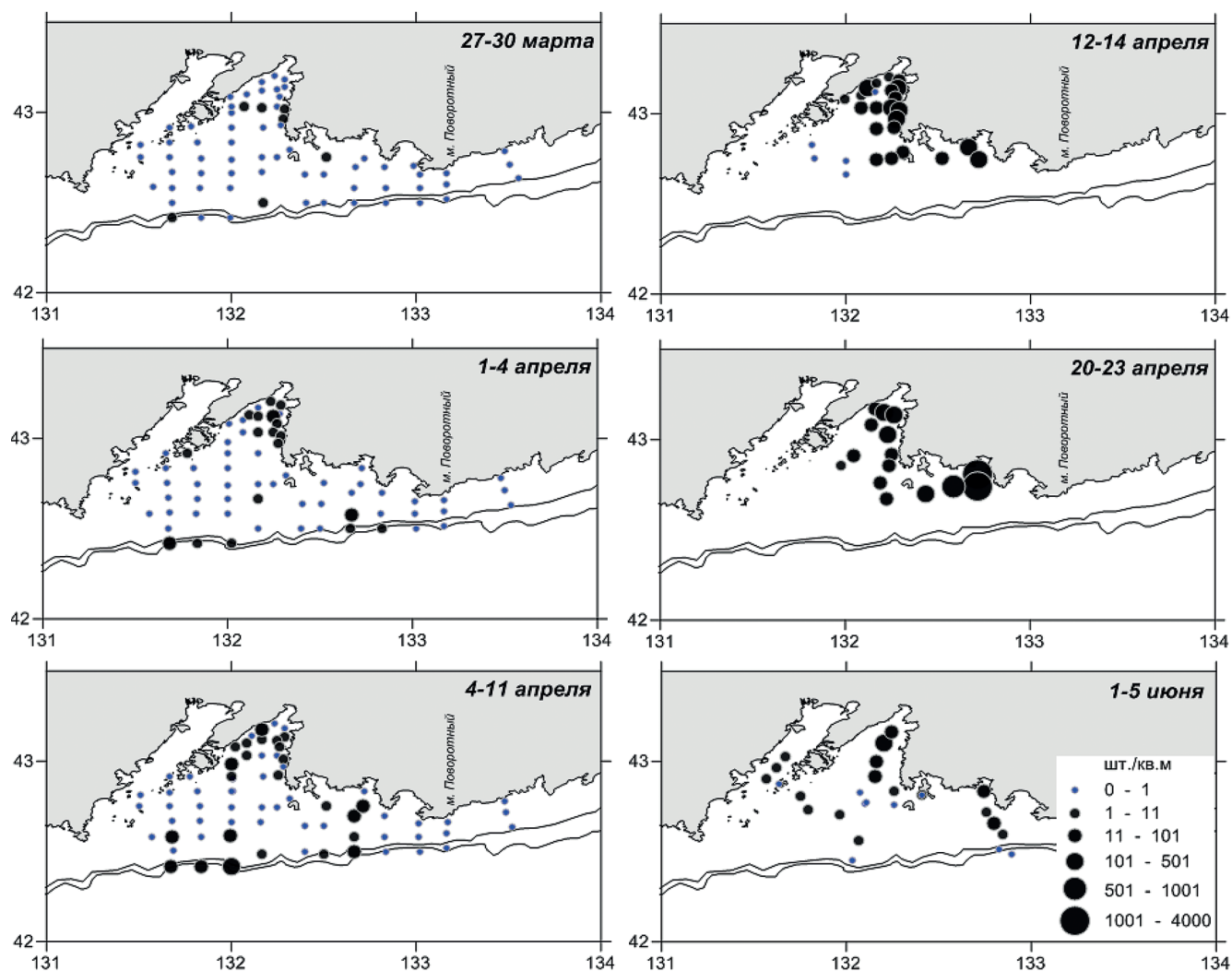


Рис. 1. Распределение икры минтая I–IV стадий развития в заливе Петра Великого в 2019 г., экз./кв. м
Fig. 1. Spatial distribution of pollock eggs at stages I–IV of development in Peter the Great Bay in 2019, eggs/m²

Присутствие в это время в пробах икринок на II стадии развития даёт основания считать датой начала нереста 18 марта (табл. 3). В течение первой декады апреля было зафиксировано увеличение интенсивности икрометания, что следует из результатов двух последующих съёмок. Уловы икринок были локализованы преимущественно в Уссурийском заливе и вдоль внешнего края шельфа залива Петра Великого. Однако их количество в пробах оставалось невелико и лишь в трёх случаях превысило 10 экз. за облов.

Заметное увеличение концентраций икринок в ихтиопланктоне произошло к середине апреля. Во время четвёртой съёмки икра присутствовала на всех станциях, выполненных в Уссурийском заливе. Наиболее результативные уловы (90–200 экз.) были приурочены к изобатам 20–40 м. Ещё один очаг нереста проявился в это же время в районе залива Восток, где численность икринок также достигала 200 экз.

за облов. На всей акватории съёмки доминировала икра на I стадии развития (98%), что свидетельствовало о начале массового икрометания минтая. Пик нереста в 2019 г. пришёлся на начало третьей декады апреля, когда было учтено максимальное количество икры (табл. 3). Наиболее плотные концентрации (более 1 тыс. экз. за облов) отмечены в районе залива Восток над изобатами 20–40 м. Во время июньской съёмки, завершающей серию ихтиопланктонных исследований 2019 года, количество икринок на результативных станциях колебалось от 1 до 26 экз. за облов. В пробах заметно увеличилась доля икры на поздних стадиях развития, что в совокупности указывало на остаточный нерест минтая.

В третьей декаде апреля 2020 г. было учтено максимальное количество икры за весь период исследований (табл. 3). При этом в уловах преобладали икринки на II стадии развития, на основании чего

Таблица 3. Количество развивающихся икринок минтая, учтённых на акватории залива Петра Великого в 2019–2022 гг., и продолжительность стадий развития в зависимости от температуры воды
Table 3. Number of pelagic pollock eggs caught in Peter the Great Bay in 2019–2022 and duration of egg development stages depending on water temperature

Средняя дата съёмки	Количество учтённых икринок по стадиям, ·10 ⁹ экз.				Средняя температура, °С	Продолжительность стадий развития икринок, сутки			
	I	II	III	IV		I	II	III	IV
2019 г.									
29 марта	1,35	0,19	–	–	0,98	7,3	7,0	10,1	8,7
3 апреля	7,97	0,09	–	–	1,34	6,8	6,5	9,3	7,6
8 апреля	33,06	0,59	–	–	1,40	6,7	6,4	9,2	7,5
13 апреля	46,18	0,83	–	0,17	1,78	6,2	6,0	8,6	6,5
22 апреля	146,48	11,78	2,85	–	2,37	5,5	5,4	7,7	5,3
3 июня	2,53	1,55	0,16	0,19	3,53	4,4	4,3	6,3	3,6
2020 г.									
23 апреля	747,31	2602,87	123,52	0,51	2,39	5,5	5,3	7,7	5,3
7 мая	271,26	2,46	1,7	0,21	3,00	4,9	4,8	6,9	4,3
2021 г.									
18 апреля	1120,21	102,62	1,87	–	2,70	5,2	5,0	7,2	4,7
22апреля	916,24	107,43	1,88	–	2,24	5,6	5,5	7,9	5,6
26 апреля	473,53	53,30	16,40	–	2,59	5,3	5,1	7,4	4,9
29 апреля	234,80	35,33	9,11	1,77	2,79	5,1	5,0	7,1	4,6
4 мая	138,55	4,69	20,08	3,11	3,01	4,9	4,8	6,9	4,3
2022 г.									
7 апреля	1149,2	350,8	0,01	–	1,50	6,5	6,3	9,1	7,2
17 апреля	1298,0	525,1	553,6	28,1	2,94	4,9	4,8	7,0	4,4
24 апреля	504,6	414,7	603,8	71,7	4,63	3,5	3,5	5,4	2,5

можно констатировать прохождение пика нереста недель ранее. Начало же воспроизводства, судя по поимкам эмбрионов на IV стадии развития, пришлось на конец марта.

Как и годом ранее, массовое икрометание минтая было локализовано в Уссурийском заливе и в водах, прилегающих к заливу Восток (рис. 2). Наибольшие уловы икринок (1–3 тыс. экз.) отмечались над изобатами 20–60 м. Глубже и мельче их концентрации резко снижались. В конце первой декады мая массовый нерест минтая сохранился преимущественно в Уссурийском заливе. Причём, более интенсивно протекал в его восточной части, где уловы икринок над изобатами 20–30 м достигали 400–600 экз.

В 2021 г. серией из пяти ихтиопланктонных съёмок удалось охватить вторую половину процесса воспроизводства – от пика нереста в конце второй декады апреля до его затухания, о чём свидетельствовало поступательное уменьшение учтённой икры (табл. 3). Расчётная дата начала нереста приходилась на первые числа апреля. На протяжении десяти суток исследований очаги икрометания оставались относитель-

но стационарны и были приурочены к традиционным районам – заливам Восток и Уссурийский (рис. 3). Следует заметить, что обловы, выполненные восточнее мыса Поворотный в ходе девятой и десятой съёмки, не показали наличия сколько-нибудь значимого нереста минтая за пределами залива Петра Великого. При этом 18 и 21 апреля в заливе Восток были получены максимальные уловы икринок, которые составляли 5,8 и 3,1 тыс. экз., соответственно. Высокие концентрации икринок (до 2 тыс. экз. за облов) сохранялись в этом районе до конца апреля. В Уссурийском же заливе количественные показатели нереста были ниже. Уловы икринок на результативных станциях не превышали 200 экз., однако в конце апреля возросли до 600 экз. Как и в два предшествующих года, основные нерестилища минтая, судя по учтённой икре, были приурочены к изобатам 20–60 м.

Результаты ихтиопланктонных съёмок 2022 г. показали, что массовый нерест начался несколько раньше, чем в предыдущие годы (см. табл. 3). Уже в первой декаде апреля максимальный улов икринок в районе залива Восток достигал 4,1 тыс. экз. (рис. 4). Тем

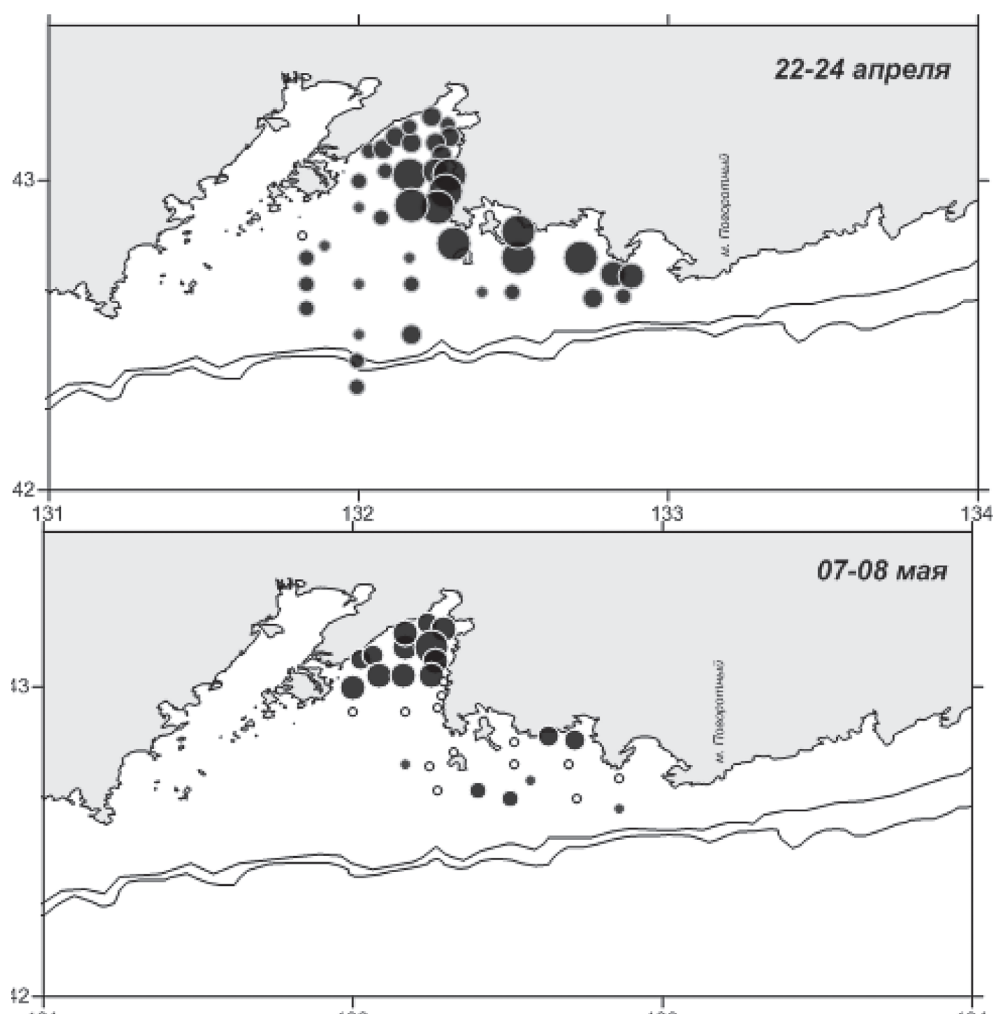


Рис. 2. Распределение икры минтая I–IV стадий развития в заливе Петра Великого в 2020 г., экз./кв. м. Условные обозначения как на рис. 1

Fig. 2. Spatial distribution of pollock eggs at stages I–IV of development in Peter the Great Bay in 2020, eggs/m². Symbols are shown in Fig. 1

не менее, пик икрометания, как и ранее, был приурочен к концу второй декады. Основные нерестилища традиционно располагались в заливах Восток и Уссурийский, а концентрации икринок в них оказались максимальными за весь период наблюдений – 10,2 и 2,8 тыс. экз. за лов, соответственно. В третьей декаде апреля произошло снижение нерестовой активности минтая. Основное воспроизводство переместилось в Уссурийский залив, где наиболее результативные уловы составляли 3,0–5,7 тыс. экз. с преобладанием икры на I стадии развития, в то время как в заливе Восток доминировала икра на III стадии, а максимальная концентрация снизилась до 2,1 тыс. экз. за облов.

Динамика суточной продукции икры, смоделированная по результатам съёмки за четыре года, свидетельствует о достаточно стабильных сроках массового икрометания минтая в заливе Петра Великого (рис. 5). Начало приходится на последние числа марта. Наибо-

лее интенсивный нерест протекает в течение второй и третьей декад апреля, когда вымётывается 75–80% всей икры, на май приходится 15–17%.

В целом, результаты ихтиопланктонных исследований свидетельствуют, что в 2019–2022 гг. в заливе Петра Великого возобновилось массовое воспроизводство весенненерестующего минтая. В 1970–1980-е гг. весенний нерест также проходил с марта по май, главным образом, в восточной части залива Петра Великого над изобатами 50 м и менее [Нуждин, 2008; Фадеев, 2009]. Исследователи указывали, что основное количество икры вымётывалось в конце марта – первой половине апреля в водах восточнее о. Аскольд и в северо-восточной части Уссурийского залива. Исходя из результатов наших работ, можно заключить, что в современный период локализация районов воспроизводства весенненерестующего минтая не претерпела изменений. Около 60% выметанной икры при-

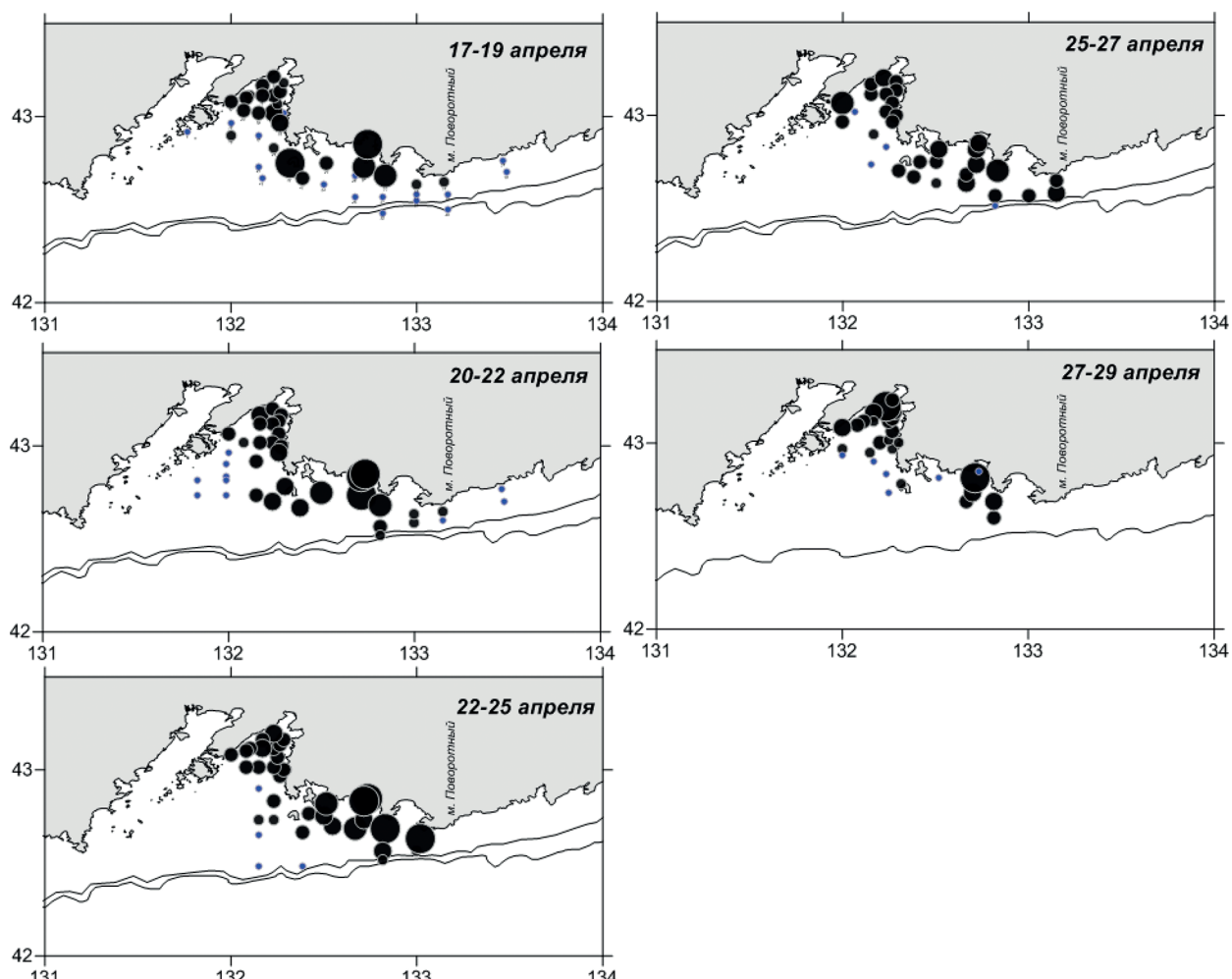


Рис. 3. Распределение икры минтая I–IV стадий развития в заливе Петра Великого в 2021 г., экз./кв. м. Условные обозначения как на рис. 1

Fig. 3. Spatial distribution of pollock eggs at stages I–IV of development in Peter the Great Bay in 2021, eggs/m². Symbols are shown in Fig. 1

ходило на акваторию восточнее о. Аскольд, а остальная часть на Уссурийский залив. В пространственно-временном аспекте интенсивный массовый нерест минтая начинался в конце первой декады апреля восточнее о. Аскольд (район залива Восток), затем в третьей декаде апреля перемещался в Уссурийский залив, где заканчивался в первой декаде мая.

Анализ размерно-возрастной структуры половозрелых рыб в уловах из залива Петра Великого свидетельствовал, что на протяжении четырёх последних лет в нерестовом запасе абсолютно доминировало поколение 2014 г. рождения (рис. 6). Его доля с 2019 по 2022 гг. составляла 48, 51, 61 и 52%, соответственно. Очевидно, что и динамика количественных показателей нереста определялась вхождением в нерестовой запас этой урожайной генерации (табл. 4).

Минимальная продукция выметанной икры была отмечена в 2019 г., что выглядит вполне логичным,

поскольку в 5-годовалом возрасте половой зрелости достигла лишь незначительная часть поколения, представленная преимущественно самцами. Последнее, как видно, почти двукратно преобладали в родительском стаде (табл. 4). Однако уже на следующий год соотношение полов выровнялось, продукция икры за счёт созревших самок возросла почти на порядок, а численность и биомасса производителей увеличилась в пять раз, достигнув пиковых значений. В 2021 г. количество выметанной в заливе Петра Великого икры сократилось на 50%, однако в 2022 г. вновь возросло (табл. 4). Учитывая, что в возрастной структуре половозрелых рыб какого-либо значимого пополнения не прослеживалось, то можно с достаточной долей уверенности полагать, что увеличение продукции икры произошло за счёт высокой абсолютной плодовитости самок поколения 2014 г. и их значительного преобладания над самцами. Вместе с тем, и числен-

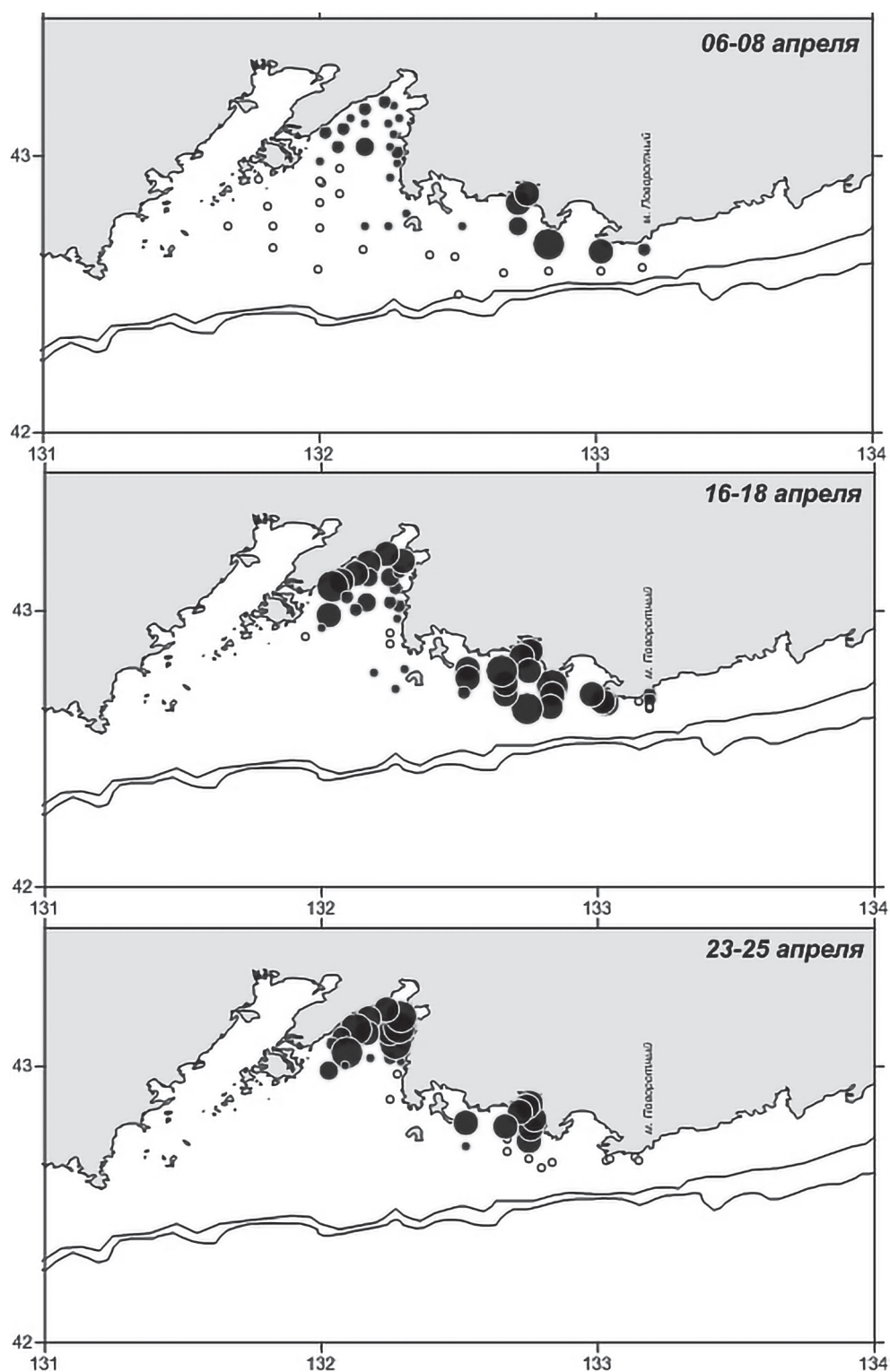


Рис. 4. Распределение икры минтая I–IV стадий развития в заливе Петра Великого в 2022 г., экз./кв. м.
 Условные обозначения как на рис. 1

Fig. 4. Spatial distribution of pollock eggs at stages I–IV of development in Peter the Great Bay in 2022, eggs/m².
 Symbols are shown in Fig. 1

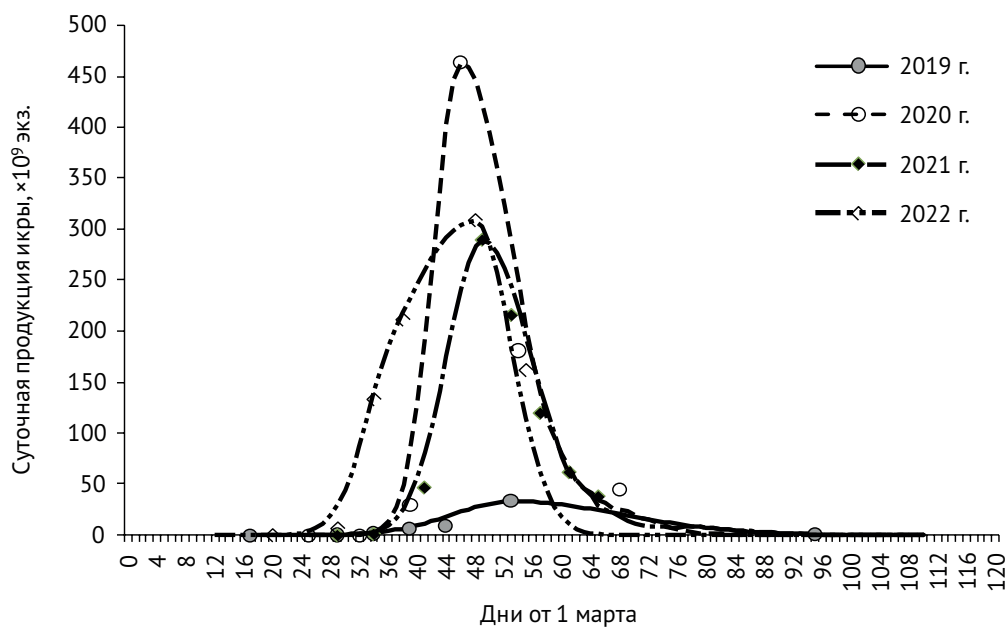


Рис. 5. Эмпирическая (точки) и расчётная (линии) динамика суточной продукции икры ($\cdot 10^9$ экз.) минтая в заливе Петра Великого в 2019–2022 гг.

Fig. 5. Empirical (points) and calculated (lines) dynamics of daily production of pollock eggs ($\cdot 10^9$ ind) in Peter the Great Bay in 2019–2022

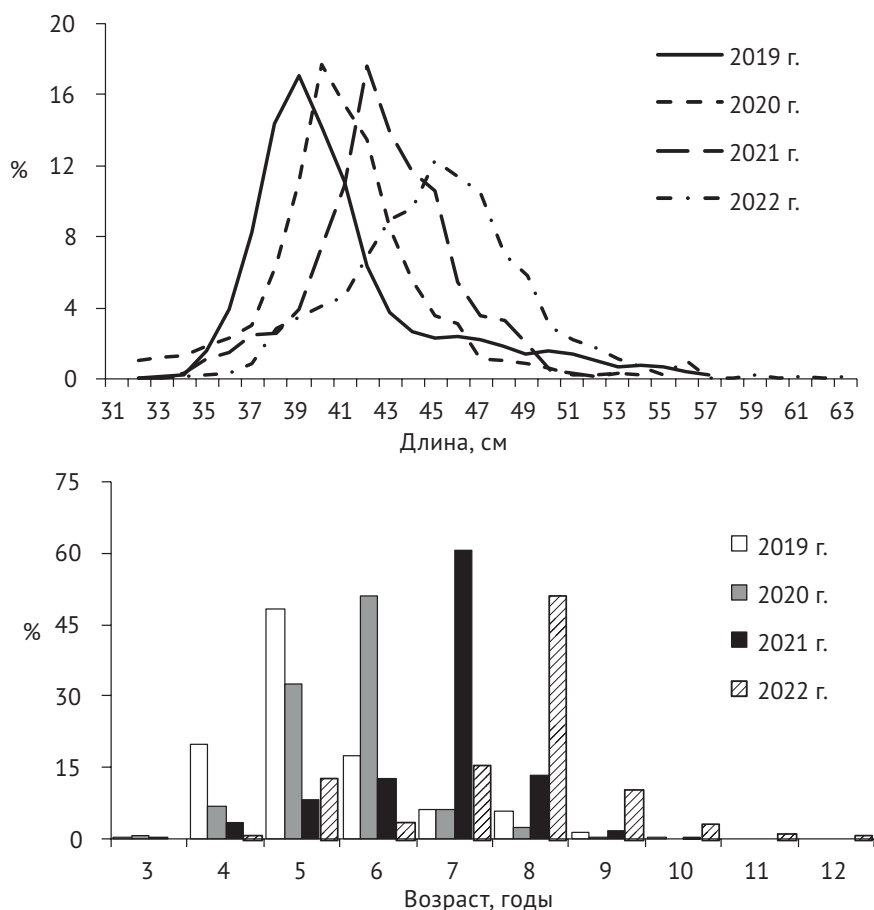


Рис. 6. Размерно-возрастная структура нерестового запаса минтая в заливе Петра Великого в 2019–2022 гг.

Fig. 6. length-age structure of pollock spawning stock in Peter the Great Bay in 2019–2022

Таблица 4. Репродуктивные показатели и количественные характеристики нереста минтая в заливе Петра Великого в 2019–2022 гг.

Table 4. Reproductive indicators and quantitative characteristics of pollock spawning in Peter the Great Bay in 2019–2022

Показатели воспроизводства	Год			
	2019	2020	2021	2022
Продукция икры за нерестовый сезон, $\cdot 10^9$ экз.	982,5	8586,9	4483,2	5863,2
Средняя абсолютная плодовитость самки, тыс. икр.	113,8	158,4	176,0	238,0
Доля самок в нерестовом запасе, %	38,7	50,5	48,3	65,1
Численность производителей, млн экз.	22,3	107,3	52,7	37,8
Средняя масса производителей, кг	0,382	0,431	0,502	0,572
Биомасса нерестового запаса, тыс. т	8,5	46,3	26,5	21,6

ность и биомасса нерестового запаса минтая последовательно снижались после 2020 г. по мере убыли рыб урожайной генерации. Отсутствие в уловах значимого пополнения родительского стада даёт основания прогнозировать существенное снижение интенсивности воспроизводства минтая в заливе Петра Великого в ближайшие годы.

Ресурсы. Помимо возобновлённых ихтиопланктонных съёмок, одним из традиционных методов прямого учёта ресурсов минтая залива Петра Великого являются донные траловые съёмки. К плюсам этих работ можно отнести их регулярность, большую площадь обследования, включающую нагульные аквато-

рии к северо-востоку от залива, а также возможность учёта молоди.

По данным многолетних исследований можно выделить период высокой численности минтая (1978–1990 гг.), когда промысловый запас, учитываемый посредством донных траловых съёмок, в среднем составлял 176 тыс. т. В XXI веке ресурсы минтая заметно сократились и до появления урожайного поколения 2014 г. оценивались среднегодовой величиной в 58 тыс. т (рис. 7).

В последние восемь лет размерно-возрастная структура минтая в уловах донных траловых съёмок характеризовалась абсолютным доминированием рыб урожайной генерации (рис. 8). Непосредственно по

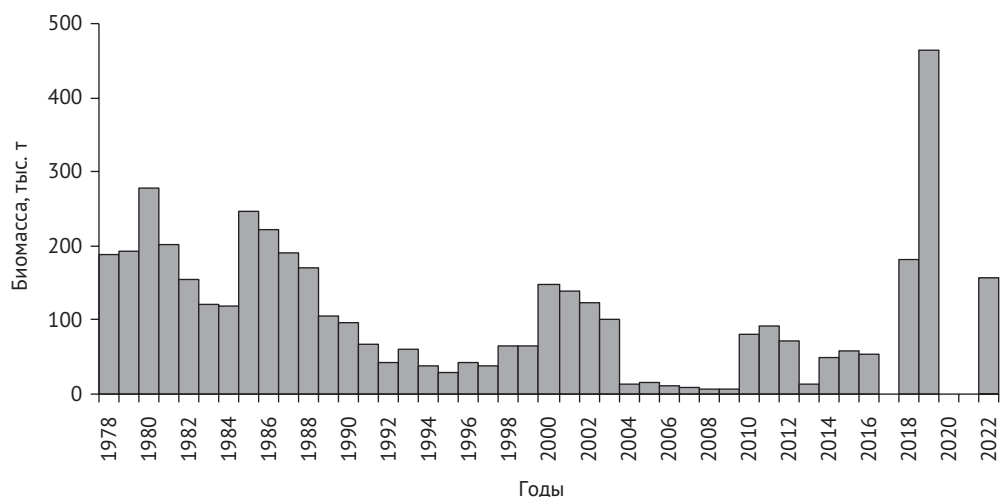


Рис. 7. Динамика учтённой биомассы (тыс. т) минтая залива Петра Великого и прилегающих вод подзоны Приморье по результатам донных траловых съёмок в 1978–2022 гг. [по Зуенко, Нуждин, 2020; с дополнениями]. Пунктирной линией выделено среднее значение биомассы: слева – для высокого уровня запаса, а справа – для низкого уровня

Fig. 7. Pollock biomass dynamics (thousand tons) in the Peter the Great Bay and the waters of Primorye according to bottom trawl surveys in 1978–2022 [Zuenko, Nuzhdin, 2020 with additions]. The dotted line marks the average value of biomass – on the left for a high level of stock, and on the right for a low level

результатам исследований 2015 г. численность годовиков была оценена в беспрецедентные 2 млрд особей. Однако следующая съёмка не подтвердила столь высокий уровень поколения 2014 г. Несмотря на его преобладание в структуре запаса, численность была оценена всего в 74 млн особей. Тем не менее, работами 2018–2022 гг. было доказано, что во время съёмки 2016 г. произошла существенная недооценка силы

поколения. Результаты исследований этих лет свидетельствовали о значительном росте биомассы минтая, которая достигла пика в 2019 г., превысив 460 тыс. т. Численность же поколения 2014 г. в 5-годовом возрасте составила почти 500 млн особей. В 2022 г. съёмка показала закономерное снижение запаса до 157 тыс. т, обусловленное убылью рыб урожайной генерации и отсутствием достаточного пополнения.

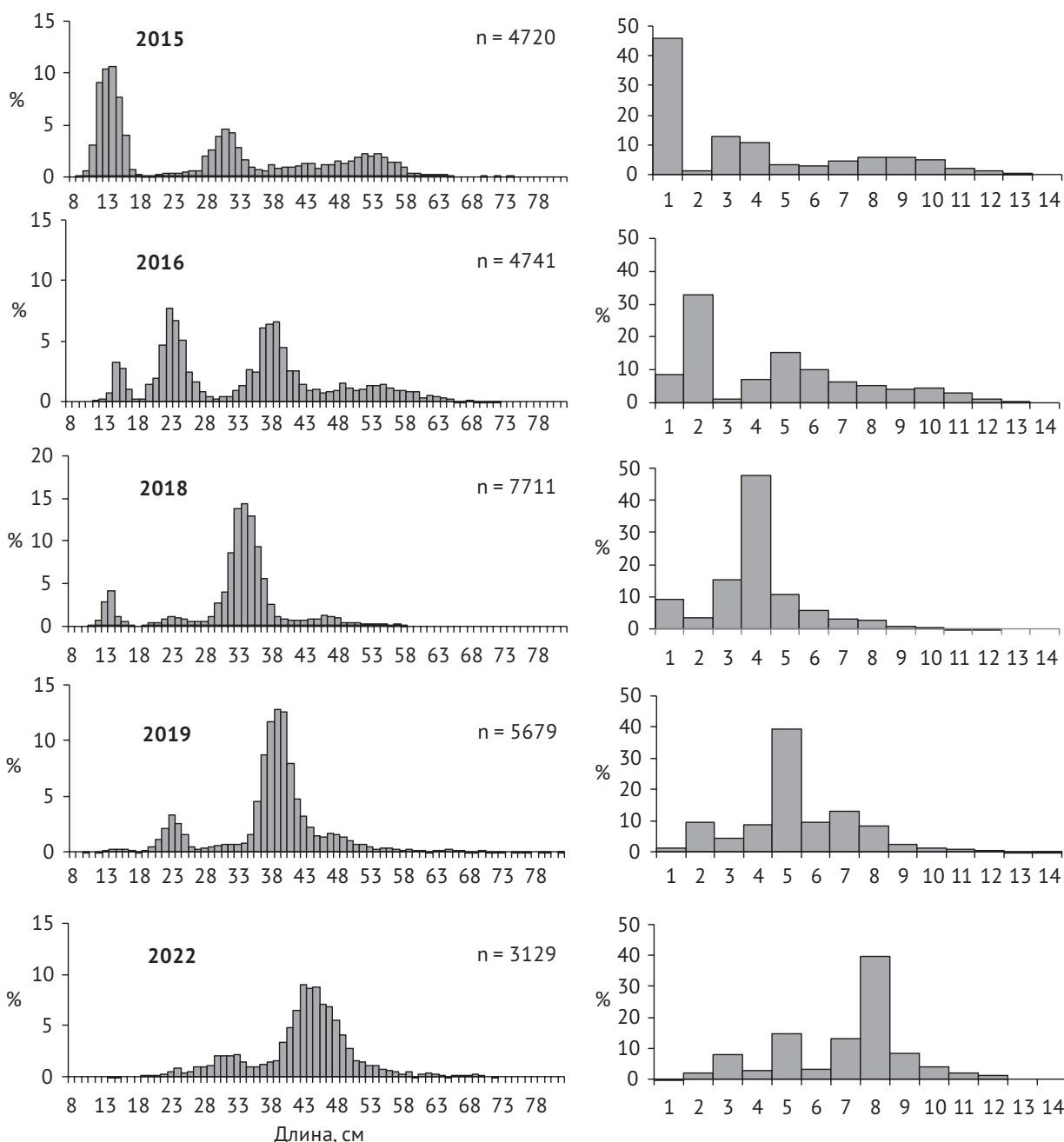


Рис. 8. Размерно-возрастная структура минтая в уловах донных траловых съёмок в заливе Петра Великого и прилегающих водах подзоны Приморье в 2015–2022 гг.

Fig. 8. Length-age structure of walleye pollock in catches of bottom trawl surveys in Peter the Great Bay and the waters of Primorye in 2015–2022

Таким образом, два независимых метода прямого учёта (ихтиопланктонные и донные траловые съёмки) дают основания утверждать, что в конце второго десятилетия текущего столетия динамика ресурсов минтая залива Петра Великого характеризовалась резким ростом до уровня рекордных значений за всю историю наблюдений. Такой всплеск обеспечило «сверхурожайное» (в рамках данной популяции) поколение 2014 г. рождения. В последние два года наметилась закономерная тенденция снижения ресурсов минтая по причине выхода особей урожайной когорты из промыслового и нерестового запаса. Результаты последней траловой съёмки показали, что активный нерест этой генерации в последние три года не привёл к появлению сколь-нибудь значимого дочернего поколения, хотя об урожайности поколения 2022 г. говорить пока рано. Численность рыб 2019 г. рождения оценена по съёмке немногим более 25 млн особей. Генерации двух последующих лет оказались ещё более «слабыми». Если итоги воспроизводства 2022 г. окажутся такими же неудачными, то можно прогнозировать возврат ресурсов минтая залива Петра Великого к периоду низкой численности в течение трёх-пяти лет.

Промысел. В водах залива Петра Великого промысел минтая осуществляется, начиная со второй половины 1940-х гг. Годовые уловы этого вида изменялись здесь в большом диапазоне от 3 до 80 тыс. т, при этом повышенные объёмы (более 30–40 тыс. т), сопровождавшиеся последовательным снижением максимальных уловов, отмечались в 1960–1963, 1972–1975, 1979–1982 и 1987–1989 гг. [Фадеев, Веспестад, 2001]. Поскольку длительность этих периодов составляла 3–4 года, то можно полагать, что увеличение уловов было обусловлено высоким уровнем запасов, формируемых поколениями высокой численности, доминирующих в промысловом запасе обычно 3–4 года подряд.

В 1990-е гг. объёмы вылова минтая в заливе Петра Великого сократились до исторического минимума. Причиной постепенного затухания промысла в эти годы являлось, прежде всего, плохое состояние запасов данной группировки. Кроме того, снижение интенсивности лова происходило также из-за структурных перестроек местных рыбопромышленных предприятий и переориентации их на экспедиционный промысел в Охотском море. После этого существующая интенсивность промысла не обеспечивала полного освоения имеющихся ресурсов и рекомендованные к вылову объёмы минтая практически ежегодно оставались недоловленными из-за отсутствия добы-

вающего флота [Фадеев, Веспестад, 2001]. В 2000-х гг. запасы минтая в подзоне Приморье продолжали оставаться на низком уровне, и добывался он в качестве прилова при промысле донных видов рыб. На этом фоне произошло постепенное и довольно существенное сокращение количества судов, участвующих в прибрежном рыболовстве в заливе Петра Великого [Калчугин и др., 2015].

Заметные изменения с выловом минтая стали происходить со второй половины 2010-х гг. Естественно, что связаны они были, в первую очередь, с появлением упомянутого выше урожайного поколения. В этой связи, рассмотрим количественные и качественные показатели промысла за последнее десятилетие.

С 2013 по 2017 гг. величина годового вылова находилась на низком уровне и колебалась в пределах 2–4 тыс. т (рис. 9). Двукратный рост добычи произошёл в 2018 г. и был обеспечен начавшими вступать в промысловый запас высокочисленными 4-годовиками. В дальнейшем положительная динамика сохранилась, и в 2021 г. было освоено 16,8 тыс. т, что явилось максимумом за последние 30 лет. Окончательные результаты 2022 г., по всей видимости, будут близкими с небольшой тенденцией к снижению, поскольку в последнее время интенсивность добычи минтая во время осеннего промыслового сезона существенно упала.

В течение десятилетнего периода проявилась чёткая тенденция снижения количества судов-суток, проведённых на промысле (рис. 9). Учитывая, что этот показатель изменялся в противофазе с выловом, можно говорить об увеличившейся эффективности лова минтая, что подтверждается динамикой среднего вылова за судо-сутки (рис. 10). Понятно, что рост промысловых показателей — это отклик на увеличившиеся ресурсы минтая. Вместе с тем, нельзя не отметить изменения, произошедшие в структуре добывающего флота. За рассматриваемый период значительно сократилось использование малотоннажных судов (МРС, МРТК и т. п.). Если в 2013 г. на добыче минтая ими были отработаны 941 судо-сутки, то в 2021 г. — 451. Это отразилось на вкладе малотоннажных судов в годовой вылов. В 2013–2014 гг. на их долю приходилось 25–35% добытого минтая, а в 2018–2021 гг. всего 5–6%. В современный период основу добывающего флота в заливе Петра Великого составляют среднетоннажные суда (РС и СТР). При этом за короткий период вспышки численности минтая произошли кардинальные изменения в приоритете использования этих судов. Как уже отмечалось выше, резкий рост промысловой биомассы минтая произошёл в 2018 г. До этого на добыче преимущественно использова-

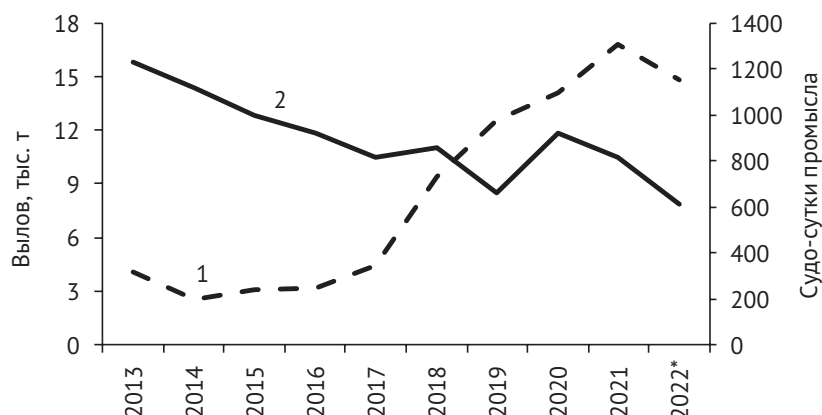


Рис. 9. Динамика годового вылова (1, тыс. т) и судо-суток на промысле минтая (2) в заливе Петра Великого и прилегающих водах подзоны Приморье в 2013–2022 гг.

* Данные на 12 сентября.

Fig. 9. Dynamics of the annual catch of pollock (1, thousand tons) and vessel days in the fishery (2) in the Peter the Great Bay and the waters of Primorye in 2013–2022

* data as of September, 12.

лись суда типа РС. Количество отработанных ими судо-суток и вылов нарастали, достигнув пика в 2018 г. (рис. 11). После чего добывающие компании значительно сократили использование этих судов, отдав предпочтение судам типа СТР. Заметим, что последние до 2018 г. практически не использовались на промысле, а в 2021–2022 гг. на их долю пришлось 40 и 54% всего вылова минтая. Очевидно, что преимуществом таких судов послужила большая ёмкость трюмов по сравнению с судами типа РС. Поскольку основная часть минтая в заливе (92%) добывается снюрреводами и сдаётся на береговые перерабатывающие предприятия, то суда типа СТР оказались наиболее эффективными при возросшем запасе минтая. Одна-

ко необходимо иметь ввиду, что ожидаемое снижение его ресурсов делает нецелесообразным наращивание такого флота.

Характеризуя промысел минтая в заливе Петра Великого, коротко рассмотрим и его сезонные особенности. В течение года выделяются два периода его интенсивной добычи – весенний (март–май), во время которого в среднемноголетнем аспекте осваивается более 50% вылова, и осенне-зимний (октябрь–декабрь), обеспечивающий около четверти добычи (рис. 12). Однако в последние три года ярко выраженным остался только весенний пик, так как в нерестовый период минтай образовывал плотные скопления, наиболее пригодные для специализированного лова.

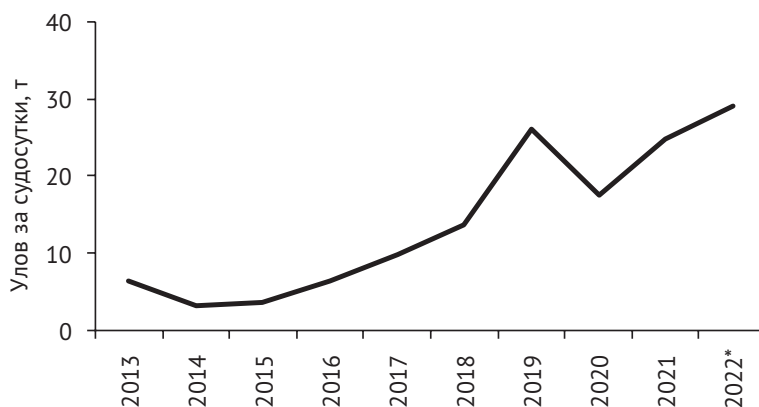


Рис. 10. Изменение среднего вылова минтая за судо-сутки в заливе Петра Великого и прилегающих водах подзоны Приморье в 2013–2022 гг.

* Данные на 12 сентября.

Fig. 10. Variability of the average pollock catch per vessel day in Peter the Great Bay and the waters of Primorye in 2013–2022

* data as of September, 12.

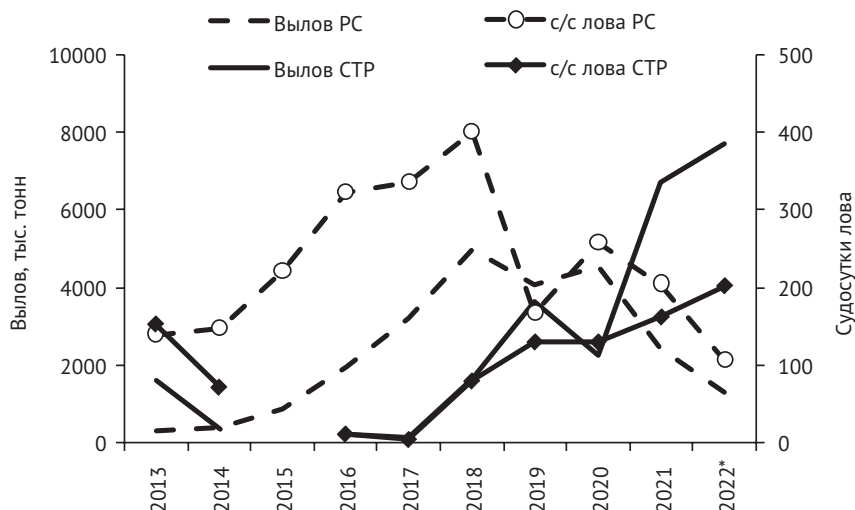


Рис. 11. Показатели работы среднетоннажного флота на промысле минтая в заливе Петра Великого и прилегающих водах подзоны Приморье в 2013–2022 гг.

* Данные на 12 сентября.

Fig. 11. Indicators of the work of medium-tonnage vessels in the commercial pollock fishery in the Peter the Great Bay and in the waters of Primorye in 2013–2022

* data as of September, 12.

В итоге, на март-май стало приходиться более 80% годового вылова. Анализ дислокации добывающего флота показал, что его распределение соответствует основным районам икрометания (залив Восток и восточная часть Уссурийского залива), выявленным нами в ходе ихтиопланктонных съёмок (рис. 13). Таким образом, вступление в нерестовый запас урожайного поколения 2014 г. рождения привело к сокращению сроков основного промысла с акцентом на преднерестовом периоде, как и в других традиционных районах его добычи. Кроме того, рыбы этой генерации в последние годы обеспечивали половину всего выло-

ва на промысле в заливе Петра Великого, значительно доминируя в уловах промысловых судов (рис. 14). На кривых размерного состава прослеживается последовательное смещение вправо модальных групп по оси абсцисс от 2019 г. к 2022 г. Можно отметить лишь повышенную долю 4-годовиков в 2020 г., которые, впрочем, никак себя не проявили впоследствии.

В целом, следует констатировать, что, как и в предыдущие десятилетия, увеличение уловов минтая, наблюдавшееся в последние годы, было обусловлено высоким уровнем запаса, сформированного поколением высокой численности, а продолжительность та-

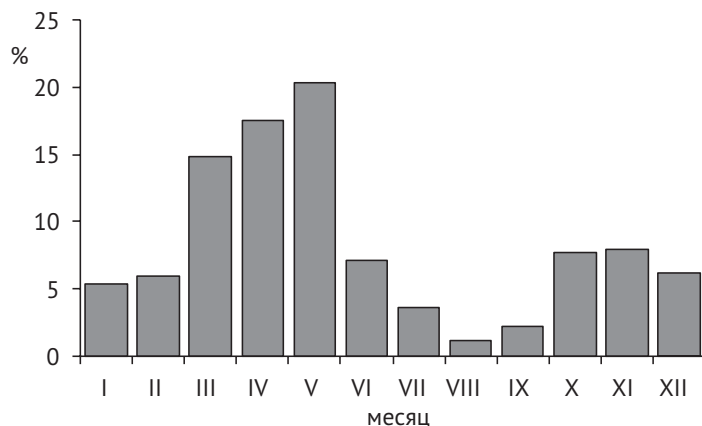


Рис. 12. Осреднённое распределение вылова (%) минтая в заливе Петра Великого по месяцам за 2013–2021 гг.

Fig. 12. Average distribution of pollock catch (%) in Peter the Great Bay by months for 2013–2021

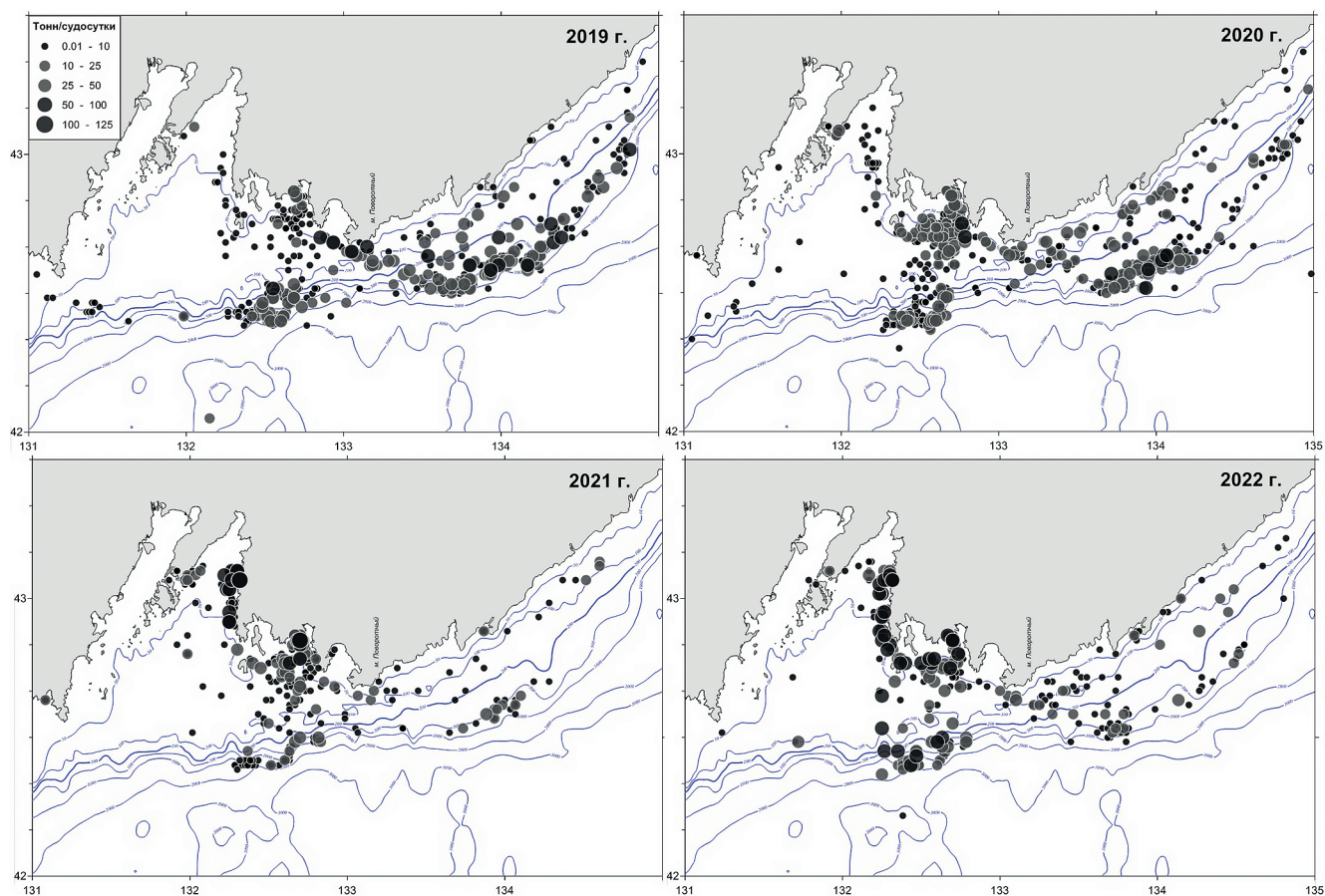


Рис. 13. Дислокация добывающего флота на промысле минтая в заливе Петра Великого в 2019–2022 гг.

Fig. 13. Distribution of vessels in the commercial pollock fishery in Peter the Great Bay in 2019–2022

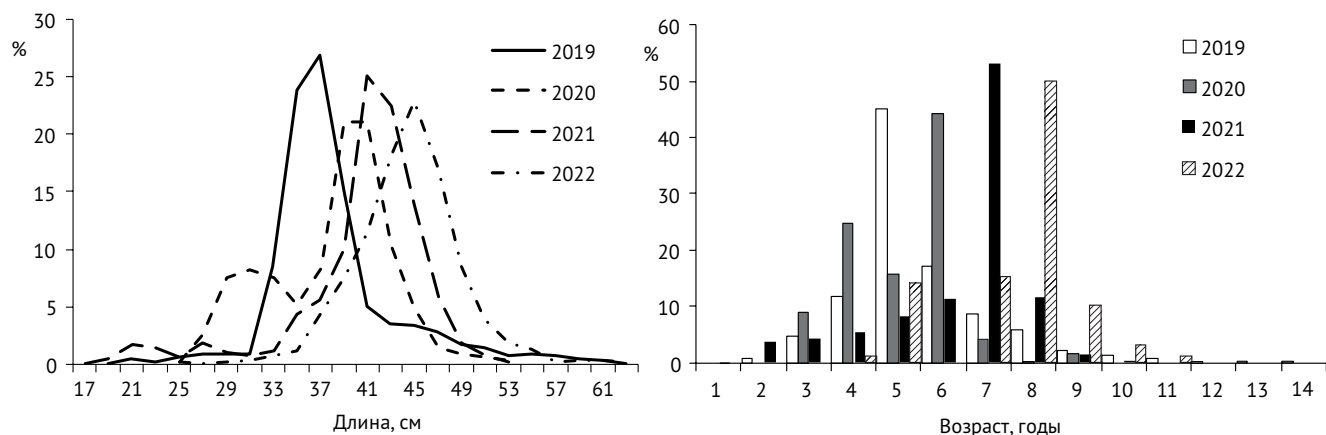


Рис. 14. Размерно-возрастной состав минтая в промысловых уловах (снюрревод) в заливе Петра Великого в 2019–2022 гг.

Fig. 14. Length-age composition of walleye pollock in commercial catches (Danish seine) in Peter the Great Bay in 2019–2022

кого уровня укладывается в традиционный 3–5-летний период.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Появление в водах залива Петра Великого урожайного поколения минтая 2014 г. рождения привело к существенным изменениям состояния ресурсов,

воспроизводства и добычи этого вида. Результаты ихтиопланктонных исследований 2019–2022 гг. свидетельствовали о возобновлении массового икрометания весенненерестующего минтая в традиционных районах воспроизводства. Около 60% выметанной икры приходилось на акваторию восточнее о. Аскольд, а остальная часть — на Уссурийский залив. Интенсив-

ный массовый нерест минтая начинался в конце первой декады апреля восточнее о. Аскольд (район залива Восток), в третьей декаде апреля перемещался в Уссурийский залив, где заканчивался в первой декаде мая. Анализ размерно-возрастной структуры половозрелых рыб из залива Петра Великого показал, что на протяжении четырёх последних лет в нерестовом запасе абсолютно доминировало поколение 2014 г. рождения.

Динамика промысловых ресурсов минтая залива Петра Великого в современный период характеризовалась резким ростом до уровня рекордных значений за всю историю наблюдений. Это сказалось и на результативности промысла. В 2018 г. произошёл двукратный рост добычи, который был обеспечен начавшими вступать в промысловый запас высокочисленными 4-годовиками. В дальнейшем положительная динамика сохранилась, и в 2021 г. было освоено 16,8 тыс. т, что явилось максимумом за последние 30 лет. В последние два года наметилась закономерная тенденция снижения по причине выхода особей урожайной когорты из промыслового и нерестового запаса. Результаты траловой съёмки 2022 г. показали, что за три нерестовых сезона этой генерации какого-либо значимого дочернего поколения не появилось. Численность рыб 2019 г. рождения оценена по съёмке немногим более 25 млн особей. Генерации двух последующих лет оказались ещё более малочисленными. Если итоги воспроизводства 2022 г. окажутся такими же неудачными, то можно прогнозировать возврат ресурсов минтая залива Петра Великого к периоду низкой численности в течение ближайших трёх-пяти лет.

Благодарности

Авторы выражают глубокую признательность участником экспедиций в водах Приморья, принявшим участие в сборе материалов, использованных в статье.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

Соблюдение этических норм

Все применимые этические нормы соблюдены.

Финансирование

Работа выполнена в рамках Госзадания Тихоокеанского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»).

ЛИТЕРАТУРА

- Бизиков В.А., Гончаров С.М., Поляков А.В. 2007. Географическая информационная система «Картмастер» // Рыбное хозяйство. № 1. С. 96–99.
- Буслов А.В. 2009. Определение возраста тресковых (Gadidae) дальневосточных морей: теоретические положения и методические подходы (обзор) // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. № 14. С. 32–46.
- Буслов А.В., Сергеева Н.П. 2013. Эмбриогенез и раннее постэмбриональное развитие тресковых рыб дальневосточных морей // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. № 29. С. 5–69.
- Буслов А.В., Овсянников Е.Е. 2019. Валидность оценок возраста минтая *Theragra chalcogramma* (Pallas, 1814) восточной части Охотского моря по отолитам // Биология моря. Т. 45. № 5. С. 349–355.
- Буслов А.В., Смирнов А.В. 2021. Смертность икринок минтая *Gadus chalcogrammus* Pallas, 1814 в течение эмбриогенеза в водах западного побережья Камчатки // Биология моря. Т. 47. № 4. С. 228–234.
- Вдовин А.Н., Четырбоцкий А.Н., Нурдин В.А. 2017. Динамика численности приморского минтая *Theragra chalcogramma* Pallas, 1814 (Gadidae, Gadoformes) (Японское море) // Биология моря. Т. 43. № 5. С. 321–328.
- Веденский А.П. 1971. О локальности и особенностях формирования нерестовых скоплений минтая западной части Японского моря // Известия ТИНРО. Т. 79. С. 42–57.
- Гаврилов Г.М., Безлюдный А.М. 1986. Динамика численности минтая *Theragra chalcogramma* (Pallas) юго-западной части Японского моря // Тресковые дальневосточных морей. Владивосток: ТИНРО. С. 5–28.
- Зуенко Ю.И., Нурдин В.А. 2018. Влияние современных изменений океанологических условий в Японском море на состояние запасов приморской популяции минтая // Вопросы рыболовства. Т. 19. № 3. С. 377–386.
- Зуенко Ю.И., Нурдин В.А. 2020. Рикеровский анализ динамики численности двух популяций минтая в Японском море // Труды ВНИРО. Т. 180. С. 156–173.
- Кагановская С.М. 1954. О распределении икры и личинок некоторых рыб в зал. Петра Великого // Известия ТИНРО. Т. 42. С. 165–175.
- Калчугин П.В., Соломатов С.Ф., Кобликов В.Н. 2015. Современное состояние рыболовства в подзоне Приморье и его перспективы // Рыбное хоз-во. № 2. С. 49–54.
- Нурдин В.А. 1987. Распределение икры и личинок минтая в северо-западной части Японского моря // Популяционная структура, динамика численности и экология минтая. Владивосток: ТИНРО. С. 74–80.
- Нурдин В.А. 1998. Минтай северо-западной части Японского моря — особенности биологии, размножения, промысел // Известия ТИНРО. Т. 123. С. 53–73.
- Нурдин В.А. 2008. Биология и состояние запасов минтая *Theragra chalcogramma* в водах Приморья: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Владивосток: ТИНРО-Центр. 20 с.
- Планирование, организация и обеспечение исследований рыбных ресурсов дальневосточных морей России и северо-западной части Тихого океана. 2005. Владивосток: ТИНРО-Центр. 231 с.

- Фадеев Н.С. 2009. Минтай Японского моря: сроки и районы нереста, популяционный состав // Известия ТИНРО. Т. 159. С. 70–100.
- Фадеев Н.С., Веспестад В. 2001. Обзор промысла минтая // Известия ТИНРО. Т. 128. С. 75–91.
- Шунтов В.П., Волков А.Ф., Темных О.С., Дулепова Е.П. 1993. Минтай в экосистемах дальневосточных морей. Владивосток: ТИНРО. 426 с.
- Kimura D.K., Kestelle C.R., Goetz B.J., Gbarski C.M., Buslov A.V. 2006. Corroborating the age of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) // Marine and Freshwater Research. V. 57. P. 323–332.

REFERENCES

- Bizikov V.A., Goncharov S.M., Polyakov A.V. 2007. Geographic information system «Kartmaster» // Fish industry. No. 1. pp. 96–99. (In Russ.).
- Buslov A.V. 2009. Determination of the age of cod (Gadidae) in the Far Eastern seas: theoretical provisions and methodological approaches (review) // Studies of aquatic biological resources of Kamchatka and the northwestern part of the Pacific Ocean. No. 14. pp. 32–46. (In Russ.).
- Buslov A.V., Sergeeva N.P. 2013. Embryogenesis and early postembryonic development of cod fish of the Far Eastern seas // Studies of aquatic biological resources of Kamchatka and the northwestern part of the Pacific Ocean. No. 29. pp. 5–69. (In Russ.).
- Buslov A.V., Ovsyannikov E.E. 2019. Validity of pollock *Theragra chalcogramma* (Pallas, 1814) age estimates in the eastern part of the Sea of Okhotsk based on otoliths // Marine Biology. V. 45. No. 5. pp. 349–355. (In Russ.).
- Buslov A.V., Smirnov A.V. 2021. Mortality of pollock *Gadus chalcogrammus* (Pallas, 1814) eggs during embryogenesis in the waters of the western coast of Kamchatka // Marine Biology. V. 47. No. 4. pp. 228–234. (In Russ.).
- Vdovin A.N., Chetyrbotsky A.N., Nuzhdin V.A. 2017. Population dynamics of the pollock *Theragra chalcogramma* Pallas, 1814 (Gadidae, Gadoformes) (Sea of Japan) // Marine Biology. V. 43. No. 5. pp. 321–328. (In Russ.).
- Vedensky A.P. 1971. On the locality and features of the formation of pollock spawning aggregations in the western part of the Sea of Japan // Izvestiya TINRO. V. 79. Pp. 42–57. (In Russ.).
- Gavrilov G.M., Bezlyudny A.M. 1986. Population dynamics of pollock *Theragra chalcogramma* (Pallas) in the southwestern part of the Sea of Japan // Cod fish of the Far Eastern seas. Vladivostok: TINRO. Pp. 5–28. (In Russ.).
- Zuenko Yu.I., Nuzhdin V.A. 2018. Influence of modern changes in oceanological conditions in the Sea of Japan on the state of stocks of the coastal pollock population // Problems of fishing. V. 19. No. 3. Pp. 377–386. (In Russ.).
- Zuenko Yu.I., Nuzhdin V.A. 2020. Riker's analysis of the population dynamics of two pollock populations in the Sea of Japan // Proceedings of VNIRO. V. 180. Pp. 156–173. (In Russ.).
- Kaganovskaya S.M. 1954. On the distribution of eggs and larvae of some fish in the hall. Peter the Great // Izvestiya TINRO. V. 42. pp. 165–175. (In Russ.).
- Kalchugin P.V., Solomatov S.F., Koblikov V.N. 2015. The current state of fisheries in the Primorye subzone and its prospects // Fish industry. No. 2. Pp. 49–54. (In Russ.).
- Nuzhdin V.A. 1987. Distribution of eggs and larvae of walleye pollock in the northwestern part of the Sea of Japan // Population structure, population dynamics and ecology of walleye pollock. Vladivostok: TINRO. Pp. 74–80. (In Russ.).
- Nuzhdin V.A. 1998. Pollock in the northwestern part of the Sea of Japan — features of biology, reproduction, fishing // Izvestiya TINRO. V. 123. Pp. 53–73. (In Russ.).
- Nuzhdin V.A. 2008. Biology and stock status of pollock *Theragra chalcogramma* in the waters of Primorye. PhD Abstract. Vladivostok: TINRO-Center. 20 p. (In Russ.).
- Planning, organizing and providing research on fish resources of the Far Eastern seas of Russia and the northwestern part of the Pacific Ocean. 2005. Vladivostok: TINRO-Center. 231 p. (In Russ.).
- Fadeev N.S. 2009. Pollock of the Sea of Japan: timing and areas of spawning, population composition // Izvestiya TINRO. V. 159. Pp. 70–100. (In Russ.).
- Fadeev N.S., Vespestad V. 2001. Survey of the pollock fishery // Izvestiya TINRO. V. 128. Pp. 75–91. (In Russ.).
- Shuntov V.P., Volkov A.F., Temnyh O.S., Dulepova E.P. 1993. Walleye pollock in the ecosystems of the Far Eastern seas. Vladivostok: TINRO. 426 p. (In Russ.).

Поступила в редакцию 25.07.2022 г.

Принята после рецензии 15.09.2022 г.