

УДК 597.08.591.9

МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВИДОВОГО СОСТАВА И ЧИСЛЕННОСТИ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ В ИХТИОПЛАНКТОНЕ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

© 2025 г. В. А. Шелехов*, И. В. Епур, С. Ф. Соломатов, А. А. Баланов

Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского ДВО РАН, Владивосток, Россия

*e-mail: shelekhov@mail.ru

Поступила в редакцию 02.08.2024 г.

После доработки 03.09.2024 г.

Принята к публикации 03.10.2024 г.

Приводится анализ сезонных и межгодовых изменений в ихтиопланктоне в восточной части зал. Петра Великого. В теплое время на исследованной акватории хорошо выделяются три периода с характерным набором и долей исследуемых видов: конец весны (апрель–май), начало лета (июнь, изредка май и июль) и конец лета — начало осени (июль–октябрь). 2023–2024 гг. характеризуются высокой, постепенно убывающей долей икры минтая в уловах в весенний период за счет нерестовиков урожайного поколения 2014 г. Отмечено появлением в ихтиопланктоне в заметных количествах икры скумбрии и, впервые с конца прошлого века, сардины-иваси, что свидетельствует о скором, спрогнозированном ранее очередном всплеске численности ее япономорской популяции до промыслового уровня в водах Приморья. Воспроизводство весенне–летненерестующих видов камбал, не смотря на достаточно высокую их долю в уловах, в настоящее время находится на невысоком уровне в сравнении с 1950-ми и 1980-ми годами.

Ключевые слова: Японское море, залив Петра Великого, ихтиопланктон, видовой состав, межгодовая изменчивость

DOI: 10.31857/S0030157425010109, **EDN:** DPJILT

ВВЕДЕНИЕ

История изучения пелагических стадий развития рыб в северной части Японского моря берет начало с Курило–Сахалинской экспедиции (КСЭ), проведенной в конце 1940-х гг. В этот период были выработаны основные принципы проведения учетных ихтиопланктонных съемок, позволившие получить количественные оценки уловов, которые можно было использовать для расчетов интенсивности нереста рыб [6, 7]. На основании ихтиопланктонных съемок, выполненных в 1940–1950-х гг., было сформировано первое представление о видовом составе и сезонной динамике ихтиопланктона залива Петра Великого. Выявлены температурные диапазоны, в которых протекает эмбриогенез и описаны развитие икры и личинок нерестящихся здесь промысловых видов рыб [11, 17, 20, 26]. Материалы по пелагическим стадиям развития наиболее массовых видов рыб южного Приморья [21, 27, 38, 39], собранные в тот период исследований, позволили установить

значительно более северное, чем предполагалось ранее, распространение нерестовых скоплений ряда теплолюбивых видов, таких как японский анчоус *Engraulis japonicus*, сайра *Cololabis saira*, японская скумбрия *Scomber japonicus* и др. [18].

С 1981 по 1990 гг. в зал. Петра Великого ТИН-РО-центр проводил ихтиопланктонные съемки по отработанной методике и стандартной сетке станций, в основном весной и осенью, когда проходит массовый нерест промысловых видов, в первую очередь минтая *Gadus chalcogrammus*. В этот период было собрано и обработано более пяти с половиной тысяч проб и выявлены районы максимальных скоплений икры и личинок промысловых видов [23]. В соответствии с гидрологией зал. Петра Великого были определены схемы переноса ихтиопланктона на его акватории. На основании ихтиопланктонных съемок, выполненных в открытых водах Японского моря, было установлено, что при выхолаживании северо-западной части Японского моря в “холодные” периоды лет в ихтиопланктоне уменьшается

доля субтропических рыб, а икра и личинки пелагофильных видов замещаются личинками видов живородящих и откладывающих донную икру [13]. В настоящее время ТИНРО-центром проводятся регулярные весенние ихтиопланктонные съемки для отслеживания состояния популяции минтая в зал. Петра Великого, численность которой заметно росла после 2016 г. [4].

В 2000-х и 2010-х гг. существенный вклад в исследования видового состава и сезонной динамики ихтиопланктона внесли исследования, проводимые в ИБМ (в настоящее время ННЦМБ ДВО РАН) под руководством А.С. Соколовского и, после его смерти, А.А. Баланова [15, 29, 31, 32, 34, 35, 45, 46]. В отличие от работ, проводимых в ТИНРО-центре, в ННЦМБ ДВО РАН наибольшее внимание уделяли описанию ранних стадий развития рыб, в том числе димерсальных икры и личинок. В последние годы качество работ, посвященных описанию ранних стадий развития рыб, а так же точность идентификации видов в ихтиопланктоне удалось поднять на новый уровень за счет использования современных методов, в частности методов молекулярно-генетического анализа [45, 46, 51].

В работах А.С. и Т.Г. Соколовских с соавторами [30, 32] также продолжился анализ многолетних изменений в структуре ихтиопланктона данного района в связи с изменениями в гидрологии.

Цель данной работы – изучить современное состояние ихтиопланктона верхней эпипелагиа-

ли восточной части залива Петра Великого в период воспроизводства массовых и промысловых видов и дать оценку происходящих изменений в видовом составе на основе анализа собственных и литературных данных.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для сравнительного анализа обилия и видового состава ихтиопланктона использованы пробы, собранные в зал Восток в период с мая 2011 г. по август 2012 г. и в восточной части зал. Петра Великого между о. Аскольда и м. Пассеки с сентября 2022 г. по апрель 2024 г. (всего 15 съемок, 292 станции и 297 проб) (табл. 1, рис. 1). Отбор проб осуществлялся в дневное время суток в течение 5–10 минутного траления икорной сетью ИКС-80 на циркуляции при скорости до 2.5 узлов с борта моторного судна “Витязь” ННЦМБ ДВО РАН, что позволяло не только облавливать икру рыб, которая обладает положительной плавучестью и обычно концентрируется в поверхностном слое, но и с большей вероятностью облавливать личинок рыб, чем при вертикальных ловах – за счет большей скорости и времени траления [40]. Значения уловов для всех видов были пересчитаны на м³ воды у поверхности исходя из параметров тралений и разработанных ранее рекомендаций [28, 33].

В апреле 2024 г. помимо горизонтального траления сетью ИКС-80 были проведены

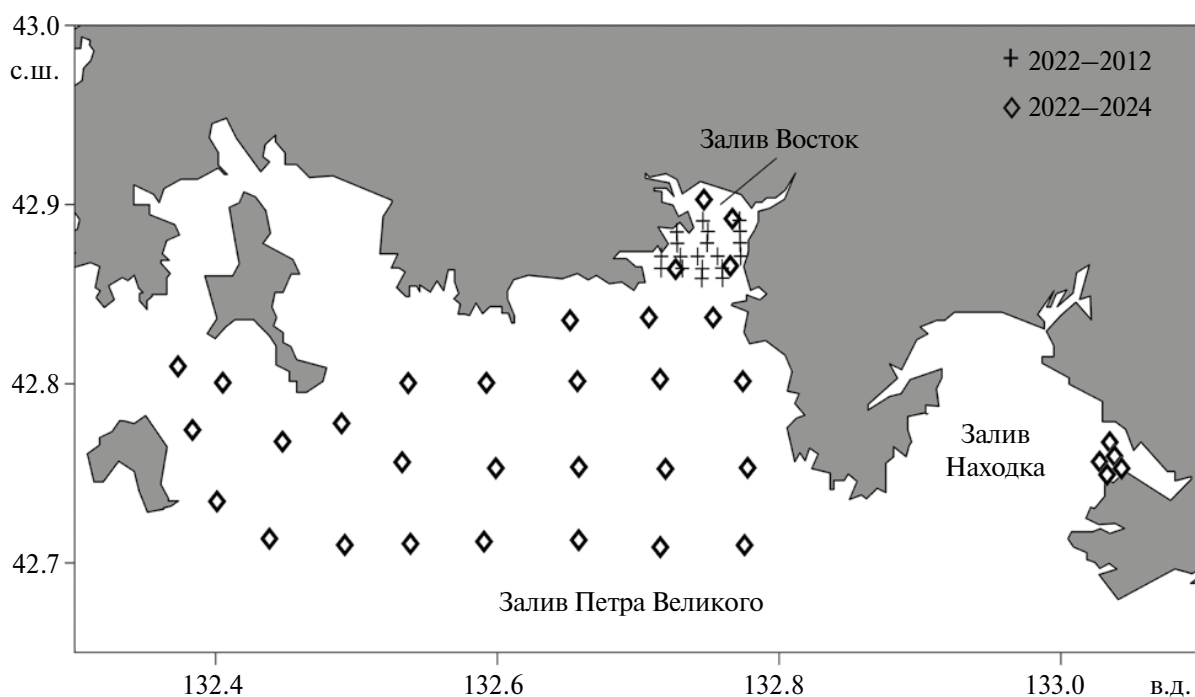


Рис. 1. Схема ихтиопланктонных съемок в период работ.

5 вертикальных ловов этой же сетью с глубины 30 м либо от дна для уточнения вертикального распределения икры массовых видов и сопоставимости уловов на единицу площади и объема при разных методиках сборов. Кроме того, использованы материалы, полученные нами в ходе работ в 2023 г. в зал. Находка (рис. 1, табл. 1).

На каждой станции также измерялась температура воды от поверхности до дна или горизонта 20 м с помощью профилографа Cast Away STD. Использованы также показания температуры воды у поверхности штатного бортового термометра судна.

Пробы фиксировали 4% формалином, для дальнейшей камеральной обработки в лабораторных условиях в соответствии со стандартными методиками [28, 33].

Идентификацию икринок, измерения личинок и мальков проводили в соответствии с разработанными ранее методами и рекомендациями [25, 26, 31, 33, 43, 44, 48]. Общую длину (TL) личинок и мальков и диаметр икринок измеряли с точностью до 0.1 мм при помощи окуляр-микрометра на микроскопе “Olympus”. Системати-

Таблица 1. Данные об ихтиопланктонных съемках, материалы которых использованы в работе

Год	Период	Район	Количество станций	Количество проб
2011	28–31.05	зал. Восток	19	19
	18–19.06	–//–	19	19
	12–14.07	–//–	18	18
2012	16–18.06	–//–	19	19
	22.07	–//–	18	18
	27–28.08	–//–	18	18
2022	14–15.09	восточная часть зал. Петра Великого	30	30
	27–28.04	–//–	30	30
	18–19.05	–//–	30	30
	03–04.07	–//–	30	30
	03.10	–//–	22	22
	13.06	зал. Находка	3	3
	05.09	–//–	3	3
	09.10	–//–	3	3
2024	26–27.04	восточная часть зал. Петра Великого	30	35
Итого			292	297

ческое положение таксонов приводится в соответствии с каталогом [47].

Обработка проб и определение видов проведена авторами с использованием существующих определителей ранних стадий развития рыб и личиных наработок [31, 45, 46].

Для выявления сходства видового состава уловов в отдельные месяцы были использованы только те периоды лет, в которые он определялся с учетом всех рассматриваемых нами видов (21 массовый вид). Сравнение отдельных лет проводилось помесечно по видовому составу с учетом доли видов от общего максимального улова (экз./м²) на рассматриваемой акватории с помощью кластерного анализа. Иерархическую кластеризацию мы использовали исходя из очевидных сезонных изменений в видовом составе ихтиопланктона, наблюдающегося ежегодно на данной акватории, в соответствии с рекомендациями, сделанными А.И. Кафановым с соавторами [22] по применению кластерного анализа в биогеографических исследованиях. Иерархическое дерево строилось по рассчитанным евклидовым расстояниям с учетом полной связи выборок в программе Statistica 8.0, поскольку этот метод кластеризации позволяет получить дендрограмму наиболее наглядно демонстрирующую сезонные изменения в ихтиопланктоне в сравнении с другими методами, которые так же давали аналогичные результаты.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В период 2011–2012 гг. съемки проводились на ограниченной акватории внутри зал. Восток и только с мая по август (рис. 1). В мае 2011 г. в уловах присутствовала икра 4 видов рыб, а также личинки и мальки 16 видов. Икра минтая была отмечена на 19 станциях из 19 (100.0%) (средний улов 3.0302 экз./м³ (0.2986–6.8505 экз./м³), 64.3% от всей пойманной икры). Икра длиннорылой камбалы *Myxopsetta punctatissima* присутствовала так же на всех станциях (средний улов 1.0849 экз./м³ (0.1493–4.9042 экз./м³), 23.0%), как и икра желтополосой камбалы *Pleuronectes herzensteini* (средний улов 0.5088 экз./м³ (0.0442–2.5876 экз./м³), 10.7%). Икра южной палтусовидной камбалы *Hippoglossoides dubius* присутствовала в 73.7% уловов (в среднем 0.09 экз./м³ (0.0166–0.2986 экз./м³ в результативных уловах), 1.9%). Личинки и мальки рыб присутствовали на всех станциях, но единично. Наибольшие уловы отмечены для личинок стихия Охрямкина *Stichaeus ohriamkini* (до 0.06 экз./м³),

желтополосой камбалы (до 0.0663 экз./м³) и тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* — до 0.0498 экз./м³. Температура воды у поверхности в этот период составляла около 11.4°C по всей акватории залива (табл. 2).

В июне 2011 г. видовой состав уловов несколько изменился: из ловов исчезла икра минтая, но появилась икра желтополосой камбалы и звездчатой камбалы *Platichthys stellatus*, а также пиленгаса *Planiliza haematocheilus*, японского анчоуса и пятнистого коносира *Konosirus punctatus* (табл. 2). Наибольшую долю в уловах занимала икра желтоперой камбалы *Limanda aspera*, которая встречалась на всех станциях (в среднем 3.8376 экз./м³ (0.4534–8.4262 экз./м³), 48.2%). Увеличилась также доля желтополосой камбалы, встречавшейся в уловах повсеместно (в среднем 3.5296 экз./м³ (0.5418–10.7042 экз./м³), 44.2%). Доля длиннорылой камбалы, напротив, несколько снизилась, хотя она и встречалась на 63.2% станций, но уловы в сравнении с маем снизились (средний улов 0.4286 экз./м³ (0.0033–1.1887 экз./м³), 23.0%). Икра звездчатой камбалы, хотя и встречалась более широко (94.7% уловов), но численность ее была незначительна (средний улов 0.1067 экз./м³ (0.0442–0.3096 экз./м³), 1.3%). Икра южных видов встречалась в уловах в незначительных количествах и составляла до 0.7% (для японского анчоуса) от общего улова икры (табл. 2). В уловах встречались также личинки и мальки 9 видов рыб, в том числе промысловых, таких как тихоокеанская сельдь, дальневосточная навага *Eleginus gracilis* и малорот Стеллера *Glyptocephalus stelleri*, но все уловы были единичные и не более чем на 10% станций для каждого из этих видов. В наибольшем количестве (до 0.0309 экз./м³) были представлены личинки бычка рода *Radulinopsis* (первое описание личинок одного из видов этого рода было сделано нами недавно [46]). Температура воды у поверхности была в среднем около 15.4°C по всей акватории.

В июле 2011 г. видовой состав уловов сократился: встречалась икра 4 видов, личинки и молодь 7 видов рыб. В уловах преобладала икра японского анчоуса, присутствовавшая на всех станциях (средний улов 2.7173 экз./м³ (0.1239–15.0389 экз./м³), 79.21%). Уловы икры желтоперой камбалы снизились в сравнении с июнем почти в 6 раз (средний улов 0.4573 экз./м³ (0.0089–3.1449 экз./м³), 13.3%), а встречаемость до 88.9%. Уловы икры длиннорылой камбалы также сократились (средний улов 0.2448 экз./м³ (0.0885–1.4199 экз./м³), 7.1%), хотя она встречалась по-прежнему почти повсеместно (94.4%). Икра пятнистого коносира встречалась

регулярно, но ее доля в ловах была по-прежнему очень низкой (0.3%). Из промысловых видов рыб в уловах встречались только личинки японского анчоуса. В наибольшем количестве (до 0.1039 экз./м³) присутствовали личинки трех видов бычков сем. Gobiidae (табл. 2). Температура воды у поверхности была около 21.3°C по всей акватории.

В 2012 г. съемки продолжились с июня. В уловах присутствовала икра 5 видов, личинки и мальки 15 видов рыб. Общее обилие икры несколько снизилось в сравнении с предыдущим годом, но по-прежнему в уловах доминировала встречавшаяся повсеместно икра желтоперой камбалы (средний улов 3.0683 экз./м³ (0.0265–23.5757 экз./м³), 57.1%). На втором месте по встречаемости была икра желтополосой камбалы (в 78.9% уловов) (средний улов 2.6436 экз./м³ (0.0487–17.3301 экз./м³), 38.8%). Доля икры длиннорылой камбалы заметно снизилась, в сравнении с показателями за аналогичный период 2011 г., хотя она и встречалась на 63.2% станций (средний улов 0.2466 экз./м³ (0.0177–0.7431 экз./м³), 2.9%). Доля икры звездчатой камбалы и японского анчоуса была также незначительной (табл. 2). Личинки в уловах встречались единично, но количество их увеличилось почти вдвое в сравнении с 2011 г. В наибольшем количестве (до 0.1039 экз./м³) встречались бычки двух видов из сем. Psychrolutidae и Gobiidae. Среди промысловых видов отмечены личинки 4 видов камбал, тихоокеанской сельди, японского анчоуса и пиленгаса (табл. 2). Температура воды у поверхности была в среднем около 14.5°C (13.0–15.2°C), что почти на градус меньше, чем в аналогичные сроки годом ранее.

Июльские уловы в 2012 г., как и годом ранее, характеризовались существенным сокращением видового состава в сравнении с июнем: в них присутствовала икра трех видов и личинки. Обилие икры уменьшилось более чем в 10 раз в сравнении с аналогичным периодом годом ранее. В уловах доминировала икра японского анчоуса, встречавшаяся в 88.9% уловов (средний улов 4.5869 экз./м³ (0.0133–1.2297 экз./м³), 87.7%). Доля икры желтоперой камбалы составляла 11.4%, и она была обнаружена уже только на 50.0% станций (средний улов 0.5971 экз./м³ (0.0089–0.1769 экз./м³), 11.4%). В незначительном количестве присутствовала икра пятнистого коносира. В уловах единично были отмечены личинки японского анчоуса и мальки тихоокеанской морской иглы *Syngnathus schlegeli* (табл. 2). Температурный фон был существенно более

Таблица 2. Характеристики уловов ранних стадий развития массовых промысловых видов рыб в ихтиопланктоне в восточной части зал. Петра Великого в период с 2011 по 2024 гг. (средний улов экз./м³ на 10 мин траления ± ошибка среднего (мин-макс результирующих уловов), встречаемость%) и средняя температура воды у поверхности

№	Вид	Этапы развития	05.2011	06.2011	07.2011	06.2012	07.2012	08.2012	09.2022	04.2023	05.2023	07.2023	10.2023	06.2023*	09.2023*	10.2023*	04.2024*
1	<i>Clupea pallasii</i>	личинка	0.0084 ±0.0036 (0.0055– 0.0498), 36.8	0.0009 ±0.0006 (0.0055– 0.0111), 10.5	–	0.0056 ±0.0025 (0.0089– 0.3539), 26.3	–	–	–	–	0.0001 ±0.0001 (0.0022– 0.0022), 3.3	–	–	–	–	–	0.0004 ±0.0004 (0.0133– 0.0133), 3.3
2	<i>Konosirus punctatus</i>	икра	–	0.0041 ±0.0027 (0.0055– 0.0498), 21.1	0.0113 ±0.0038 (0.0044– 0.0487), 44.4	–	0.0442 ±0.002 (0.0089– 0.0354), 11.1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3	<i>Sardinops melanostictus</i>	икра	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0.0012 ±0.0007 (0.0066– 0.0155), 10.0	0.0003 ±0.0003 (0.0066– 0.0066), 4.5	–	–	–	–
4	<i>Engraulis japonicus</i>	икра	–	0.0565 ±0.0174 (0.0332– 0.2875), 68.4	2.7173 ±0.9184 (0.1239– 15.0389), 100	0.0424 ±0.0024 (0.0044– 0.115), 89.5	4.5869 ±0.0857 (0.0133– 1.2297), 88.9	–	0.0048 ±0.0021 (0.0022– 0.0044), 50.0	–	–	0.0324 ±0.0208 (0.0044– 0.6193), 50.0	0.0005 ±0.0003 (0.0022– 0.0044), 13.6	0.216 ±0.0762 (0.1017– 0.3605), 100	0.0464 ±0.0464 (0.1393– 0.1393), 33.3	–	–
		личинка	–	–	0.0049 ±0.0022 (0.0044– 0.031), 38.9	0.0061 ±0.0024 (0.0089– 0.031), 31.6	0.003 ±0.0019 (0.0044– 0.0265), 16.7	0.045 ±0.0111 (0.0088– 0.2035), 94.4	0.0002 ±0.0001 (0.0002– 0.0002), 10.0	–	–	0.001 ±0.0009 (0.0022– 0.0265), 6.7	0.0004 ±0.0002 (0.0022– 0.0044), 13.6	–	0.0147 ±0.0055 (0.0022– 0.031), 100.0	0.0007 ±0.0007 (0.0022– 0.0022), 33.3	–
5	<i>Hypomesus japonicus</i>	личинка	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0.0001 ±0.0001 (0.0022– 0.0022), 3.3
6	<i>Eleginus gracilis</i>	личинка	0.0009 ±0.0009 (0.0166– 0.0166), 5.3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		малек	–	0.0012 ±0.0009 (0.0055– 0.0166), 10.5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Таблица 2. Продолжение

№	Вид	Этапы развития	05.2011	06.2011	07.2011	06.2012	07.2012	08.2012	09.2012	04.2023	05.2023	07.2023	10.2023	06.2023*	09.2023*	10.2023*	04.2024*
7	<i>Gadus chalcogramma</i>	икра	3.0302 ±0.432 (0.2986– 6.8505), 100.0	–	–	–	–	–	–	13.6677 ±4.7956 (0.0044– 92.109), 100.0	0.4817 ±0.2249 (0.0066– 5.0602), 76.7	–	–	–	–	–	3.7325 ±2.0428 (0.0089– 55.2614), 100.0
		личинка	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0.0001 ±0.0001 (0.0022– 0.0022), 3.3
8	<i>Hyporhamphus sajori</i>	личинка	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0.0003 ±0.0002 (0.0022– 0.0044), 10.0	–	–	–	–	–
9	<i>Cololabis saira</i>	икра	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0.0009 ±0.0005 (0.0066– 0.0133), 10.0	–	–	–	–	–
10	<i>Hexagrammos octogrammus</i>	личинка	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0.00001 ±0.0001 (0.0022– 0.0022), 4.5	–	–	0.0015 ±0.0007 (0.0022– 0.0022), 66.7	–
		малек	0.0003 ±0.0003 (0.0055– 0.0055), 5.3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11	<i>Planiliza haematocheilus</i>	икра	–	0.0067 ±0.005 (0.0387– 0.0885), 10.5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		личинка	–	0.0003 ±0.0003 (0.0055– 0.0055), 5.3	–	0.0005 ±0.0003 (0.0044– 0.0044), 10.5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12	<i>Scomber japonicus</i>	икра	–	–	–	–	–	–	0.0004 ±0.0003 (0.0022– 0.0663), 13.3	–	–	0.1155 ±0.034 (0.0089– 0.7254), 73.3	–	–	–	–	–

Таблица 2. Продолжение

№	Вид	Этапы развития	05.2011	06.2011	07.2011	06.2012	07.2012	08.2012	09.2012	04.2023	05.2023	07.2023	10.2023	06.2023*	09.2023*	10.2023*	04.2024*
13	<i>Hippoglossoides dubius</i>	икра	0.09 ±0.0217 (0.0166– 0.2986), 73.7	–	–	–	–	–	–	0.3136 ±0.1542 (0.0022– 3.3882), 60.0	0.0097 ±0.0029 (0.0022– 0.0619), 63.3	–	–	0.0015 ±0.0007 (0.0002– 0.0002), 66.7	–	–	0.1865 ±0.9121 (0.0022– 2.1054), 80.0
14	<i>Limanda aspera</i>	икра	3.8376 ±0.5128 (0.4534– 8.4262), 100.0	0.4573 ±0.1846 (0.0089– 3.1449), 88.9	3.0683 ±1.2048 (0.0265– 23.5757), 100.0	0.5971 ±0.013 (0.0089– 0.1769), 50.0	–	–	0.0003 ±0.0003 (0.0022– 0.0044), 10.0	–	–	–	–	5.8379 ±1.0101 (4.0517– 7.5482), 100	–	–	–
15	<i>Pseudopleuronectes herzensteini</i>	икра	0.5088 ±0.1329 (0.0442– 2.5876), 100.0	3.5296 ±0.5501 (0.5418– 10.7042), 100.0	2.6436 ±0.8913 (0.0487– 17.3301), 78.9	–	–	–	–	–	–	–	–	0.1224 ±0.0269 (0.0686– 0.1504), 100.0	–	–	–
		личинка	0.0085 ±0.0044 (0.0055– 0.0663), 31.6	–	–	0.0317 ±0.0075 (0.0044– 0.1194), 78.9	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16	<i>Platichthys stellatus</i>	икра	0.1067 ±0.0199 (0.0442– 0.3096), 94.7	–	–	0.0531 ±0.0174 (0.0044– 0.3317), 47.4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1.1749 ±0.981 (0.0177– 29.5957), 90.0
		личинка	–	–	–	0.0002 ±0.0002 (0.0044– 0.0044), 5.3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17	<i>Glyptocephalus stelleri</i>	икра	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0.0156 ±0.0056 (0.0022– 0.1327), 53.3	–	0.0133 ±0.0046 (0.0066– 0.0221), 100.0	–	–	–
		личинка	0.0017 ±0.0009 (0.0055– 0.0166), 10.5	–	–	0.0002 ±0.0002 (0.0044– 0.0044), 5.3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Таблица 2. Окончание

№	Вид	Этапы развития	05.2011	06.2011	07.2011	06.2012	07.2012	08.2012	09.2012	04.2023	05.2023	07.2023	10.2023	06.2023*	09.2023*	10.2023*	04.2024*
18	<i>Mysorella punctatissima</i>	икра	1.0849 ±0.245 (0.1493– 4.9042), 100.0	0.4286 ±0.1066 (0.0033– 1.1887), 63.2	0.2448 ±0.0789 (0.0885– 1.4199), 94.4	0.2466 ±0.0509 (0.0177– 0.7431), 63.2	0.0003 ±0.0003 (0.0044– 0.0044) 5.6	–	–	–	0.0281 ±0.0202 (0.0044– 0.5994), 30.0	–	–	2.8036 ±0.7022 (1.7715– 4.1446), 100.0	–	–	–
		личинка	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0.0015 ±0.0015 (0.0044– 0.0044), 33.3	–	–	–
19	<i>Cleisthenes pinetorum</i>	икра	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0.0045 ±0.0026 (0.0022– 0.0774), 23.3	–	–	–	–	–
	поверх. темп. воды, X _{ср.} °С		11.4	15.4	21.3	14.5	17.2	21.1	16.0	4.7	10.3	18.5	14.5	15.8	21.6	10.4	6.9

Примечание. * Пробы отобраны в зал. Находка.

холодным (почти на 4.0°C), чем в 2011 г. (в среднем 17.2°C у поверхности ($16.5\text{--}17.7^{\circ}\text{C}$)), хотя работы были проведены на неделю позже.

В августе 2012 г. в уловах отсутствовала икра рыб. Наиболее широко были представлены личинки японского анчоуса (на 94.4% станций). На более чем половине станций в небольшом количестве (до 0.0155 экз./м^3) присутствовала молодь тихоокеанской морской иглы. Также в уловах единично присутствовала молодь трехиглой колюшки *Gasterosteus aculeatus* и большеглазого бычка *Gymnogobius heptacanthus*. Температура воды у поверхности в среднем была около 21.1°C ($18.9\text{--}22.0^{\circ}\text{C}$).

В сентябре 2022 г. в ихтиопланктоне была отмечена икра трех видов, личинки и мальки 4 видов рыб (табл. 2). Плотность распределения икры была крайне низкой: максимум до 0.0044 экз./м^3 для японского анчоуса. Уловы икры желтоперой камбалы были отмечены на 3 станциях из 30 (10.0%) (средний улов 0.0003 экз./м^3 ($0.0022\text{--}0.0044\text{ экз./м}^3$), 5.3%), икра японского анчоуса присутствовала на 50.0% станций (средний улов 0.0048 экз./м^3 ($0.0022\text{--}0.0044\text{ экз./м}^3$), 86.7%),

икра японской скумбрии была отмечена нами на 13.3% станций (средний улов 0.0004 экз./м^3 ($0.0022\text{--}0.0663\text{ экз./м}^3$), 8.0%) — и это впервые для в северо-западной части Японского моря с 2017 г. когда так же в уловах была обнаружена икра данного вида, но в существенно меньшем количестве [42]. Икра японского анчоуса и японской скумбрии концентрировались в основном в западной части района в проливе между о-вами Путятина и Аскольда, что, вероятно, с учетом характерного здесь в это время года течения при преобладающих ветрах как южных, так и северных направлений [14, 37], свидетельствует о заносе их в основном из Уссурийского залива. Икра желтоперой камбалы встречалась, напротив, в восточной части района, в основном на прибрежных станциях (рис. 2а).

Личинки и мальки присутствовали на отдельных станциях единично в основном в западной части района работ. Штучные уловы личинок японского анчоуса отмечены на трех станциях в районе о-вов Путятина и Аскольда. Там же была выловлена мальки рыбы-дракончика *Draculo mirabilis*, трехиглой колюшки и тихоокеанской

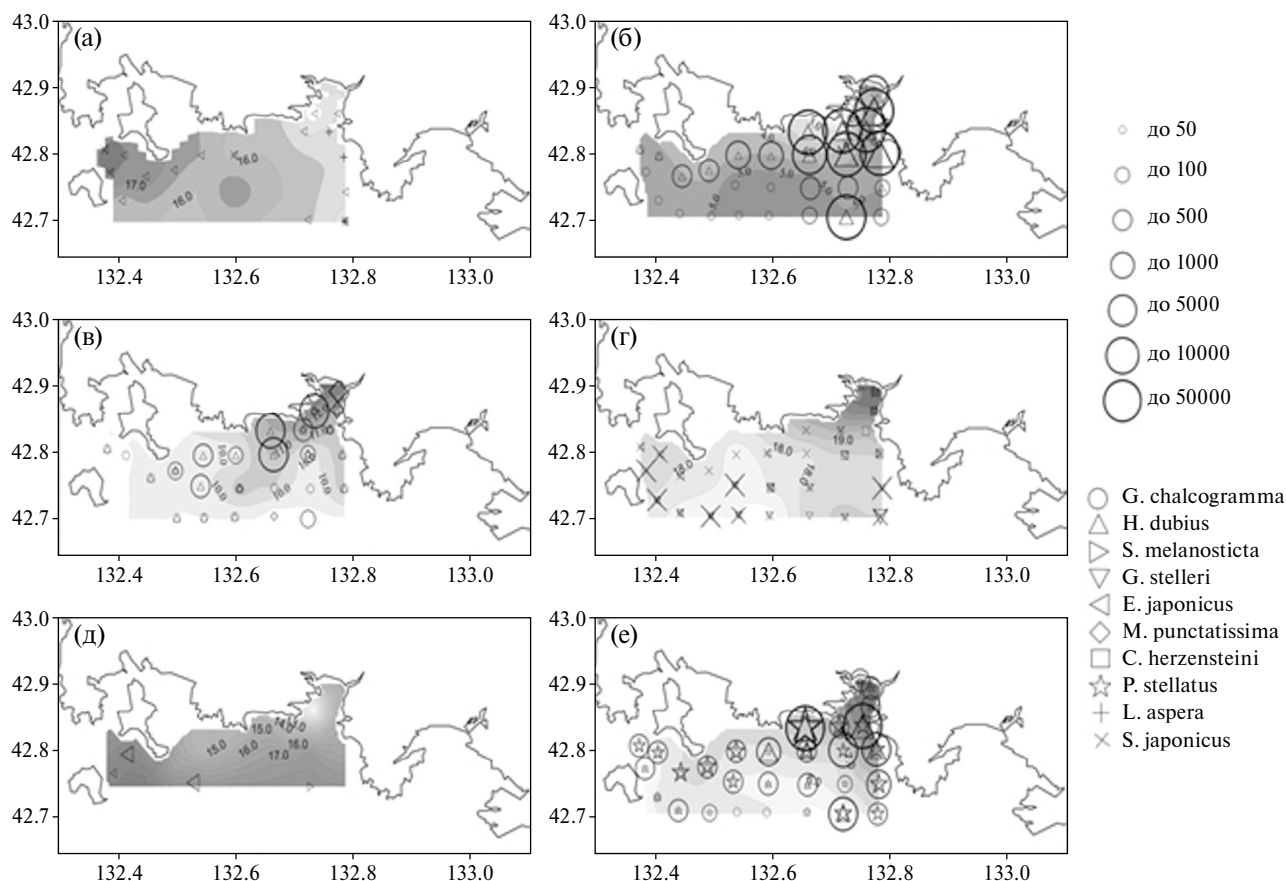


Рис. 2. Распределение уловов (экз./лов) за 10 мин траления по поверхности сетью ИКС-80 в период с сентября 2022 г. по апрель 2024 г.: А — сентябрь 2022 г., Б — апрель 2023 г., В — май 2023 г., Г — июль 2023 г., Д — октябрь 2023 г., Е — апрель 2024 г. и температуры воды у поверхности.

морской иглы. Температура воды у поверхности в этот период находилась в пределах 14.1–17.6°C, в среднем 16.0°C.

В апреле 2023 г. в уловах присутствовала икра двух видов рыб: икра минтая встречалась на всех станциях (100.0%) (в среднем 13.6677 экз./м³ (0.0044–92.109 экз./м³), 97.8%) и икра южной палтусовидной камбалы, которая была обнаружена в уловах на 60.0% станций (в среднем 0.3136 экз./м³ (0.0022–3.3882 экз./м³), 2.2%). Наибольшие концентрации икры обоих видов были отмечены на входе в зал. Восток (рис. 2б).

Так же в уловах присутствовали личинки 5 видов рыб: два вида сем. Stichaeidae, два – Psychrolutidae и один – Liparidae. Их уловы были единичными (до 0.1327 экз./м³ – только один улов промежуточного шлемоносца *Gymocanthus intermedius*) и приурочены в основном к станциям восточной части района работ. Температура воды у поверхности в период работ была в пределах от 2.7 до 5.6°C, в среднем 4.7°C.

В мае 2023 г. в уловах присутствовала икра двух видов рыб: минтая (23 улова, в среднем 0.4817 экз./м³ (0.0066–5.0602 экз./м³), 92.7%) и двух видов камбал: длиннорылой (на 9 станциях из 30, в среднем 0.028 экз./м³ (0.0044–0.5994 экз./м³), 5.4%) и южной палтусовидной (7 уловов, в среднем 0.0097 экз./м³ (0.0022–0.0619 экз./м³), 1.9%). Икра минтая и южной палтусовидной камбалы снова концентрировалась сходным образом, но, в отличие от апреля, в основном на прибрежных станциях от входа в зал. Восток до о. Путятина. Икра длиннорылой камбалы была сконцентрирована в основном внутри зал. Восток над глубинами 12–20 м (рис. 2в).

В трех уловах были отмечены также единичные личинки двух видов рыб: стихея Охрямкина и тихоокеанской сельди. Две личинки первого вида были пойманы на выходе из зал. Восток, а личинка тихоокеанской сельди была обнаружена в улове в кутовой части залива. Температура воды у поверхности существенно увеличилась и была в пределах от 9.1 до 13.2°C, в среднем 10.3°C.

В июле 2023 г. в ихтиопланктоне отмечена икра 6 видов рыб. Камбалы были представлены двумя видами: малоротом Стеллера, икра которого еще встречалась в небольших количествах на 16 станциях из 30 (53.3%) (средний улов 0.0156 экз./м³ (0.0022–0.1327 экз./м³), 9.2%) и остроголовой камбалой *Cleisthenes pinetorum*, икра которой обнаружена в 23.3% уловов (средний улов 0.0045 экз./м³ (0.0022–0.0774 экз./м³), 2.6%). Преобладали же в уловах в это время ранние стадии развития южных мигран-

тов: икра японской скумбрии встречена на 73.3% станций (средний улов 0.1155 экз./м³ (0.0089–0.725416 экз./м³), 67.9%), икра японского анчоуса – на 50.0% станций (средний улов 0.0324 экз./м³ (0.0044–0.6193 экз./м³), 19.0%), сардины-иваси *Sardinops melanostictus* – на 10.0% станций (средний улов 0.0012 экз./м³ (0.0066–0.0155 экз./м³), 0.7%), и *C. saira* – на 10.0% станций, на обрывках бурых водорослей рода *Sargassum* (средний улов 0.0009 экз./м³ (0.0066–0.0133 экз./м³), 0.5%).

По распределению икры различных видов в этом месяце выделялось два района: у одной группы (японский анчоус, сардина-иваси и остроголовая камбала) икра была приурочена к прибрежным станциям в восточной части района работ и непосредственно в зал. Восток, а у другой группы видов (марлот Стеллера, японская скумбрия и сайра) икра, напротив, была сконцентрирована в наиболее глубоководной части района от о-вов Аскольд и Путятина до м. Лихачева (рис. 2г).

Также в уловах в кутовой части были единичные поимки личинок каштанового бычка *G. castaneus* – 0.0111 экз./м³ и полурыла *Hyporhamphus sajori* – 0.0022–0.0044 экз./м³, а вне зал. Восток личинок японского анчоуса (до 0.0265 экз./м³). Температура воды у поверхности была в пределах от 16.7 до 21.1°C, в среднем 18.5°C.

В октябре 2023 г., из-за ухудшившихся погодных условий, количество станций пришлось сократить до 22, убрав из сетки наиболее мористые из них. Икра рыб в это время встречалась в уловах только вне зал. Восток. В уловах отмечено два вида: сардина-иваси лишь на одной станции 0.0066 экз./м³, 37.5%, и японский анчоус – на трех станциях (в среднем 0.0005 экз./м³ (0.0022–0.0044 экз./м³), 62.5%). Как и осенью 2022 г. наибольшие концентрации икры японского анчоуса были зафиксированы в проливе между о-вами Аскольд и Путятина (рис. 2д).

В уловах встречались личинки и молодь 4 видов рыб, но практически все уловы их были штучными. Личинки японского анчоуса встречены на трех станциях (в среднем 0.0004 экз./м³ (0.0022–0.0044 экз./м³), малек рыбы-дракончика и малек тихоокеанской морской иглы были выловлены в западной части района работ, а личинка бурого терпуга *Hexagrammos octogrammus* – в восточной части.

Температура воды у поверхности в районе существенно колебалась от 6.0 до 20.0°C и в среднем была 14.5°C. Наименьшая температура воды

при этом отмечалась в кутовой части залива за счет апвеллинга, вызванного сильными сгонными ветрами, дувшими накануне. В связи с этим явлением нами также был отмечен замор сардины-иваси, которая залегла на дно у берега из-за резкого падения температуры воды у поверхности примерно на 10°C за ночь. В скоплениях присутствовали особи длиной тела TL от 14 до 21 см. Выделялось две модальных возрастных группы с длиной тела порядка TL 16 и 20 см (2–3 летки) (1+ – 2+) [49, 50].

Ихтиопланктонные работы в зал. Находка, хотя и проводились на ограниченной акватории, но вполне, на наш взгляд, могут служить источником дополнительной информации о нерестовой активности массовых видов в этой, наиболее восточной, части зал. Петра Великого. В середине июня 2023 г. в пробах здесь присутствовала икра 6 видов рыб (японский анчоус, южная палтусовидная, желтоперая, длиннорылая, желтополосая камбалы и малорот Стеллера и личинки двух видов (липариса Кузнецова *Liparis kusnetzovi* и длиннорылой камбалы). В уловах присутствовала икра на всех стадиях развития. Наибольший процент икры на последних стадиях (III–IV) развития наблюдался у длиннорылой камбалы, нерест которой начинается, как правило, несколько раньше, чем у остальных присутствующих в уловах 4 видов камбал. Температурный фон во время проведения съемки находился в пределах $15.0\text{--}16.9^{\circ}\text{C}$ у поверхности и $9.0\text{--}13.0^{\circ}\text{C}$ у дна.

Вторая ихтиопланктонная съемка по данной схеме станций была проведена в первой декаде сентября 2023 г. В уловах ихтиопланктонной сети встречались ранние стадии развития только японского анчоуса (как икра, так и личинки). Икра была живая, развивающаяся с I по III стадии развития, но присутствовала в улове только на одной станции. Улов на 10 минутное траление был незначительный (до 0.1393 экз./м^3), но сопоставим с уловами во время июньской съемки. Личинки длиной TL от 3.5 до 6.5 мм встречались на всех трех станциях (в среднем 0.0147 экз./м^3 ($0.0022\text{--}0.031\text{ экз./м}^3$). Вода по всей толще в районе работ была прогрета до $19.8\text{--}21.6^{\circ}\text{C}$.

Во время третьей съемки, в октябре, в пробах присутствовали только единичные личинки рыб: личинка японского анчоуса и личинки бурого терпуга. Температура воды во время съемки была $10.0\text{--}11.1^{\circ}\text{C}$ у поверхности и $8.7\text{--}9.1^{\circ}\text{C}$ у дна, что существенно меньше, чем фиксировалось нами в этом районе месяцем ранее (порядка 20.0°C по всей водной толще).

В апреле 2024 г. в уловах присутствовала икра трех видов рыб: икра минтая встречалась на всех станциях (100.0%) (в среднем 3.7325 экз./м^3 ($0.0089\text{--}55.2614\text{ экз./м}^3$), 73.3%), икра южной палтусовидной камбалы на 24 из 30 станций (80.0%) (в среднем 0.1865 экз./м^3 ($0.0022\text{--}2.1054\text{ экз./м}^3$), 3.7%), икра звездчатой камбалы на 27 из 30 станций (90.0%) (в среднем 1.1749 экз./м^3 ($0.0177\text{--}29.5957\text{ экз./м}^3$), 23.1%). Икра наиболее массовых видов – минтая и южной палтусовидной камбалы концентрировалась на входе в зал. Восток, а звездчатой камбалы – на практически всех прибрежных станциях за исключением находящихся в самом зал. Восток (рис. 2Е). Так же в уловах присутствовали личинки 12 видов рыб: три вида рыб – сем. *Psychrolutidae*, два – *Stichaeidae*, по одному – *Opisthocentridae*, *Pholidae*, *Ammodytidae*, *Osmeridae*, *Gadidae* и *Liparidae*. Их уловы были единичными (до 0.0221 экз./м^3 – только один улов липариса Агассица *L. agassizii* и до 0.0184 экз./м^3 – в одном из трех уловов личинок *Ammodytes* sp.) и приурочены в основном к станциям восточной части района работ на входе в зал. Восток и внутри него.

Всего за период проведения наших работ в уловах отмечены ранние стадии развития 50 видов рыб, 19 из которых традиционно считаются промысловыми (табл. 2). Данные по этим и еще двум видам рыб (камбала Надежного *Acanthopsetta nadeshnyi* и мойва *Mallotus villosus*), которые встречались в уловах на этой акватории в более ранние периоды исследований, были включены в дальнейший анализ межгодовых изменений видового состава ихтиопланктона. Икра камбалы Надежного, как правило, представлена в поверхностном слое пропорционально ее концентрациям по всей водной толще [26, 40] и, при наличии, облавливается и при горизонтальных ловах. Личинки мойвы также обычно присутствуют в поверхностном слое воды [24, 32] и легко облавливаются нашим орудием лова. Поэтому их полное отсутствие в наших уловах требует объяснения, поскольку могло свидетельствовать, в частности, и о происходящих изменениях в численности их популяций.

ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам проводимых ранее работ [9, 17, 20, 21, 24, 26, 32, 36], известно, что в восточной части зал. Петра Великого весной и первой половине лета наблюдаются, как правило, существенные концентрации икры массовых промысловых видов рыб, приуроченные в основном к акваториям

на входе в зал. Стрелок, Восток и Находка. Это свидетельствует, на наш взгляд, о нахождении здесь нерестилищ, по крайней мере, нескольких из этих видов (желтоперая, желтополосая, остроголовая, звездчатая, длиннорылая, южная палтусовидная камбалы и минтай). Также на данной акватории в летний период регулярно нерестятся в годы высокой численности японский анчоус и сардина-иваси [12, 38, 39]. Массовый нерест японской скумбрии при ее высокой численности отмечался ранее на сопредельных акваториях Уссурийского залива и в более глубоководной части зал. Петра Великого [8, 17]. Нахождение ее икры в прибрежных акваториях в восточной части залива в настоящее время также свидетельствует о присутствии здесь нерестовых скоплений и общем увеличении численности япономорской популяции.

Изменение видового состава ихтиоценоза северо-западной части Японского моря происходит циклически [12] и последний связанный с потеплением период постепенного увеличения здесь доли южных мигрантов наблюдается примерно с 1965 г. (минимум их представленности в зал. Петра Великого во второй половине XX века) [30]. В 2000-х годах их количество приблизилось к значениям характерным для 30-х годов XX века, когда также наблюдалось потепление (50 видов против 53). Наиболее распространенными и многочисленными среди представителей тепловодного ихтиокомплекса с конца 1990-х по 2000-е гг. были японский анчоус и сайра. Процесс потепления продолжается и в настоящее время [16] и в связи с этим, на наш взгляд, интересно установить сходство в видовом составе ихтиопланктонных уловов лет, классифицируемых специалистами как теплые, либо как холодные.

Как уже упоминалось, сравнение мы проводили по пелагическим стадиям раннего развития только для 21 вида промысловых и массовых рыб, поскольку их определение и учет мы считаем более достоверными и систематичными. У всех этих видов икра, а у отдельных видов и личинки, концентрируются непосредственно у поверхности [10, 11, 20, 26, 40, 41]. Максимальные уловы при горизонтальных тралениях в этом случае, как правило, совпадают с таковыми при вертикальных тралениях, по крайней мере в светлое время суток. При низких концентрациях в горизонтальных уловах икра этих видов встречается даже при отсутствии в вертикальных за счет многократно большего объема процеживаемой воды. Например, для минтая известно, что его нерест в зал. Петра Великого происходит в толще воды, как

правило, над глубинами менее 200 м. В начале нереста основные нерестовые скопления наблюдаются на глубинах 100–80 м, а далее происходит подход нерестующего минтая ближе к берегу на глубины 30 м и менее [11, 19, 20]. Массовый нерест в зал. Петра Великого происходит со второй половины марта по середины апреля при температуре воды у поверхности 0–1.5°C [11] или, в последние годы, до первой декады мая [4] при более высоких температурах (средняя температура по толще воды до 4.6°C). Икра в начале развития держится в основном у поверхности воды, лишь незначительно погружаясь по мере развития в горизонте 0–50 м (по данным С.М. Кагановской в верхнем 10 м слое может находиться от 51.2 до почти 100.0% икры минтая [20], а по данным Н.Н. Горбуновой, в Корейском заливе в этом слое в среднем концентрируется около 72.0% икры [11]). Известно, что в отдельных популяциях развитие икры минтая вплоть до вылупления может проходить в массе на глубинах и более 200 м, но это связано с локальными гидрологическими условиями, которые формируются, например, в каньонах в Авачинском и Кроноцком заливах, и препятствуют подъему икры в поверхностный слой [2, 3].

Используя литературные данные [11, 20] по характерному для Японского моря вертикальному распределению икры, и полученные нами соотношения уловов на м² при горизонтальных и вертикальных ловах в ходе нашей апрельской съемки 2024 г., мы произвели перерасчет наших горизонтальных уловов икры минтая за 2023–2024 гг. на м² всей водной толщи.

При проведении нами серии горизонтальных и вертикальных ловов в одних и тех же точках и сравнительный анализа уловов, была выведена формула, для расчета убывания количества икры минтая с увеличением глубины:

$$N_h = N_1 h^{-1.701},$$

где N_h — количество икринок на глубине h , N_1 — количество икринок в поверхностном 1 м слое, h — глубина, м.

Убывание количества икры с увеличением глубины происходит практически по экспоненте. Таким образом, количество икры в вертикальном столбе под верхним метровым слоем близко к количеству икры в облавливаемом однометровом слое воды у поверхности. Используя эти данные, а также результаты проведенных нами экспериментов по сравнению количества икры при вертикальном и горизонтальном ловах, был выведен эмпирический коэффициент, позволяющий

сравнить результаты съемок при использовании этих двух методов оценки количества икры минтая, для 1 м^2 :

$$N = 6.3V,$$

где N — число икринок минтая на 1 м^2 в поверхностном лове, V — число икринок на 1 м^2 при вертикальном лове.

Полученные значения уловов в пересчете на м^2 хорошо коррелируют с данными А.В. Буслова с соавторами [4] за период 2019–2022 гг. и свидетельствуют о дальнейшем снижении в настоящее время воспроизводства минтая в заливе, связанным с естественной убылью в единственном за последнее десятилетие высокоурожайном поколении 2014 г.

Практически для всех остальных видов необходимости в таких перерасчетах нет, поскольку в используемых литературных источниках присутствуют данные как по горизонтальным ловам, так и в перерасчете на 1 м^2 поверхности. Кроме того, исходя из проведенного сравнительного анализа уловов мы полагаем, что сравнение видового состава с учетом вклада доли каждого из этих видов в общий максимальный улов в процентах будет корректно и для съемок, в которых использовались разные методы учета (горизонтальные либо вертикальные ловы).

К сожалению, для сравниваемых нами групп лет не для всех выбранных видов есть данные по характеристикам уловов икры в восточной части

зала Петра Великого даже при высокой их численности. Например, для 50-х годов прошлого века нет данных по уловам икры для минтая и камбал в весенний период, а в летний по японской скумбрии и сайре, в 90-х годах нет данных по уловам икры камбал в летний период, что сильно ограничивает возможность производить сравнение с данными последних лет. Об уровне воспроизводства этих видов можно судить лишь приблизительно по косвенным данным с промысла тех лет.

Рассматриваемые нами месячные периоды работ с апреля по октябрь (теплое время года) в разные годы закономерно сгруппировались на дендрограмме сходства в три больших кластера: конец весны (апрель–май), начало лета (июнь, в отдельные годы июль) и вторая половина лета и начало осени (с июля–августа по октябрь) (рис. 3). В целом на рассматриваемой акватории первый период характеризуется незначительным видовым разнообразием: двух или трех массовых вида, с подавляющим преобладанием минтая (табл. 2, рис. 4). Для второго периода характерно несколько большее видовое разнообразие с преобладанием двух или трех видов камбал и появлением в планктоне икры японского анчоуса и других южных мигрантов. Третий период — наиболее продолжительный, характеризуется в данном районе окончанием нереста камбал и преобладанием икры и личинок южных мигрантов, в основном японского анчоуса, а также сардины-иваси

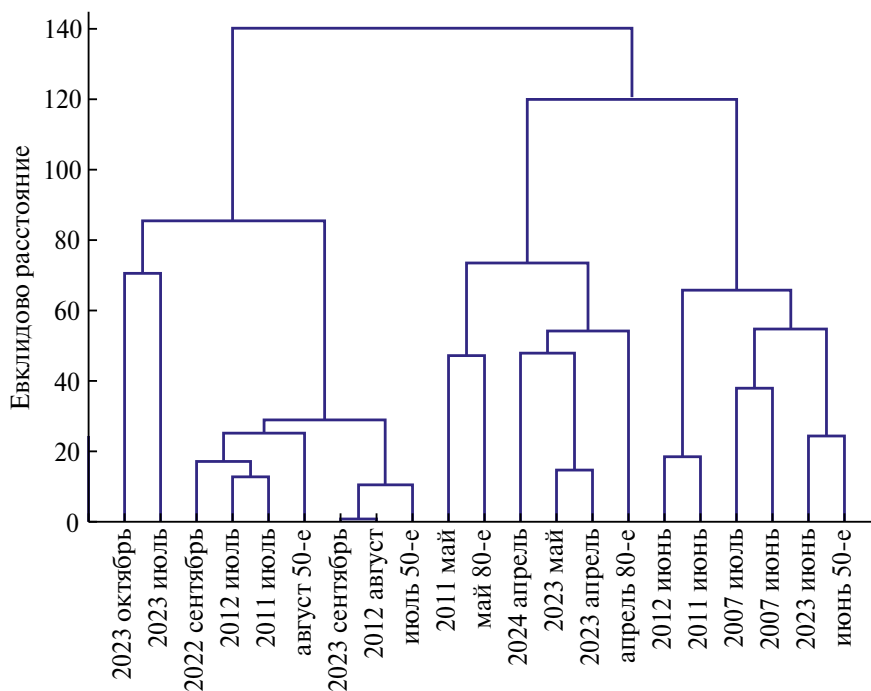


Рис. 3. Дендрограмма сходства лет по видовому составу ихтиопланктона и доле видов в общем улове икры и личинок (данные за 1950-е гг. [20, 21, 26, 28, 38, 39], за 1980-е гг. [23, 24], за 2007 г. [32]).

и японской скумбрии в годы их высокой численности. Видовое разнообразие ихтиопланктона в этот период в целом, как правило, минимальное в связи с прекращением нереста летне-нерестующих видов, в то время как нерест немногочисленных осенне-нерестующих видов промысловых рыб, таких как терпуги, только начинается, икра у них донная, а личинки в поверхностном слое еще крайне малочисленны.

В первой группе обособляются уловы 2023–2024 гг., в которых доля икры минтая существенно выше (до 96.5% в апреле 2023 г. и до 64.5% в апреле 2024 г.), чем в уловах 1980-х гг. и 2007 г. и 2011 г., а доля икры южной палтусовидной камбалы заметно ниже, хотя в абсолютных значениях на м² уловы обоих видов в 1980-х гг. были выше, а в 2011 г. — ниже, но в последнем случае и обследованная акватория не захватывала места их массового нереста (рис. 4).

Достаточно высокая концентрация и доля от общего улова икры минтая в последние годы обусловлена все еще высокой численностью производителей минтая урожайного поколения 2014 г. [4] на фоне сравнительно низкой численности остальных весенне-нерестующих видов.

Динамика нереста звездчатой камбалы по результатам весенних съемок разных периодов была менее предсказуема, чем у других видов:

в апреле 2024 г. и апреле-мае 1950-х и 1980-х гг. доля ее икры была высокой, а в сходный период 2011 г. и 2023 г. икра этого вида в уловах на данной акватории отсутствовала. В мае 2011 г. в отличие от других лет существенной была доля длиннорылой камбалы, что связано, вероятно, с более высокой, в среднем, температурой воды у поверхности (табл. 2). Более ранний прогрев воды мог способствовать в данном случае более раннему прохождению нереста, пик которого у данного вида обычно приходится на начало лета [26].

Во второй группе данные 2023 г. группировались с данными за июнь 1950-х годов, а данные 2011–2012 гг. и 2007 г. причем как за июнь, так и за июль, группировались отдельно (рис. 3). Это связано с тем, что, хотя во все годы в июне наибольшую долю в уловах и занимала икра желтоперой камбалы (от 35.2 до 61.7%), а доля икры японского анчоуса была не значительна, в 1950-х годах, как и в 2023 г., была высока доля икры длиннорылой камбалы (33.8–38.7% против примерно 6.0% в 2011–2012 гг. и 0.63% в июне-июле 2007 г.), а икра звездчатой камбалы, напротив, отсутствовала. Можно предположить, учитывая большие уловы икры длиннорылой камбалы в мае 2011 г., что в период 2011–2012 гг., и, возможно, в 2007 г. она отнерестилась раньше. Кроме того, в июле

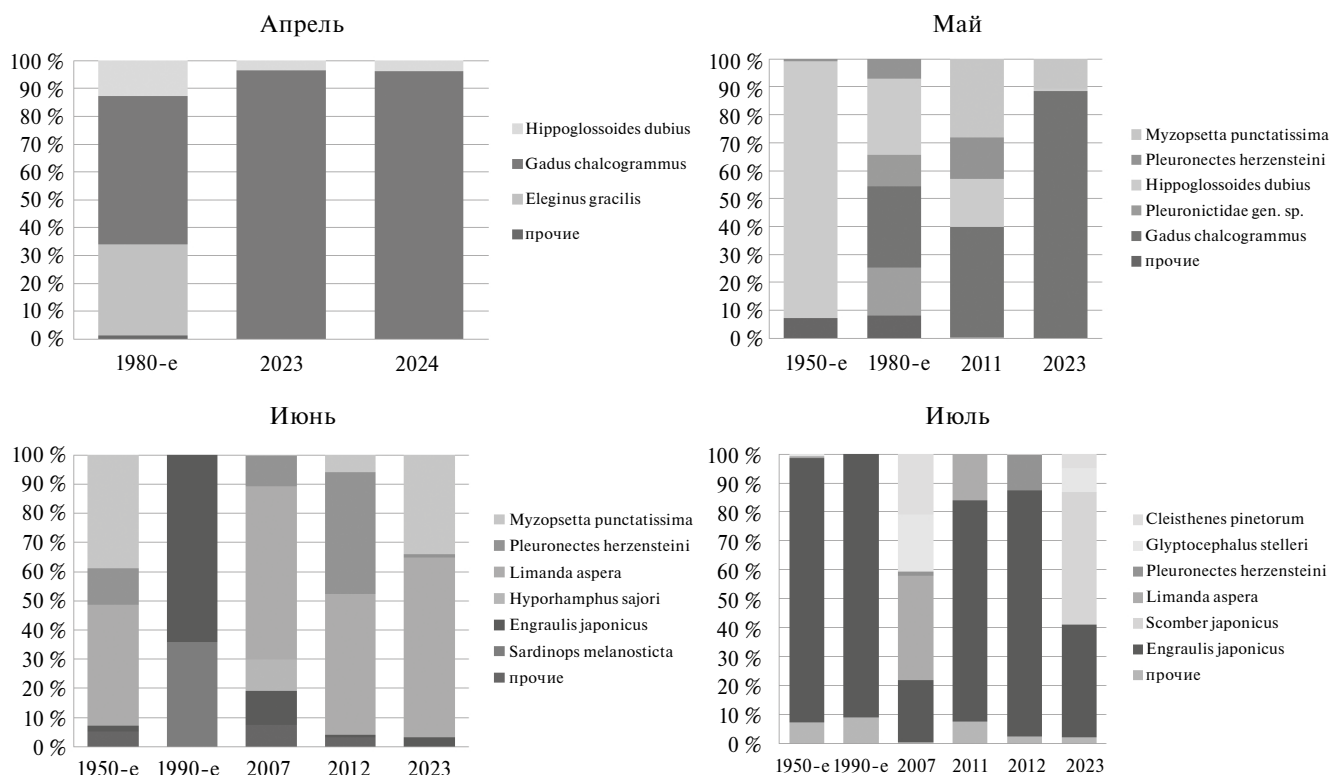


Рис. 4. Изменение доли промысловых видов в уловах помесечно в разные периоды лет.

2007 г. в уловах была заметно выше доля икры малорота Стеллера и длиннорылой камбалы.

Третий период характеризовался подавляющим преобладанием икры южных мигрантов, в основном японского анчоуса (до 100.0% икры). Несколько особняком стоят июль и октябрь 2023 г., которые характеризовались присутствием в уловах икры сардины-иваси (первые за 20 последних лет) и икры японской скумбрии (июль, до 45.0% по максимальным уловам). Более высокая доля икры сардины-иваси наблюдалась только в конце 1980-х – начале 1990-х гг. [12], что, несомненно, указывает на существенный рост численности япономорской популяции этого вида в настоящее время. Так же заметной была доля в июле 2023 г. малорота Стеллера, что не характерно для остальных лет. В большем количестве его икра встречалась только в июле в 1950-е годы. Тогда же в уловах фиксировалась заметная доля икры камбалы Надежного (до 17.0% от общего улова в августе), которая позже никем в зал. Петра Великого в заметных количествах не отмечалась.

По литературным данным нерест камбалы Надежного в заливе отмечается с июня по август [26] или даже начало сентября [5] с пиком в июле, но даже в эти месяцы половозрелые особи держатся здесь на глубинах в основном от 100 м и глубже в отличие от Татарского пролива, где она подходит на мелководья и где ее икра встречалась над глубинами от 35 м [42]. В июне, когда начинается ее нерест, плотные скопления камбалы Надежного отмечены на глубинах порядка 300 м [5]. По данным Перцевой-Остроумовой Т.А. [26] икра этого вида не встречалась в зал. Петра Великого над глубинами менее 50–60 м и ранее, а в настоящее время, вероятно, ее скопления находятся над еще большими глубинами в открытой части зал. Петра Великого и мористее, за его пределами. Этим, видимо, и можно объяснить полное отсутствие ее икры в период проведения наших работ.

Что касается личинок мойвы, которые были определены в уловах в июне 2007 г. [32], то следует отметить, что данный вид за период систематических наблюдений в водах Приморья был достаточно многочислен лишь в 40-х годах прошлого века. Численность его подвержена сильным колебаниям, и, как правило, растет в периоды похолодания, поэтому в период проходящего потепления [30] не удивительно, что его личинки в уловах крайне малочисленны [32] или вовсе отсутствуют, как в наших уловах.

Таким образом, из вышеизложенного следует, что пиковые концентрации и доля икры тех

или иных видов рыб в ихтиопланктоне на исследуемой акватории могут значительно смещаться в зависимости от термических условий конкретного года. Однако за весь рассматриваемый период наблюдений, в теплое время на акватории восточной части зал. Петра Великого хорошо выделяются три периода с характерным набором и долей ранних стадий развития исследуемых видов в ихтиопланктоне: конец весны (апрель–май), начало лета (июнь, изредка май и июль) и конец лета – начало осени (июль–октябрь).

Наши данные подтверждают, что последние годы на исследуемой акватории характеризуются высокой, постепенно убывающей долей икры минтая в весенних уловах за счет высокой численности нерестовиков урожайного поколения 2014 г. и указывают на появление в планктоне в заметных количествах икры японской скумбрии и сардины-иваси летом и в начале осени. Последнее может свидетельствовать о скором и давно спрогнозированном росте численности ее япономорской популяции [1] до промыслового уровня в водах Приморья. Также мы можем говорить о том, что воспроизводство весенне-летне-нерестующих камбал, не смотря на достаточно высокую, в целом, их долю в уловах, в настоящее время находится на невысоком уровне в сравнении с 50-ми и 80-ми годами прошлого века.

Источники финансирования. Данная работа финансировалась за счет средств бюджета Национального Научного Центра Морской Биологии Дальневосточного Отделения Российской Академии Наук. Никаких дополнительных грантов на проведение или руководство данным конкретным исследованием получено не было.

Соблюдение этических стандартов. Эксперименты с животными проводились в соответствии с национальными, международными и институциональными руководствами по проведению исследований с животными. Что подтверждено выпиской № 1–240924 протоколы заседания № 9 от 24.09.2024 комиссии по биомедицинской этике ННЦМБ ДВО).

Конфликт интересов. Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беляев В.А. Экосистема зоны течения Куроисио и ее динамика. Хабаровск: Хабаровское книжное издательство, 2003. 382 с.
2. Буслов А.В., Тепнин О.Б. Условия нереста и эмбриогенеза минтая *Theragra chalcogramma* (Gadidae) в глубоководных каньонах тихоокеанского

- побережья Камчатки // *Вопр. ихтиол.* 2002. Т. 42. № 5. С. 617–625.
3. Буслов А.В., Тепнин О.Б., Дубинина А.Ю. Особенности экологии нереста и эмбриогенеза восточно-камчатского минтая // *Изв. ТИНРО.* 2004. Т. 138. С. 282–298.
 4. Буслов А.В., Байталюк А.А., Овсянников Е.Е., Смирнов А.В. Воспроизводство, ресурсы и промысел минтая в заливе Петра Великого в современный период // *Тр. ВНИРО.* 2022. Т. 189. С. 145–161. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2022-189-145-161>
 5. Вдовин В.Н., Швыдкий Г.В., Калчугин П.В. Сезонное распределение колючей камбалы *Acanthopsetta nadeshnyi* в северо-западной части Японского моря // *Вопр. ихтиол.* 2001. Т. 41. № 1. С. 36–41.
 6. Веденский А.П. Опыт поиска скоплений минтая по плавающей икре // *Изв. ТИНРО.* 1949. Т. 29. С. 35–49.
 7. Веденский А.П. О методике горизонтального лова икорной и мальковой сеткой // *Изв. ТИНРО.* 1951. Т. 35. С. 188–189.
 8. Веденский А.П. Биология дальневосточной скумбрии в Японском море // *Изв. ТИНРО.* 1954. Т. 42. С. 3–94.
 9. Веденский А.П. О локальности и особенностях формирования нерестовых скоплений минтая западной части Японского моря // *Изв. ТИНРО.* 1971. Т. 79. С. 42–57.
 10. Горбунова Н.Н. Икра минтая и ее развитие // *Изв. ТИНРО.* 1951. Т. 34. С. 89–97.
 11. Горбунова Н.Н. Размножение и развитие минтая // *Тр. ИО АН СССР.* 1954. Т. 11. С. 132–195.
 12. Давыдова С.В. Динамика численности основных массовых эпипелагических видов рыб Японского моря во второй половине XX века и факторы, ее обуславливающие // *Изв. ТИНРО.* 2004. Т. 137. С. 119–143.
 13. Давыдова С.В. Видовой состав и распределение ихтиопланктона в японском море осенью 1995 и 2001 гг. // *Вопр. ихтиол.* 2006. Т. 46. № 2. С. 252–261.
 14. Данченков М.А. Атлас течений залива Петра Великого. Владивосток: ДВНИГМИ, 2010. 94 с.
 15. Енур И.В., Баланов А.А. Видовой состав и сезонная динамика ихтиопланктона прибрежной зоны западной части залива Петра Великого Японского моря в 2007–2010 гг. // *Вопр. ихтиол.* 2015. Т. 55. № 4. С. 397–410. <https://doi.org/10.7868/S0042875215030030>
 16. Зуенко Ю.И., Нуждин В.А. Влияние современных изменений океанологических условий в Японском море на состоянии запасов приморской популяции минтая // *Вопр. рыболовства.* 2018. Т. 19. № 3. С. 377–386.
 17. Ильина П.В. Икра и личинки рыб, собранные в Уссурийском заливе // *Изв. ТИНРО.* 1951. Т. 35. С. 189–194.
 18. Казанова И.И. Материалы по размножению и развитию некоторых видов рыб из вод южного Сахалина и южных Курильских островов // *Исследования дальневосточных морей СССР.* М.: АН СССР, 1959. Вып. VI. С. 132–140.
 19. Кагановская С.М. Материалы к познанию минтая // *Изв. ТИНРО.* 1950. Т. 32. С. 100–119.
 20. Кагановская С.М. Новые данные по минтаю залива Петра Великого // *Изв. ТИНРО.* 1951. Т. 34. С. 81–87.
 21. Кагановская С.М. О распределении икры и личинок некоторых видов рыб в зал. Петра Великого // *Изв. ТИНРО.* 1954. Т. 42. С. 165–176.
 22. Кафанов А.И., Борисов Е.Э., Волвенко И.В. О применении кластерного анализа в биогеографических классификациях // *Журнал общей биологии.* 2004. Т. 65. № 3. С. 250–265.
 23. Нуждин В.А. Распределение икры и личинок минтая в северо-западной части Японского моря — особенности биологии, размножения, промысел. Популяционная структура, динамика численности и экология минтая. Владивосток: ТИНРО, 1987. С. 74–80.
 24. Нуждин В.А. Видовой состав и распределение зимнее-весеннего ихтиопланктона северной части Японского моря // *Изв. ТИНРО.* 1994. Т. 115. С. 92–107.
 25. Перцева-Остроумова Т.А. Определительные таблицы пелагической икры рыб зал. Петра Великого // *Изв. ТИНРО.* 1955. Т. 43. С. 1–26.
 26. Перцева-Остроумова Т.А. Размножение и развитие дальневосточных камбал. М.: АН СССР, 1961. 484 с.
 27. Пушкарева Н.Ф. Анчоус северо-западной части Японского моря // *Изв. ТИНРО.* 1970. Т. 74. С. 54–66.
 28. Расс Т.С., Казанова И.И. Методическое руководство по сбору икринок, личинок и мальков рыб. М.: Пищ. пром., 1966. 35 с.
 29. Соколовский А.С., Соколовская Т.Г. К идентификации личинок керчаков (*Mucohcephalus*, *Cottidae*) залива Петра Великого (Японское море) // *Вопр. ихтиол.* 1997. Т. 37. № 1. С. 54–61.
 30. Соколовский А.С., Соколовская Т.Г., Енур И.В., Азарова И.А. Вековые изменения в составе и числе рыб — южных мигрантов в ихтиофауне северо-западной части Японского моря // *Изв. ТИНРО.* 2004. Т. 136. С. 41–57.
 31. Соколовский А.С., Соколовская Т.Г. Атлас икры, личинок и мальков рыб Российских вод Японского моря. Владивосток: Дальнаука, 2008. 223 с.
 32. Соколовский А.С., Соколовская Т.Г. Распределение ихтиопланктона в восточной части залива Петра Великого Японского моря в июне–июле 2007 года // *Биол. моря.* 2009. Т. 35. № 3. С. 220–224.
 33. Соколовская Т.Г., Беляев В.А. Рекомендации по сбору и обработке ихтиопланктона зоны течения Курисио. Владивосток: ТИНРО, 1987. 70 с.

34. Соколовская Т.Г., Соколовский А.С. Особенности раннего онтогенеза бородатой лисички *Pallasina barbata* Steindachner, 1876 (Pisces, Agonidae) из залива Петра Великого // Биол. моря. 2007. Т. 33. № 6. С. 446–450.
35. Соколовская Т.Г., Енур И.В. Особенности раннего онтогенеза японского волосозуба *Arctoscopus japonicus* (Trichodontidae) в северо-западной части Японского моря // Изв. ТИНРО. 2001. Т. 128. С. 761–767.
36. Фадеев Н.С. Минтай Японского моря. Сроки и районы нереста, популяционный состав // Изв. ТИНРО. 2009. Т. 159. С. 70–100.
37. Файман П.А. Атлас диагностических течений залива Петра Великого и прилегающей северо-западной части Японского моря. Владивосток: ДВНИ-ИГМИ, 2018. 114 с.
38. Храпкова Н.В. Материалы по нересту анчоуса и сардины // Изв. ТИНРО. 1960. Т. 46. 247 с.
39. Храпкова Н.В. Исследование размножения анчоуса и сардины в Приморье // Тр. ИО АН СССР. 1961. Т. 43. С. 310–319.
40. Шелехов В.А., Енур И.В. Особенности вертикального распределения пелагических икры и личинок различных видов рыб по анализу уловов вертикальных и горизонтальных тралений ИКС-80 // Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации. Материалы I Национальной заочной науч.-тех. конф. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2017. С. 117–123.
41. Шелехов В.А., Енур И.В. Смена доминирующих видов рыб в летнем ихтиопланктоне Татарского пролива японского моря в 2017 году // Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации. Материалы I Национальной заочной науч.-тех. конф. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2017. С. 124–130.
42. Шелехов В.А., Енур И.В., Баланов А.А. Видовой состав и структура ихтиопланктона северной части Японского моря в летний период 2017 г. // Вопр. ихтиол. 2020. Т. 60. № 1. С. 40–51. <https://doi.org/10.31857/S0042875220010178>
43. Ahlstrom E.H., Butler J.L., Sumida Y. Pelagic stromateoid fishes (Pisces, Perciformes) of the eastern Pacific: kinds, distributions and early life histories and observations on five of these from the northwest Atlantic // Bull. Mar. Sci. 1976. V. 26. № 3. P. 285–402.
44. An atlas of the early stages of fishes in Japan / Ed. M. Okiyama. Tokyo: Tokai Univ. Press, 1987. 1154 p.
45. Balanov A.A., Epur I.V., Shelekhov V.A., Turanov S.V. The first description of larvae and comments on the taxonomy of *Stichaeus ochriamkini* Taranetz, 1935 (Perciformes: Stichaeidae) // J. of Fish Biology. 2022. V. 100. № 5. P. 1214–1222. <https://doi.org/10.1111/jfb.15030>
46. Epur I.V., Balanov A.A., Shelekhov V.A., Turanov S.V. First description of larvae of *Radulinopsis derzhavini* Soldatov et Lindberg, 1930 (Scorpaeniformes: Psychrolutidae) with remarks on melanin colouration and relationships with related species // J. of Fish Biology. 2023. V. 104. № 3. P. 769–779. <https://doi.org/10.1111/jfb.15612>
47. Fricke R., Eschmeyer W.N., Van der Laan R. (eds.). Eschmeyer's catalog of fishes: genera, species, references. 2023. <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp.Version 02/2024>
48. Matarese A.C., Kendall A.W., Blood D.M., Vinter B.M. Laboratory guide to early life history stages of northeast Pacific fishes // US Dept. Commer. NOAA Tech. Rept. NMFS. 1989. № 80. 653 p.
49. Nakai Z., Hayashi S. Growth of the Japanese sardine I. A note on the growth rate, 1949 through 1951 // Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab. 1962. V. 9. P. 85–96.
50. Nakai Z., Hayashi S. Growth of the Japanese sardine. II. On a dominant year-class in the Pacific waters off the northeastern Honshu during July 1951 through January 1953 // Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab. 1962. V. 9. P. 97–107.
51. Turanov S.V., Balanov A.A., Shelekhov V.A. Species of the genus *Ammodytes* (Ammodytidae) in the northwestern part of the Sea of Japan // J. of Applied Ichthyology. 2019. V. 35. № 6. P. 1303–1306. <https://doi.org/10.1111/jai.13981>

LONG-TERM CHANGES IN THE SPECIES COMPOSITION AND ABUNDANCE OF COMMERCIAL FISH IN THE ICHTHYOPLANKTON OF THE EASTERN PART OF PETER THE GREAT GULF (SEA OF JAPAN)

V. A. Shelekhov*, I. V. Epur, S. F. Solomatov, A. A. Balanov

**e-mail: shelekhov@mail.ru*

Our study provides an analysis of the ongoing seasonal and interannual changes in ichthyoplankton in the eastern part of Peter the Great Bay (Sea of Japan), based on own data on the species composition and abundance of ichthyoplankton in the summer season in 2011–2012 and from autumn 2022 to spring 2024, and published data for the 1950-s and 1980-s and 2007. In the warm season, three periods with a characteristic composition and proportion of the studied species are clearly distinguished in the studied water area: 1. late spring (April–May), 2. early summer (June, occasionally May and July), 3. late summer – early autumn (July–October). 2023–2024 are characterized by a high, gradually decreasing share of pollock egg in catches in the spring period due to spawning individuals of the productive generation of 2014. Also noted is the appearance in ichthyoplankton, in noticeable quantities, of chub mackerel egg and, for the first time since the end of the last century, sardine, which indicates the imminent, previously predicted, next surge in the number of its population in the Japan Sea to a commercial level in the waters of Primorye. Reproduction of spring-summer spawning flounders, despite their fairly high share in catches, is currently at a low level compared to the 1950s and 1980s.

Keywords: Sea of Japan, Peter the Great Bay, ichthyoplankton, species composition, interannual changes