

Научная статья

УДК 574.58

doi: 10.17223/19988591/72/10

Ихтиопланктон шельфовых вод юго-восточного Сахалина и залива Анива

Ольга Николаевна Мухаметова¹, Ильяс Ниязович Мухаметов²,
Валерий Николаевич Частиков³

*^{1, 2, 3} Сахалинский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии, Южно-Сахалинск, Россия*

¹ olga.sakhniro@gmail.com

² moukh00@mail.ru

³ v.chastikov@sakhniro.ru

Аннотация. По результатам прибрежных ихтиопланктонных съёмок 2018–2022 гг. получены данные по количественному и пространственному распределению икринок и личинок рыб на отдельных полигонах у юго-восточного Сахалина и в восточной части залива Анива. Выполнено сравнение видового состава между полигонами, рассчитаны индексы Чекановского–Сьеренсена. В составе ихтиопланктона отмечены икра и личинки 32 видов и надвидовых таксонов из 11 семейств. Вдоль юго-восточного побережья Сахалина число видов рыб сокращалось с юга на север, при этом суммарный вклад холодноводных высокобореальных и арктическо-бореальных видов возрастал в северном направлении. Повсеместно встречались икра и личинки минтая, северной палтусовидной, желтоперой и желтополосой камбал. Численность икры и личинок минтая в прибрежье заметно убывала с севера на юг. У палтусовидной камбалы подобной закономерности не отмечалось. В весенний период наиболее многочисленными компонентами ихтиопланктона являлись икра и личинки минтая, северной палтусовидной камбалы, сельди, мойвы. В летнем ихтиопланктоне высокую относительную численность имела икра желтоперой и длиннорылой камбал. Важную роль в формировании структуры прибрежных ихтиопланктонных комплексов играли грунты. Для сопоставления прибрежного и морского нереста минтая и палтусовидной камбалы приведены данные судовых съёмок по распределению их икры. Полученные материалы позволяют дополнить сведения по нерестовому потенциалу вод Восточного Сахалина.

Ключевые слова: икра рыб, личинки рыб, минтай, северная палтусовидная камбала, юго-восточный Сахалин

Источник финансирования: работа выполнена в рамках государственного задания Сахалинского филиала ВНИРО.

Благодарности: авторы признательны коллегам из лаборатории гидробиологии Сахалинского филиала ВНИРО, отдавшим много сил на многолетний отбор проб, зачастую в экстремальных условиях, в прибрежье юго-восточного Сахалина.

Для цитирования: Мухаметова О.Н., Мухаметов И.Н., Частиков В.Н. Ихтиопланктон шельфовых вод юго-восточного Сахалина и залива Анива // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2025. № 72. С. 258–286. doi: 10.17223/19988591/72/10

Original article

doi: 10.17223/19988591/72/10

Ichthyoplankton of the shelf waters of southeastern Sakhalin and Aniva Bay

Olga N. Mukhametova¹, Ilias N. Mukhametov², Valery N. Chastikov³

^{1, 2, 3} *Sakhalin Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Yuzhno-Sakhalinsk, Russian Federation*

¹ *olga.sakhniro@gmail.com*

² *moukh00@mail.ru*

³ *v.chastikov@sakhniro.ru*

Summary. Fish eggs and larvae are a crucial component of the meroplankton community and, during periods of mass development, significantly supplement the food base of planktivorous organisms. In coastal waters, they serve as an important food source for juvenile salmon that have migrated to the sea. The Sakhalin branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography has developed and is implementing a program to study the food supply of Pacific salmon. This program has included ichthyoplankton collections in the confluence areas of salmon rivers over several years. This report is based on data collected from 2018 to 2022 at selected test sites off southeastern Sakhalin and in the eastern part of Aniva Bay (See Fig. 1). Ichthyoplankton sampling was conducted from May to October following a standardized station scheme. At the water's edge, sampling involved filtering 100 L of water through a plankton net. At isobaths of 5, 10, and 20 m, the net was towed vertically from the bottom to the surface using a conical net with a 50 cm diameter opening, 0.35 mm mesh size, and a 3 m filter cone length. A total of 519 ichthyoplankton samples were collected and processed. To understand the general distribution of eggs and larvae of walleye pollock *Gadus chalcogrammus* (Pallas, 1814) and Bering flounder *Hippoglossoides robustus* (Schmidt, 1904) observed in the coastal area, results from marine ichthyoplankton studies conducted in 2012, 2014, and 2020 were also utilized.

During the research, eggs and larvae of 32 species and supraspecific taxa from 11 families were recorded (See Table 1). Along the southeastern coast of Sakhalin, the number of fish species decreased from south to north. The total contribution of cold-water high-boreal and Arctic-boreal species increased in the northern direction (See Fig. 2a). Demersal fishes - mainly littoral and sublittoral species (See Fig. 2b) - primarily formed the biotopic composition. Minimal species similarity was noted for the site in Aniva Bay compared to other sites along southeastern Sakhalin (See Table 2). The quantitative similarity of ichthyoplankton, based on averaged data, was low, indicating differences in the quality of the study sites. At the same time, seasonal values of the Chekanovsky-Sorensen index in some areas were very high (See Table 3). The highest number of ichthyoplankton species was generally recorded from May to mid-June (See Fig. 3a). During this period, increased values of abundance, biomass, and caloric content of fish eggs and larvae were observed in most areas (See Figs. 3b, 3c, 3d). Thus, the maxima of biomass and caloric content at all sites coincided with the mass migration of young Pacific salmon from freshwater. The data obtained at the study sites show significant differences in the structure of ichthyoplankton communities. Bottom sediments play an important role in their formation.

To analyze the results of ship surveys based on the configuration of the coastline, shelf width, and hydrological features, the surveyed water area was divided into four sections: northern (53°-54°50'N), middle (51°-53°N), southern (south of 51°N latitude to Cape Terpeniya), and southeastern Sakhalin (from Cape Terpeniya to Cape Svobodnyy). In 2020, notable differences between these sections were observed in the distribution of pollock eggs, predominantly at stages I and IV. The similarity in the ratio of egg development stages in the two southern areas suggests the possibility of a single pollock spawning area there (See Fig. 6). Bering flounder is not as active a migrant as walleye pollock and is largely confined to specific areas where it forms local groups. In June 2020, only eggs at stage IV showed a clear distinction between the southern section of northeastern Sakhalin and southeastern Sakhalin, with 2.5% in the former area and 38% in the latter (See Fig. 8). Significantly higher total egg densities indicated the isolation of Bering flounder reproduction in southeastern Sakhalin.

According to data collected from 2018 to 2022, water temperatures at coastal sites in May and June were several degrees higher (See Fig. 9). This difference in warming influences both the onset of fish spawning and the duration of embryogenesis. This was confirmed by the timing of the mass development of eggs and larvae at coastal sites in southeastern Sakhalin and at depths greater than 20 m, as well as by the ratio of egg development stages.

The number of walleye pollock eggs and larvae in the coastal area decreased markedly from north to south, corresponding to the distribution of spawning grounds along the southeastern coast of Sakhalin. No such pattern was observed in Bering flounder. This distribution may result from independent spawning by separate flounder groups near the marine boundaries of the study sites.

The article contains 9 Figures, 5 Tables, 38 References.

Keywords: eggs, larvae, walleye pollock, Bering flounder, southeastern Sakhalin

Fundings: the work was carried out within the framework of the state assignment of the Sakhalin branch of VNIRO.

Acknowledgments: the authors are grateful to colleagues from the Laboratory of Hydrobiology of the Sakhalin branch of VNIRO, who devoted a lot of effort to long-term sampling, often in extreme conditions, in the coastal water of southeastern Sakhalin.

For citation: Mukhametova ON, Mukhametov IN, Chastikov VN. Ichthyoplankton of the shelf waters of southeastern Sakhalin and Aniva Bay. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya = Tomsk State University Journal of Biology*. 2025;72:258-286. doi: 10.17223/19988591/72/10

Введение

Исследования ихтиопланктона являются одним из важных направлений изучения водных биоценозов, необходимых для понимания структуры популяций и формирования численности пополнения [1–3]. В большей степени наблюдениями были охвачены открытые воды морей и океанов [4, 5]. Исследования рыб на ранних стадиях онтогенеза в последние годы получили широкое распространение и в прибрежной зоне [6–11]. Развитие икры и личинок рыб на мелководьях протекает при значительных колебаниях температуры и солености, активной ветровой и волновой деятельности, часто приводящей к образованию апвеллингов и даунвеллингов, оказывающих существенное воздействие на видовое разнообразие и количественные показатели ихтиопланктона [12, 13].

Структура ихтиопланктонных сообществ прибрежных районов Сахалина, включая его юго-восточную часть и зал. Анива, сезонные изменения видового состава и численности, остаются слабоизученными. Икра и личинки рыб являются значимым компонентом меропланктона и в период массового развития существенно дополняют кормовую базу планктофагов. В прибрежных водах они могут являться объектами питания молоди лососевых, скатившихся в море [14, 15]. Сахалинский филиал ВНИРО разработал и выполняет программу по изучению кормовой базы тихоокеанских лососей и на протяжении ряда лет проводит работы в районах впадения лососевых рек, включающих ихтиопланктонные сборы. За этот период была накоплена информация по видовому и количественному составу рыб на ранних стадиях развития у юго-восточного побережья.

Цель данной работы – характеристика качественного и количественного состава ихтиопланктона юго-восточного Сахалина и восточной части зал. Анива.

Материалы и методы

В настоящей работе мы принимаем за прибрежье прибрежную зону, часть шельфовой акватории вдоль побережья с глубинами от 0 до 20 м, где выполняли сезонные съемки на локальных полигонах. Остальную часть шельфовой акватории с глубинами от 20 до 200–300 м, доступную для судовых съемок, обозначаем как шельф, шельфовые (надшельфовые) воды.

Отбор проб ихтиопланктона выполняли в морском прибрежье юго-восточного Сахалина и в восточной части зал. Анива с мая по октябрь в период с 2018 по 2022 гг. по единой схеме станций. Исследуемые участки акватории привязывали к местам впадения лососевых рек. Полигоны 1–5 расположены у р. Островка в зал. Анива, р. Долинка, р. Дудинка, р. Мануй и р. Горная у юго-восточного побережья Сахалина соответственно (рис. 1). Пробы отбирали у уреза воды (0,5 м) и на глубинах 5, 10 и 20 м. С мая по июль, в период ската молоди тихоокеанских лососей, съемки проводили по два-три раза в месяц на ближайших к устью реки разрезах, в последующий период – раз в месяц. Один раз в сезон пробы собирали на 4 разрезах: весной – в мае, летом – в июле или в августе, осенью – в октябре.

У уреза воды отбор осуществляли методом фильтрации 100 л воды через планктонную сеть, на изобатах 5, 10 и 20 м тотальным вертикальным обловом всего слоя воды от дна до поверхности малой икорной сетью ИКС-50 (диаметр входного отверстия 50 см, ячея 0,35 мм, длина фильтрующего конуса 3 м) с борта маломерного плавсредства. Для фиксации использовали 4% формальдегид. За весь период работ было собрано и обработано 519 проб ихтиопланктона.

На каждой станции от дна до поверхности зондом YSI-85 с дискретностью 1 м производили измерения температуры (°C) и солености (практические единицы солености, или PSU).

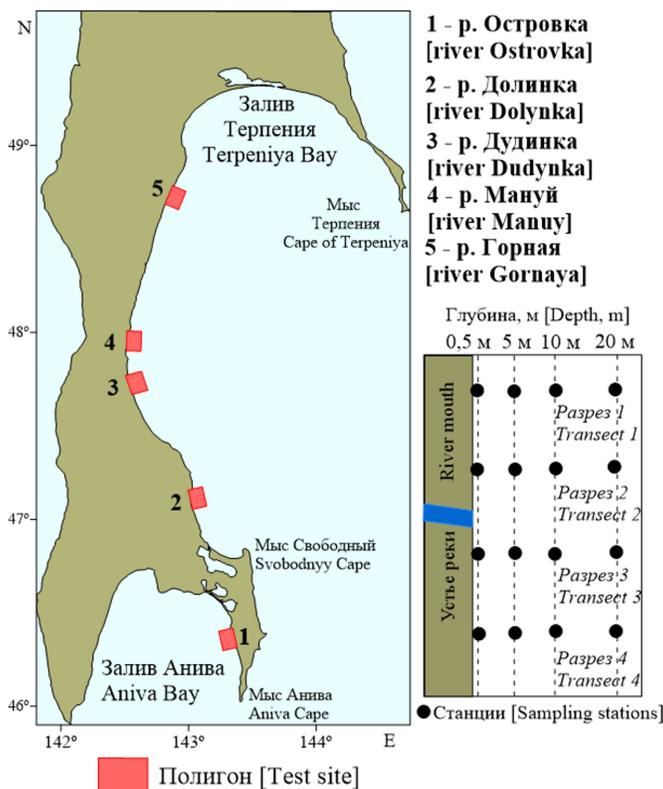


Рис. 1. Карта-схема района исследований и локализации станций на полигоне
 [Fig. 1. Schematic map of the research area and localization of stations at the test site]

Для понимания общего распределения в водах юго-восточного Сахалина икры и личинок массовых промысловых видов рыб – минтая *Gadus chalcogrammus* Pallas, 1814 и северной палтусовидной камбалы *Hippoglossoides robustus* Schmidt, 1904, отмечавшихся в прибрежье, были привлечены результаты судовых исследований ихтиопланктона 2012, 2014 и 2020 гг.

Обловы производили вертикальным подъемом сети ИКС-80 (диаметр 0,8 м, ячея 0,35 мм) в слое 0–200 м, на глубинах менее 200 м – от дна до поверхности. В судовых съемках за три года исследований было собрано 358 проб ихтиопланктона, из них 304 у северо-востока и 54 у юго-востока Сахалина.

Камеральную обработку проб осуществляли под биноклем Olympus SZX10 (Япония) с окуляр-микрометром, позволяющим измерять объекты с точностью до 0,1 мм. Для видовой идентификации использовали специализированные атласы и определители [16–21]. Вес икры и личинок определяли на электронных весах Sartorius CP 225D с точностью до 0,01 мг. Данные по калорийности взяты из литературных источников [22]. Стадии развития икры приведены согласно классификации Т.С. Расса и И.И. Казановой [23].

Зоогеографическая и биотопическая характеристики видов даны по литературным источникам [24, 25]. При выделении классов доминирования применяли шкалу Любарского [26]. Сходство видового состава (S) оценивали по формуле Сьеренсена [27, 28]:

$$S = \frac{2c}{a + b} \times 100\%,$$

где a, b – число видов в сравниваемых выборках, c – число общих видов.

Для сравнения количественной структуры использовали индекс Чекановского–Сьеренсена [29]:

$$K_2 = \sum_{i=1}^N \min(a_i^1, a_i^2),$$

где a_i^1, a_i^2 – численность i -го вида в процентах от общей численности в двух сравниваемых биоценозах, N – общее число видов.

Статистическую обработку материалов выполняли в программном пакете Statistica, версия 10 (StatSoft. Inc., 2011). Проверку распределения на нормальность проводили с помощью теста Шапиро–Уилка. Для выяснения зависимости распределения и численности икры и личинок доминирующих видов рыб в прибрежье от факторов внешней среды (глубины, температуры, солености) был рассчитан коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Данный коэффициент был выбран из-за характера распределения значений, который отличался от нормального.

Результаты исследования и обсуждение

С 2018 по 2022 г. в прибрежной акватории юго-восточного Сахалина зарегистрировано развитие икры и личинок 32 видов и надвидовых таксонов из 11 семейств, из которых порядка 78% относились к промысловым. В полученном списке доминировали камбаловые Pleuronectidae – 13 видов (41% от общего состава) и рогатковые Cottidae – 6 видов (19%). Минимальным числом видов отличались участки вблизи рек Островка и Горная – по 14 на каждом. Если исключить зал. Анива, то вдоль юго-восточного побережья Сахалина число видов рыб, представленных в ихтиопланктоне, сокращалось с юга на север. Максимум 19 видов зарегистрировано на полигоне со скалисто-каменистыми грунтами у впадения р. Долинка, расположенная в южной части района вблизи свала глубин. В районе р. Дудинка данный показатель снизился до 17, вблизи р. Мануй – до 15 (табл. 1).

В составе ихтиопланктона преобладали широкобореальные виды, на долю которых приходилось от 38% вблизи р. Горная до 43% вблизи р. Островка и р. Мануй. Суммарный вклад холодноводных высокобореальных и арктическо-бореальных видов варьировался от 21% вблизи р. Островка до 46% вблизи р. Горная и в целом возрастал в северном направлении (рис. 2а).

Таблица 1 [Table 1]

Видовой состав ихтиопланктона в прибрежной зоне юго-восточного Сахалина и в восточной части зал. Анива
 [Species composition of ichthyoplankton in the coastal zone of southeastern Sakhalin and in the eastern part of the Aniva Bay]

Видовой состав [Species]	Фаза развития [The development phase]	Полигон [Test site]				
		Островка [Ostrovka]	Долинка [Dolynka]	Дудинка [Dudynka]	Мануй [Manuy]	Горная [Gornaya]
Family Clupeidae						
<i>Clupea pallasii</i> Valenciennes, 1847	Икра (донная) [Bottom eggs]	-	-	+	+	+
	Личинки [Larvae]	-	+	+	+	+
Family Engraulidae						
<i>Engraulis japonicus</i> Temminck et Schlegel, 1846	Икра [Eggs]	-	-	-	+	-
	Личинки [Larvae]	-	-	-	+	-
Family Osmeridae						
<i>Hypomesus japonicus</i> (Brevoort, 1856)	Икра (донная) [Bottom eggs]	+	-	-	-	-
	Личинки [Larvae]	+	-	-	-	-
<i>Mallotus villosus</i> (Müller, 1776)	Икра (донная) [Bottom eggs]	+	-	-	-	+
	Личинки [Larvae]	+	-	-	-	+
Family Gadidae						
<i>Eleginus gracilis</i> (Tilesius, 1810)	Личинки [Larvae]	-	+	-	+	-
<i>Gadus chalcogrammus</i> Pallas, 1814	Икра [Eggs]	+	+	+	+	+
	Личинки [Larvae]	-	+	+	+	+

Family Cottidae						
<i>Argyrococtus zanderi</i> Herzenstein, 1892	Личинки [Larvae]	+	-	-	-	-
<i>Bero elegans</i> (Steindachner, 1881)	Личинки [Larvae]	-	-	+	-	-
<i>Сумноcanthus pistilliger</i> (Pallas, 1814)	Личинки [Larvae]	-	+	+	+	+
<i>Мухоcephalus</i> sp.	Личинки [Larvae]	-	+	-	-	-
<i>Micrococtus sellaris</i> (Gilbert, 1895)	Личинки [Larvae]	+	-	-	-	-
Cottidae gen. sp.	Личинки [Larvae]	-	-	-	+	+
Family Agonidae						
<i>Tilesina gibbosa</i> Schmidt, 1904	Личинки [Larvae]	-	+	-	-	-
Family Bathymasteridae						
<i>Bathymaster derjugini</i> Lindberg, 1930	Личинки [Larvae]	-	+	-	-	-
Family Liparidae						
<i>Liparis kusnetzovi</i> Taranetz, 1936	Личинки [Larvae]	+	-	-	-	-
<i>Liparis latifrons</i> Schmidt, 1950	Личинки [Larvae]	-	-	+	-	-
Family Stichaeidae						
<i>Opisthocentrus ocellatus</i> (Tilesius, 1811)	Личинки [Larvae]	-	-	-	+	-
<i>Stichaeus grigorjewi</i> Herzenstein, 1890	Личинки [Larvae]	+	-	-	-	-
Family Ammodytidae						
<i>Ammodytes hexapterus</i> Pallas, 1814	Сеголетки [Fry]	+	-	-	-	-
Family Pleuronectidae						
<i>Acanthopsetta nadeshnyi</i> Schmidt, 1904	Икра [Eggs]	-	+	-	-	-
<i>Glyptocephalus stelleri</i> (Schmidt, 1904)	Икра [Eggs]	-	+	+	+	+
	Личинки [Larvae]	-	-	+	-	-
<i>Hippoglossoides robustus</i> Shmidt, 1904	Икра [Eggs]	+	+	+	+	+
	Личинки [Larvae]	+	+	+	+	+

<i>Limanda aspera</i> Pallas, 1811	Икра [Eggs]	+	+	+	+	+	+	+
	Личинки [Larvae]	+	+	+	+	+	+	+
<i>Limanda sakhalinensis</i> Hubbs, 1915	Икра [Eggs]	+	+	+	+	+	+	+
	Личинки [Larvae]	+	-	-	-	-	-	-
<i>Liopsetta pinnifasciata</i> Клер, 1870	Личинки [Larvae]	-	+	+	+	+	+	-
	Икра [Eggs]	-	-	-	-	-	-	-
<i>Muzopsetta proboscidea</i> (Gilbert, 1896)	Личинки [Larvae]	-	-	-	-	-	-	-
	Икра [Eggs]	-	-	-	-	-	-	-
<i>Muzopsetta punctatissima</i> (Steindachner, 1879)	Личинки [Larvae]	+	+	+	+	+	+	+
	Икра [Eggs]	+	+	+	+	+	+	+
<i>Platichthys stellatus</i> (Pallas, 1787)	Личинки [Larvae]	+	-	-	-	-	-	-
	Икра [Eggs]	-	+	+	+	+	+	+
<i>Pleuronectes quadrituberculatus</i> Pallas, [1814]	Личинки [Larvae]	-	-	-	-	-	-	-
	Икра [Eggs]	-	+	+	+	+	+	+
<i>Pseudopleuronectes herzensteini</i> (Jordan et Snyder, 1901)	Личинки [Larvae]	-	-	-	-	-	-	-
	Икра [Eggs]	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pseudopleuronectes obscurus</i> (Herzenstein, 1890)	Личинки [Larvae]	-	-	-	-	-	-	-
	Икра [Eggs]	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pseudopleuronectes schrenki</i> (Schmidt, 1904)	Личинки [Larvae]	-	+	+	+	+	+	-
	Икра [Eggs]	-	+	+	+	+	+	-
Итого видов [Total species]	Личинки [Larvae]	-	+	+	+	+	+	-
	Икра [Eggs]	14	19	17	15	14	14	14

Примечание. Отсутствие в уловах (-), наличие в уловах (+).
[Note. Absence in samples (-), presence in samples (+)].

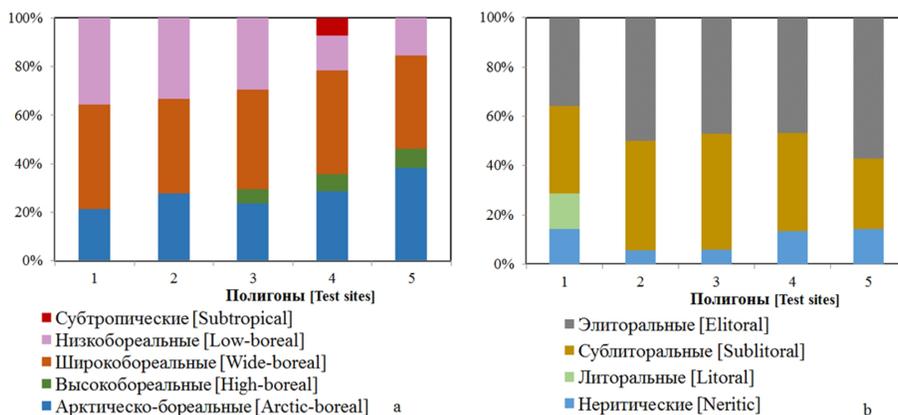


Рис. 2. Зоогеографический (a) и биотопический (b) состав ихтиопланктона на прибрежных полигонах (нумерация полигонов согласно рис. 1)

[Fig. 2. Zoogeographic (a) and biotopic (b) composition of ichthyoplankton at coastal test sites (numbering of test sites as in Fig. 1)

Широкобореальная группа включала массовых промысловых представителей – минтая, желтоперую *Limanda aspera* Pallas, 1811, сахалинскую *Limanda sakhalinensis* Hubbs, 1915, дальневосточную длинную *Glyptocephalus stelleri* (Schmidt, 1904), четырехбугорчатую *Pleuronectes quadrituberculatus* Pallas, [1814] камбал и ряд других видов. К арктическо-бореальной группе относились такие прибрежные промысловые виды, как сельдь *Clupea pallasii* Valenciennes, 1847, мойва *Mallotus villosus* (Müller, 1776), навага *Eleginus gracilis* (Tilesius, 1810), звездчатая камбала *Platichthys stellatus* (Pallas, 1787). Относительный вклад в видовой состав низкобореальных видов, напротив, был наиболее высоким в южных районах – 36% вблизи р. Островка и 33% вблизи р. Долинка. В северной части у р. Мануй и Горная доля тепловодных форм снижалась до 14–15%. Низкобореальную группу слагали прибрежные промысловые виды камбал – длиннорылая *Myzopsetta punctatissima* (Steindachner, 1879), желтополосая *Pseudopleuronectes herzensteini* (Jordan et Snyder, 1901), темная *Pseudopleuronectes obscurus* (Herzenstein, 1890), Шренка *Pseudopleuronectes schrenki* (Schmidt, 1904), и ряд непромысловых липаровых Liparidae, стихеевых Stichaeidae и лисичковых Agonidae. Икра субтропического мигранта – японского анчоуса *Engraulis japonicus* Temminck et Schlegel, 1846, была отмечена только в северной части района у р. Мануй. В годы высокой численности нерест анчоуса наблюдался в зал. Анива и вдоль всего юго-восточного Сахалина, включая зал. Терпения [9, 10, 30, 31]. Отсутствие икры и личинок анчоуса на многих полигонах у юго-восточного Сахалина в современный период обусловлено, прежде всего, сокращением численности мигрирующих популяций в центральной части ареала [32] и, соответственно, значительным снижением численности производителей у северных границ района летнего распространения, а также перераспределением мигрирующих особей по другим районам – вблизи Сахалина в теплый период года анчоус относитель-

но регулярно встречается в Татарском проливе. Необходимо также отметить, что исследования вблизи р. Мануй были проведены в 2021 г., отличавшемся аномально высокими температурами воды в июле–августе не только на всей акватории юго-восточного Сахалина и зал. Анива, но и во всех дальневосточных морях. Этот фактор мог стать определяющим в направлении миграций анчоуса в присахалинских водах.

Основу биотопического состава формировали виды донно-придонного комплекса – преимущественно элиторальные и сублиторальные (рис. 2b). В элиторальную группу входили многие промысловые виды с широкобореальным и арктическо-бореальным ареалом – минтай, навага, песчанка *Ammodytes hexapterus* Pallas, 1814, желтоперая, сахалинская, северная палтусовидная и другие виды камбал. Доля элиторальных видов на полигонах юго-восточного Сахалина достигала 47–57%. Наибольший их вклад в видовой состав отмечен на севере, вблизи впадения р. Горная. В зал. Анива в районе р. Островка доля видов этой группы была минимальна – 36%. Только на данном участке в ихтиопланктоне встречались литоральные виды – седловидный бычок *Microcottus sellaris* (Gilbert, 1895) и липарис Кузнецова *Liparis kusnetzovi* Taranetz, 1936. Сублиторальные виды формировали от 29 до 47% списка идентифицированных видов. Минимальный вклад этой группы отмечен в районе р. Горная (29%), максимальный – в районе р. Дудинка (47%). В данную группу входило большинство низкореальных камбал япономорского происхождения – длиннорылая, желтополосая, темная, Шренка, а также некоторые представители арктическо-бореального комплекса – звездчатая и хоботная *Myzopsetta proboscidea* (Gilbert, 1896) камбалы, несколько видов стихеевых Stichaeidae и рогатковых Cottidae.

Неритическая группа была малочисленной, включала всего четыре вида – сельдь, морскую малоротую корюшку *Hypomesus japonicus* (Brevoort, 1856), мойву и японского анчоуса – и была представлена на каждом полигоне одним или двумя видами: в зал. Анива – это морская малоротая корюшка и мойва, на полигонах юго-восточного Сахалина повсеместно встречалась сельдь, в районе р. Мануй – совместно с японским анчоусом, в районе р. Горная – совместно с мойвой.

Таким образом, в зоогеографическом составе отмечено снижение доли низкореальных и увеличение арктическо-бореальных видов в северном направлении. В отношении биотопического состава развивающихся в планктоне видов рыб особых закономерностей не наблюдалось.

При сравнении видовой состава на различных участках минимальное сходство (41–50%) было отмечено для полигона в зал. Анива с полигонами юго-восточного Сахалина (табл. 2).

Минтай, северная палтусовидная, желтоперая, сахалинская, длиннорылая и желтополосая камбалы встречались в ихтиопланктоне на всех полигонах. Сельдь, а также четырехбугорчатая, звездчатая и дальневосточная длинная камбалы были отмечены на всех полигонах у юго-восточного побережья Сахалина, но отсутствовали в пробах из зал. Анива, что отразилось на значениях индекса сходства.

Видовое сходство (S) на прибрежных полигонах в 2018–2022 гг.
[Species similarity (S) at the coastal test sites in 2018-2022]

Полигоны [Test sites]	Островка [Ostrovka]	Долинка [Dolynka]	Дудинка [Dudynka]	Мануй [Manuy]	Горная [Gornaya]
Островка [Ostrovka]	1	42,4	45,2	41,4	50,0
Долинка [Dolynka]	42,4	1	77,8	64,7	66,7
Дудинка [Dudynka]	45,2	77,8	1	68,8	77,4
Мануй [Manuy]	41,4	64,7	68,8	1	75,9
Горная [Gornaya]	50,0	66,7	77,4	75,9	1

Различия между полигонами юго-восточного Сахалина были связаны с немногочисленными в ихтиопланктоне видами, в целом типичными для всего исследуемого района – некоторыми видами камбаловых, рогатковых, стихеевых, липаровых.

К доминирующим в разные периоды и на разных участках относились 15 видов (47% всего видового списка). В число массовых на всей исследованной акватории входили желтоперая и длиннорылая камбала, на четырех участках юго-восточного Сахалина – сельдь. Палтусовидная камбала вносила значимый вклад в численность в зал. Анива и на трех южных полигонах юго-восточного Сахалина.

Количественное сходство ихтиопланктона по осредненным данным было низким, что говорит о разнокачественности полигонов. В то же время сезонные величины индекса Чекановского–Сьеренсена на отдельных участках были очень высокими (табл. 3).

В мае между полигонами у рек Дудинка–Горная уровень сходства достигал 77% за счет доминирования икры минтая и относительно высокой численности икры сельди и палтусовидной камбалы. В июле максимальное сходство (86%) было отмечено между полигонами вблизи рек Дудинка–Мануй. Основной вклад в значение индекса вносила икра длиннорылой камбалы, доля которой на этих участках превышала 72%. Этот же вид определял сходство полигонов у рек Дудинка и Мануй с полигоном в зал. Анива. В августе и сентябре высокие значения коэффициента между отдельными полигонами определялись икрой желтоперой камбалы.

Изменение количественных показателей ихтиопланктона не имело определенных географических закономерностей, кроме снижения их величин к августу–сентябрю на всех полигонах, что связано с сезонным спадом нерестовой активности рыб. Наибольшее число видов в ихтиопланктоне – от восьми до десяти, как правило, регистрировали с мая до середины июня (рис. 3а).

На этот же период приходились повышенные значения численности, биомассы и калорийности икры и личинок рыб на большинстве участков (рис. 3б–3д). Поскольку калорийность в большей степени зависит от биомассы, чем от численности, то биомасса и калорийность изменялись достаточно синхронно, а высокая численность икры и личинок рыб не всегда давала значительное увеличение биомассы и калорийности.

Индекс Чекановского–Сьеренсена, рассчитанный для прибрежных полигонов восточной части зал. Анива и юго-восточного Сахалина
[The Chekanovsky-Sorensen index, calculated for coastal test sites in the eastern part of the Aniva Bay and southeastern Sakhalin]

Полигоны ¹ [Test sites] ¹	Май [May]	Июнь [June]	Июль [July]	Август [August]	Сентябрь [September]	Октябрь [October]	По осредненным данным ² [Based on averaged data] ²
1–2	12,4	1,3	13	40	0	0	2,9
1–3	12,5	39,5	65,9	42,6	91,7	0	23,7
1–4	2,3	21,9	68,6	26,9	0	0	4,3
1–5	11,0	13,2	33,6	54,3	98,4	0	13,1
2–3	26,7	1,9	18,3	34,6	2,1	0	4,2
2–4	2,2	24,7	11,3	21,6	0	0	4,8
2–5	11,3	1,6	7,4	19,7	0	79,7	3,4
3–4	14,8	38,3	85,9	18,6	0	0	11,8
3–5	77,0	33,8	20,4	77,2	93,2	0	34,1
4–5	8,7	9,6	24,9	23,9	0	0	5,5

Примечание. ¹ Нумерация полигонов согласно рис. 1. ² Для расчета индекса взята средняя численность за период с мая по октябрь.

[*Note.* ¹ Numbering of test sites as in Fig. 1. ² To calculate the index, the average number for the period from May to October was taken].

Так, в зал. Анива, в районе р. Островка, максимальные концентрации ихтиопланктона (114 экз./м³) были отмечены во второй половине мая, в то время как наиболее высокие величины биомассы (59 мг/м³) и калорийности (58 кал/м³) наблюдались в первой половине мая. Максимумы биомассы и калорийности на всех участках наблюдались в период с мая по первую декаду июня, в период массового ската молоди тихоокеанских лососей.

В современный период по полученным в 2018–2022 гг. данным, наиболее калорийными кормовыми объектами, используемыми молодью лососей, является икра сельди и мойвы, которая в большом количестве выносятся с литоральных нерестилищ. В отдельные периоды значимую долю в рационе имеют личинки этих видов, образующие высокие плотности в верхних горизонтах сублиторали в период выклева [15]. В ранний морской период молодь лососей потребляет икру рыб размером до 3 мм (предпочтительные размеры около 1,5 мм) и личинок до 18 мм (оптимальный размер до 5,5 мм) [33].

В летний период (преимущественно в июле–августе) увеличение численности ихтиопланктона связано с массовым нерестом камбал родов *Litanda* и *Mysopsetta*, имеющих мелкую икру (в основном менее 1 мм). Соответственно, даже при очень высоких концентрациях икры заметного роста биомассы и калорийности в разгар лета не происходит.

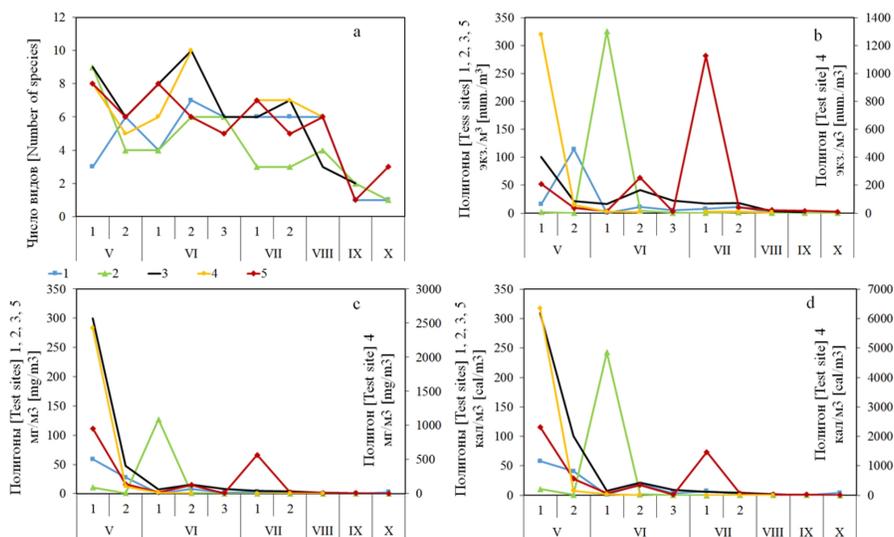


Рис. 3. Изменение количественных показателей: числа видов (а), численности (б), биомассы (с) и калорийности (д) (цветные линии: 1 – р. Островка (зал. Анива), 2 – р. Долинка, 3 – р. Дудинка, 4 – р. Мануй, 5 – р. Горная (юго-восточный Сахалин); по оси X римские цифры – месяцы, арабские цифры – в мае, июле первая и вторая половины, в июне – декады)

[Fig. 3. Changes in quantitative indicators: the number of species (a), abundance (b), biomass (c) and caloric content (d) (colored lines: 1 - Ostrovka River (Aniva Bay), 2 - Dolyinka River, 3 - Dudynka River, 4 - Manuy River, 5 - Gornaya River (southeastern Sakhalin); on the X axis, Roman numerals are months, Arabic numerals are the first and second halves in May, July, decades in June]

Данные, полученные на локальных полигонах, показывают значительные различия структуры ихтиопланктонных комплексов. Важную роль в их формировании играют грунты. Так, высокие плотности икры и личинок сельди образовывались на участках с твердыми грунтами и зарослями водной растительности, являющимися субстратом для развивающейся икры (полигоны вблизи рек Дудинка и Мануй). Икра и личинки мойвы вошли в число доминантов на участках с песчано-галечными грунтами (полигоны вблизи рек Островка и Горная). Икра палтусовидной камбалы относилась к массовым формам на всех полигонах, кроме района р. Горная, где ее заменила икра минтая. Последняя доминировала еще в районе р. Дудинки. В летнем ихтиопланктоне повсеместно в число массовых форм входила икра желтоперой и длиннорылой камбал. На двух северных полигонах значение икры этих видов в составе ихтиопланктона возрастало, а вблизи р. Горная в число доминантов вошли также личинки желтоперой камбалы. В целом икра и личинки почти половины видов, отмеченных на полигонах, в тот или иной период года входили в число массовых форм (табл. 4).

В перечень наиболее массовых видов вошли сельдь, минтай, северная палтусовидная камбала в весенний гидрологический период; длиннорылая, сахалинская, желтоперая, желтополосая камбалы летом.

Состав массовых форм ихтиопланктона на прибрежных полигонах
[The composition of mass forms of ichthyoplankton in coastal test sites]

Вид [Species]	Фаза развития [The development phase]	Полигоны [Test sites]				
		Островка [Ostrovka]	До- линка [Do- lynka]	Ду- динка [Du- dynka]	Ма- нуй [Ma- nuy]	Горная [Gor- naya]
<i>Engraulis japonicus</i>	Личинки [Larvae]				D	
<i>Clupea pallasii</i>	Икра [Eggs]			D	D	D
	Личинки [Larvae]		D		D	
<i>Hypomesus japonicus</i>	Икра [Eggs]	D				
<i>Mallotus villosus</i>	Личинки [Larvae]	D				
	Икра [Eggs]					D
<i>Gadus chalcogrammus</i>	Икра [Eggs]			D		D
<i>Glyptocephalus stelleri</i>	Икра [Eggs]		D	S		
<i>Hippoglossoides robustus</i>	Икра [Eggs]	D	D	S	D	
	Личинки [Larvae]		D			
<i>Limanda aspera</i>	Икра [Eggs]	D	S	D	S	D
	Личинки [Larvae]					D
<i>Limanda sakhalinensis</i>	Икра [Eggs]		D		S	
<i>Myzopsetta proboscidea</i>	Икра [Eggs]					S
<i>Myzopsetta punctatissima</i>	Икра [Eggs]	S	S	D	D	D
<i>Myoxocephalus sp.</i>	Личинки [Larvae]		S			
<i>Pseudo-pleuronectes herzensteini</i>	Икра [Eggs]	S	D			D
<i>Pseudo-pleuronectes obscurus</i>	Личинки [Larvae]		S			
<i>Pseudo-pleuronectes schrenki</i>	Личинки [Larvae]		D	D		
	Икра [Eggs]			D		

Примечание. D – доминанты и абсолютные доминанты, численность > 36%; S – субдоминанты, численность 16–36%; пустые ячейки – форма ихтиопланктона не являлась массовой или отсутствовала

[Note. D - dominants and absolute dominants, number > 36%; S - subdominants, number 16-36%; empty cells - the form of ichthyoplankton was not prevailing or was absent]

По результатам выполненных расчетов коэффициентов ранговой корреляции Спирмена численность икры минтая, северной палтусовидной, сахалинской, звездчатой, четырехбугорчатой камбал возрастает с уменьшением температуры воды. Численность икры японского анчоуса, длиннорылой и желтоперой камбал возрастает с увеличением температуры (табл. 5). Выделение этих двух групп связано, прежде всего, с сезонностью нереста. В первую группу вошли весенненерестящиеся виды, во вторую – летненерестящиеся. Сельдь, как вид, размножающийся весной, в холодный период на опресненных участках литорали и сублиторали, не вошла ни в одну из групп. Численность икры сельди возрастала по мере уменьшения глубины и солености.

В группе весенненерестящихся видов можно отметить достаточно высокий уровень связи численности икры минтая и северной палтусовидной камбалы с температурой и низкую положительную связь численности икры этих видов с глубиной. Наличие такой корреляции указывает на сосредоточение икры минтая и камбалы у мористой границы полигона, т.к. нерест минтая и палтусовидной камбалы происходит преимущественно за пределами 15–20 м [34, 35].

Таблица 5 [Table 5]

Результаты расчета рангового коэффициента корреляции Спирмена
($p < 0,05$, приведены только достоверные значения)
 [Spearman's rank correlation coefficient ($p < 0.05$, only statistically significant values are given)]

Вид [Species]		Глубина, м [Depth, m]	T, °C	S, PSU
<i>Clupea pallasii</i>	Икра [Eggs]	-0,23	–	-0,23
<i>Engraulis japonicus</i>	Икра [Eggs]	–	0,30	-0,21
	Личинки [Larvae]	–	0,30	–
<i>Limanda aspera</i>	Икра [Eggs]	–	0,27	–
<i>Myzopsetta punctatissima</i>	Икра [Eggs]	–	0,35	–
<i>Gadus chalcogrammus</i>	Икра [Eggs]	0,25	-0,67	–
	Личинки [Larvae]	0,23	-0,26	–
<i>Hippoglossoides robustus</i>	Икра [Eggs]	0,26	-0,66	–
	Личинки [Larvae]	–	-0,26	–
<i>Limanda sakhalinensis</i>	Икра [Eggs]	0,26	-0,32	–
<i>Platichthys stellatus</i>	Икра [Eggs]	0,30	-0,39	–
<i>Pleuronectes quadrituberculatus</i>	Икра [Eggs]	–	-0,52	–

Примечание. T, °C – температура воды, градусы Цельсия; S, PSU – соленость, практические единицы солености.

[Note. T, °C - temperature of water, Celsius; S, PSU - salinity, practical salinity units].

Учитывая особенности нереста минтая и палтусовидной камбалы, а также наличие данных судовых съемок по распределению их икры у восточного Сахалина, есть возможность сравнить прибрежный и морской нерест. Для анализа результатов судовых съемок по конфигурации береговой линии, ширине шельфа и гидрологическим особенностям обследованная акватория была разделена на четыре участка: северный, находящийся под действием Амурского стокового течения – 53°–54°50' с. ш.; средний, охватывающий расширение шельфа вблизи заливов – между 51 и 53° с. ш.; южный – к югу от 51° с. ш. до м. Терпения; юго-восточный Сахалин от м. Терпения до м. Свободный. Судовая съемка, выполненная в июне 2012 г., показала, что основные концентрации икры минтая и палтусовидной камбалы были сосредоточены преимущественно на среднем участке у северо-восточного побережья Сахалина. У юго-восточного Сахалина численность икры существенно сокращалась (рис. 4).

В 2014 и 2020 гг. достаточно высокая численность икры минтая наблюдалась во всем районе, а икра палтусовидной камбалы была повсеместно малочисленна. При любом распределении и уровне численности икры нерест минтая и северной палтусовидной камбалы в шельфовых водах юго-восточного Сахалина происходил в более ранние сроки, что хорошо прослеживается по соотношению стадий развития икры.

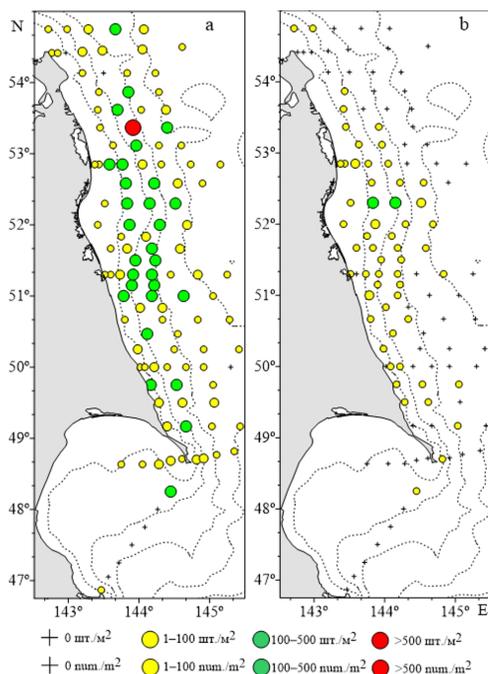


Рис. 4. Распределение икры минтая (а) и северной палтусовидной камбалы (b) у восточного Сахалина в июне 2012 г.

[Fig. 4. Distribution of eggs of walleye pollock (a) and Bering flounder (b) off eastern Sakhalin in June 2012]

В июне 2014 г. основной нерест минтая протекал у северо-восточного Сахалина над глубинами 50–200 м. Численность икры на стадии I на большей части этой акватории превышала 100–300 шт./м², на уровне 50° с. ш. – 500–1000 шт./м². У юго-восточного Сахалина икрометание наблюдалось в мористой части, где концентрации только что выметанной икры составляли 50–100 шт./м². В прибрежной части стадия развития икры I была малочисленной, в то время как суммарные концентрации икры (до 500–590 шт./м²) были сопоставимы с величинами на северо-восточных нерестилищах. На трех выделенных участках у северо-восточного Сахалина вклад стадии развития икры I достигал 40–59%. Доля икры на стадии III составляла 26–37%, на стадии IV – 1,5–2,7%. У юго-восточного Сахалина на стадию I приходилось всего около 14% суммарной численности икры, на стадию III – 59%, на стадию IV – около 15% (рис. 5).

В 2020 г. заметные различия были зарегистрированы в распределении икры преимущественно на стадиях I и IV. На двух северных участках северо-восточного шельфа численность стадии I составляла 37–48%, стадии IV – 2,6–4,5%. Участок к югу от 51° с. ш. по соотношению стадий развития икры был более близок к юго-восточному Сахалину. Доля икры на стадии I здесь составляла около 25%, на юго-востоке – 20%. Более заметные различия отмечены в численности стадии IV. Между 51° с. ш. и м. Терпения ее вклад составлял 18%, в шельфовых водах юго-восточного Сахалина – 30%.

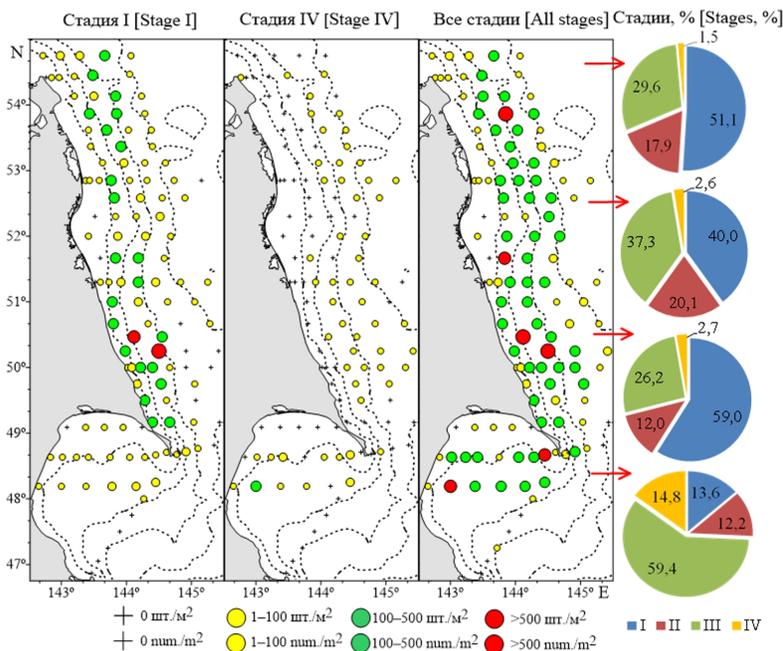


Рис. 5. Распределение икры минтая и соотношение стадий развития у восточного побережья Сахалина в июне 2014 г.

[Fig. 5. Distribution and the ratio of development stage of the walleye pollock eggs off the eastern coast of Sakhalin in June 2014]

Сходство в соотношении стадий развития икры на двух южных участках приводит к предположению о возможности формирования единой области нереста минтая на участке к юго-западу и к северу от м. Терпения до 51° с. ш. (рис. 6). На прибрежном полигоне в районе р. Дудинка в этом же году еще в середине мая суммарный вклад икры на стадиях III и IV достигал 93%. На этот же период пришлось максимальные концентрации икры минтая – в среднем более 71 шт./м³.

К июню, когда в мористой части акватории у юго-восточного Сахалина икра минтая массово встречается в уловах, на прибрежных полигонах численность ее сильно падает. В то же время икра и личинки с мористых участков могут транспортироваться на прибрежные полигоны в течение всего лета.

Северная палтусовидная камбала не является таким активным мигрантом, как минтай, и в значительной степени привязана к определенным участкам, где образует локальные группировки. По наблюдавшемуся в 2014 и 2020 гг. распределению икры можно проследить наличие этих группировок. В целом концентрация икры северной палтусовидной камбалы заметно меньше, чем минтая. В 2014 г. вдоль всего северо-восточного побережья преобладала икра на стадии I, составлявшая 67–69% от суммарной численности. Икра на стадии IV отсутствовала.

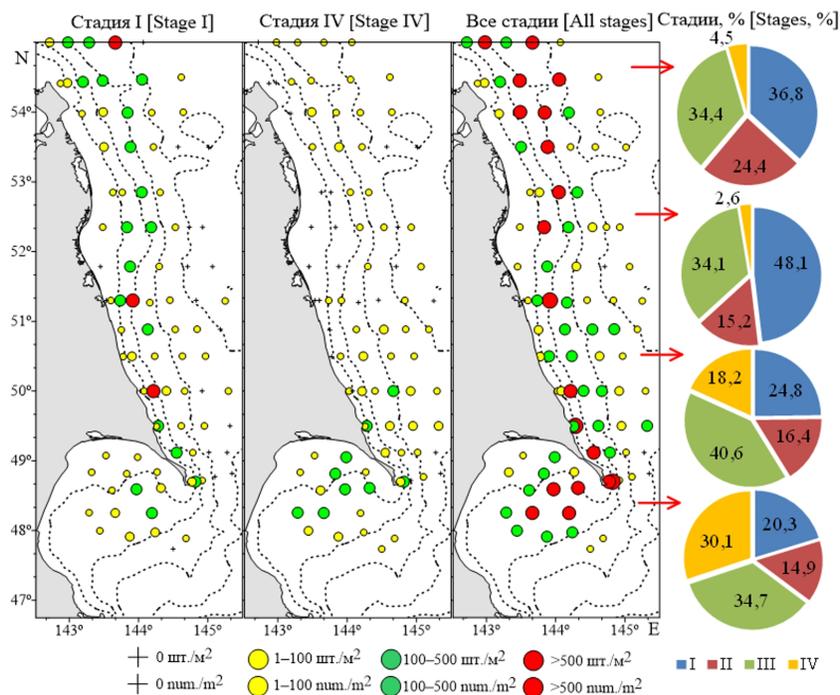


Рис. 6. Распределение икры минтая и соотношение стадий развития у восточного побережья Сахалина в июне 2020 г.

[Fig. 6. Distribution and the ratio of development stage of the walleye pollock eggs off the eastern coast of Sakhalin in June 2020]

У юго-восточного побережья 82% икры находилось на стадии III, 12% – на IV и только около 2% на стадии I. Таким образом, у северо-восточного побережья нерест был еще в разгаре, тогда как на юго-востоке период эмбрионального развития палтусовидной камбалы подходил к завершению (рис. 7).

В 2020 г. у камбалы, как и у минтая, наблюдалось увеличение завершающих стадий развития в южном направлении. Четкое разграничение между южным участком северо-восточного Сахалина и юго-востоком прослеживалось только по стадии развития IV, которая в первом случае составляла 2,5%, а во втором случае – 38% (рис. 8). На обособленность воспроизводства палтусовидной камбалы у юго-восточного Сахалина указывали и значительно более высокие суммарные плотности икры.

В гидрологическом режиме у северо-восточного и юго-восточного Сахалина к общим элементам динамики можно отнести южное направление вдольберегового течения. К западу от п-ова Терпения могут образовываться мезомасштабные вихри, вовлекающие воды Восточно-Сахалинского течения [36], с которыми переносятся икра и личинки рыб. В теплый период года температура воды у юго-восточного побережья Сахалина незначительно снижается с севера на юг, а соленость возрастает [37]. По данным, полученным в 2018–2022 гг., на прибрежных полигонах температура воды в мае–июне на несколько градусов была выше (рис. 9).

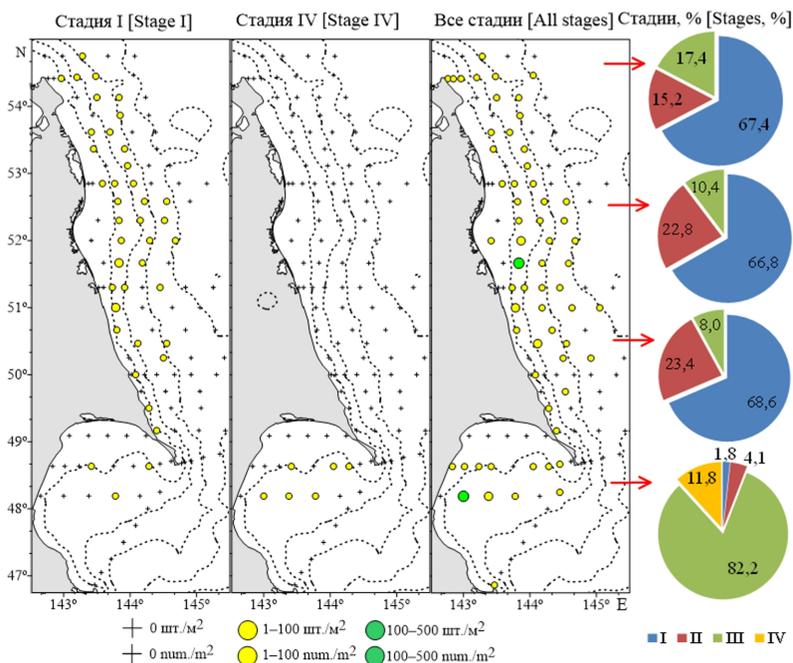


Рис. 7. Распределение икры северной палтусовидной камбалы и соотношение стадий развития у восточного побережья Сахалина в июне 2014 г.

[Fig. 7. Distribution and the ratio of development stage of the Bering flounder eggs off the eastern coast of Sakhalin in June 2014]

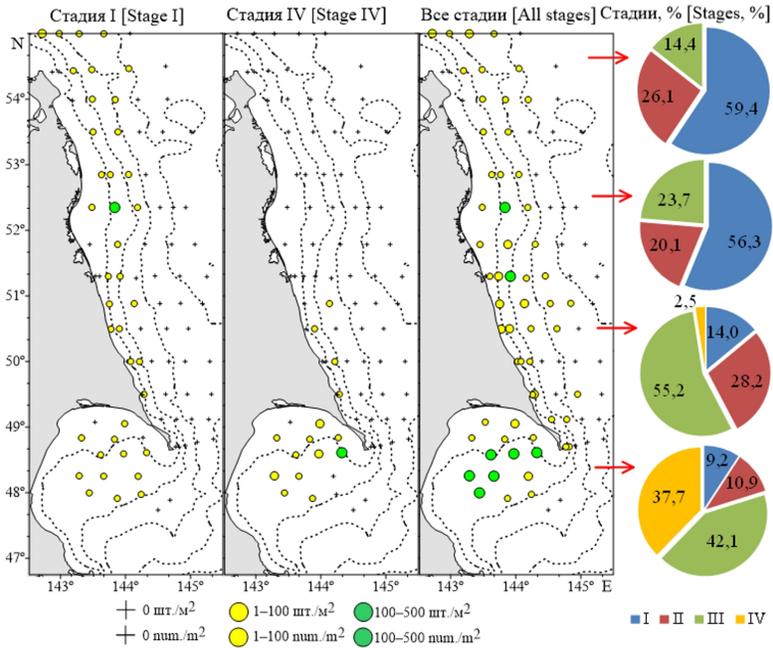


Рис. 8. Распределение икры северной палтусовидной камбалы и соотношение стадий развития у восточного побережья Сахалина в июне 2020 г.
[Fig. 8. Distribution and the ratio of development stage of the Bering flounder eggs off the eastern coast of Sakhalin in June 2020]

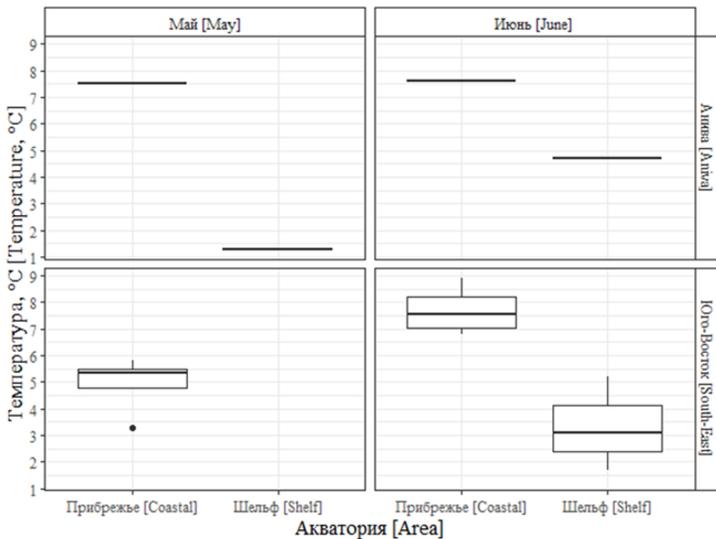


Рис. 9. Значения температуры поверхностных вод в прибрежье и на шельфе в зал. Анива и у юго-восточного Сахалина в мае–июне 2018–2022 гг.
[Fig. 9. Surface water temperature in the coastal and offshore areas in the Aniva Bay and of southeastern Sakhalin in May–June 2018–2022]

Разница в прогреве определяет как начало нереста рыб, так и продолжительность эмбриогенеза, что подтверждалось сроками массового развития икры и личинок на прибрежных полигонах юго-восточного Сахалина и на глубинах более 20 м, а также соотношением стадий развития икры.

На прибрежных полигонах максимальные концентрации икры минтая и северной палтусовидной камбалы в большинстве случаев приходились на первую половину мая, а в июне снижались до минимальных величин.

Анализ развития икры показал, что уже в первой половине мая на всех полигонах у юго-восточного Сахалина преобладала икра на завершающих стадиях – III–IV. Таким образом, пик икрометания приходился на конец апреля – первую половину мая.

Численность икры минтая на полигонах возрастала в северном направлении. Самые высокие показатели были отмечены вблизи рек Дудинка и Горная – 71 и 43 шт./м³ соответственно. С невысокой численностью икра присутствовала в уловах до конца июля–августа. На юге обследованной акватории, как у р. Долинка, так и в зал. Анива, численность икры минтая оставалась низкой в течение всего периода исследований. Личинки были отмечены массово только на трех северных полигонах. Пик численности повсеместно пришелся на вторую декаду мая. В последующий период личинки встречались также преимущественно на трех северных полигонах: до конца июня регулярно, позднее – эпизодически.

Полученные данные достаточно хорошо согласуются с расположением основных нерестилищ минтая [38]. По данным судовых съемок в июне численность икры минтая остается достаточно высокой с западной стороны п-ова Терпения и на небольшом участке южнее м. Терпения, находящемся под влиянием холодных вод Восточно-Сахалинского течения. В более теплом 2012 г. у юго-восточного Сахалина единичные икринки были отмечены только вблизи п-ова Терпения. Существующая у восточного Сахалина схема течений способствует переносу икры в южном направлении вдоль северо-восточного побережья. Далее с ветвью Восточно-Сахалинского течения, огибающей м. Терпения, икра поступает в восточную часть зал. Терпения, где ее развитие продолжается дольше, чем в западной части залива и в прибрежной зоне юго-восточного Сахалина. При низких температурах воды часть икры может переноситься в западном направлении. Скорее всего, длительное (до конца июля–августа) эпизодическое появление икры и личинок минтая в прибрежной зоне до глубины 20 м связано с переносом с мористых участков.

Максимальная численность икры северной палтусовидной камбалы (около 28 шт./м³) была отмечена в первой половине мая в районе р. Дудинка, несколько ниже (около 14 экз./м³) – в зал. Анива. На двух северных полигонах наблюдалось убывание численности икры до 8 и 6 шт./м³ соответственно. В районе р. Мануй снижение численности компенсировалось более длительным периодом высоких концентраций. В течение всего мая численность икры держалась на уровне 8,1–9,5 шт./м³. Относительно высокая численность личинок отмечалась уже в первой половине мая. Палтусовидная камбала имеет обособленные зоны нереста вдоль всего юго-восточ-

ного побережья. Судя по соотношению стадий развития и динамике количественных показателей икры и личинок в прибрежье и на остальной надшельфовой акватории, эти зоны расположены преимущественно за пределами прибрежных полигонов. Об этом свидетельствует и тот факт, что на глубинах менее 20 м икра на стадии I встречается чрезвычайно редко. В зал. Терпения высокие концентрации икры могут формироваться как в восточной части у п-ова Терпения, так и у западного побережья на глубинах более 20–30 м.

Заключение

По результатам исследований, выполненных с 2018 по 2022 г. на прибрежных полигонах юго-восточного Сахалина и в восточной части зал. Анива, в составе ихтиопланктона зарегистрированы икра и личинки 32 видов и надвидовых таксонов из 11 семейств. По числу видов доминировали представители камбаловых и рогатковых. Вдоль юго-восточного побережья Сахалина число видов рыб сокращалось с юга на север. Суммарный вклад холодноводных высокобореальных и арктическо-бореальных видов возрастал в северном направлении. Доля низкобореальных видов, напротив, была наиболее высокой в южных районах и снижалась к северу. Сходство видовых списков между полигонами юго-восточного Сахалина было достаточно высоким. Число видов, регистрируемых в периоды съемок, было небольшим на всех участках, наибольшее – от восьми до десяти, как правило, отмечали с мая до середины июня. Повсеместно встречались икра и личинки минтая, северной палтусовидной, желтоперой и желтополосой камбал. Весенний ихтиопланктонный комплекс формировался за счет икры и личинок минтая, северной палтусовидной камбалы, сельди, мойвы, рогатковых. В летнем ихтиопланктоне высокую относительную численность имела икра желтоперой и длиннорылой камбал. В силу высокой миграционной активности минтай, очевидно, может образовывать как локальные нерестовые скопления в прибрежных районах юго-восточного Сахалина, где икротетание начинается на месяц раньше, и эмбриогенез протекает быстрее, так и формировать единую область нереста вдоль северо-восточного Сахалина с захватом мористых участков к юго-западу от м. Терпения. Северная палтусовидная камбала, в отличие от минтая, не является таким активным мигрантом. Разница в соотношении ранних и поздних стадий развития икры у северо-восточного и юго-восточного Сахалина больше, чем у минтая. При относительной численности икры на стадии развития I в июне у северо-восточного побережья Сахалина около 70%, ее доля на мористых участках у юго-восточного побережья Сахалина в это же время на превышала 2%. Численность икры и личинок минтая в прибрежье заметно убывала с севера на юг, что соответствует распределению нерестилищ вдоль юго-восточного побережья Сахалина. У палтусовидной камбалы подобной закономерности не отмечалось. Такое распределение может быть результатом независимого нереста отдельных группировок камбалы у мористой границы полигонов.

Список источников

1. Hjort J. Fluctuations in the great fisheries of northern Europe viewed in the light of biological research. ICES, 1914. 228 p.
2. van der Lingen C.D., Huggett J.A. The role of ichthyoplankton surveys in recruitment research and management of South African anchovy and sardine // *The Big Fish Bang: Proceedings of the 26th Annual Larval Fish Conference*. Bergen : Institute of Marine Research, 2003. PP. 303–343.
3. Архипов А.Г. Применение результатов изучения раннего онтогенеза морских промысловых рыб в рыбохозяйственной деятельности // *Труды ВНИРО*. 2015. Т. 156. С. 16–37.
4. Давыдова С.В., Кузнецова Н.А. Изучение ихтиопланктона в Тихом океане и дальневосточных морях // *Известия ТИНРО*. 2005. Т. 141. С. 237–254.
5. Архипов А.Г. Динамика численности и особенности распределения ихтиопланктонных сообществ северной части Центрально-Восточной Атлантики и морей Средиземноморского бассейна. Калининград : Изд-во АтлантНИРО, 2006. 232 с.
6. Klimova T.N., Vdodovich I.V., Zagorodnyaya Y.A., Ignatyev S.M., Malakhova L.V., Dotsenko V.S. Ichthyoplankton in the plankton community of the Crimean Peninsula shelf zone (Black Sea) in July 2010 // *Journal of Ichthyology*. 2014. Vol. 54, № 6. PP. 409–421. doi: 10.1134/S0032945214030060
7. Epur I.V., Balanov A.A. Species composition and seasonal dynamics of ichthyoplankton of the coastal zone of the western part of Peter the Great Bay of the Sea of Japan in 2007–2010 // *Journal of Ichthyology*. 2015. Vol. 55, № 4. PP. 464–477. doi: 10.1134/S0032945215030030
8. Саушкина Д.Я. Ихтиопланктон Авачинской губы в 2014–2017 гг. // *Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана*. 2019. Вып. 55. С. 126–137.
9. Мухаметова О.Н., Мухаметов И.Н. Ихтиопланктон прибрежной зоны залива Анива // *Труды СахНИРО. Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях*. 2013. Вып. 14. С. 180–197.
10. Mukhametova O.N., Mukhametov I.N. Species composition of fish eggs and larvae near Southeast Sakhalin in dynamic coastal conditions // *Journal of Ichthyology*. 2022. Vol. 62, № 4. PP. 605–622. doi: 10.1134/s0032945222040154
11. Карасева Е.М., Ежова Е.Е. Ихтиопланктон прибрежной зоны Юго-Восточной Балтики (Балтийская коса, Самбийский полуостров) в летний сезон 2014 г. // *Актуальные проблемы планктонологии : материалы IV Всероссийской конференции с международным участием, Светлогорск (Калининградская область) (25–30 сентября 2022 г.)*. Калининград : Калининградский государственный технический университет, 2022. С. 91–93.
12. Olivar M.P. Spatial patterns in relation of ichthyoplankton distribution to hydrographic features in the Northern Benguela region // *Marine Biology*. 1990. Vol. 106. PP. 39–48.
13. Johnson-Colegrove A., Ciannelli L., Brodeur R. Ichthyoplankton distribution and abundance in relation to nearshore dissolved oxygen levels and other environmental variables within the Northern California Current System // *Fisheries Oceanography*. 2015. Vol. 24, № 6. PP. 495–507. doi: 10.1111/fog.12124
14. Карпенко В.И., Бонк А.А. Межвидовые пищевые отношения молоди некоторых промысловых видов рыб // *Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана*. 2014. Вып. 35. С. 22–30. doi: 10.15853/2072-8212.2014.35.22-30
15. Лабай В.С., Шевченко Г.В., Атаманова И.А., Заварзин Д.С., Мухаметова О.Н., Заварзина Н.К., Живоглядов А.А., Шпилько Т.С., Корнеев Е.С. Оценка приемной емкости прибрежной акватории зал. Анива и юго-восточного Сахалина (Охотское

- море) для молоди кеты и горбуши // Вопросы рыболовства. 2021. Т. 22, № 4. С. 123–139. doi: 10.36038/0234-2774-2021-22-4-123-139
16. Перцева-Остроумова Т.А. Размножение и развитие дальневосточных камбал. М. : АН СССР, 1961. 486 с.
 17. Okiyama M. An atlas of the early stage fishes in Japan. Tokai University Press, 1988. 1160 p.
 18. Matarese A.C., Kendall A.W., Blood J.D.M., Vinter B.M. Laboratory guide to early life history stages of Northeast Pacific fishes. U.S. Department of Commerce, 1989. 652 p.
 19. Григорьев С.С. Ранние стадии рыб северо-востока России (прибрежные морские воды и внутренние водоемы): Атлас-определитель. Владивосток : Дальнаука, 2007. 331 с.
 20. Соколовский А.С., Соколовская Т.Г. Атлас икры, личинок и мальков рыб российских вод Японского моря. Владивосток : Дальнаука, 2008. 223 с.
 21. Воскобойникова О.С., Назаркин М.В., Голубова Е.Ю. Ранние стадии развития рыб северной части Охотского моря: Исследование фауны морей. Т. 68 (76). СПб. : ЗИН РАН, 2012. 108 с.
 22. Шершнева В.И., Коваль М.В. Калорийность массовых видов зоопланктона и ихтиопланктона прикамчатских вод // Известия ТИНРО. 2004. Т. 139. С. 349–369.
 23. Расс Т.С., Казанова И.И. Методическое руководство по сбору икринок, личинок и мальков рыб. М. : Пищевая промышленность, 1966. 35 с.
 24. Шейко Б.А., Федоров В.В. Класс Cephalaspidomorphi – Миноги. Класс Chondrichthyes – Хрящевые Рыбы. Класс Holoccephali – Цельноголовые. Класс Osteichthyes – Костные Рыбы // Каталог позвоночных Камчатки и сопредельных морских акваторий. Петропавловск-Камчатский : Камчатский печатный двор, 2000. С. 7–69.
 25. Федоров В.В., Черешнев И.А., Назаркин М.В., Шестаков А.В., Волобуев В.В. Каталог морских и пресноводных рыб северной части Охотского моря. Владивосток : Дальнаука, 2003. 204 с.
 26. Баканов А.И. Количественная оценка доминирования в экологических сообществах // Количественные методы экологии и гидробиологии. Тольяти : СамНЦ РАН, 2005. С. 37–67.
 27. Одум Ю. Экология. М. : Мир, 1986. Т. 2. 376 с.
 28. Терехов А.Ю. Применение различных индексов видового сходства при изучении ихтиоценозов // Известия ТИНРО. 1994. Т. 115. С. 154–157.
 29. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М. : Наука, 1982. 288 с.
 30. Великанов А.Я. Новая волна миграций рыб южных широт к берегам Сахалина // Вестник Сахалинского музея. 2006. № 13. С. 265–278.
 31. Шунтов В.П. Биология дальневосточных морей России: в 3 т. Владивосток : ТИНРО-центр, 2016. Т. 2. 604 с.
 32. Yatsu A. Review of population dynamics and management of small pelagic fishes around the Japanese Archipelago // Fisheries Science. 2019. Vol. 85. PP. 611–639. doi: 10.1007/s12562-019-01305-3
 33. Иванков В.Н., Андреева В.В., Тяпкина Н.В., Рухлов Ф.Н., Фадеева Н.П. Биология и кормовая база тихоокеанских лососей в ранний морской период жизни. Владивосток : Изд-во ДВГУ, 1999. 260 с.
 34. Тарасюк С.Н., Пушиков В.В. Экология нереста палтусовидной камбалы *Hippoglossoides elassodon robustus* в заливах Анива и Терпения // Экология и условия воспроизводства рыб и беспозвоночных дальневосточных морей и северо-западной части Тихого океана. Владивосток : ТИНРО, 1982. С. 58–62.
 35. Зверькова Л.М. Минтай. Биология, состояние запасов. Владивосток : ТИНРО-центр, 2003. 248 с.
 36. Пак Е.А., Хапов Д.С., Дубина В.А. Мезомасштабные абиотические факторы в прибрежных экосистемах залива Терпения (Охотское море) // Научные труды Дальрыбвтуза. 2017. Т. 40, № 1. С. 17–21.

37. Шевченко Г.В., Цхай Ж.Р., Частиков В.Н. Океанологические условия на юго-восточном шельфе о. Сахалин по данным съёмки на стандартных разрезах и спутниковых наблюдений // Океанологические исследования. 2020. Т. 48, № 2. С. 51–68. doi: 10.29006/1564-2291.JOR-2020.48(2).4
38. Зверькова Л.М., Пушников В.В. Распределение пелагической икры минтая (*Theragra chalcogramma*) в Охотском море // Рыбохозяйственные исследования умеренных вод Тихого океана. Владивосток : ТИНРО, 1980. С. 117–123.

References

1. Hjort J. Fluctuations in the great fisheries of northern Europe viewed in the light of biological research. ICES; 1914. 228 p.
2. van der Lingen CD, Huggett JA. The role of ichthyoplankton surveys in recruitment research and management of South African anchovy and sardine. In: *The Big Fish Bang*. Proceedings of the 26th Annual Larval Fish Conference. Bergen: Institute of Marine Research; 2003. pp. 303-343.
3. Arkhipov AG. Application of study results of the commercial pelagic fish early ontogeny in fisheries management. *Trudy VNIRO*. 2015;156:16-37. In Russian, English summary
4. Davidova SV, Kuznetsova NA. Ichthyoplankton studies in the Pacific Ocean and Far Eastern Seas. *Izvestiya TINRO*. 2005;141:237-254. In Russian, English summary
5. Arkhipov AG. Dinamika chislennosti i osobennosti raspredeleniya ikhtioplanktonnykh soobshchestv severnoy chasti Tsentral'no-Vostochnoy Atlantiki i morey Sredizemnomorskogo basseyana [Dynamics of the number and specific features of allocation of ichthyoplankton communities in the northern part of Central-Eastern Atlantics and seas of the Mediterranean basin]. Kaliningrad: AtlantNIRO; 2006. 232 p. In Russian
6. Klimova TN, Vdodovich IV, Zagorodnyaya YA, Ignatyev SM, Malakhova LV, Dotsenko VS. Ichthyoplankton in the plankton community of the Crimean Peninsula shelf zone (Black Sea) in July 2010. *Journal of Ichthyology*. 2014;54(6):409-421. doi: 10.1134/S0032945214030060
7. Epur IV, Balanov AA. Species composition and seasonal dynamics of ichthyoplankton of the coastal zone of the western part of Peter the Great Bay of the Sea of Japan in 2007-2010. *Journal of Ichthyology*. 2015;55(4):464-477. doi: 10.1134/S0032945215030030
8. Saushkina DYa. The ichthyoplankton of Avachinskaya Bay in 2014-2017. *Issledovaniya vodnykh biologicheskikh resursov Kamchatki i severo-zapadnoy chasti Tikhogo okeana = Research of Water Biological Resources of Kamchatka and of the Northwest Part of Pacific Ocean*. 2019;55:126-137. In Russian, English summary. doi: 10.15853/2072-8212.2019.55.126-137
9. Mukhametova ON, Mukhametov IN. Ichthyoplankton of nearshore area of Aniva Bay. *Biologiya, sostoyaniye zapasov i usloviya obitaniya gidrobiontov v Sakhalino-Kuril'skom regione i sopredel'nykh akvatoriyakh: Trudy SakhNIRO = Water Life Biology, Resources Status and Condition of Inhabitation in Sakhalin-Kuril Region and Adjoining Water Areas: Transactions of SakhNIRO*. 2013;14:180-197. In Russian, English summary
10. Mukhametova ON, Mukhametov IN. Species composition of fish eggs and larvae near Southeast Sakhalin in dynamic coastal conditions. *Journal of Ichthyology*. 2022;62(4): 605-622. doi: 10.1134/s0032945222040154
11. Karaseva EM, Ezhova EE. Ikhtioplankton pribrezhnoy zony Yugo-Vostochnoy Baltiki (Baltiyskaya kosa, Sambiyskiy poluostrov) v letniy sezon 2014 g. [Ichthyoplankton of the coastal zone of the South-Eastern Baltic (Vistula Spit, Sambia Peninsula) in the summer season of 2014]. In: *Aktual'nyye problemy planktonologii*. Materialy nauch. konf. [Frontiers in Plankton Research. Proc. of the Sci. Conf. (Svetlogorsk, Russia, 25-30 September, 2022)]. Kaliningrad: Kaliningrad State Technical University Publ.; 2022. pp. 91-93. In Russian
12. Olivar MP. Spatial patterns in relation of ichthyoplankton distribution to hydrographic features in the Northern Benguela region. *Marine Biology*. 1990;106:39-48.

13. Johnson-Colegrove A, Ciannelli L, Brodeur R. Ichthyoplankton distribution and abundance in relation to nearshore dissolved oxygen levels and other environmental variables within the Northern California Current System. *Fisheries Oceanography*. 2015;24(6):495-507. doi: 10.1111/fog.12124
14. Karpenko VI, Bonk AA. Food interactions between some commercial fish species at early life stages. *Issledovaniya vodnykh biologicheskikh resursov Kamchatki i severo-zapadnoy chasti Tikhogo okeana = Research of Water Biological Resources of Kamchatka and of the Northwest Part of Pacific Ocean*. 2014;35:22-30. In Russian, English summary. doi: 10.15853/2072-8212.2014.35.22-30
15. Labay VS, Shevchenko GV, Atamanova IA, Zavarzin DS, Moukhametova ON, Zavarzina NK, Zhivoglyadov AA, Shpilko TS, Korneev ES. Estimation of reception capacity of the coastal water of Aniva Bay and south-eastern Sakhalin (Sea of Okhotsk) for juvenile of chum and pink salmon. *Voprosy rybolovstva = Problems of Fisheries*. 2021;22(4): 123-139. In Russian, English summary. doi: 10.36038/0234-2774-2021-22-4-123-139
16. Pertseva-Ostroumova TA. Razmnozhenie i razvitie dal'nevostochnykh kambal [Reproduction and development of far eastern flounders]. Moscow: Akademiya Nauk SSSR Publ.; 1961. 486 p. In Russian
17. Okiyama M. An atlas of the early stage fishes in Japan. Tokai University Press; 1988. 1160 p.
18. Matarese AC, Kendall AW, Blood JDM, Vinter BM. Laboratory guide to early life history stages of Northeast Pacific fishes. U.S. Department of Commerce; 1989. 652 p.
19. Grigor'ev SS. Ranniye stadii ryb severo-vostoka Rossii (pribrezhnyye morskkiye vody i vnutrenniye vodoyemy) [Early ontogenesis of fishes from the northeastern Russia (coastal sea waters and inland reservoirs)]. Vladivostok: Dal'nauka Publ.; 2007. 331 p. In Russian
20. Sokolovskii AS, Sokolovskaya TG. Atlas ikry, lichinok i mal'kov ryb rossiyskikh vod Yaponskogo morya [Atlas of fish eggs, larvae, and juveniles in the Russian part of the Sea of Japan]. Vladivostok: Dal'nauka Publ.; 2008. 223 p. In Russian
21. Voskoboynikova OS, Nazarkin MV, Golubova EYu. Ranniye stadii razvitiya ryb severnoy chasti Okhotskogo morya [Earlier stages of fishes from the northern part of the Okhotsk Sea]. In: *Issledovaniye fauny morey = Explorations of the Fauna of the Seas*. Vol. 68 (76). St. Petersburg: Zoological Institute RAN Publ.; 2012. 108 p. In Russian
22. Shershneva VI, Koval MV. Caloric content of mass zooplankton and ichthyoplankton species of Kamchatka waters. *Izvestiya TINRO*. 2004;139:349-369. In Russian, English summary
23. Rass TS, Kazanova II. Metodicheskoe rukovodstvo po sboru ikrinok, lichinok i mal'kov ryb [Manual for collection of fish eggs, larvae, and juveniles]. Moscow: Pishchevaya Promyshlennost' Publ.; 1966. 35 p. In Russian
24. Sheiko BA, Fedorov VV. Klass Cephalaspidomorphi - Minogi. Klass Chondrichthyes - Khryashchevyye Ryby. Klass Holocephali - Tsel'nogolovyye. Klass Osteichthyes - Kostnyye Ryby [Class Cephalaspidomorphi - Lampreys. Class Chondrichthyes - Cartilaginous Fishes. Class Holocephali - Chimaeras. Class Osteichthyes - Bony Fishes]. In: *Katalog pozvonochnykh Kamchatki i sopredel'nykh morskikh akvatoriy* [Catalog of vertebrates of Kamchatka and adjacent waters]. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatskiy Petchatniy Dvor Publ.; 2000. pp. 7-69. In Russian
25. Fedorov VV, Chereshev IA, Nazarkin MV, Shestakov AV, Volobuev VV. Katalog morskikh i presnovodnykh ryb severnoy chasti Okhotskogo morya [Catalog of marine and freshwater fishes of the northern part of the Sea of Okhotsk]. Vladivostok: Dalnauka Publ.; 2003. 204 p. In Russian
26. Bakanov AI. Kolichestvennaya otsenka dominirovaniya v ekologicheskikh soobshchestvakh [Quantitative assessment of dominance in ecological communities]. In: *Kolichestvennyye metody ekologii i gidrobiologii* [Quantitative methods of ecology and hydrobiology]. Tolyatti: Samarsky Nauchny Tsent RAN Publ.; 2005. pp. 37-67. In Russian

27. Odum E. Basic ecology. Vol. 2. Vilenkina BYa, translated from English; Sokolov BE, editor. Moscow: Mir Publ.; 1986. 376 p. In Russian
28. Terekhov AYu. Primenenie razlichnykh indeksov vidovogo skhodstva pri izuchenii ikhtiotsenozov [Application of various indices of species similarity in the study of ichthyocenoses]. *Izvestiya TINRO*. 1994;115:154-157. In Russian
29. Pesenko YuA. Printsipy i metody kolichestvennogo analiza v faunisticheskikh issledovaniyakh [Principles and methods of quantitative analysis in faunal studies]. Moscow: Nauka Publ.; 1982. 288 p. In Russian
30. Velikanov AYa. Novaya volna migratsiy ryb yuzhnykh shirot k beregam Sakhalina [A new wave of fish migration from southern latitudes to the shores of Sakhalin]. *Vestnik Sakhalinskogo Muzeya*. 2006;13:265-278. In Russian
31. Shuntov VP. Biologiya dal'nevostochnykh morey Rossii: v 3 t. [Biology of Far Eastern Seas of Russia]. Vol. 2. Vladivostok: TINRO-Center Publ.; 2016. 604 p. In Russian
32. Yatsu A. Review of population dynamics and management of small pelagic fishes around the Japanese Archipelago. *Fisheries Science*. 2019;85:611-639. doi: 10.1007/s12562-019-01305-3
33. Ivankov VN, Andreeva VV, Tyapkina NV, Ruhlov FN, Fadeeva NP. Biologiya i kormovaya baza tikhookeanskikh lososey v ranniy morskoy period zhizni [Biology and food resources of Pacific salmon in early marine period of ontogenesis]. Vladivostok: DVGU = Far Eastern University Press; 1999. 260 p. In Russian
34. Tarasyuk SN, Pushnikov VV. Ekologiya neresta paltusovidnoy kambaly *Hippoglossoides elassodon robustus* v zalivakh Aniva i Terpeniya [Spawning ecology of the flounder *Hippoglossoides elassodon robustus* in the Aniva and Terpeniya bays]. In: *Ekologiya i usloviya vosproizvodstva ryb i bespozvonochnykh dal'nevostochnykh morey I severo-zapadnoy chasti Tikhogo okeana* [Ecology and conditions of reproduction of fishes and invertebrates in the Far Eastern Seas and Northwestern part of the Pacific Ocean]. Vladivostok: TINRO Publ.; 1982. pp. 58-62. In Russian
35. Zver'kova LM. Mintay. Biologiya, sostoyanie zapasov [The walleye pollock: biology and reserves]. Vladivostok: TINRO-Center Publ.; 2003. 248 p. In Russian
36. Pak EA, Napov DS, Dubina VA. Submesoscale abiotic factors in coastal marine ecosystems of the Terpeniya Bay (Okhotsk Sea), *Nauchnyye trudy Dal'rybvtuza = Scientific Journal of the Far East State Technical Fisheries University*. 2017;40(1):17-21. In Russian, English summary
37. Shevchenko GV, Tshay ZhR, Chastikov VN. Features of oceanological conditions on the southeastern shelf of Sakhalin Island according to surveys on standard sections and satellite observations. *Okeanologicheskiye issledovaniya = Journal of Oceanological Research*. 2020;48(2):51-68. In Russian, English summary. doi: 10.29006/1564-2291.JOR-2020.48(2).4
38. Zverkova LM, Pushnikov VV. Distribution of the Alaska pollack (*Theragra chalcogramma*) pelagic eggs. In: *Rybokhozyaystvennyye issledovaniya umerennykh vod Tikhogo okeana* [Fisheries investigations moderate waters of Pacific Ocean]. Vladivostok: TINRO Publ.; 1980. pp. 117-123. In Russian, English summary

Информация об авторах:

Мухаметова Ольга Николаевна, канд. биол. наук, в. н. с. лаборатории гидробиологии, Сахалинский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (Южно-Сахалинск, Россия).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8672-9086>

E-mail: olga.sakhniro@gmail.com

Мухаметов Ильяс Ниазович, канд. биол. наук, зав. сектором морских рыб лаборатории морских и пресноводных рыб, Сахалинский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (Южно-Сахалинск, Россия).

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6147-2052>

E-mail: moukh00@mail.ru

Частиков Валерий Николаевич, ведущий специалист лаборатории океанографии, Сахалинский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (Южно-Сахалинск, Россия).
E-mail: v.chastikov@sakhniro.ru

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about the authors:

Olga N. Mukhametova, Cand. Sci. (Biol.), leading researcher at the Laboratory of Hydrobiology, Sakhalin branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (Yuzhno-Sakhalinsk, Russian Federation).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8672-9086>

E-mail: olga.sakhniro@gmail.com

Ilias N. Mukhametov, Cand. Sci. (Biol.), Head of the Marine Fish Sector of the Marine and Freshwater Fish Laboratory, Sakhalin branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (Yuzhno-Sakhalinsk, Russian Federation).

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6147-2052>

E-mail: moukh00@mail.ru

Valery N. Chastikov, leading specialist of the Oceanography Laboratory, Sakhalin branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (Yuzhno-Sakhalinsk, Russian Federation).

E-mail: v.chastikov@sakhniro.ru

The Authors declare no conflict of interest.

*Статья поступила в редакцию 15.05.2024;
одобрена после рецензирования 14.06.2025; принята к публикации 16.12.2025.*

*The article was submitted 15.05.2024;
approved after reviewing 14.06.2025; accepted for publication 16.12.2025.*