

УДК 574.58

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

ИХТИОПЛАНКТОН ПРИБРЕЖНЫХ ВОД ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЗАЛИВА АНИВА В 2018 г.

О. Н. Мухаметова (olga.sakhniro@gmail.com)

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО»)

Сахалинский филиал («СахНИРО»)
Россия, г. Южно-Сахалинск, 693023, ул. Комсомольская, 196

Мухаметова О. Н. Ихтиопланктон прибрежных вод восточной части залива Анива в 2018 г. // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях : Труды «СахНИРО». – Южно-Сахалинск : «СахНИРО», 2020. – Т. 16. – С. 39–60.

В 2018 г. ихтиопланктон был типичен для прибрежных вод залива Анива последних лет, характеризующихся снижением численности икры субтропического мигранта японского анчоуса *Engraulis japonicus* и ростом концентраций икры резидентных видов, преимущественно длиннорылой камбалы *Limanda punctatissima*. В число прочих преобладающих форм в разные периоды входили икра и личинки мойвы *Mallotus catervarius*, морской малоротой корюшки *Hypomesus japonicus*, северной палтусовидной *Hippoglossoides robustus*, желтополосой *Pseudopleuronectes herzensteini* и желтоперой *Limanda aspera* камбал. За счет образования максимальных концентраций на глубинах 0–5 м в мае–июле икра и личинки рыб формировали существенную часть кормового ресурса молоди тихоокеанских лососей на стартовом этапе морского нагула.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: икра, личинки, ихтиопланктон, залив Анива, река Островка, численность.

Табл. – 5, ил. – 7, библиогр. – 68.

Moukhametova O. N. Ichthyoplankton of the nearshore area in the East part of Aniva Bay in 2018 // Water life biology, resources status and condition of inhabitation in Sakhalin-Kuril region and adjoining water areas : Transactions of the "SakhNIRO". – Yuzhno-Sakhalinsk : "SakhNIRO", 2020. – Vol. 16. – P. 39–60.

In 2018, ichthyoplankton was typical for coastal area of Aniva Bay, characterizing by decrease in number of eggs of subtropical migrant *Engraulis japonicus* and increased of resident species, mainly, eggs of *Limanda punctatissima*. In different periods eggs and larvae of *Mallotus catervarius*, *Hypomesus japonicus*, *Hippoglossoides robustus*, *Pseudopleuronectes herzensteini*, *Limanda aspera* were prevailed. Fish eggs and larvae made a significant proportion of food resources at the early seaward period of pacific salmon fry, forming maximal concentrations at depths of 0–5 m in May–July.

KEYWORDS: eggs, larvae, ichthyoplankton, Aniva Bay, Ostrovka River, abundance.

Tabl. – 5, fig. – 7, ref. – 68.

Исследования ихтиопланктона являются одним из важных направлений, позволяющих получить данные по численности пополнения промысловых популяций, необходимые для прогнозирования и рационального использования запасов рыб, заблаговременно выявить намечающиеся изменения в структуре ихтиоценов (Давыдова, Кузнецова, 2005; Архипов, 2013, 2015). Такие базовые характеристики, как видовое обилие, численность, смертность ихтиопланктона, определяют экологическое состояние акваторий (Климова, 2005; Давыдова, Черкашин, 2007). Кроме того, как часть планктонного сообщества икра и личинки рыб в периоды высокой численности формируют значительную долю рациона рыб-планктофагов, в том числе мальков тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus* (Шубин и др., 1996; Иванков и др., 1999; Карпенко, Бонк, 2014; Кузицин и др., 2015).

Первые исследования ихтиопланктона в заливе Анива, показавшие преобладание икры желтоперой *Limanda aspera* и длиннорылой *L. punctatissima* камбал, а также скумбрии *Scomber japonicus* были проведены в рамках Курило-Сахалинской экспедиции в середине XX века (Дехник, 1959; Расс, 1959). В 90-е гг. прошлого столетия при исследовании размножения минтая *Theragra chalcogramma* были получены данные по численности икры палтусовидных камбал р. *Hippoglossoides* и личинок песчанки *Ammodytes hexapterus* (Тарасюк, Пушкинов, 1982; Зверькова и др., 1983). В последние два десятилетия в заливе Анива было выполнено несколько съемок с целью изучения сезонных особенностей функционирования ихтиопланктонного сообщества (Мухаметова, Мухаметов, 2013; Moukhametova, 2013, 2015).

Несмотря на определенную изученность, актуальность исследований ранних стадий онтогенеза рыб в заливе сохраняется. Ихтиопланктонное сообщество подвержено существенным сезонным и межгодовым вариациям. В заливе Анива, находящемся на стыке тепловодной и холодноводной зон, эти изменения бывают очень значительными из-за периодического появления тепловодных мигрантов и перестроек резидентного ихтиоценоза (Ефанов и др., 1993; Великанов, 2006, 2013). В последние годы особое внимание уделяется исследованиям прибрежной зоны, как находящейся в условиях максимальной антропогенной нагрузки и имеющей важную роль в адаптации молоди тихоокеанских лососей к морскому периоду жизни.

Цели данной работы – изучение структуры ихтиопланктонного сообщества на акватории, прилегающей к устью р. Островка, и ориентировочная оценка значения икры и личинок рыб как части кормового ресурса планктофагов, питающихся в прибрежье. Морской полигон в восточной части залива Анива был выбран из-за слабой изученности и как место концентраций молоди тихоокеанских лососей (горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* и кеты *O. keta*) естественного и заводского воспроизводства, являющейся в период массового ската одним из основных потребителей планктонных организмов в прибрежной зоне.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Исследования ихтиопланктона были выполнены на локальном полигоне в восточной части зал. Анива с мая по октябрь 2018 г. на четырех разрезах. Станции отбора были привязаны к изобатам 0 (литораль), 5, 10 и 20 м (рис. 1). На каждой станции измеряли температуру и соленость воды при помощи многопараметрического зонда YSI-85.

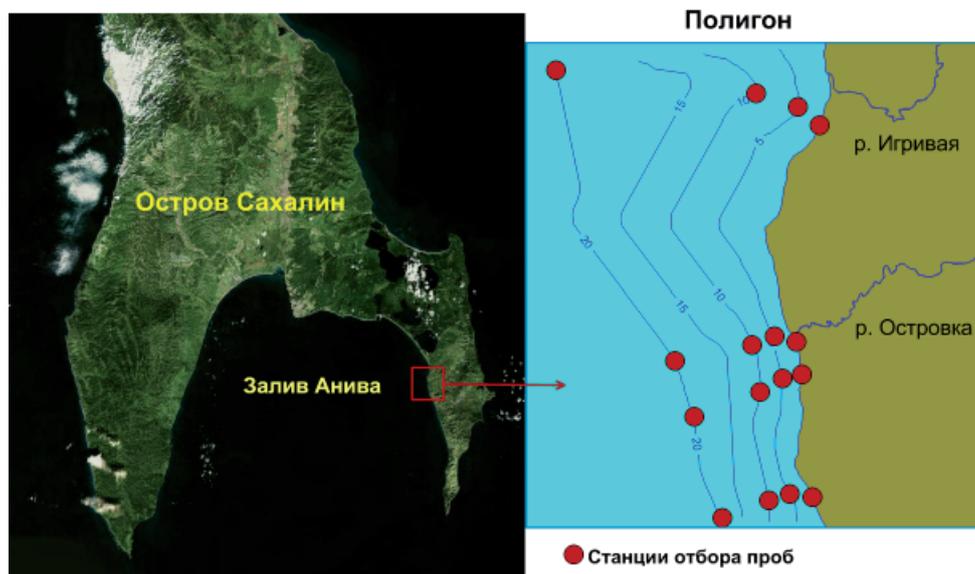


Рис. 1. Расположение полигона и станций отбора проб (использованы карты с сайта Яндекс: <https://yandex.ru/maps/?l=sat&ll=143.494603%2C46.831889&z=8>; дата обращения 19.03.2020)

Fig. 1. Scheme of ichthyoplankton sampling (maps from the Yandex website were used: <https://yandex.ru/maps/?l=sat&ll=143.494603%2C46.831889&z=8>; date of browsing 19.03.2020

Отбор и обработку ихтиопланктона осуществляли по стандартным методикам (Расс, 1965; Расс, Казанова, 1966; Рекомендации по сбору..., 1987; Методические рекомендации..., 2016). Для сбора проб использовали сеть ИКС-50 с площадью входного отверстия 0,2 м². Над глубинами от 5 до 20 м ихтиопланктонную сеть поднимали вертикально от дна до поверхности с маломерного плавсредства. В литоральной зоне пробы отбирали над глубиной до 0,5 м, проливая 100 л морской воды через сеть (Руководство по методам..., 1983). Всего было собрано и обработано 103 пробы ихтиопланктона (табл. 1).

Таблица 1

Периоды отбора и количество проб ихтиопланктона

Table 1

Periods and number of ichthyoplankton samples

Декада	Дата отбора	Кол-во разрезов	Кол-во проб
Май (вторая)	16.05.2018	4	16
Май (третья)	31.05.2018	2	7
Июнь (первая)	07.06.2018	2	8
Июнь (вторая)	20.06.2018	2	8
Июнь (третья)	28.06.2018	2	8
Июль (первая)	07.07.2018	2	8
Июль (вторая)	18.07.2018	2	8
Август (вторая)	14.08.2018	4	16
Сентябрь (вторая)	11.09.2018	2	8
Октябрь (вторая)	19.10.2018	4	16
Итого			103

Определение таксономической принадлежности икры и личинок выполняли под бинокляром Olympus SZX10 с окуляром-микрометром, позволяющим измерять объекты с точностью до 0,1 мм. Взвешивание с точностью до 0,01 мг производили на электронных весах Sartorius CP 225D. Для идентификации использовали специализированные атласы и определители (Перцева-Остроумова..., 1961; An atlas of the early..., 1988; Matarese et al., 1989; Григорьев, 2007; Соколовский, Соколовская, 2008).

Смертность определяли по суммарному количеству мертвых и нежизнеспособных икринок (%), которые выделяли на основании описания нормального эмбриогенеза и различных патологий развития (Перцева-Остроумова, 1961; Давыдова, 1994).

Численность и биомассу пересчитывали на 1 м³ по формуле:

$$N = \frac{n \times 5}{S},$$

где: N – численность (биомасса) ихтиопланктона в 1 м³; n – численность (биомасса) ихтиопланктона в улове; S – расстояние, пройденное сетью, м; 5 – коэффициент приведения площади входного отверстия сети к 1 м².

Для анализа сезонных изменений численности, биомассы и калорийности ихтиопланктона рассчитывали среднее значение данных показателей на полигоне в каждый период отбора.

Зоогеографическая и биотопическая характеристика видов рыб дана по литературным источникам (Каталог позвоночных..., 2000; Федоров и др., 2003). При выделении классов доминирования применяли шкалу Любарского (Баканов, 2005). Данные по калорийности взяты из литературных источников (Борисов и др., 2004; Шершнева, Коваль, 2004). Картирование выполнено в программе Surfer 11. Данные по погодным условиям взяты из архива сайта rp5.ru (https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Южном). Дата обращения 07.05.2020).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Условия среды.

В период исследований в районе наблюдались устойчивые положительные температуры воды. Кроме сезонного роста средних значений, в весенне-летний период были отмечены декадные колебания данного параметра. После начавшегося в мае прогрева с 6,2°C в середине до 8,7°C к концу месяца в первой декаде июня произошло резкое снижение температуры – в среднем более чем на 5°C (рис. 2). Преобладание в июне северо-восточных ветров, повторяемость которых достигала 38% (рис. 3), вызывало периодическое образование апвеллинга. В это время выход холодных морских вод с глубины в поверхностные слои был наиболее обширным. Число дней со штилем в июне было минимальным, незначительно превышая аналогичный показатель для октября – периода начала осенних штормов.

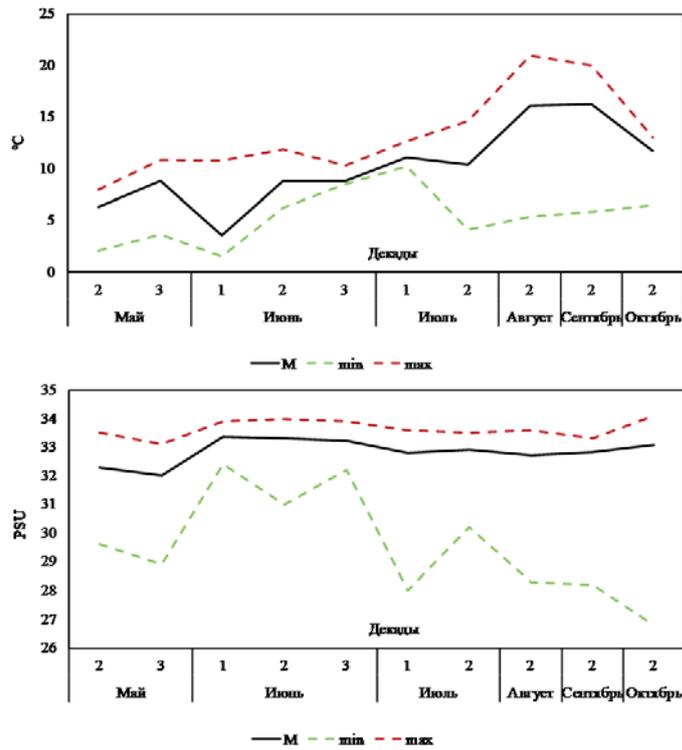


Рис. 2. Сезонная динамика температуры (°C) и солёности (PSU) в поверхностном и придонном горизонтах

Fig. 2. Seasonal changes of surface and bottom temperature and salinity

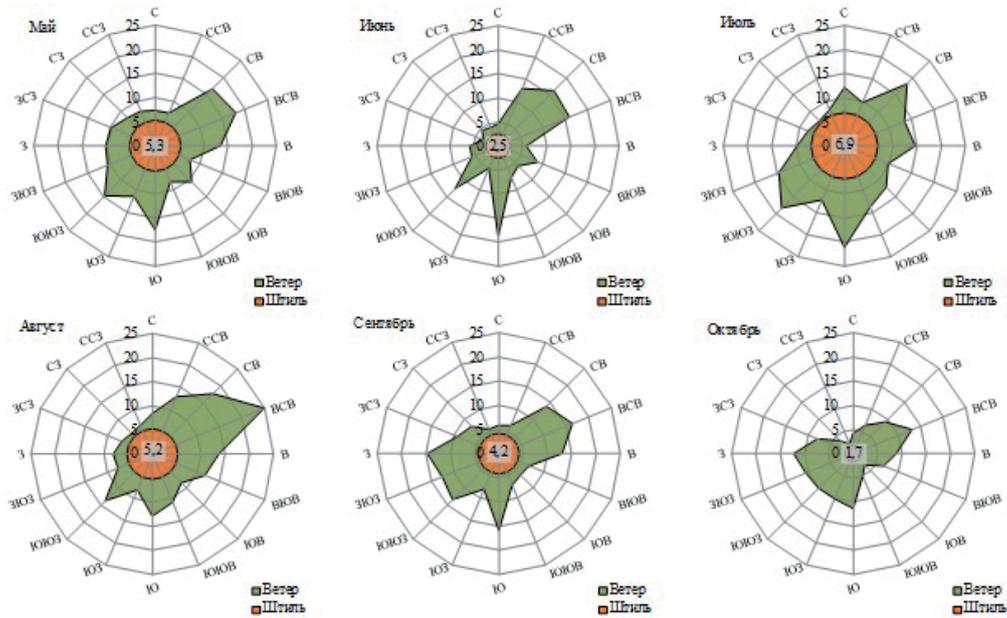


Рис. 3. Направления и повторяемость ветров (%) по данным ГМС Южное (мая)

Fig. 3. Direction and frequency of winds (%) according to the HMS Yuzhnoye (lighthouse)

В последующие месяцы прогрев водной толщи от дна до поверхности не приводил к резким перепадам температуры, но локальное увеличение солености указывало на регулярное поступление морских вод в поверхностный слой (**рис. 4**). В сентябре–октябре участки с повышенной соленостью (более 33 psu) прослеживались в южной и юго-западной части района, что могло быть результатом осенней активизации Восточно-Сахалинского течения (**Цхай и др., 2015**).

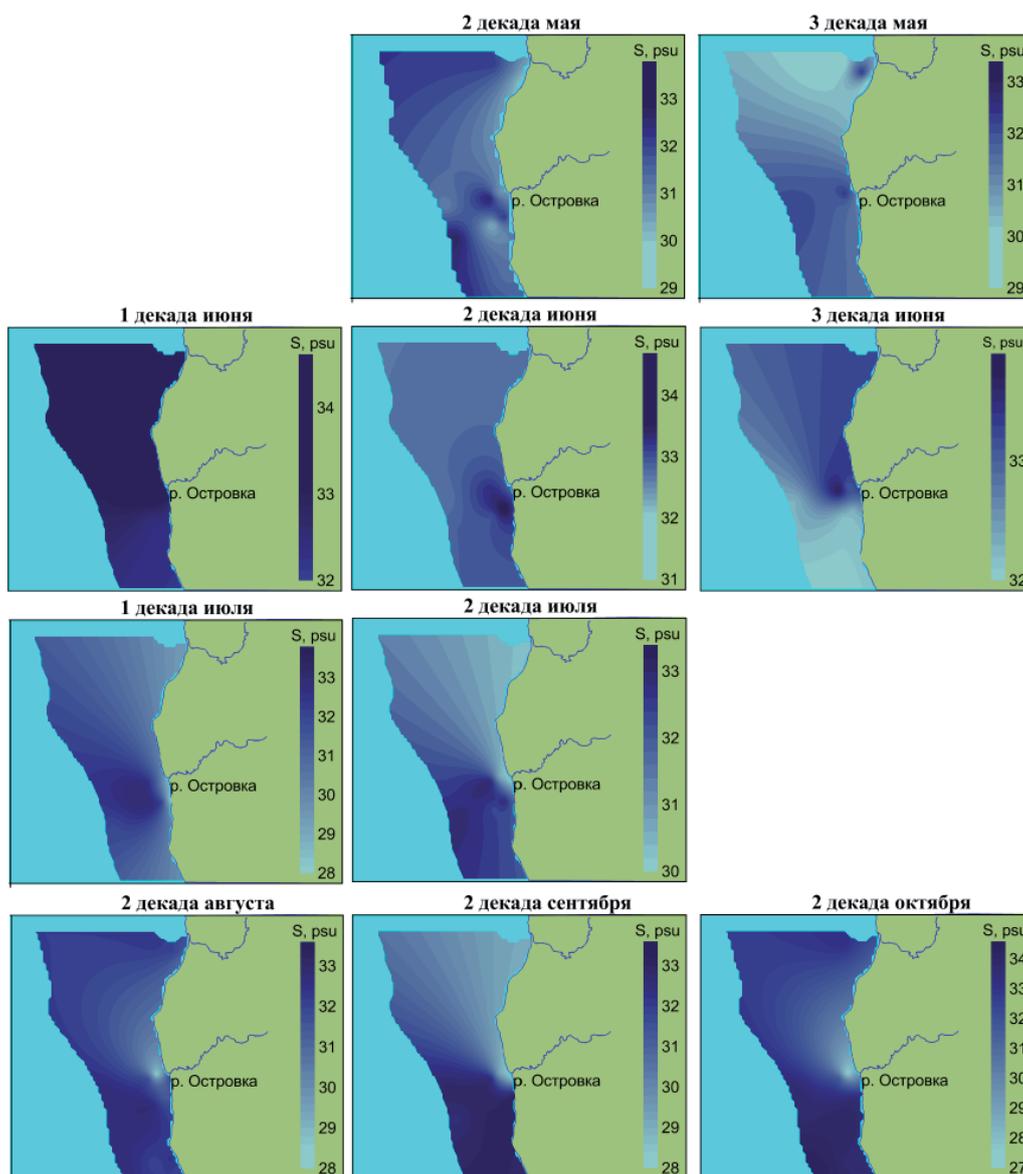


Рис. 4. Пространственное распределение солености (PSU) в поверхностном слое
Fig. 4. Spatial distribution of surface salinity (PSU)

В августе–сентябре температуры достигали максимальных значений. Наибольшие различия в значениях температуры поверхностного и придонного слоя были отмечены в конце июля и в августе – 5,5 и 8,6°C соответственно. При средних значениях солености, близких к морским в течение всего периода – 32–34 psu, пространственные колебания имели больший размах. Минимальная величина в поверхностном слое (26,8 psu) была отмечена в октябре, в придонном слое (31,0 psu) – во второй декаде мая. Максимальные значения (около 34,0 psu), как на поверхности, так и у дна, приходились на июнь – период интенсивного поступления морских вод в поверхностный слой. В этом месяце отмечено незначительное превышение (на 0,13 psu) поверхностной солености по сравнению с придонной. Воздействие речного и берегового стока было невелико даже вблизи устья реки. Уменьшение солености в мае соответствовало периоду паводка (Онищенко, 1987). Незначительное увеличение – до 33,2–33,4 psu, сопровождавшееся снижением температуры, приходилось на июнь. В последующие периоды соленость в среднем держалась на уровне 32–33 psu. Наибольшие различия в величине солености у дна и у поверхности – около 2 psu, были зарегистрированы в первой декаде июля. В остальное время вертикальное распределение значений данного показателя было достаточно однородным.

Стабильные условия среды особенно важны для ранних неактивных или слабоактивных этапов развития рыб. Температура является одним из важнейших факторов, влияющих на продолжительность эмбриогенеза, выживаемость икры, рост личинок и мальков рыб. Скат молоди лососей происходит при определенных температурах в реках и морском побережье (Шубин и др., 2007; Зеленихина и др., 2015). Кроме того, температурные условия определяют продуктивность планктона – основного объекта питания молоди лососей (Карпенко и др., 2013). Резкие перепады температуры в период раннего онтогенеза рыб более губительны, чем их низкие значения (Душкина, 1988; Хованская и др., 2013). В 2018 г. вблизи р. Островка наблюдались существенные колебания температуры, особенно хорошо выраженные в июне, что, вероятно, и стало причиной небольшого разнообразия видов и невысоких величин численности ихтиопланктона в течение почти всего периода исследований.

Структура и сезонная динамика ихтиопланктона.

Видовой состав ихтиопланктона прибрежной зоны в районе р. Островка не отличался высоким разнообразием. За все время съемок было отмечено 14 видов рыб из семи семейств (табл. 2). По числу видов преобладали камбаловые Pleuronectidae (43% таксономического списка), что типично для прибрежной зоны о. Сахалин. Эта группа была представлена как икрой, так и личинками. Остальные семейства включали по одному-два вида.

Ихтиопланктонное сообщество характеризовалось выраженными сезонными и внутрисезонными изменениями. Отличительной чертой прибрежного ихтиопланктона являлось невысокое обилие видов в течение всего периода исследований. С мая по август их количество варьировалось в пределах 3–7 с максимумом во второй декаде июня. С середины июня до середины августа число видов держалось на уровне 6–7. Максимальные величины численности (114 экз./м³), биомассы (92 мг/м³) и калорийности (91 кал/м³) были зарегистрированы в мае. В последующий период незначительное увеличение этих показателей отмечали во второй декаде июня и июля (рис. 5).

Таблица 2

Видовой состав икры и личинок рыб в районе р. Островка в 2018 г.

Table 2

Species composition of fishes' eggs and larvae near Ostrovka River in 2018

№ п/п.	Видовой состав	Фаза развития	Биотопическая характеристика	Зоогеографическая характеристика
I	Сем. Osmeridae – Корюшковые			
1.	<i>Hypomesus japonicus</i> (Brevoort, 1856) – морская малоротая корюшка	Икра (донная)	Неритический	Широкобореальный приазиатский
		Личинки		
2.	<i>Mallotus catervarius</i> (Pennant, 1784) – дальневосточная мойва	Икра (донная)	Неритический	Арктическо-бореальный
		Личинки		
II	Сем. Gadidae – Тресковые			
3.	<i>Theragra chalcogramma</i> (Pallas, 1811) – минтай	Икра	Элиторальный	Широкобореальный тихоокеанский
III	Сем. Cottidae – Рогатковые			
4.	<i>Argyrocottus zanderi</i> Herzenstein, 1892 – серебристый бычок	Личинки	Сублиторальный	Широкобореальный приазиатский
5.	<i>Microcottus sellaris</i> (Gilbert, 1895) – седловидный бычок	Личинки	Литоральный	Широкобореальный приазиатский
IV	Сем. Liparidae – Липаровы			
6.	<i>Liparis kusnetzovi</i> Taranetz, 1936 – липарис Кузнецова	Личинки	Литоральный	Низкобореальный приазиатский
V	Сем. Stichaeidae – Стихеевые			
7.	<i>Stichaeus grigorjewi</i> Herzenstein, 1890 – стихей Григорьева	Личинки	Сублиторальный	Низкобореальный приазиатский
VI	Сем. Ammodytidae – Песчанковые			
8.	<i>Ammodytes</i> sp. – песчанка	Сеголетки	–	–
VII	Сем. Pleuronectidae – Камбаловые			
9.	<i>Hippoglossoides robustus</i> Schmidt, 1904 – северная палтусовидная камбала	Икра	Элиторальный	Арктическо-бореальный
		Личинки		
10.	<i>Limanda aspera</i> Pallas, 1811 – желтоперая камбала	Икра	Элиторальный	Широкобореальный приазиатский
		Личинки		
11.	<i>Limanda punctatissima</i> (Steindachner 1879) – длиннорылая камбала	Икра	Сублиторальный	Низкобореальный приазиатский
		Личинки		
12.	<i>Limanda sakhalinensis</i> Hubbs 1915 – сахалинская лиманда	Икра	Элиторальный	Широкобореальный приазиатский
		Личинки		
13.	<i>Pseudopleuronectes herzensteini</i> (Jordan et Snyder, 1901) – желтополосая камбала	Икра	Сублиторальный	Низкобореальный приазиатский
		Личинки		
14.	<i>Pseudopleuronectes obscurus</i> Herzenstein 1890) – темная камбала	Личинки	Сублиторальный	Низкобореальный приазиатский

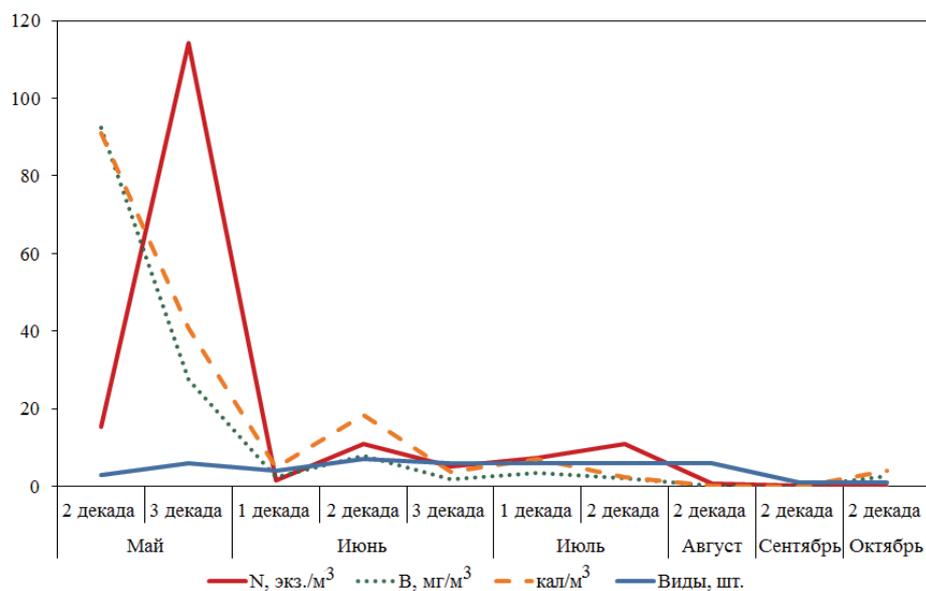


Рис. 5. Динамика средней численности, биомассы и калорийности ихтиопланктона
Fig. 5. Dynamics of abundance, biomass and caloric content of ichthyoplankton

В течение мая численность, биомасса и калорийность ихтиопланктона изменялись несинхронно. Во второй декаде при низкой численности (15,5 экз./м³) биомасса и калорийность были наиболее высокими, что обеспечивалось преобладанием крупноразмерной икры северной палтусовидной камбалы *Hippoglossoides robustus*, имеющей высокий индивидуальный вес. На третью декаду мая приходился пик численности, обусловленный массовым появлением личинок мойвы *Mallotus catervarius*. Биомасса и калорийность в этот период снизились, так как по весовым характеристикам личинки мойвы значительно уступали икре северной палтусовидной камбалы.

В мае ихтиопланктонное сообщество характеризовалось преобладанием одной формы. Во второй декаде абсолютным доминантом являлась икра северной палтусовидной камбалы, формировавшая 90% суммарной численности и почти 98% суммарной биомассы и калорийности ихтиопланктона (табл. 3). В третьей декаде мая ведущую роль в количественной структуре начали играть личинки мойвы.

В первой декаде июня на фоне снижения суммарных величин численности и биомассы в структуре сообщества заметно возросла доля выносимой в толщу воды донной икры морской малоротой корюшки *Hypomesus japonicus*. С начала июня до первой декады июля икра корюшки формировала основу численности уловов. В течение этого периода ее относительный вклад подекадно снижался. Одновременно возрастала доля пелагической икры длиннорылой *Limanda punctatissima* и желтополосой *Pseudopleuronectes herzensteini* камбал.

Во второй декаде июля с исчезновением из планктона икры корюшки доминирующее положение заняла икра длиннорылой камбалы, являющаяся в последние годы индикатором прибрежных ихтиопланктонных сообществ Сахалина (Мухаметова, 2019; Шелехов и др., 2020). Средняя концентрация икры возросла до 7,6 экз./м³, суммарная численность ихтиопланктона – почти до 11 экз./м³.

Таблица 3

Соотношение преобладавших икры и личинок рыб в 2018 г.

Table 3

The ratio of the prevailing fish eggs and larvae in 2018

Месяц	5		6			7		8	9	10
Декада	2	3	1	2	3	1	2	2	2	2
Вид и стадия	Численность, %									
<i>Hypomesus japonicus</i> , икра (донная)	–	–	80,8	56,7	19,6	33,3	–	–	–	–
<i>Mallotus catervarius</i> , икра (донная)	–	10,0	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Hippoglossoides robustus</i> , икра	89,8	0,5	6,1	–	–	–	–	–	–	–
<i>Limanda punctatissima</i> , икра	–	–	–	23,0	25,9	19,7	70,0	29,7	–	–
<i>Pseudopleuronectes herzensteini</i> , икра	–	–	–	12,7	12,6	24,6	4,7	3,2	–	–
<i>Limanda aspera</i> , икра	–	–	–	0,7	0,4	14,2	18,6	40,9	100,0	–
<i>Hypomesus japonicus</i> , личинки	–	1,2	–	0,5	39,2	1,7	2,3	–	–	–
<i>Mallotus catervarius</i> , личинки	–	86,7	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Ammodytes</i> sp., мальки	–	–	–	–	–	–	–	–	–	100,0
Прочие	10,2	1,6	13,1	6,4	2,3	6,5	4,4	26,2	–	–
Вид и стадия	Биомасса, %									
<i>Hypomesus japonicus</i> , икра (донная)	–	–	65,5	79,5	39,6	54,3	–	–	–	–
<i>Mallotus catervarius</i> , икра (донная)	–	18,2	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Hippoglossoides robustus</i> , икра	97,8	15,9	29,3	–	–	–	–	–	–	–
<i>Limanda punctatissima</i> , икра	–	–	–	5,8	10,0	7,4	63,1	20,7	–	–
<i>Pseudopleuronectes herzensteini</i> , икра	–	–	–	6,2	9,5	18,0	8,2	4,3	–	–
<i>Limanda aspera</i> , икра	–	–	–	0,2	0,4	6,5	20,5	34,8	100,0	–
<i>Hypomesus japonicus</i> , личинки	–	0,7	–	0,1	39,6	2,1	1,0	–	–	–
<i>Mallotus catervarius</i> , личинки	–	62,9	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Ammodytes</i> sp., мальки	–	–	–	–	–	–	–	–	–	100,0
Прочие	2,2	2,3	5,2	8,2	0,9	11,7	7,2	40,2	–	–
Вид и стадия	Калорийность, %									
<i>Hypomesus japonicus</i> , икра (донная)	–	–	84,0	90,3	56,8	73,8	–	–	–	–
<i>Mallotus catervarius</i> , икра (донная)	–	32,8	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Hippoglossoides robustus</i> , икра	97,6	10,5	13,9	–	–	–	–	–	–	–
<i>Limanda punctatissima</i> , икра	–	–	–	2,7	6,0	4,2	62,8	20,6	–	–
<i>Pseudopleuronectes herzensteini</i> , икра	–	–	–	2,9	5,7	10,2	8,2	4,3	–	–
<i>Limanda aspera</i> , икра	–	–	–	0,1	0,2	3,7	20,3	34,7	100,0	–
<i>Hypomesus japonicus</i> , личинки	–	0,7	–	0,1	30,7	1,5	1,3	–	–	–
<i>Mallotus catervarius</i> , личинки	–	54,3	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Ammodytes</i> sp., мальки	–	–	–	–	–	–	–	–	–	100,0
Прочие	2,4	1,7	2,1	3,9	0,6	6,6	7,4	40,4	–	–

* Серым цветом выделены субдоминанты, доминанты и абсолютные доминанты по шкале Любарского (Баканов, 2005).

* Grey color indicates subdominants, dominants, and absolute dominants according to Lubarsky scale (Bakanov, 2005).

В августе началось устойчивое снижение численности икры и личинок рыб. В числе преобладающих форм появилась икра желтоперой камбалы. Процесс снижения нерестовой активности пелагофилов, отмечаемый в данный период, проявлялся в увеличении доли личинок рыб до 24,5% против 3–4% в июне–июле. В сентябре в прибрежной зоне были отмечены единичные икринки желтоперой камбалы. В октябре икра рыб исчезла из уловов.

В пространственном распределении в весенний гидрологический сезон четко прослеживалась привязанность основных концентраций ихтиопланктона к минимальным глубинам (рис. 6). Во второй декаде мая высокие плотности формировала икра минтая и северной палтусовидной камбалы, нерест которых связан преимущественно с глубинами больше 20 м (Тарасюк, Пушников, 1982; Шунтов и др., 1993). Увеличение концентраций икры минтая и палтусовидной камбалы на минимальных глубинах было связано с интенсивным поступлением морских вод. Дополнительный дрейф в поверхностных слоях обеспечивали южные и юго-западные ветры.

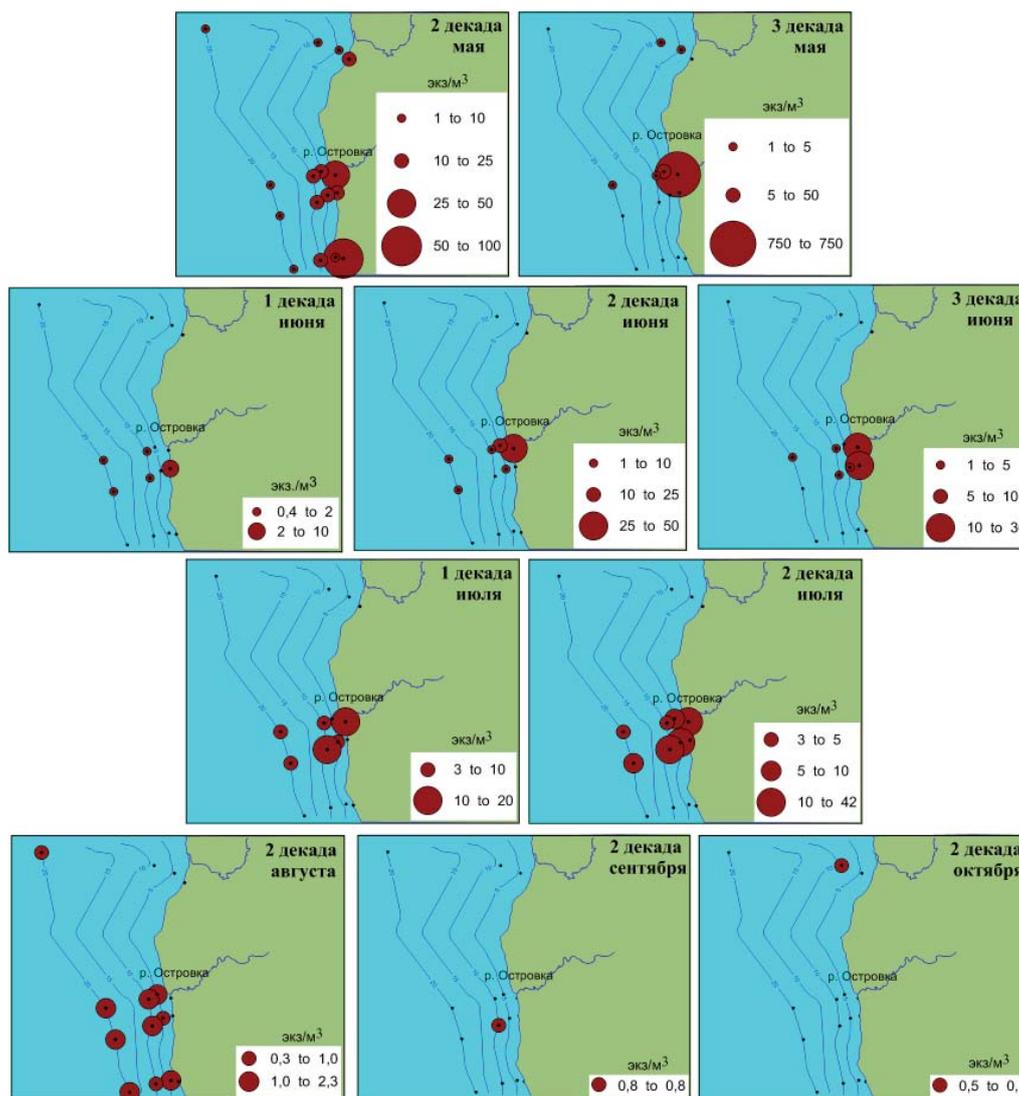


Рис. 6. Пространственное распределение ихтиопланктона (экз./м³)
 Fig. 6. Spatial distribution of ichthyoplankton (ind./m³)

В конце мая максимум суммарной плотности икры и личинок рыб, наблюдаемый вблизи устья р. Островка (750 экз./м^3), был обеспечен исключительно личинками и икрой мойвы. Размножение мойвы происходит в литоральной зоне. Клейкие икринки развиваются в грунте (Гидрометеорология и гидрохимия..., 1993), но под действием волн значительная их часть может попадать в толщу воды (Великанов, 1984; Мухаметова, 2008). В месте формирования высоких концентраций икры и личинок мойвы соленость не падала ниже 30,9 psu, что укладывалось в оптимальный для ее развития диапазон (Шадрин, 1989). Очень большая численность личинок мойвы на данном участке – до 660 экз./м^3 , свидетельствовала о высокой эффективности нереста. Средняя плотность ихтиопланктона в литоральной зоне достигала 375 экз./м^3 . На акватории с глубинами от 5 м и больше концентрации были существенно ниже, но на изобате 5 м они также имели сезонный максимум (рис. 7).

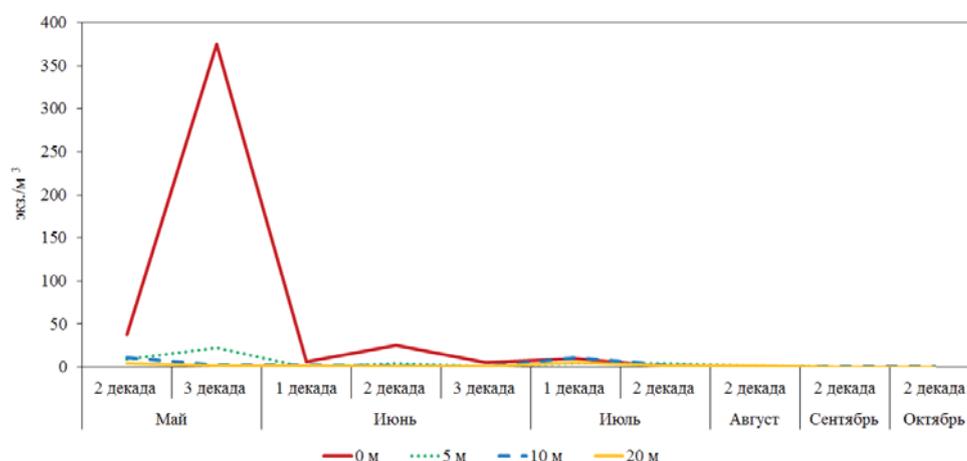


Рис. 7. Сезонные изменения средней численности ихтиопланктона на разной глубине
 Fig. 7. Seasonal concentrations of ichthyoplankton above different depths

Высокие концентрации икры и личинок рыб, в данном случае мойвы, образуются далеко не ежегодно, а только в периоды высокой численности производителей. Запасы мойвы как короткоциклового вида подвержены существенным колебаниям. Очередное увеличение ее численности было зарегистрировано в 2015–2016 гг. (Новикова, Наумова, 2017; Великанов, 2018). До этого в течение более чем 20 лет уровень запасов был низким, концентрации икры и личинок тоже. Их значение как компонента кормовой базы молоди лососей и других планктофагов было невелико.

Июнь характеризовался снижением плотности ихтиопланктона. Икрометание мойвы прекратилось. В первой декаде месяца еще встречались отдельные икринки. Вынос основной массы личинок на мористые участки уже завершился. Икрометание морской малоротой корюшки, напротив, только начиналось. В толще воды в небольшом количестве присутствовали икринки на I стадии развития, давшие увеличение уловов ихтиопланктона к югу от устья р. Островка. Выносимая с мест нереста икра была распространена вплоть до 10-метровой глубины. Над изобатами больше 10 м ихтиопланктон был представлен икрой минтая и северной палтусовидной камбалы, а также личинками темной камбалы *Pseudopleuronectes obscurus*.

Увеличение выноса икры морской малоротой корюшки во второй декаде июня определило очередной подъем суммарных концентраций. Икра встречалась только на литоральных станциях, где ее плотность достигала 50 экз./м³. Максимальные скопления формировались в районе устья р. Островка. В третьей декаде июня основу ихтиопланктонного сообщества на минимальных глубинах кроме икры корюшки обеспечивала икра длиннорылой и желтополосой камбал.

В июле в результате продолжавшегося развития нереста пелагофильных видов камбал началось перераспределение ихтиопланктона в сторону больших глубин. Скопления икры формировались не только на самых мелководных участках, но и на изобатах 10 и 20 м. В первой декаде августа ихтиопланктон распределялся по всей прибрежной зоне достаточно равномерно, но без образования скоплений с высокой плотностью, что снижало его кормовую ценность. В сентябре и октябре роль прибрежной зоны в воспроизводстве рыб была фактически утрачена. Численность ихтиопланктона сократилась до минимума. В сентябре в уловах встречались отдельные икринки желтоперой камбалы как результат остаточного нереста, в октябре – сеголетки песчанки *Ammodytes* sp. Результативные ловы наблюдались на глубинах не менее 10 м.

Установленное для района р. Островка развитие ихтиопланктонных комплексов, в целом, характерно для прибрежной морской акватории юга Сахалина в условиях сокращения нерестовых подходов японского анчоуса *Engraulis japonicus*. Последний период высоких концентраций икры и личинок анчоуса в присахалинских водах наблюдался с 90-х годов прошлого столетия до 2013 г. (Брагина, 2002; Великанов, 2006). В заливе Анива концентрации ихтиопланктона в период разгара икрометания анчоуса (конец июля – август) могли отличаться от предыдущих месяцев в десятки и даже сотни раз. В 2004 г. средняя плотность ихтиопланктона в мае (около 5 экз./м³) и в июле (более 420 экз./м³) различалась в 85 раз (Мухаметова, Мухаметов, 2013). Снижение интенсивности нереста анчоуса привело к изменению в структуре ихтиопланктонных сообществ: смене доминирующих форм, внутрисезонному и межсезонному выравниванию концентраций или смещению пика численности на весенний гидрологический период, завершающийся у южной части острова в середине июля (Пищальник, Бобков, 2000).

Являясь теплолюбивым видом, в присахалинских водах анчоус размножается при максимальном прогреве воды – с конца июля до сентября. В этот период в мелководных, хорошо прогреваемых районах для икры многих резидентных видов камбал температура начинает превышать верхнюю границу оптимума, что приводит к снижению интенсивности или завершению их нереста. В 2012 г. как на юго-западе, так и на юго-востоке Сахалина на фоне уже начавшегося сокращения нерестовых миграций анчоуса наиболее высокая плотность ихтиопланктона – около 6–7 экз./м³, все еще приходилась на август. Доля икры анчоуса в это время превышала 90% суммарной численности ихтиопланктона (Мухаметова, 2014; Moukhametova, 2014).

После исчезновения ранних стадий развития анчоуса доминирующей формой в водах южной части острова стала икра длиннорылой камбалы, формировавшая до 99% суммарной численности ихтиопланктона. Как результат более раннего нереста длиннорылой камбалы пик концентраций (до 30–90 экз./м³) сместился на июль. На некоторых участках был отмечен рост

численности других видов. На юго-западе Сахалина в 2016 г. максимум, отмеченный в июне, давали личинки сельди *Clupea pallasii* со средней плотностью более 900 экз./м³ в поверхностном слое и 30 экз./м³ в толще воды. В 2018 г. вблизи р. Островка максимальные концентрации ихтиопланктона были отмечены в мае и обусловлены массовым появлением в планктоне личинок мойвы.

Таким образом, во втором десятилетии XXI века в прибрежных районах юга о. Сахалин, включая залив Анива, были отмечены снижение численности ранних стадий развития анчоуса и рост концентраций ранних стадий развития резидентных видов, преимущественно длиннорылой камбалы. Изменения в структуре ихтиопланктонных комплексов являются отражением перестроек, происходящих в ихтиоценах. Очевидно, что данные изменения носят как локальный, так и межрегиональный характер. Снижение численности японского анчоуса и его ранних стадий развития произошло не только в Сахалино-Курильском регионе, но и в центральных частях ареала (Liu et al., 2018; Nakayama et al., 2018; Wang et al., 2018; Состояние промысловых..., 2019; Yatsu, 2019). Длиннорылая камбала в последние годы, напротив, увеличивает биомассу в донных прибрежных сообществах Сахалина (Калчугин и др., 2016), тогда как в конце 20-го столетия преобладающим видом являлась желтоперая камбала (Промысловые рыбы..., 1993; Золотов и др., 2014). В 2016 г. на нерестилищах юго-западного и юго-восточного Сахалина впервые после 2001–2002 гг. было зарегистрировано увеличение численности производителей мойвы (Великанов и др., 2003; Состояние промысловых..., 2017, 2019; Великанов, 2018), что также имело отклик в количественной структуре ихтиопланктонного сообщества.

Особенности развития икры и личинок рыб.

В 2018 г. концентрации пелагической икры в прибрежной зоне были невелики. В весенние месяцы к преобладающим формам относилась икра северной палтусовидной камбалы и минтая, заносимая с глубоководных участков. Во второй декаде мая в скоплениях икры палтусовидной камбалы преобладала III стадия развития. Условия для развития икры были благоприятными. Доля икринок с аномалиями и мертвых была очень низкой – около 2,1% (табл. 4). Единичные икринки встречались до первой декады июня (табл. 5).

Икра минтая была немногочисленной в течение всего периода исследований. Максимальная ее плотность наблюдалась в середине мая. В данный период близкое соотношение имели первые три стадии развития икринок. Смертность икры составляла 8,3%. С первой декады июля икринки на I и II стадиях развития перестали встречаться в уловах. Отдельные икринки облавливались до первой декады августа. Такая длительная встречаемость икры минтая не характерна для залива Анива. Как правило, уже к июлю икринки исчезают из уловов. Длительный период встречаемости в 2018 г. мог быть связан с активизацией переноса икры от восточного побережья острова, где минтай имеет длительный нерестовый период (Шунтов и др., 1993).

Таблица 4

**Соотношение стадий развития, смертность и размеры икры рыб
в периоды максимальной численности**

Table 4

**Proportion of stages, mortality and sizes of fish eggs during maximal
abundance**

Период	Стадии развития икры, %				Смертность, %	Диаметр, мм*
	I	II	III	IV		
<i>Mallotus catervarius</i> (донная)						
2-я декада мая (икра в грунте)	87,5	8,0	4,5	–	7,4	$\frac{1,029 \pm 0,051}{0,92-1,32}$
3-я декада мая (икра в толще воды)	–	–	–	100	0	$\frac{1,036 \pm 0,036}{1,020-1,100}$
<i>Hypomesus japonicus</i> (донная)						
2-я декада июня (икра в толще воды)	–	–	–	100	0	$\frac{1,275 \pm 0,022}{1,200-1,340}$
<i>Theragra chalcogramma</i> (пелагическая)						
2-я декада мая	27,2	36,4	36,4	–	8,3	$\frac{1,501 \pm 0,090}{1,37-1,63}$
<i>Hippoglossoides robustus</i> (пелагическая)						
2-я декада мая	3,6	22,7	67,5	6,2	2,1	$\frac{2,393 \pm 0,131}{1,84-2,92}$
<i>Limanda punctatissima</i> (пелагическая)						
2-я декада июня	40,9	50,0	9,1	–	43,6	$\frac{0,807 \pm 0,004}{0,720-0,860}$
1-я декада июля	50,0	6,25	37,5	6,25	53,1	$\frac{0,783 \pm 0,005}{0,720-0,840}$
2-я декада июля	80,0	8,9	6,7	4,4	37,8	$\frac{0,774 \pm 0,002}{0,740-0,810}$
<i>Pseudopleuronectes herzensteini</i> (пелагическая)						
2-я декада июня	100	–	–	–	75,0	$\frac{0,894 \pm 0,006}{0,840-0,930}$
1-я декада июля	72,7	18,2	9,1	–	66,7	$\frac{0,900 \pm 0,006}{0,850-0,950}$
<i>Limanda aspera</i> (пелагическая)						
2-я декада июля	69,3	19,2	7,7	3,8	46,2	$\frac{0,827 \pm 0,005}{0,810-0,910}$

* В числителе – среднее значение, в знаменателе – предельные значения.

Таблица 5
Средняя численность икры и личинок массовых видов рыб

Table 5
Average density of fish eggs and larvae of numerous species

Вид	Фаза развития	N, экз./м ³									
		Май		Июнь			Июль		Август	Сентябрь	
		2-я декада	3-я декада	1-я декада	2-я декада	3-я декада	1-я декада	2-я декада	2-я декада	2-я декада	
<i>H. japonicus</i>	Икра	–	–	1,307	6,250	1,250	2,500	–	–	–	
	Личинки	–	1,429	–	0,052	2,500	0,125	0,250	–	–	
<i>M. catervarius</i>	Икра	–	11,429	–	–	–	–	–	–	–	
	Личинки	–	99,154	–	–	–	–	–	–	–	
<i>Th. chalcogramma</i>	Икра	0,922	0,286	0,042	0,364	–	0,182	0,052	0,013	–	
<i>H. robustus</i>	Икра	13,938	0,597	0,098	–	–	–	–	–	–	
	Личинки	0,031	0,429	–	–	–	–	–	–	–	
<i>L. aspera</i>	Икра	–	–	–	0,073	0,027	1,065	2,021	0,312	0,104	
	Личинки	–	–	–	–	–	–	0,125	0,126	–	
<i>L. punctatissima</i>	Икра	–	0,032	–	2,533	1,652	1,478	7,626	0,227	–	
	Личинки	–	–	–	0,114	–	–	0,248	–	–	
<i>L. sakhalinensis</i>	Икра	–	–	–	0,104	0,054	0,313	–	–	–	
	Личинки	–	–	–	–	–	–	0,027	–	–	
<i>Ps. herzensteini</i>	Икра	–	–	–	1,401	0,804	1,845	0,509	0,024	–	
	Личинки	–	–	–	–	–	–	0,027	–	–	
<i>Ps. obscurus</i>	Личинки	–	0,961	0,063	0,125	0,090	–	–	–	–	

Для весеннего гидрологического сезона было характерно появление в толще воды донной икры и пелагических личинок мойвы и морской малоротой корюшки. В середине мая икра мойвы была обнаружена только в грунте. Преобладали икринки на I стадии развития. В конце мая вся выносимая в толщу воды икра уже перешла на IV стадию. В это же время личинки мойвы формировали в прибрежье скопления с очень высокой плотностью – в среднем 99 экз./м³. Длина личинок изменялась от 4,0 до 7,0 мм при средней величине 4,942±0,447 мм. Все личинки имели желточный мешок или его остатки. Преобладали только что вышедшие из грунта особи длиной 4–5 мм – более 50% от общего числа особей. Доля личинок размерной группы 6,1–7,0 мм не превышала 2%. В последующие периоды ранние стадии развития мойвы в сеть не попадали, что могло быть результатом кратковременного нереста и быстрого выноса личинок из района исследований.

Нерест корюшки начался приблизительно в те же сроки, что и мойвы. Икрометание корюшки было более продолжительным, чем мойвы, не сопровождалось образованием плотных скоплений ранних стадий развития, но привело к длительной встречаемости личинок в районе исследований. Уже в конце мая в уловах появились первые личинки. В начале июня икрометание продолжалось. Все икринки находились на I стадии развития. Со второй декады июня до первой декады июля в толще воды встречалась икра только на IV стадии.

Личинок корюшки облавливали вплоть до второй декады июля. Было отмечено два периода увеличения их численности – в третьей декаде мая и в третьей декаде июня. До второй декады июня длина личинок корюшки находилась в пределах 4–5 мм. Все личинки имели желточный мешок. К середине июля средняя длина возросла до 7 мм.

Из видов с пелагической икрой, нерест которых наблюдался в обследованном диапазоне глубин, можно отметить длиннорылую, желтополосую и желтоперую камбал. Длиннорылая камбала относилась к видам с продолжительным периодом икрометания. Икра длиннорылой камбалы встречалась в уловах с конца мая до середины августа, относительно массово – с середины июня до середины июля. В третьей декаде мая были зарегистрированы единичные икринки на I стадии. Начиная с июля в скоплениях отмечали икринки на IV стадии, но их доля была невелика – 4–6%. Личинки облавливались эпизодически в период максимальных концентраций икры. Икра длиннорылой камбалы была наиболее массовой в районе исследований. В период пика (во второй декаде июля) ее средняя концентрация достигала 7,6 экз./м³.

Плотность икры остальных видов камбал с летним типом нереста даже на пике численности была значительно ниже. Икра желтополосой камбалы развивалась в районе исследований со второй декады июня до второй декады августа. Наиболее высокие концентрации формировались с конца июня до начала июля. Максимальная плотность икры желтополосой камбалы не превышала 1,85 экз./м³. Икра желтоперой камбалы впервые была зарегистрирована в уловах в третьей декаде июня, но наибольшей численности достигала с начала июля до середины августа. У желтоперой камбалы пик нереста, сопровождавшийся увеличением средней плотности икры до 2,0 экз./м³, пришелся на середину июля.

Кроме невысокой численности икры камбал прибрежного комплекса, к особенностям района можно отнести преобладание в течение всего периода встречаемости ранних стадий развития. У длиннорылой камбалы доля икры на I стадии варьировалась от 50 до 88%, у желтополосой – от 73 до 100%. Только у желтоперой камбалы в августе наблюдалось преобладание поздних стадий. Если в июле основная часть икры находилась на I стадии (69%), то в середине августа 93% всей икры перешло на III–IV стадии. Преобладание ранних стадий, для которых характерно увеличение доли аномалий и гибели эмбрионов, привело к достаточно высокой величине смертности. У длиннорылой камбалы с конца июня до конца июля доля нежизнеспособной икры варьировалась от 25 до 53%. Снижение этого показателя до 18% было отмечено только в середине августа при увеличении численности икры IV стадии. У желтополосой камбалы погибало от 36 до 67% икры. У желтоперой камбалы элиминация икры также снижалась по мере увеличения численности завершающих стадий – с 39–46% в июле до 14% в середине августа.

Икра и личинки рыб в питании молоди тихоокеанских лососей.

Потребление кормовых объектов определяется их плотностью в среде и размерами, то есть возможностью захвата. Икра и личинки рыб могут составлять значительную долю спектра питания молоди лососей. Доля личинок мойвы в питании кеты и горбуши в отдельные годы достигала 60%, личинок сельди – 35–40%, личинок камбал – более 85%. Икра рыб в питании молоди

кеты составляла от 10 до 56% (Шубин, 1996; Иванков и др., 1999; Карпенко, Бонк, 2014; Кузицин и др., 2015). Молодь кеты потребляла икру рыб диаметром до 3 мм (предпочтительный размер – до 1,5 мм) и личинок рыб длиной от 2 до 18 мм (предпочтительные размеры – 5–5,5 мм). Особая роль принадлежит видам, икра и личинки которых могут образовывать высокие плотности в прибрежной зоне во время ската молоди лососей.

В реках залива Анива массовая покатная миграция молоди лососей происходит во второй половине мая – первой половине июня (Антонов и др., 2013; Каев и др., 2014). Вблизи р. Островка непосредственно в период ската молоди кеты и горбуши под указанные выше условия подходили икра и личинки мойвы и морской малоротой корюшки. Активная гидродинамика на литорали приводила к переходу части донной икры в толщу воды, что повышало ее доступность как кормового объекта для планктофагов.

Икрометание мойвы на обследованном участке было кратковременным, но по образуемым концентрациям икры и личинок нерестовые подходы мойвы выглядели более мощными по сравнению с подходами корюшки. В литоральной зоне плотность икры достигала 40 экз./м³, личинок – 330 экз./м³. Икра корюшки попадалась в толще воды также преимущественно вблизи уреза воды, где ее плотность составляла от 0,3 до 25 экз./м³. Личинки разносились по обширной акватории, встречаясь над глубинами от 5 до 10 м с плотностью 0,03–5,0 экз./м³. Суммарная доля ранних стадий развития мойвы и морской малоротой корюшки в составе ихтиопланктона в период ската молоди лососей достигала 75–76%.

По данным, предоставленным К. М. Костюченко (устное сообщение), в это время икра и личинки рыб составляли основу питания молоди кеты и горбуши. Во второй половине мая икра рыб встречалась в 60–70% желудков кеты и в 33% желудков горбуши, составляя 71–77% массы содержимого. При суммарной численности ихтиопланктона в среде около 46 экз./м³ в желудках молоди кеты среднее количество ранних стадий развития рыб превышало 4,3 экз./жел. Значение икры и личинок рыб в питании молоди горбуши было существенно меньше. Их количество не превышало 0,3 экз./жел. Доминирование икры и личинок морской малоротой корюшки и мойвы в среде привело к их преобладанию в желудках молоди лососей. В период пика численности, во второй половине мая, на икру и личинок корюшковых в сумме приходилось 59% биомассы пищевого комка. По мере снижения концентраций в среде потребление икры и личинок рыб сокращалось.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В период исследований 2018 г. воспроизводство рыб вблизи р. Островка происходило с мая до конца июля. Ихтиопланктон не отличался высоким разнообразием, что могло быть связано с высокой вариабельностью условий среды, в большей степени – температуры, ограничивающей возможность воспроизводства рыб. Из 14 видов в число преобладающих вошли икра северной палтусовидной камбалы (май), икра и личинки мойвы и морской малоротой корюшки (конец мая – начало июля), икра длиннорылой и желтополосой камбал (июль), икра желтоперой камбалы (конец июля – сентябрь). Структура ихтиопланктонного сообщества была типична для прибрежных вод залива Ани-

ва последних лет, характеризующихся резким снижением численности икры и личинок японского анчоуса вплоть до полного их исчезновения в отдельные годы и увеличением вклада икры резидентных видов рыб, преимущественно длиннорылой камбалы, а также мойвы и сельди.

Наибольшие величины численности, биомассы и калорийности были зарегистрированы в мае, совпадая с периодом максимального ската молоди кеты и горбуши. Более 75% численности ихтиопланктонных уловов формировали икра и личинки мойвы и морской малоротой корюшки, основные концентрации которых были сосредоточены до 5-метровой изобаты. В этот период ранние стадии развития рыб являлись основной питания молоди тихоокеанских лососей, составляя свыше 70% биомассы содержимого желудков. Икра и личинки мойвы, образуя кратковременные, но плотные скопления в конце мая, обеспечивали значительную часть рациона молоди в период массового ската. Икра и личинки морской малоротой корюшки встречались в течение всего периода нахождения молоди лососей на мелководных участках, стабилизируя дополнительную компоненту их питания в виде икры и личинок рыб.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор статьи благодарна всем сотрудникам лаборатории гидробиологии и других лабораторий «СахНИРО», участвовавшим в 2018 г. в сборе материала.

ЛИТЕРАТУРА

Антонов А. А., Руднев В. А., Ким Хе Юн и др. Особенности ската молоди и размножения горбуши в реках южного и юго-восточного Сахалина в 2010 г. // Воспроизводство естественных популяций ценных видов рыб : Материалы докл. 2-й междунар. науч. конф. (СПб., 16–18 апр. 2013 г.). – СПб., 2013. – С. 27–29.

Архипов А. Г. Использование результатов изучения раннего онтогенеза рыб в рыбохозяйственной деятельности // Вестн. АГТУ. Сер.: Рыб. хоз-во. – 2013. – № 3. – С. 9–19.

Архипов А. Г. Применение результатов изучения раннего онтогенеза морских промысловых рыб в рыбохозяйственной деятельности // Тр. ВНИРО. – 2015. – Т. 156. – С. 16–37.

Баканов А. И. Количественная оценка доминирования в экологических сообществах // Количественные методы экологии и гидробиологии. – Тольятти : СамНЦ РАН, 2005. – С. 37–67.

Борисов Б. М., Волков А. Ф., Горбатенко К. М. и др. Стандартные таблицы сырого веса и некоторых энергетических характеристик (калорийность, жиры, белки, углеводы, минеральный остаток) зоопланктона дальневосточных морей // Изв. ТИНРО. – 2004. – Т. 138. – С. 355–367.

Брагина И. Ю. Сезонная и межгодовая изменчивость зоопланктона по результатам исследований 1995–1999 гг. в проливе Лаперуза (Соя) и прилегающих водах // Тр. СахНИРО. – 2002. – Т. 4. – С. 48–69.

Великанов А. Я. Дальневосточная мойва: распределение, особенности биологии, динамика биомассы, проблемы и перспективы промыслового освоения // Вопр. рыболовства. – 2018. – Т. 19, № 3. – С. 300–326.

Великанов А. Я., Багинский Д. В., Мамуло И. М. Новый всплеск численности дальневосточной мойвы у берегов Сахалина // Вопр. рыболовства. – 2003. – Т. 4, № 4. – С. 691–706.

Великанов А. Я. Влияние изменений климата на формирование видового состава и запасов пелагических рыб у берегов Сахалина в Японском/Восточном и Охотском морях // Глобализация, региональное развитие и проблемы окружающей среды : Сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. (Ю-Сах., сент. 2013 г.). – Ю-Сах., 2013. – С. 46–49.

- Великанов А. Я.** Дальневосточная мойва: распределение, особенности биологии, динамика биомассы, проблемы и перспективы промышленного освоения // *Вопр. рыболовства.* – 2018. – Т. 19, № 3. – С. 300–326.
- Великанов А. Я.** К экологии размножения дальневосточной мойвы *Mallotus villosus socialis* (Pallas) (Osmeridae) у берегов острова Сахалин // *Вопр. ихтиологии.* – 1984. – Т. 24, вып. 3. – С. 425–430.
- Великанов А. Я.** Новая волна миграций рыб южных широт к берегам Сахалина // *Вестн. Сах. музея.* – 2006. – № 13. – С. 265–278.
- Гидрометеорология** и гидрохимия морей. Охотское море. – Гидрохимические условия и океанологические основы формирования биологической продуктивности. – СПб. : Гидрометеопечат, 1993. – Т. 9, вып. 2. – 168 с.
- Григорьев С. С.** Ранние стадии рыб северо-востока России (прибрежные морские воды и внутренние водоемы) : Атлас-определитель. – Владивосток : Дальнаука, 2007. – 331 с.
- Давыдова С. В.** Встречаемость икры дальневосточной сардины и японского анчоуса в заливе Петра Великого (Японское море) // *Изв. ТИНРО.* – 1994. – Т. 115. – С. 130–136.
- Давыдова С. В., Кузнецова Н. А.** Изучение ихтиопланктона в Тихом океане и дальневосточных морях // *Изв. ТИНРО.* – 2005. – Т. 141. – С. 237–254.
- Давыдова С. В., Черкашин С. А.** Ихтиопланктон восточного шельфа острова Сахалин и его использование как индикатора состояния среды // *Вопр. ихтиологии.* – 2007. – Т. 47, № 4. – С. 494–505.
- Дехник Т. В.** Размножение и развитие японской скумбрии *Pneumatophorus japonicus* (HOULTUYN) у берегов Южного Сахалина // *Исслед. дальневост. морей СССР. Труды Курило-Сахалинской экспедиции, 2.* – 1959. – Вып. VI. – С. 97–108.
- Душкина Л. А.** Биология морских сельдей в раннем онтогенезе. – М. : Наука, 1988. – 192 с.
- Ефанов В. Н., Великанов А. Я., Михеев А. А.** Экологические аспекты промышленного освоения шельфа северо-восточного Сахалина // *Вестн. ДВО РАН.* – 1993. – № 3. – С. 94–99.
- Зверькова Л. М., Тарасюк С. Н., Великанов А. Я.** Особенности распределения икры и личинок некоторых видов рыб у Охотоморского побережья Сахалина // *Проблемы раннего онтогенеза рыб* : Тез. докл. III Всесоюз. совещ. 25–26 мая 1983. – Калининград, 1983. – С. 45–46.
- Зеленихина Г. С., Ельников А. Н., Точилина Т. Г.** Покатная миграция сеголетков горбуши и кеты в р. Рейдовой Итуруп (южные Курильские острова) в весенне-летний период 2014 г. // *Тр. ВНИРО.* – 2015. – Т. 158. – С. 6–15.
- Многолетняя динамика и современное состояние запасов желтоперой камбалы *Limanda aspera* в водах о. Сахалин / **А. О. Золотов, А. В. Смирнов, Л. Н. Баранчук-Червонный и др.** // *Изв. ТИНРО.* – 2014. – Т. 178. – С. 25–57.
- Биология и кормовая база тихоокеанских лососей в ранний морской период жизни / **В. Н. Иванков, В. В. Андреева, Н. В. Тяпкина и др.** – Владивосток ДВГУ, 1999. – 259 с.
- Калчугин П. В., Соломатов С. Ф., Бойко М. И.** Распределение и запасы массовых донных и придонных рыб в различных районах северо-западной части Японского моря // *Изв. ТИНРО.* – 2016. – Т. 185. – С. 3–15.
- Карпенко В. И., Андриевская Л. Д., Коваль М. В.** Питание и особенности роста тихоокеанских лососей в морских водах. – П-Камчат., 2013. – 306 с.
- Карпенко В. И., Бонк А. А.** Межвидовые отношения молоди некоторых промысловых видов рыб // *Исслед. вод. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана.* – 2014. – Вып. 35. – С. 22–30.
- Каталог** позвоночных Камчатки и сопредельных морских акваторий. – П-Камчат. : Камчат. печат. двор, 2000. – 166 с.
- Климова Т. Н.** Ихтиопланктон Черного моря как индикатор экологического состояния шельфовых вод Украины : Дис. ... канд. биол. наук. – Севастополь, 2005. – 156 с.
- Кузищин К. В., Малютина А. М., Груздева М. А.** Сезонная динамика питания и пищевые отношения молоди лососевых рыб (Salmonidae) в бассейне реки Коль (Западная Камчатка) // *Вопр. ихтиологии.* – 2015. – Т. 55, № 3. – С. 323–350.

- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов раннего онтогенеза рыб и инструкции к работе с базой данных «Ихтиопланктон»** / Сост. Н. В. Мухина, Н. А. Ярагина, Н. А. Лепесевич, В. И. Разина. – Мурманск : ПИНРО, **2016**. – 96 с.
- Мухаметова О. Н.** Особенности формирования лагунных ихтиопланктонных комплексов на примере озера Птичьего (юго-восточный Сахалин) // Чтения памяти В. Я. Леванидова. – **2014**. – Вып. 6. – С. 453–463.
- Мухаметова О. Н., Мухаметов И. Н.** Ихтиопланктон прибрежной зоны залива Анива // Тр. СахНИРО. – **2013**. – Вып. 14. – С. 185–202.
- Мухаметова О. Н.** Ихтиопланктон лагунных озер юго-восточной части острова Сахалин : Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Ю-Сах. : СахНИРО, **2008**. – 19 с.
- Мухаметова О. Н.** Состояние ихтиопланктонного комплекса в заливе Невельского (юго-западный Сахалин) после аварийного разлива нефтепродуктов с танкера «Надежда» // Тр. СахНИРО. – **2019**. – Т. 15. – С. 202–223.
- Новикова О. В., Наумова Т. Н.** Промысел тихоокеанской мойвы (*Mallotus villosus catervarius*) в Дальневосточном бассейне в 2010–2016 гг. // Исслед. вод. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. – **2017**. – Вып. 45. – С. 34–43.
- Онищенко Н. И.** Водные ресурсы Сахалина и их изменения под влиянием хозяйственной деятельности / Сах. отд. Географ. о-ва СССР, ТИГ ДВО АН СССР. – Владивосток : ДВО АН СССР, **1987**. – 150 с.
- Перцева-Остроумова Т. А.** Размножение и развитие дальневосточных камбал. – М. : АН СССР, **1961**. – 486 с.
- Пищальник В. М., Бобков А. О.** Океанографический атлас шельфовой зоны острова Сахалин. – Ю-Сах. : СахГУ, **2000**. – Ч. I. – 174 с.
- Промысловые рыбы, беспозвоночные и водоросли морских вод Сахалина и Курильских островов.** – Ю-Сах. : Дальневост. книж. изд-во, Сах. отд-ние, **1993**. – 192 с.
- Расс Т. С.** Инструкция по поиску рыбы по плавающей икре. – Пекин, **1965**. – 31 с.
- Расс Т. С., Казанова И. И.** Методическое руководство по сбору икринок, личинок и мальков рыб. – М. : Пищ. пром-ть, **1966**. – 43 с.
- Расс Т. С.** Исследования ихтиопланктона, произведенные Курило-Сахалинской экспедицией // Исслед. дальневост. морей СССР : Тр. Курило-Сахалинской экспедиции, 2. – **1959**. – Вып. VI. – С. 78–96.
- Результаты количественного учета покатной молоди горбуши и кеты в реках Сахалинской области в 2014 г. / **А. М. Каев, А. А. Антонов, А. В. Захаров и др.** // Бюл. № 9 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. – **2014**. – С. 69–78.
- Рекомендации по сбору и обработке ихтиопланктона зоны течения Куроисио.** – Владивосток : ТИНРО, **1987**. – 70 с.
- Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений.** – Л., **1983**. – 239 с.
- Соколовский А. С., Соколовская Т. Г.** Атлас икры, личинок и мальков рыб российских вод Японского моря. – Владивосток : Дальнаука, **2008**. – 223 с.
- Состояние промысловых ресурсов. Прогноз общего вылова гидробионтов по дальневосточному рыбохозяйственному бассейну на 2017 г. (краткая версия).** – Владивосток : ТИНРО-центр, **2017**. – 407 с.
- Состояние промысловых ресурсов. Прогноз общего вылова гидробионтов по Дальневосточному рыбохозяйственному бассейну на 2019 г. (краткая версия).** – **2019**. – 447 с.
- Тарасюк С. Н., Пушкинов В. В.** Экология нереста палтусовидной камбалы *Hippoglossoides elassodon robustus* в заливах Анива и Терпения // Экология и условия воспроизводства рыб и беспозвоночных дальневост. морей и сев.-зап. части Тихого океана. – Владивосток : ТИНРО, **1982**. – С. 58–62.
- Каталог морских и пресноводных рыб северной части Охотского моря / **В. В. Федоров, И. А. Черешнев, М. В. Назаркин и др.** – Владивосток : Дальнаука, **2003**. – 204 с.

- Хованская Л. Л., Сафроненков Б. П., Игнатов Н. Н.** Результаты сравнительной оценки солёностной толерантности лососей лососей природного и искусственного происхождения // Воспроизводство естественных популяций ценных видов рыб : Материалы докладов 2-й междунар. науч. конф. (СПб., 16–18 апр. 2013 г.). – 2013. – С. 434–438.
- Цхай Ж. Р., Шевченко Г. В., Частиков В. Н.** Аномальное влияние стока реки Амур на гидрологические условия шельфа о. Сахалин в период паводка 2013 года // Геодинамические процессы и природные катастрофы. Опыт Нефтегорска : Всерос. науч. конф. с междунар. участием (Ю-Сах., 26–30 мая 2015 г.). – 2015. – Т. 1. – С. 386–389.
- Шадрин А. М.** Развитие дальневосточных корюшковых (Osmeridae) в условиях разной солёности: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М. : ВНИРО, 1989. – 23 с.
- Шелехов В. А., Епур И. В., Баланов А. А.** Видовой состав и структура ихтиопланктона северной части Японского моря в летний период 2017 г. // Вопр. ихтиологии. – 2020. – Т. 60, № 1. – С. 40–51.
- Шершнева В. И., Коваль М. В.** Калорийность массовых видов зоопланктона и ихтиопланктона прикамчатских вод // Изв. ТИНРО. – 2004. – Т. 139. – С. 349–369.
- Шубин А. О., Федотова Н. А., Сенченко И. А.** Распределение, кормовая база и питание молоди горбуши в прибрежье юго-востока Сахалина // Тр. СахНИРО. – 1996. – Т. 1. – С. 21–33.
- Молодь горбуши *Oncorhynchus gorbusha* и кеты *Oncorhynchus keta* (Salmonidae) в ихтиоценозах верхней эпипелагиали шельфа и свала глубин восточного Сахалина и Южных Курильских островов в летний период 2002–2004 гг. / **А. О. Шубин, Л. В. Коряковцев, С. А. Коваленко и др.** // Тр. СахНИРО. – 2007. – Т. 9. – С. 16–36.
- Минтай в экосистемах дальневосточных морей / **В. П. Шунтов, А. Ф. Волков, О. С. Темных и др.** – Владивосток : ТИНРО, 1993. – 426 с.
- An Atlas of the Early Stage Fishes in Japan.** – Tokai University Press. – 1988. – 1160 p.
- Variations in early life history traits of Japanese anchovy *Engraulis japonicus* in the Yangtze River Estuary / **C. Liu, W. Xian, S. Liu et al.** // Peer J. – 2018. – Vol. 6. – Doi:10.7717/peerj.4789.
- Laboratory Guide to Early Life History Stages of Northeast Pacific Fishes / **A. C. Matarese, A. W. Kendall, J. D. M. Blood et al.** – U. S. Department of Commerce. – 1989. – 652 p.
- Moukhametova O. N.** Seasonal Formation of Ichthyoplankton Complexes in Aniva Bay (Southern Sakhalin) // Proceedings of the 28th International Symposium on Okhotsk Sea & Sea Ice (Mombetsu, Hokkaido, Japan, 17–24 February 2013). – Mombetsu, 2013. – P. 62–65.
- Moukhametova O. N.** Reproductive and nursery potential of nearshore area in the East of Tatarskiy Strait // Proceedings of the 29th International Symposium on Okhotsk Sea & Sea Ice (Mombetsu, Hokkaido, Japan, 16–19 February 2014). – Mombetsu, 2014. – P. 288–291.
- Moukhametova O. N.** New data concerning the state of ichthyoplankton community in Aniva Bay // Proceedings of the 30th International Symposium on Okhotsk Sea & Sea Ice (Mombetsu, Hokkaido, Japan, 15–19 February 2015). – Mombetsu, 2015. – P. 288–291.
- Climate change and interspecific interactions drive species alternations between anchovy and sardine in the western North Pacific: Detection of causality by convergent cross mapping / **Sh.-I. Nakayama, A. Takasuka, M. Ichinokawa et al.** // Fisheries Oceanography. – 2018. – Vol. 27. – P. 312–322. – DOI: 10.1111/fog.12254.
- Winter abundance and species composition of anchovy larvae associated with hydrological conditions in the coastal waters of Tanshui, Taiwan / **Y.-Ch. Wang, W.-Y. Chen, Y.-K. Chen et al.** // Journal of Marine Science and Technology. – 2018. – Vol. 26, No. 3. – P. 465–474. – DOI: 10.6119/JMST.2018.06 (3).0018.
- Yatsu A.** Review of population dynamics and management of small pelagic fishes around the Japanese Archipelago // Fisheries Science. – 2019. – Vol. 85. – P. 611–639.