

УДК 591.524.12.597

## ВИДОВОЙ СОСТАВ ИКРЫ И ЛИЧИНОК РЫБ У ЮГО-ВОСТОЧНОГО САХАЛИНА В ДИНАМИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ПРИБРЕЖЬЯ

© 2022 г. О. Н. Мухаметова<sup>1</sup> \*, И. Н. Мухаметов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Сахалинский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии – СахНИРО, Южно-Сахалинск, Россия

\*E-mail: olga.sakhniro@gmail.com

Поступила в редакцию 30.07.2021 г.

После доработки 05.10.2021 г.

Принята к публикации 09.10.2021 г.

Изучены особенности среды обитания и сезонные изменения видового состава и численности ихтиопланктона на четырёх участках у побережья Юго-Восточного Сахалина. Минимальные значения температуры воды отмечены в мае: от 2.2°C вблизи оз. Птичьё до 5.5°C (в среднем) в северной части акватории; наибольший прогрев прибрежной зоны (в среднем до 13–17°C) приходился на август–октябрь. Солёность воды была минимальной в районе впадения рек Дудинка и Долинка (в среднем ~ 30‰), максимальной – в районе оз. Птичьё (31.7‰). В ихтиопланктоне представлены икра и личинки 37 видов рыб из 14 семейств. На всех участках преобладают представители камбаловых (Pleuronectidae), их доля возрастает с юга на север с 38 до 71%. Высокие концентрации пелагической икры рыб (24.3–31.1 шт/м<sup>3</sup> в среднем за полевой сезон) зарегистрированы только к северу от 47°30' с.ш., южнее они не превышали 1.5–6.3 шт/м<sup>3</sup>. На северных участках максимальная численность икры и личинок рыб формировалась в мае–июне, на южном участке – в августе. Зависимость между численностью икры рыб и условиями среды отсутствовала или была слабо выражена. По результату факторного анализа сходные по срокам размножения и районам нереста виды были сгруппированы попарно – минтай *Gadus chalcogrammus* и палтусовидная камбала *Hippoglossoides robustus*, желтопёрая *Limanda aspera* и длиннорылая *Myxopsetta punctatissima* камбалы, звёздчатая *Platichthys stellatus* и желтополосая *Pseudopleuronectes herzensteini* камбалы.

**Ключевые слова:** Юго-Восточный Сахалин, икра рыб, личинки рыб, ихтиопланктон видовой состав, численность, температура, солёность.

DOI: 10.31857/S004287522204021X

Исследования ихтиопланктона важны для определения нерестовых запасов промысловых рыб, имеющих пелагическую икру (Авдеев, Овсянников, 2006; Овсянников, Пономарев, 2014), оценки эффективности их воспроизводства и понимания репродуктивного значения того или иного участка в условиях нарастающего антропогенного пресса (Архипов, 2015; Селифонова, 2016). Структура ихтиопланктона зависит от подходов и стратегии воспроизводства рыб (Azeiteiro et al., 2006), состав которых даже на одном участке может сильно меняться по сезонам и годам. Кроме того, на видовое разнообразие и количественные показатели ихтиопланктона в прибрежной зоне существенное влияние оказывают колебания температуры и солёности, активная ветровая деятельность, вызывающая волнение разной интенсивности и часто приводящая к образованию апвеллингов и даунвеллингов (Olivar, 1990; Johnson-Colegrove et al., 2015).

В силу высокой чувствительности икры и личинок рыб к изменениям условий среды и фор-

мирования на воздействие негативных факторов быстрого отклика в виде увеличения смертности, снижения видового разнообразия и численности (Климова, 2005), ихтиопланктонные исследования в прибрежной зоне остаются актуальными как в дальневосточном регионе (Соколовская и др., 2010; Федорев, 2010; Епур, Баланов, 2015; Саушкина, 2019), так и в морях европейской части России (Иванович, 2006; Карасева, 2013; Селифонова, 2016; Карасева и др., 2020). С этой точки зрения прибрежные воды Юго-Восточного Сахалина остаются слабо изученными. До последних лет изучение ихтиопланктона проводили преимущественно в лагунах и озёрах лагунного типа (Мухаметова, Баланов, 2013; Мухаметова, 2014; Moukhametova, 2016), в то время как на прилегающих участках моря такие работы носили эпизодический характер (Мухаметова, Мухаметов, 2013; Мухаметова, 2020a).

Цель работы – проанализировать сезонные и пространственные изменения структуры ихтио-

**Таблица 1.** Число проб ихтиопланктона, собранных в четырёх районах морской прибрежной зоны Юго-Восточного Сахалина

№	Район	Год	Глубины отбора проб, м	Месяц						Итого	
				V	VI	VII	VIII	IX	X		XI
1	Р. Дудинка	2020	0, 5, 10, 20	24	24	24	8	8	16	—	104
2	Р. Долинка	2019	0, 5, 10, 20	32	24	24	8	8	16	—	112
3	Оз. Тунайча	2016	3, 5, 10	12	—	12	6	—	—	—	30
4	Оз. Птичьё	2012	5, 10, 15	14	12	12	12	14	12	13	89
	Всего			82	60	72	34	30	44	13	335

планктона в прибрежье Юго-Восточного Сахалина в связи с динамикой параметров среды (течения, температура и солёность воды).

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материал собран с мая по октябрь–ноябрь в 2012, 2016 и 2019–2020 гг. в прибрежных водах Юго-Восточного Сахалина от 47°50′ до 48°20′ с.ш. на четырёх локальных полигонах вблизи мест впадения рек и проток озёр: 1 – р. Дудинка, 2 – р. Долинка, 3 – оз. Тунайча (зал. Мордвинова), 4 – оз. Птичьё (рис. 1). В диапазоне изобат 5–20 м пробы отбирали с маломерного плавсредства ихтиопланктонной конусной сетью ИКС-50 (площадь входного отверстия 0.2 м<sup>2</sup>), облавливая слой от дна до поверхности (Расс, Казанова, 1966); в литоральной зоне через сеть проливали 100 л морской воды (Руководство ..., 1983). Всего собрано и обработано 335 проб ихтиопланктона (табл. 1).

Камеральную обработку проб осуществляли под бинокуляром Olympus SZX10 (Япония), оснащённом нижней и верхней подсветкой и окуляр-микрометром. Икру и личинок измеряли с точностью до 0.1 мм. Для видовой идентификации использовали ключи и описания, приводимые в атласах и определителях ихтиопланктона дальневосточных морей и сопредельных акваторий (An atlas..., 1988; Matarese et al., 1989; Григорьев, 2007; Соколовский, Соколовская, 2008). Индекс сходства ( $S$ ) рассчитывали по формуле Сёрсена (Одум, 1986), используемой в частности для сравнения видовых составов ихтиоценов (Терехов, 1994):  $S = 2c/(a + b)$ , где  $a, b$  – число видов в сравниваемых выборках,  $c$  – число общих видов.

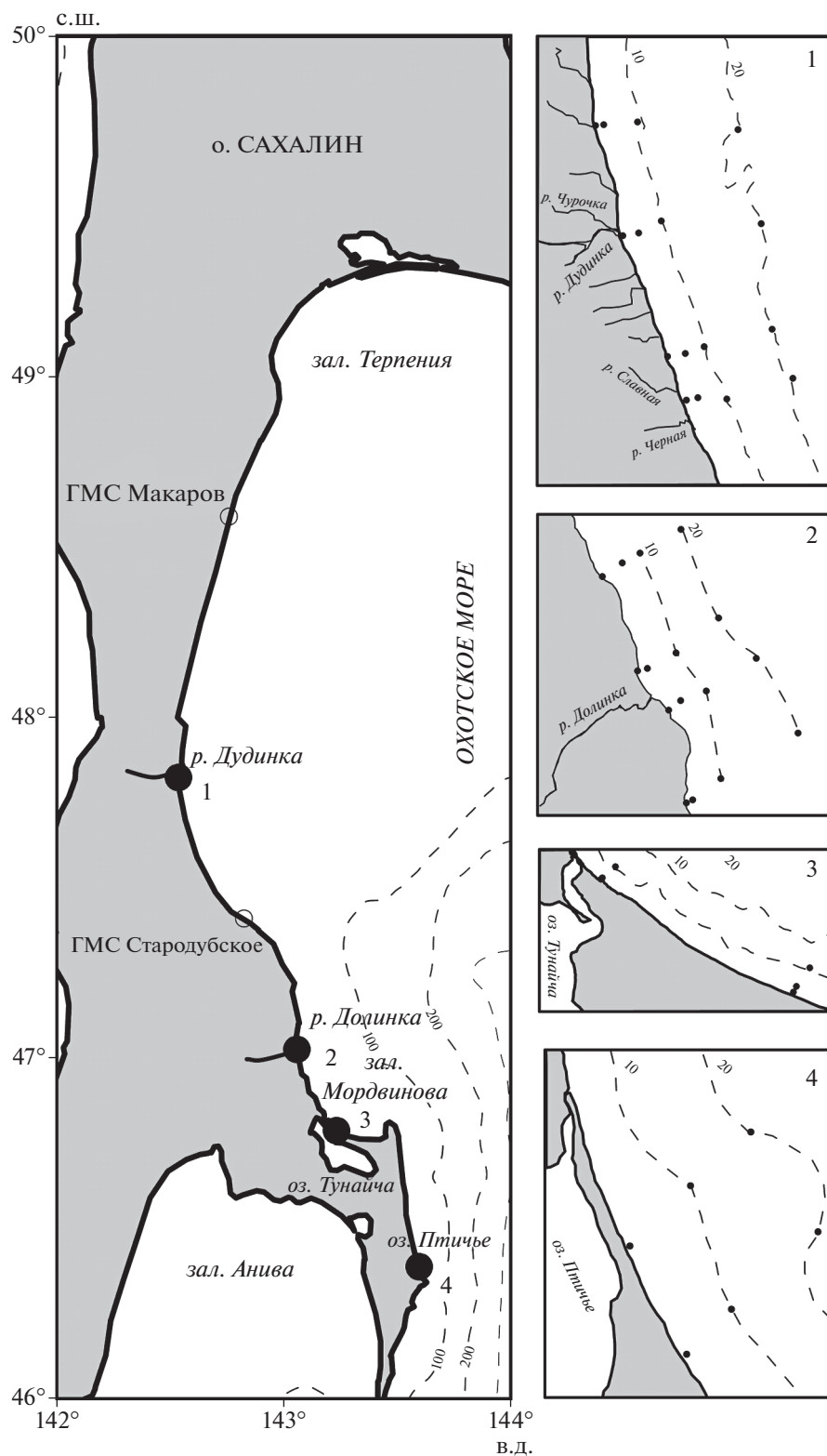
Список видов приведён в соответствии с каталогом рыб Эшмайера (Fricke et al., 2021). Зоогеографическая и биотопическая характеристика видов дана по «Каталогу позвоночных ...» (2000). Для оценки статистических различий применяли критерий Стьюдента. Факторный анализ выполнен в программе Statistica 10 методом главных компонент с вращением переменных (Боровиков, 2003; Стукач, 2011; StatSoft, 2012). Роль факторов устанавливали по собственным значениям, вкладу в об-

щую дисперсию и точке замедления падения собственных значений на графике Кэттеля (Cattell, 1966; Самсонова, 2005). Для характеристики условий среды использовали данные 2021 г. (направление и скорость ветра, температура поверхностного слоя воды) гидрометеорологических станций (ГМС) Стародубское и Макаров (<https://gr5.ru>) (рис. 1), а также результаты измерений многопараметрическим зондом YSI-85 (США) температуры и солёности по всей толще воды с интервалом 1 м на каждой ихтиопланктонной станции при проведении съёмки. Дополнительно использовали данные из работ Шевченко с соавторами (2018, 2020).

### РЕЗУЛЬТАТЫ

*Условия среды.* Значительная протяжённость района исследований предполагает существенные различия синоптических и гидрологических процессов на разных участках прибрежной акватории. Подтверждением этому являются результаты анализа ветровой деятельности на двух ГМС Юго-Восточного Сахалина. На ГМС Макаров в период гидрологической (биологической) весны (май–июнь) (Пищальник, Бобков, 2000), характеризующейся максимальной концентрацией ихтиопланктона, высокую повторяемость имели ветры противоположных направлений – северные (23.0–28.5%) и южные (19–28%). Доля штилевой погоды достигала 10–14 (в среднем 12.3)%. В июле–августе безветренная погода составляла 20–50% времени. Средняя скорость ветра за период май–ноябрь изменялась по годам от 1.4 до 1.8 м/с. На ГМС Стародубское преобладали нагонные восточные (21%) и южные (19%) ветры с более высокими скоростями – 3.8–4.3 м/с. Доля безветренной погоды не превышала 0.9–1.7 (в среднем 1.4)%. В южной части района исследований в летний период высокую повторяемость имели отжимные южные и юго-западные ветры, приводившие к образованию апвеллингов (Шевченко и др., 2018).

В сезонном прогреве поверхности моря в районе г. Макаров и с. Стародубское внутри- и межгодовые статистически значимые различия не выяв-



**Рис. 1.** Район проведения работ и схемы отбора проб в 2012–2020 гг.: (●) – места впадения рек Дудинка (участок 1) и Додинка (2), проток оз. Тунайча (3) и оз. Птичьё (4); (○) – гидрометеорологические станции (ГМС), (---) – изобаты. Здесь и на рис. 3–5: (●) – точки отбора проб на участках 1–4.

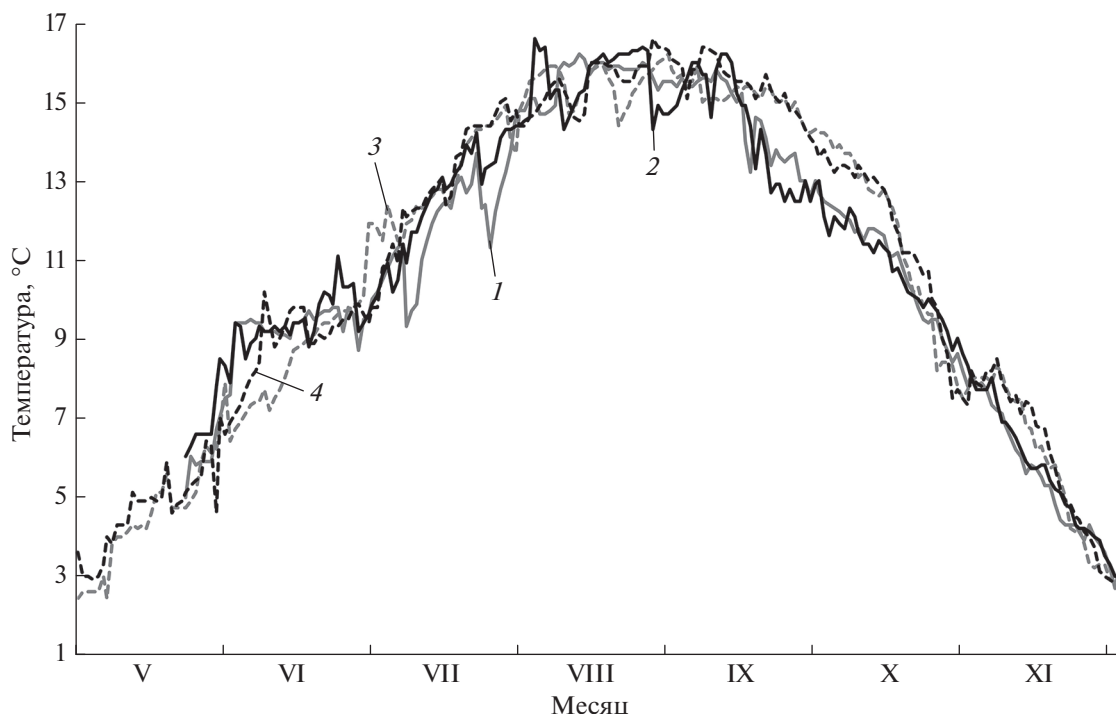


Рис. 2. Температура поверхности моря в районе г. Макаров и с. Стародубское по данным гидрометеорологических станций 2021 г. (<https://tr5.ru>): (1, 3) – г. Макаров, соответственно 2019 и 2020 гг., (2, 4) – с. Стародубское, 2019 и 2020 гг.

лены. В мае–октябре 2019–2020 гг. средние значения температуры поверхности моря в районе г. Макаров изменялись от  $12.0 \pm 2.9$  до  $12.3 \pm 3.2^\circ\text{C}$ , вблизи с. Стародубское – от  $12.2 \pm 2.8$  до  $12.4 \pm 3.2^\circ\text{C}$ . Наибольшие вариации суточных значений в пределах каждого месяца наблюдались с мая по июль (до  $5.5^\circ\text{C}$ ) и в октябре–ноябре (до  $6.7^\circ\text{C}$ ). Стабилизация температуры была отмечена в период максимального прогрева (август–сентябрь) – размах колебаний в основном не превышал  $1.5\text{--}2.8^\circ\text{C}$ , редко достигая  $4^\circ\text{C}$  (рис. 2). На юге района среднемноголетняя температура поверхности моря была на  $\sim 0.5\text{--}1.0^\circ\text{C}$  ниже, солёность, напротив, на  $0.5\text{‰}$  выше, чем в северной части акватории (Шевченко и др., 2020). На глубине 20 м различия термогалинных характеристик сглаживались. Для июня–августа были характерны существенные колебания температуры воды – от отрицательных значений до  $13\text{--}14^\circ\text{C}$  (Шевченко и др., 2018).

По результатам наших измерений в мае наиболее высокие значения температуры воды отмечены в северной части акватории (участки 1 и 2) – в среднем до  $5.5^\circ\text{C}$ , минимальные –  $2.2^\circ\text{C}$  – на юге вблизи оз. Птичьё (рис. 3). Наибольший прогрев прибрежной зоны приходился на август–октябрь: на севере акватории (участки 1 и 2) – в среднем до  $13^\circ\text{C}$ , вблизи оз. Тунайча – до  $17^\circ\text{C}$  и вблизи оз. Птичьё  $15^\circ\text{C}$ . Осреднённые для периода май–август значения температуры были наименьшими вбли-

зи р. Долинка, наибольшими – вблизи оз. Тунайча ( $8.7$  против  $11.4^\circ\text{C}$ ); вблизи р. Дудинка и оз. Птичьё средние за период значения составили соответственно  $9.5$  и  $8.6^\circ\text{C}$ . Минимальные значения солёности, определяемые паводками и береговым стоком в результате таяния льдов, на всех участках, кроме 2-го (р. Долинка), были отмечены в мае. Рост данного параметра происходил к августу. В осенние месяцы в результате активизации циклонической деятельности и увеличения дождевого стока наблюдалось снижение солёности на участках 1–3. На юге (участок 4) береговой сток был минимальным, и определяющее значение имели морские воды. Осреднённая для периода май–октябрь солёность имела минимальные значения на участках 1 ( $29.7\text{‰}$ ) и 3 ( $30.3\text{‰}$ ), промежуточное – на участке 2 ( $31.2\text{‰}$ ), максимум – на участке 4 ( $31.7\text{‰}$ ).

*Видовой состав и сезонные изменения ихтиопланктона.* Ихтиопланктон прибрежных вод Юго-Восточного Сахалина представлен икрой и личинками 37 видов рыб из 14 семейств (табл. 2)<sup>1</sup>. Наи-

<sup>1</sup> Периодически в прибрежье значительную часть уловов составляла донная икра рыб, нерестящихся на литорали и в верхних горизонтах сублиторали, таких как сельдь *Clupea pallasii*, мойва *Mallotus villosus*, некоторые камбалы семейства Pleuronectidae. В условиях активной гидродинамики мелководий вынос и развитие донной икры в толще воды относится к обычным явлениям (Великанов, 1988; Мухометова, Баланов, 2013), поэтому в данной работе донная икра этих видов рыб рассматривается как составная часть ихтиопланктонного комплекса.

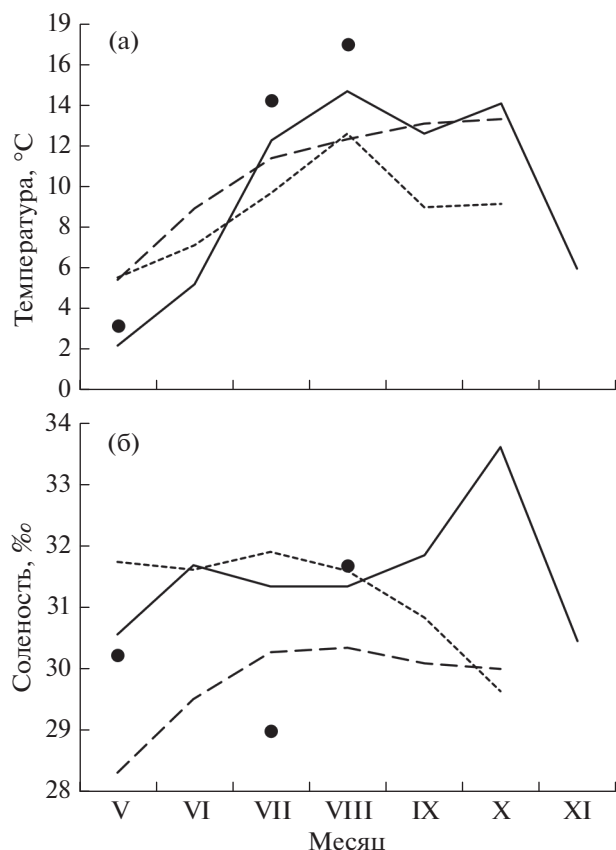


Рис. 3. Температура (а) и солёность (б) воды на исследованных участках у юго-восточного побережья о-ва Сахалин по данным съёмки 2012–2020 гг.: (—) — участок 1, (---) — 2, (-·-) — 3, (●) — 4.

большее число видов зарегистрировано в районе оз. Птичьё (21) и вблизи места впадения р. Долинка (20), наименьшее — в зал. Мордвинова (11).

На всех исследованных участках прибрежной зоны Юго-Восточного Сахалина отмечено близкое соотношение различных зоогеографических группировок. Основу видового состава формировали приазиатские и тихоокеанские широкобореальные виды, доля которых в сумме составила 40.5% общего числа видов. Кроме того, высокий вклад вносили теплолюбивые низкобореальные и субтропические виды (суммарная доля > 30%), что сближает прибрежный икhtiопланктонный комплекс Юго-Восточного Сахалина с зал. Анива, где доля видов этих групп составляет 33–40% (Мухаметова, Мухаметов, 2013). Наибольшее число теплолюбивых видов (54.5%) было отмечено вблизи оз. Тунайча. Доля арктическо-бореальных и высокобореальных видов была близка на всех участках — 24–30%. Число низкобореальных и субтропических видов в икhtiопланктоне Юго-Восточного Сахалина (11) сопоставимо с таковым Татарского пролива (10–12) (Moukhametova, 2014; Шелехов и др., 2020). Закономерное расширение

видового состава этих групп происходит в южных районах российской части Японского моря — до 37 (Федорец, 2010). Из мигрантов общим для Юго-Восточного Сахалина, зал. Анива и Татарского пролива является японский анчоус *Engraulis japonicus*, из резидентных представителей — стихей Нозавы *Stichaeus nozawae*, усатый бычок *Blepsias cirrhosus*, длиннорылая *Myzopsetta punctatissima* и тёмная *Pseudopleuronectes obscurus* камбалы и некоторые другие виды.

Из биотопических группировок в составе икhtiопланктона на всей исследованной акватории Юго-Восточного Сахалина наиболее обширно была представлена сублиторальная (43–55% общего числа видов). В северной части района, вблизи рек Долинка и Дудинка, отмечено значительное увеличение элиторальных видов — до 45–47%, что характерно для северных районов Восточного Сахалина и связано с доминированием этой группы в икhtiоценозе, заносом икры и личинок с более глубоководных участков и активным смещением нерестующих особей от больших глубин к меньшим по мере прогрева прибрежных акваторий (Ким Сен Ток, 2014; Мухаметов, Мухаметова, 2017).

Максимальное сходство видового состава икhtiопланктона отмечено для районов впадения рек Долинка и Дудинка — 87%. На всех участках преобладали представители камбаловых (*Pleuronectidae*), число видов которых варьировало от 6 до 13, их доля составляла от 38 (оз. Птичьё) до 71% (р. Дудинка). С юга на север в икhtiопланктоне был отмечен рост видового разнообразия камбаловых, что обусловлено максимальным развитием шельфа (наличием трёх зон шельфа и значительной удалённости его края от береговой линии) в районе зал. Терпения, увеличением числа представителей этого семейства в икhtiоценозе данного района и формированием благоприятных условий для нагула, нереста и последующего развития икры и личинок в замкнутых циркуляциях (Тарасюк, Пушкинов, 1982; Ким Сен Ток, Шепелева, 2001; Ким Сен Ток, 2002). Икра и личинки шести массовых видов камбал — северной палтусовидной *Hippoglossoides robustus*, желтопёрой *Limanda aspera*, сахалинской *Limanda sakhalinensis*, длиннорылой, звёздчатой *Platichthys stellatus* и желтополосой *Pseudopleuronectes herzensteini* — встречались на всех участках. Доля представителей рогатковых (*Cottidae*) на разных участках составляла 9–14%. По численности повсеместно преобладали камбаловые, за исключением отдельных периодов, когда в число доминантов попадали тресковые (*Gadidae*), сельдевые (*Clupeidae*), анчоусовые (*Engraulidae*) (рис. 4).

Высокая концентрация икры пелагофилов зарегистрирована только севернее 47°30' с.ш. (в районе впадения рек Дудинка и Долинка), южнее значения этого показателя были существенно ниже (24.3–31.1 против 1.5–6.3 шт/м<sup>3</sup> в среднем за пе-

Таблица 2. Видовой состав и численность икры (шт/м<sup>3</sup>) и личинок (экз/м<sup>3</sup>) на четырёх участках морской прибрежной зоны Юго-Восточного Сахалина, май–ноябрь 2012–2020 гг.

№	Таксон	Категория вида	Район											
			р. Дудинка		р. Долинка		оз. Тунайча		оз. Птичьё					
			Икра	Личинки	Икра	Личинки	Икра	Личинки	Икра	Личинки				
I	Clupeidae													
1	<i>Clupea pallasii</i> Valenciennes, 1847 – тихоокеанская сельдь	Н/АБ	120.00 1.250	0.50 0.005	2590.00 23.195	0.05 0.002	1.67 0.956	27.14 0.554	1.67 0.045					
II	Engraulidae													
2	<i>Engraulis japonicus</i> Temminck et Schlegel, 1846 – японский анчоус	Н/СТПА												
III	Osmeridae													
3	<i>Nyromesus japonicus</i> (Brevoort, 1856) – морская малоротая корюшка	Н/ШБПА												1.11 0.012
4	<i>Mallotus villosus</i> (Müller 1776) – дальневосточная мойва	Н/АБ											0.01 <0.001	
IV	Gadidae													
5	<i>Eleginus gracilis</i> (Tilesius, 1810) – дальневосточная навага	Э/АБ			0.20 0.002									
6	<i>Gadus chalcogrammus</i> Pallas, 1814 – минтай	Э/ШБТО	900.00 11.321	5.25 0.234	0.25 0.012				0.26 0.006					
V	Cottidae													
7	<i>Bero elegans</i> (Steindachner, 1881) – элгантный бычок	СЛ/НБПА		1.00 0.010										
8	<i>Gymnoscanthus herzensteini</i> Jordan et Starks, 1904 – шлемоносец Герценштейна	Э/ШБПА		–										0.63 0.007

Таблица 2. Продолжение

№	Таксон	Категория вида	Район													
			р. Дудинка		р. Долинка		оз. Тунайча		оз. Птичьё							
			Икра	Личинки	Икра	Личинки	Икра	Личинки	Икра	Личинки						
9	<i>Gymnosanthus pistilliger</i> (Pallas, 1814) – нигчатый шлемоносец	Э/АБ		$\frac{0.25}{0.002}$		$\frac{0.19}{0.002}$										
10	<i>Nemilepidotus papilio</i> (Beauv, 1880) – бычок–бабочка	Э/ШБПА													$\frac{0.50}{0.006}$	
11	<i>Megalocottus platycephalus</i> (Pallas, 1814) – дальневосточная широ- колобка	СЛ/АБ														
12	<i>Myoxocerhalus stelleri</i> Tilesius, 1811 – мраморный керчак (керчак Стеллера)	СЛ/АБ													$\frac{0.50}{0.006}$	
13	<i>Myoxocerhalus</i> sp. – керчак	СЛ/НБПА				$\frac{1.00}{0.021}$										
VI	Nemipteridae															
14	<i>Blepsias cirrhosus</i> (Pallas, 1814) – усатый бычок														$\frac{0.50}{0.017}$	
VII	Hexagrammidae															
15	<i>Hexagrammos octogrammus</i> (Pallas, 1814) – восьмилинейный терлуг	СЛ/ШБТО													$\frac{0.50}{0.007}$	
16	<i>Hexagrammos stelleri</i> Tilesius, 1810 – пятнистый терлуг	СЛ/ШБТО													$\frac{0.50}{0.006}$	
VIII	Agonidae															
17	<i>Tilesina gibbosa</i> Schmidt, 1904 – горбатая лисичка	СЛ/НБПА								$\frac{0.22}{0.002}$						
IX	Liparidae															
18	<i>Liparis latifrons</i> Schmidt, 1950 – продольно-полосатый липарис	Э/ШБТО													$\frac{0.25}{0.002}$	

Таблица 2. Продолжение

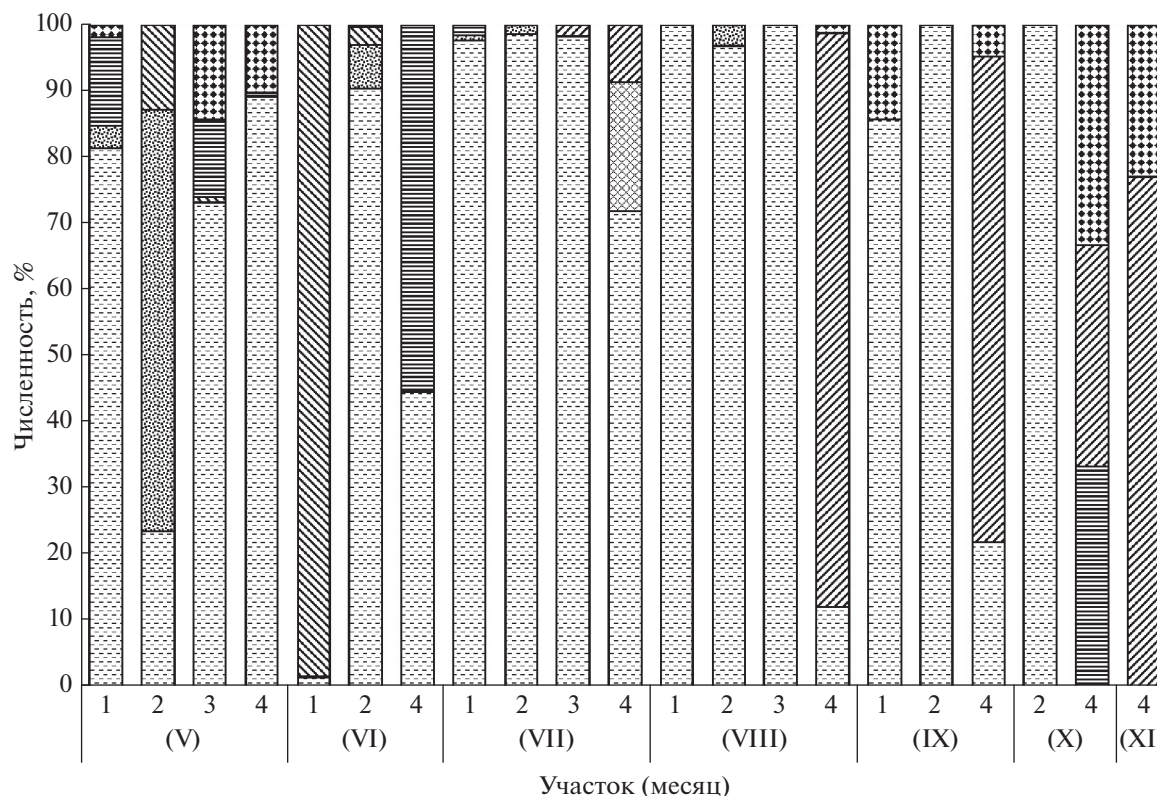
№	Таксон	Категория вида	Район																	
			р. Дудинка		р. Долинка		оз. Тунайча		оз. Птичьё											
			Икра	Личинки	Икра	Личинки	Икра	Личинки	Икра	Личинки										
X	Bathymasteridae																			
19	<i>Bathymaster derjugini</i> Lindberg, 1930 – батимастер Дерюгина	СЛ/НБПА					0.20 0.002													
XI	Stichaeidae																			
20	<i>Alectrias benjamini</i> Jordan et Snyder, 1902 – зеленобрюхий морской петушок	СЛ/НБПА																		0.50 0.007
21	<i>Chirolorhis snyderi</i> (Tarantetz, 1938) – северная мохоголовая собачка	СЛ/ШБПА																		0.50 0.006
22	<i>Stichaeus pozawae</i> Jordan et Snyder, 1902 – стихей Позавы	СЛ/НБПА																		0.50 0.006
XI	Pholidae																			
23	<i>Rhodomenichthys dolichogaster</i> (Pallas, 1814) – длиннобрюхий маслюк	Л/АБ																		0.50 0.006
XIII	Ammodytidae																			
24	<i>Ammodytes hexapterus</i> Pallas, 1814 – тихоокеанская песчанка	Э/АБ																		0.50 0.007
XIV	Pleuronectidae																			
25	<i>Acanthopsetta nadeshnyi</i> Schmidt, 1904 – колючая камбала Надёжного	Э/ШБПА								0.25 0.002										
26	<i>Glyptocephalus stelleri</i> (Schmidt, 1904) – дальневосточная длинная камбала	Э/ШБПА	2.00 0.115	0.50 0.005						1.00 0.026										
27	<i>Hippoglossoides robustus</i> Gill et Townsend, 1897 – северная палтусовидная камбала	Э/АБ	115.83 3.684	4.00 0.146						1.25 0.079										0.85 0.057



Таблица 2. Окончание

№	Таксон	Категория вида	Район									
			р. Дудинка		р. Долинка		оз. Тунайча		оз. Питичье			
			Икра	Личинки	Икра	Личинки	Икра	Личинки	Икра	Личинки		
28	<i>Limanda aspera</i> (Pallas, 1814) – желтопёрая камбала	Э/ШБПА	18.50 1.538	15.00 0.442	1.67 0.068	1.11 0.017	1.15 0.117	1.00 0.034				
29	<i>Limanda sakhalinensis</i> Hubbs, 1915 – сахалинская лиманда	Э/ШБПА	7.50 0.296	1.00 0.094		0.10 0.003	0.94 0.018	0.33 0.004				
30	<i>Liorsetta pinnifasciata</i> (Kner, 1870) – полосатая камбала	СЛ/ШБПА		0.25 0.005		0.24 0.004						
31	<i>Muzorsetta punctatissima</i> (Steindachner, 1879) – длиннорылая камбала	СЛ/НБПА	79.00 3.707	6.00 0.216	5.00 0.149		52.00 5.005	2.39 0.085				
32	<i>Muzorsetta proboscidea</i> (Gilbert, 1896) – хоботная камбала	СЛ/ВБПА	11.50 0.305	0.25 0.002	7.27 0.119							
33	<i>Platichthys stellatus</i> (Pallas, 1787) – звёздчатая камбала	СЛ/АБ	3.00 0.203	1.00 0.038	0.50 0.004		0.50 0.030	4.58 0.078	0.50 0.006			
34	<i>Pleuronectes quadrituberculatus</i> Pallas, 1814 – четырёхбугорчатая камбала	Э/ШБТО	8.00 0.183		0.20 0.002			0.50 0.006				
35	<i>Pseudopleuronectes herzensteini</i> (Jordan et Snyder, 1901) – желтополо- тая камбала	СЛ/НБПА	5.50 0.195	0.50 0.012	1.00 0.027		0.20 0.033					
36	<i>Pseudopleuronectes obscurus</i> (Herzenstein, 1890) – тёмная камбала	СЛ/НБПА		4.00 0.058		1.00 0.009		0.56 0.006				
37	<i>Pseudopleuronectes schrenki</i> (Schmidt, 1904) – камбала Шренка	СЛ/НБПА	8.00 0.115	1.00 0.014	0.83 0.007	3.00 0.036						
	Всего		17	20	11	21						

**Примечание.** Над чертой – максимальная численность, под чертой – среднее значение за весь период исследований. Категория вида: до черты – биотопическая (Н – неритический, Л – литоральный, СЛ – сублиторальный, ЭЛ – элиторальный), после черты – зоогеографическая (АБ – арктическо-бореальный, ВБПА – высокобореальный приазиатский, ШБПА – широкобореальный приазиатский, ШБТО – широкобореальный тихоокеанский, НБПА – низкобореальный приазиатский, СТПА – субтропический приазиатский).



**Рис. 4.** Численность доминирующих семейств рыб в ихтиопланктоне исследованных участков у юго-восточного побережья о-ва Сахалин в разные сезоны 2012–2020 гг.: (▬) – Pleuronectidae, (▣) – Gadidae, (▤) – Clupeidae, (▥) – Cottidae, (▦) – Osmeridae, (▧) – Engraulidae, (▨) – прочие.

риод исследований). Время образования наиболее плотных скоплений на севере по сравнению с югом смещено с гидрологической весны (май–июнь) на гидрологическое лето (август). В районе впадения р. Долинка максимальная концентрация ихтиопланктона была отмечена в июне (рис. 5). Локальный кратковременный пик численности обеспечивали личинки сельди (до 300 экз/м<sup>3</sup>) в I декаде июня. Увеличение численности личинок сельди было обусловлено ростом в присахалинских водах нерестового запаса данного вида (Состояние промысловых ресурсов..., 2020). В районе впадения р. Дудинка личинок сельди находили только в мае; их среднемесячная численность не превышала 0.02 экз/м<sup>3</sup>, что может быть связано со сложностью регистрации максимумов из-за быстрого перераспределения личинок по обширной морской акватории (Гриценко, Шилин, 1979). Икру сельди на данном участке отмечали как в мае (1.3 шт/м<sup>3</sup>), так и в июне (15 шт/м<sup>3</sup>).

На севере района (р. Дудинка) повышенные значения концентрации ихтиопланктона приходились на май. Основу численности формировали типичные для гидрологической весны пелагические формы – икра минтая (62% суммарной чис-

ленности, 36 шт/м<sup>3</sup>) и северной палтусовидной камбалы (21%, 12.5 шт/м<sup>3</sup>), что сближало данный участок с водами Северо-Восточного Сахалина (Мухаметов, Мухаметова, 2017). Вблизи р. Долинка в мае икра минтая и северной палтусовидной камбалы также входила в состав ихтиопланктона, но соотношение этих видов в уловах было противоположным – соответственно 2.5 и 55%; средняя численность была значительно ниже, составляя соответственно 0.26 и 0.01 шт/м<sup>3</sup>. Рост численности икры и личинок минтая и палтусовидной камбалы в северной части района исследований, вероятно, был связан с особенностями динамики вод и увеличением плотности икры в районах основного воспроизводства минтая (Шунтов и др., 1993), находящихся в зал. Терпения, если принимать его границы не по лоции (Лоция Охотского моря..., 1998), а по строению береговой линии (Микишин, 1991), и севернее. В последующие периоды численность ихтиопланктона на участках 1 и 2 снижалась, достигая минимума в осенние месяцы. В летние месяцы основу численности ихтиопланктона формировала икра разных видов камбал. В районе р. Дудинка в июле был отмечен рост численности икры длиннорылой камбалы (до 72%), в августе–сентябре –

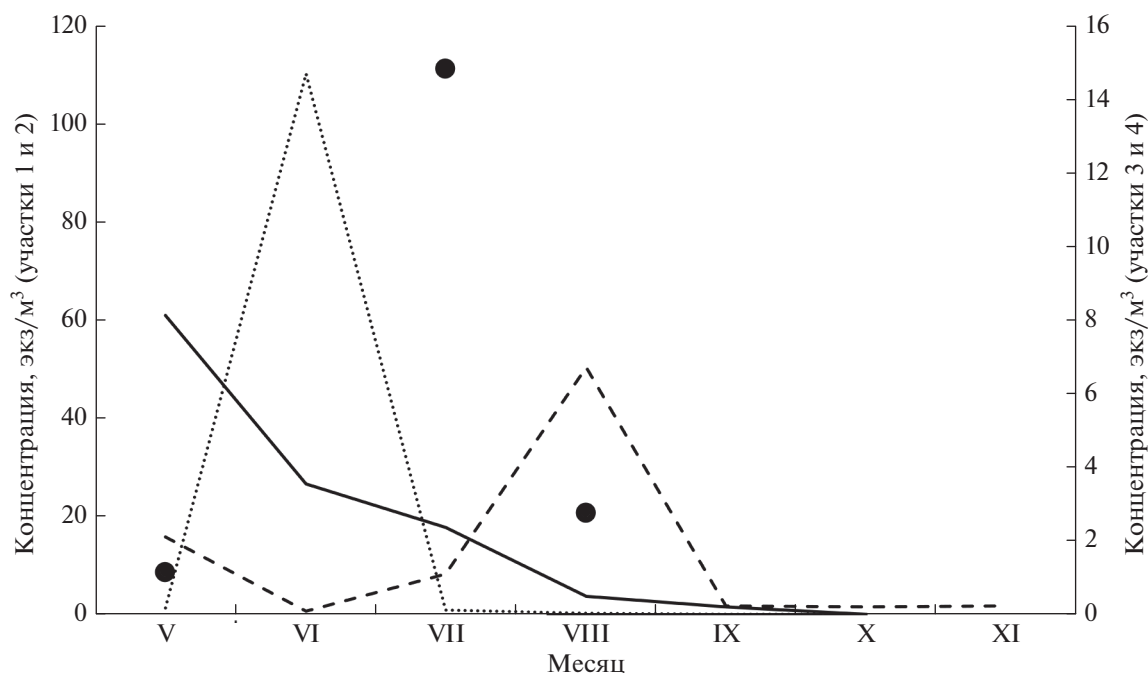


Рис. 5. Сезонная динамика численности ихтиопланктона на исследованных участках. у юго-восточного побережья о-ва Сахалин в 2012–2020 гг.: (—) – участок 1, (···) – 2, (●) – 3, (---) – 4.

желтопёрой камбалы (до 75–92%). Вблизи р. Долинка в июле преобладала икра сахалинской камбалы (66%), в августе–сентябре – дальневосточной длинной камбалы *Glyptocephalus stelleri* (67–86%), в октябре – желтопёрой камбалы (100%).

В мае–июне как вблизи оз. Тунайча, так и вблизи оз. Птичьё по численности доминировала икра камбал с весенним типом нереста. В зал. Мордвинова 70% суммарной численности приходилось на икру северной палтусовидной камбалы. Вблизи оз. Птичьё доля икры этого вида снижалась до 24%, но до 44% возрастала доля икры звёздчатой камбалы. Смена доминантов была связана с сужением в районе оз. Птичьё морского шельфа, пригодного для икрометания палтусовидной камбалы (Тарасюк, Пушкинов, 1982), и расширением сублиторальных нерестилищ, используемых звёздчатой камбалой, за счёт акватории оз. Птичьё, где проходил её основной нерест (Мухаметова, 2014). Увеличение численности ихтиопланктона на юге района происходило позже. Значения его концентрации даже в периоды максимумов были ниже, чем на севере. Вблизи оз. Тунайча пик численности ихтиопланктона (15.4 экз/м³) приходился на июль. Рост численности обеспечивала икра длиннорылой камбалы (14.8 шт/м³), составляя 96% суммарной величины. В августе при доминировании икры этого же вида (90% суммарной численности), её концентрация сократилась до 4 шт/м³. Вблизи оз. Птичьё небольшое увеличение концентрации ихтиопланктона (до 7.5 экз/м³) было зарегистри-

ровано в августе. Почти 85% суммарной величины (6.7 шт/м³) приходилось на икру мигранта – японского анчоуса, в то время как доля икры и личинок резидентных видов сильно снизилась. Личинки анчоуса доминировали в сентябре (73%) и в ноябре (77%). Суммарная численность ихтиопланктона с сентября по ноябрь держалась на уровне 0.25–0.32 экз/м³.

**Факторный анализ.** Для выяснения основных причин, влияющих на численность икры в ихтиопланктоне, выполнен факторный анализ. Для анализа были выбраны четыре независимые (месяц, участок, температура и солёность) и шесть зависимых переменных по числу массовых видов ихтиопланктона (табл. 3). Температура воды, несмотря на существенные внутримесячные колебания, демонстрирует зависимость средней степени от периода исследований ( $r = 0.54$ ). Солёность слабо зависит от региональных особенностей ( $r = 0.38$ ), определяющихся объёмом и направлением переноса пресноводного стока, течениями, сгонно-нагонными явлениями. Связь между численностью икры рыб и условиями среды (температура, солёность) отсутствует или слабо выражена ( $r \leq 0.5$ ); небольшая величина коэффициента корреляции, возможно, обусловлена чрезвычайно изменчивыми условиями среды. Проникающие в прибрежье морские воды быстро смешиваются с опреснёнными прибрежными и береговым стоком, в результате чего связи между температурой, солёностью и численностью икры рыб могут ослабевать.

**Таблица 3.** Корреляционная матрица для икры массовых видов рыб в ихтиопланктоне прибрежной зоны Юго-Восточного Сахалина

Переменная	Переменная									
	независимая				зависимая					
	месяц	участок	T	S	1	2	3	4	5	6
Месяц	1.00	0.22	0.54	0	-0.22	-0.26	-0.06	-0.08	-0.38	-0.15
Участок	0.22	1.00	-0.05	0.38	-0.21	-0.21	-0.43	-0.24	-0.12	-0.23
T	0.54	-0.05	1.00	0.03	-0.24	-0.27	0.23	0.33	-0.34	-0.06
S	0	0.38	0.03	1.00	-0.49	-0.50	-0.17	-0.35	-0.21	-0.08
1	-0.22	-0.21	-0.24	-0.49	1.00	1.00	-0.08	-0.07	0.09	-0.03
2	-0.26	-0.21	-0.27	-0.50	1.00	1.00	-0.10	-0.08	0.09	-0.06
3	-0.06	-0.43	0.23	-0.17	-0.08	-0.10	1.00	0.37	0.10	0.34
4	-0.08	-0.24	0.33	-0.35	-0.07	-0.08	0.37	1.00	0.10	0.08
5	-0.38	-0.12	-0.34	-0.21	0.09	0.09	0.10	0.10	1.00	0.50
6	-0.15	-0.23	-0.06	-0.08	-0.03	-0.06	0.34	0.08	0.50	1.00

**Примечание.** Здесь и в табл. 5: T – температура поверхности моря, S – солёность; 1 – *Gadus chalcogrammus*, 2 – *Hippoglossoides robustus*, 3 – *Limanda aspera*, 4 – *Myzopsetta punctatissima*, 5 – *Platichthys stellatus*, 6 – *Pseudopleuronectes herzensteini*.

При оценке влияния факторов установлена ведущая роль четырёх из них. Первые три фактора имеют значения  $> 1$  и объясняют 67% дисперсии (табл. 4). Точка замедления падения собственных значений на графике Кэттеля соответствует фактору 4.

В факторе 1 высокий модуль имеют факторные нагрузки для переменных, характеризующих численность икры минтая (0.98) и северной палтусовидной камбалы (0.97), которые являются основными компонентами весеннего ихтиопланктонного комплекса (табл. 5). В факторе 2 выделяется региональная составляющая (0.94), в факторе 3 – сезонная (0.95). В факторе 4 высокий модуль отмечен для икры желтополосой камбалы (0.95). Для остальных переменных значения факторных нагрузок также достаточно высокие, что указывает на сложные взаимодействия в прибрежном ихтио-

планктонном комплексе. Его структуру в основном определяют биологические особенности массовых видов. У Юго-Восточного Сахалина к ним относятся северная палтусовидная камбала и минтай, весной дающие максимальную численность икры. Численность икры остальных видов рыб, в том числе прибрежных камбал, которая, казалось бы, должна быть структурообразующей в ихтиопланктонном комплексе, играет меньшую роль и значима только в четвёртом и последующих факторах (в табл. 5 не приведены).

Немаловажное значение имеет географическое положение полигона и его биотопические особенности, влияющие на состав видов рыб, которые тяготеют в период нереста к определённым глубинам и грунтам и отличаются сезонностью икрометания. Результатом анализа сложных взаимодействий факторов стала попарная группировка сходных по биологии видов и отражение связи температуры с периодом исследований и солёности с месторасположением полигона (рис. 6).

**Таблица 4.** Результаты факторного анализа

Фактор	Собственное значение	Общая дисперсия, %
1	2.828	28.282
2	2.130	21.304
3	1.737	17.369
4	0.896	8.960
5	0.835	8.346
6	0.555	5.552
7	0.455	4.552
8	0.349	3.493
9	0.212	2.116
10	0.003	0.026

## ОБСУЖДЕНИЕ

Синоптическая ситуация на ГМС Стародубское в весенние и летние месяцы 2012–2020 гг. отличалась от среднемноголетних данных (Хузева, Като, 2011) меньшей повторяемостью ветров юго-западного направления (12 против 40–50%) и большей долей нагонных ветров восточного направления (20–34 против 10–20%) и южного направления (16–18 против 7–9%). На ГМС Макаров было отмечено увеличение доли ветров северного направления весной и западного осенью, тогда как в летний период повторяемость ветров разных румбов была

Таблица 5. Матрица факторных нагрузок после вращения

Переменная	Фактор			
	1	2	3	4
Месяц	0.1467	-0.1099	<b>-0.9240</b>	0.0529
Участок	0.1289	<b>-0.9416</b>	-0.1026	0.0983
<i>T</i>	0.1473	0.0408	-0.2957	0.0185
<i>S</i>	0.3693	-0.1811	0.0660	0.0238
1	<b>-0.9801</b>	0.0724	0.0676	0.0090
2	<b>-0.9707</b>	0.0715	0.1020	0.0338
3	0.0670	0.2117	0.0255	-0.1651
4	0.0625	0.0922	0.0616	-0.0163
5	-0.0363	0.0274	0.1685	-0.2667
6	0.0388	0.0968	0.0472	<b>-0.9480</b>
Дисперсия	2.1103	1.0069	1.0062	1.0120
Доля дисперсии	0.2110	0.1007	0.1006	0.1012

Примечание. Полужирным шрифтом выделены нагрузки, модуль значений которых > 0.7.

близка к среднесноголетней. Низкая доля безветренной погоды на участках 2 и 3 (ГМС Стародубское) была обусловлена прохождением циклонов, выходящих со стороны Японского моря весной, летом и осенью, тогда как участки 1 и 4 находились за пределами их траекторий (Шевченко и др., 1994).

Прибрежная зона Юго-Восточного Сахалина весной и летом характеризуется максимальным для западной части Охотского моря прогревом. В период исследований локальные термогалинные характеристики на всех участках соответствовали типовой ситуации. Накопление более прогретых опреснённых вод в зал. Мордвинова (Шевченко и др., 2020), дополняемых стоком оз. Тунайча, обеспечило минимальные значения солёности и более высокую температуру на участке 3. Увеличение температуры и снижение солёности на севере в районе р. Дудинка было вызвано действием движущихся с севера вод, опресняемых р. Поронай. Их сток усиливался в результате увеличения повторяемости северных ветров. Следствием наибольшего опреснения морской акватории вблизи оз. Тунайча могло стать снижение видового разнообразия ихтиопланктона, достигающего максимума на юге. На состояние ихтиопланктона участков 2 и 3 в большей степени должен был оказывать влияние перенос икры и личинок с юга и востока с преобладающими ветрами и с севера с преобладающими течениями (Шевченко и др., 2020). Опреснение не затрагивало только южный участок вблизи оз. Птичьё с узким шельфом и наиболее выраженным действием холодных морских вод с высокой солёностью (рис. 3). Сложная гидродинамика, включающая ослабление в летний период Восточно-Сахалинского течения, преобладание северного движения наносов, высокую по-

вторяемость юго-восточных течений и наличие разнонаправленных вихрей на свале глубин (Радченко и др., 2002; Горбунов и др., 2010; Шевченко и др., 2018; Дзен и др., 2021), могла приводить к обогащению района икрой и личинками видов рыб с прилежащих акваторий.

В северной части района (участки у рек Долинка и Дудинка) суммарную численность икры и личинок рыб формировали в основном типично морские формы – икра минтая и северной палтусовидной камбалы, массовый нерест которых проходит в период гидрологической весны (Тарасюк, Пушников, 1982; Шунтов и др., 1993; Зверькова, 2003). Соответственно на этих участках максимальные концентрации ихтиопланктона регистрировали в мае–июне. В присахалинских водах основной район воспроизводства минтая находится у северо-восточного побережья острова (Овсянников, 2004; Овсянников и др., 2013; Овсянников, Пономарев, 2014; Мухаметов, Мухаметова, 2017). Интенсивность нереста снижается в южном направлении. В зал. Анива и у юго-восточного побережья Сахалина значимых мест икрометания не обнаружено (Шунтов и др., 1993; Зверькова, 2003). Локализация основных нерестилищ минтая объясняет распределение икры в прибрежье. Средняя за период исследований концентрация снижалась с севера на юг – с 11.3 (вблизи р. Дудинка) до 0.01 шт/м<sup>3</sup> (вблизи впадения р. Долинка) и до 0.006 шт/м<sup>3</sup> (у оз. Птичьё). В районе оз. Тунайча и икру, и личинок минтая в уловах не находили. Нерест северной палтусовидной камбалы проходит вдоль всего восточного побережья Сахалина (Тарасюк, Пушников, 1982; Moukhametov, Chastikov, 2015). В районах расположения нерестилищ у северо-восточного побережья Сахалина, в зал. Терпения и в

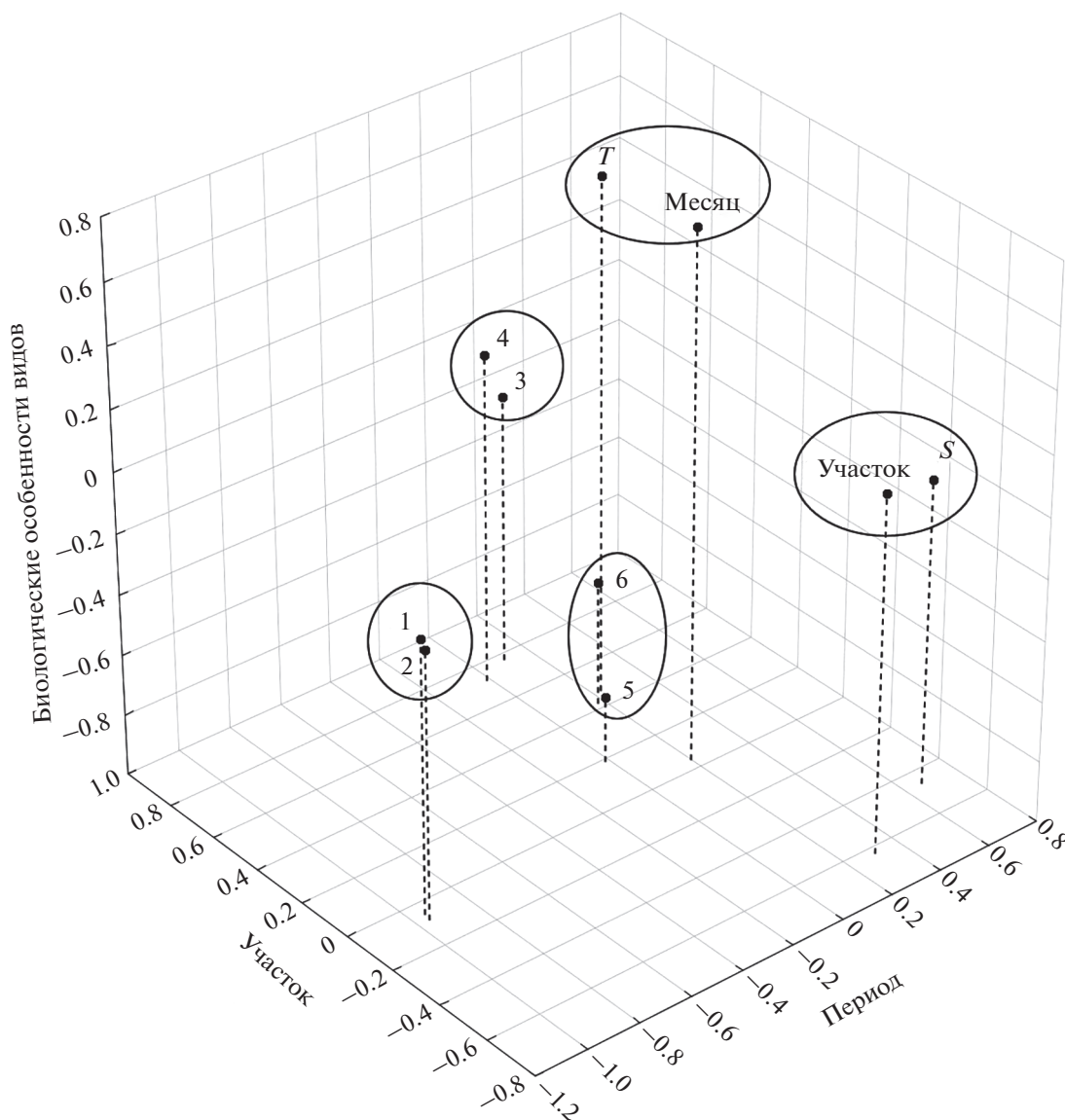


Рис. 6. График факторных нагрузок: 1 – *Gadus chalcogrammus*, 2 – *Hippoglossoides robustus*, 3 – *Limanda aspera*, 4 – *Myzopsetta punctatissima*, 5 – *Platichthys stellatus*, 6 – *Pseudopleuronectes herzensteini*, T – температура поверхности моря, S – солёность.

зал. Анива концентрации икры возрастают как на глубинах 50–70 м, так и на мелководьях (Мухаметова, Мухаметов, 2013; Moukhametova, 2013; Мухаметов, Мухаметова, 2017; Мухаметова, 2020а). В прибрежье Юго-Восточного Сахалина икра палтусовидной камбалы встречалась на всех участках с мая по июль. Наиболее высокая численность, осреднённая для всего периода исследований (3.68 шт/м<sup>3</sup>), была зарегистрирована на севере района (р. Дудинка). На остальных участках отмечены близкие значения – 0.08 шт/м<sup>3</sup> вблизи р. Долинка, 0.21 шт/м<sup>3</sup> на акватории, прилегающей к оз. Тунайча, и 0.06 шт/м<sup>3</sup> в районе оз. Птичьё. Между численностью икры минтая и северной палтусовид-

ной камбалы выявлена максимальная корреляция ( $r = 1$ ) (табл. 3), что объясняется совпадением массового нереста этих видов во времени и в пространстве (Тарасюк, Пушкинов, 1982; Шунтов и др., 1993; Зверькова, 2003; Овсянников, Пономарев, 2014; Мухаметов, Мухаметова, 2017). Объединение в результате факторного анализа икры минтая и палтусовидной камбалы в одну группу за пределами районов массового икрометания подтверждает близость расположения их нерестилищ и единое направление транспорта их икры на мелководные участки.

По мере прогрева вод активизировался нерест рыб на морских мелководьях. В летние месяцы раз-

личия в структуре ихтиопланктона на разных участках становились более заметными. По результатам факторного анализа икра камбал, доминирующих в прибрежном ихтиопланктонном комплексе в тёплый период года, объединяется на основе сезонности появления максимальных концентраций. Для звёздчатой и желтополосой камбал характерен более ранний и менее протяжённый нерест: икра первого вида встречалась преимущественно в мае–июне, второго – в июне–июле. Из-за различий сроков массового нереста на графике факторных нагрузок эти виды максимально удалены друг от друга. Длиннорылая камбала нерестится с июня по август, желтопёрая – с июня по сентябрь. Максимальные концентрации икры этих двух видов смещены относительно предыдущей пары (звёздчатая–желтополосая камбалы) на более поздние сроки – на июль–август.

В динамичных условиях морского побережья значительные всплески численности ихтиопланктона возможны во время роста запасов короткоциклового вида, нерестящихся на литорали (сельдь, мойва, корюшки рода *Hypomesus*). С 2015–2016 гг. в присахалинских водах повсеместно регистрируют увеличение запасов мойвы и сельди (Великанов, 2018; Состояние промысловых ресурсов ..., 2020), концентрации их икры на литоральных нерестилищах и личинок в прибрежной зоне (Мухаметова, 2019, 2020б) сопоставимы с показателями предыдущих высокочисленных периодов (Фридлянд, 1950; Великанов, 1988; Радченко и др., 2002). На некоторых участках Юго-Восточного Сахалина икра и личинки прибрежных короткоциклового вида и мигрантов вносили основной вклад в суммарную численность ихтиопланктона. В районе впадения р. Долинка заметный рост концентрации, значительно превышающий численность икры и личинок других видов, обеспечили личинки сельди. Скопления икры высокой плотности также могут наблюдаться при нерестовых подходах южных мигрантов, таких как анчоус и скумбрия *Scomber japonicus* (Дехник, 1959; Мухаметова, Мухаметов, 2013). В наших сборах икра и личинки анчоуса были отмечены только на юге района – вблизи оз. Птичьё и единично в зал. Мордвинова. На северных участках в прибрежье нерест анчоуса не отмечен, вероятно, из-за снижения численности мигрирующих популяций (Nakayama et al., 2018). Ранее нерест анчоуса вдоль восточных берегов Сахалина наблюдали в зал. Терпения и севернее (Великанов, 2006; Шунтов, 2016).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В прибрежной зоне на структуру ихтиопланктонного сообщества оказывает влияние множество естественных факторов, определяющих гидрологическую обстановку: направление и сила ветра, ин-

соляция, пресноводный сток, периодические и непериодические течения, а также характер биотопа, влияющий на состав размножающихся рыб. К общим чертам условий обитания на исследованных участках можно отнести значительные перепады температуры и солёности воды в период максимальной численности ихтиопланктона – в мае–июле. В то же время между разными участками отмечены существенные различия: лучший весенний прогрев на севере района вблизи впадения рек Дудинка и Долинка, значительное опреснение вблизи оз. Тунайча, узость шельфа и воздействие глубинных морских вод вблизи оз. Птичьё.

Более устойчивые погодные условия в районе впадения р. Дудинка, а также близкое расположение крупных элиторальных нерестилищ минтая и палтусовидной камбалы способствовали формированию на данном участке высокой численности икры этих видов. Участки р. Долинка и оз. Тунайча отличались преобладанием икры и личинок типичных для прибрежного комплекса видов. Вблизи р. Долинка максимальные концентрации ихтиопланктона обеспечивали личинки сельди, находящейся на высоком уровне численности, а в районе оз. Тунайча – икра длиннорылой камбалы, в последние годы образующая в присахалинских водах основу численности прибрежных ихтиопланктонных сообществ. Структура ихтиопланктона вблизи оз. Птичьё определялась южным положением участка, что обеспечивало возможность проникновения субтропического мигранта – японского анчоуса. Разнонаправленный транспорт икры и личинок рыб способствовал увеличению разнообразия видов в целом. В то же время узкий шельф и воздействие холодных глубинных вод снижали репродуктивное значение участка: численность ихтиопланктона, особенно резидентных видов, здесь была минимальной.

Факторный анализ позволил выделить ряд основных составляющих, оказывающих воздействие на структуру ихтиопланктона. Из абиотических факторов это – местоположение участков, различающихся морфологическим строением, особенностями метеорологического и гидрологического режимов. Но основное значение имеют биологические особенности видов, формирующих ихтиопланктонный комплекс: сезонность нереста и расположение нерестилищ доминирующих видов рыб.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы признательны всем сотрудникам лаборатории гидробиологии и других подразделений СахНИРО за помощь в сборе материала.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Авдеев Г.В., Овсянников Е.Е. 2006. Результаты оценки запаса североохоотоморского минтая по ихтиопланктонной съемке в 2005 г. // Изв. ТИНРО. Т. 145. С. 120–145.
- Архипов А.Г. 2015. Применение результатов изучения раннего онтогенеза морских промысловых рыб в рыбохозяйственной деятельности // Тр. ВНИРО. Т. 156. С. 16–37.
- Боровиков В.П. 2003. Statistica. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов. СПб.: Питер, 688 с.
- Великанов А.Я. 1988. Данные об икринках и личинках дальневосточной мойвы *Mallotus villosus socialis* у берегов южного Сахалина // Вопр. ихтиологии. Т. 24. Вып. 3. С. 425–430.
- Великанов А.Я. 2006. Новая волна миграций рыб южных широт к берегам Сахалина // Вестн. Сахалин. муз. № 13. С. 265–278.
- Великанов А.Я. 2018. Дальневосточная мойва: распределение, особенности биологии, динамика биомассы, проблемы и перспективы промыслового освоения // Вопр. рыболовства. Т. 19. № 3. С. 300–326.
- Горбунов А.О., Шевченко Г.В., Ковалев П.Д. и др. 2010. Природные условия замывания протоки озера Изменчивое (юго-восточное побережье острова Сахалин) // Вестн. ДВО РАН. № 3. С. 93–102.
- Григорьев С.С. 2007. Ранние стадии рыб северо-востока России (прибрежные морские воды и внутренние водоемы). Атлас-определитель. Владивосток: Дальнаука, 331 с.
- Гриценко О.Ф., Шилин Н.И. 1979. Экология размножения сельди Ныйского залива (Сахалин) // Биология моря. № 1. С. 58–65.
- Дехник Т.В. 1959. Размножение и развитие японской скумбрии *Pneumatophorus japonicus* (Houttuyn) у берегов Южного Сахалина // Исследования дальневосточных морей СССР. Вып. VI. М.: Изд-во АН СССР. С. 97–108.
- Дзен Г.Н., Бровка П.Ф., Лабай В.С. 2021. Лагунное озеро Птичьё (остров Сахалин) как объект туризма // Вестн. ДВО РАН. № 2. С. 83–88. [https://doi.org/10.37102/0869-7698\\_2021\\_216\\_02\\_09](https://doi.org/10.37102/0869-7698_2021_216_02_09)
- Епур И.В., Баланов А.А. 2015. Видовой состав и сезонная динамика ихтиопланктона прибрежной зоны западной части залива Петра Великого Японского моря в 2007–2010 гг. // Вопр. ихтиологии. Т. 55. № 4. С. 397–410. <https://doi.org/10.7868/S0042875215030030>
- Зверькова Л.М. 2003. Минтай. Биология, состояние запасов. Владивосток: Изд-во ТИНРО-центр, 248 с.
- Иванович В.М. 2006. Ихтиопланктон прибрежной зоны Юго-Восточной части Балтийского моря: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Калининград: АтлантНИРО, 24 с.
- Карасева Е.М. 2013. Влияние соленостного фактора на пространственно-временную динамику ихтиопланктона Балтийского моря // Тр. ЗИН РАН. Приложение № 3. С. 225–228.
- Карасева Е.М., Архипов А.Г., Ежова Е.Е. 2020. Ихтиопланктон Юго-Восточной Балтики в летний сезон: современные изменения в распределении и численности икры и личинок массовых видов рыб // Тр. ВНИРО. Т. 181. С. 165–177. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2020-181-165-177>
- Каталог позвоночных Камчатки и сопредельных морских акваторий. 2000. Петропавловск–Камчатский: Камчат. печат. двор, 166 с.
- Ким Сен Ток. 2002. Ресурсы донных рыб заливов Анива и Терпения // Рыб. хоз-во. № 1. С. 39–41.
- Ким Сен Ток. 2014. Пространственное распределение и многолетняя динамика биомассы демерсальных рыб в зоне Восточно-Сахалинского течения (Охотское море) // Вопр. ихтиологии. Т. 54. № 6. С. 672–681. <https://doi.org/10.7868/S0042875214060083>
- Ким Сен Ток, Шепелева О.Н. 2001. Структура шельфовых ихтиоценов северо-восточного Сахалина и залива Терпения // Там же. Т. 41. № 6. С. 750–760.
- Климова Т.Н. 2005. Ихтиопланктон Черного моря как индикатор экологического состояния шельфовых вод Украины: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: ИО РАН, 25 с.
- Лоция Охотского моря. 1998. Вып. 1. Южная часть моря. СПб.: Изд-во ГУНиО, 390 с.
- Микишин Ю.А. 1991. Геоморфология берегов залива Терпения (о. Сахалин) // Береговая зона дальневосточных морей. Л.: Изд-во ГО СССР. С. 69–84.
- Мухаметов И.Н., Мухаметова О.Н. 2017. Видовой состав и распределение ихтиопланктона в водах северо-восточного Сахалина // Вопр. ихтиологии. Т. 57. № 6. С. 675–688. <https://doi.org/10.7868/S0042875217050150>
- Мухаметова О.Н. 2014. Особенности формирования лагунных ихтиопланктонных комплексов на примере озера Птичьёго (юго-восточный Сахалин) // Чтения памяти В.Я. Леванидова. Вып. 6. С. 453–463.
- Мухаметова О.Н. 2019. Состояние ихтиопланктонного комплекса в заливе Невельского (юго-западный Сахалин) после аварийного разлива нефтепродуктов с танкера “Надежда” // Тр. СахНИРО. Т. 15. С. 202–223.
- Мухаметова О.Н. 2020а. Ихтиопланктон прибрежных вод восточной части залива Анива в 2018 г. // Там же. Т. 16. С. 39–60.
- Мухаметова О.Н. 2020б. Состояние нерестилищ дальневосточной мойвы *Mallotus catervarius* (Müller 1776) и морской малоротой корюшки *Hypomesus japonicus* (Brevoort, 1856) (сем. Osmeridae) на западном побережье о. Сахалин и в заливе Анива в 2017 г. // Там же. Т. 16. С. 61–83.
- Мухаметова О.Н., Баланов А.А. 2013. Ихтиопланктон лагунных озер юго-восточной части острова Сахалин. Южно-Сахалинск: Изд-во СахНИРО, 188 с.
- Мухаметова О.Н., Мухаметов И.Н. 2013. Ихтиопланктон прибрежной зоны залива Анива // Тр. СахНИРО. Вып. 14. С. 185–202.
- Овсянников Е.Е. 2004. Размерный состав пелагической икры минтая *Theragra chalcogramma* на нерестилищах северной части Охотского моря // Биология моря. Т. 30. № 6. С. 479–482.



- Овсянников Е.Е., Пономарёв С.С. 2014. Оценка состояния запасов минтая в Охотском море весной 2013 г. // Изв. ТИНРО. Т. 177. С. 114–124.
- Овсянников Е.Е., Овсянникова С.Л., Шейбак А.Ю. 2013. Динамика и структура запасов минтая в северной части Охотского моря в 2000-е гг. // Там же. Т. 172. С. 133–148.
- Одум Ю. 1986. Экология. Т. 2. М.: Мир, 376 с.
- Пищальник В.М., Бобков А.О. 2000. Океанографический атлас шельфовой зоны острова Сахалин. Ч. 1. Южно-Сахалинск: Изд-во СахГУ, 174 с.
- Радченко В.И., Кантаков Г.А., Шубин А.О. и др. 2002. Ихтиоцены и физические условия верхней эпипелагиали шельфа Юго-Восточного Сахалина в период после ската молоди лососей // Тр. СахНИРО. Т. 4. С. 70–92.
- Расс Т.С., Казанова И.И. 1966. Методическое руководство по сбору икринок, личинок и мальков рыб. М.: Пищ. пром-сть, 42 с.
- Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. 1983. Л.: Гидрометеиздат, 239 с.
- Самсонова А.В. 2005. Факторный анализ. Направления применения и неиспользованные возможности // Вестн. Балт. педагогической. Вып. 62. С. 67–75.
- Саушкина Д.Я. 2019. Ихтиопланктон Авачинской губы в 2014–2017 гг. // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. № 55. С. 126–137. <https://doi.org/10.15853/2072-8212.2019.55.126-137>
- Селифонова Ж.П. 2016. Структурно-функциональная организация экосистем заливов и бухт Черного и Азовского морей (российский сектор): Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 52 с.
- Соколовская Т.Г., Соколовский А.С., Енур И.В. 2010. Видовой состав и сезонная изменчивость ихтиопланктона прибрежной зоны залива Восток (залив Петра Великого, Японское море), собранного на световых станциях // Биология моря. Т. 36. № 2. С. 124–131.
- Соколовский А.С., Соколовская Т.Г. 2008. Атлас икры, личинок и мальков рыб российских вод Японского моря. Владивосток: Дальнаука, 223 с.
- Состояние промысловых ресурсов Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна: материалы к прогнозу общего вылова гидробионтов на 2020 г. 2020. Владивосток: Изд-во ТИНРО, 180 с.
- Стукач О.В. 2011. Программный комплекс Statistica в решении задач управления качеством. Томск: Изд-во ТПУ, 163 с.
- Тарасюк С.Н., Пушкинов В.В. 1982. 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: Изд-во ТИНРО. С. 58–62.
- Терехов А.Ю. 1994. Применение различных индексов видового сходства при изучении ихтиоценозов // Изв. ТИНРО. Т. 115. С. 154–157.
- Федорец Ю.В. 2010. Экология ихтиопланктонных сообществ морского мелководья и эстуариев рек северной части залива Петра Великого: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток: ТОИ ДВО РАН, 24 с.
- Фридлянд И.Г. 1950. Личинки и мальки сельди в водах юго-западного побережья о. Сахалин // Изв. ТИНРО. Т. 32. С. 157–158.
- Хузеева М.О., Като Э. 2011. Характеристики ветрового волнения на побережье о. Сахалин по данным наблюдений береговых гидрометеорологических станций // Избран. докл. III науч.-техн. конф. “Мореходство и морские науки – 2011”. Южно-Сахалинск: Изд-во СахГУ. С. 195–204.
- Шевченко Г.В., Любичкий Ю.В., Като Л.Н. 1994. Проявления штормовых нагонов в южной части острова Сахалин. Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 44 с.
- Шевченко Г.В., Частиков В.Н., Кириллов К.В., Кусайло О.В. 2018. Особенности гидрофизических процессов в районе мыса Свободный (юго-восточное побережье о. Сахалин) по данным инструментальных измерений // Геосистемы переходных зон. Т. 2. № 2. С. 81–91. <https://doi.org/10.30730/2541-8912.2018.2.2.081-091>
- Шевченко Г.В., Цхай Ж.Р., Частиков В.Н. 2020. Океанологические условия на юго-восточном шельфе о. Сахалин по данным съемок на стандартных разрезах и спутниковых наблюдений // Океанол. исследования. Т. 48. № 2. С. 51–68. [https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2020.48\(2\).4](https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2020.48(2).4)
- Шелехов В.А., Енур И.В., Баланов А.А. 2020. Видовой состав и структура ихтиопланктона северной части Японского моря в летний период 2017 г. // Вопр. ихтиологии. Т. 60. № 1. С. 40–51. <https://doi.org/10.31857/S0042875220010178>
- Шунтов В.П. 2016. Биология дальневосточных морей России. Т. 2. Владивосток: Изд-во ТИНРО-центр, 604 с.
- Шунтов В.П., Волков А.Ф., Темных О.С., Дулепова Е.П. 1993. Минтай в экосистемах дальневосточных морей. Владивосток: Изд-во ТИНРО, 426 с.
- An atlas of the early stage fishes in Japan. 1988. Tokyo: Tokai Univ. Press, 1160 p.
- Azeiteiro U.M., Bacelar-Nicolau L., Resende P. et al. 2006. Larval fish distribution in shallow coastal waters off North Western Iberia (NE Atlantic) // Estuar. Coast. Shelf Sci. V. 69. P. 554–566.
- Cattell R.B. 1966. The scree test for the number of factors // Multivar. Behav. Res. V. 1. № 2. P. 245–276. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2006.05.023>
- Fricke R., Eschmeyer W.N., van der Laan R. (eds.). 2021. Eschmeyer's catalog of fishes: genera, species, references. (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>. Version 08/2021).
- Johnson-Colegrove A., Ciannelli L., Brodeur R. 2015. Ichthyoplankton distribution and abundance in relation to nearshore dissolved oxygen levels and other environmental variables within the Northern California Current System // Fish. Oceanogr. V. 24. № 6. P. 495–507. <https://doi.org/10.1111/fog.12124>
- Matarese A.C., Kendall A.W. Jr., Blood D.M., Vinter B.M. 1989. Laboratory guide to early life history stages of North-

east Pacific fishes // US Dept. Comm. NOAA Tech. Rept. NMFS 80, 652 p.

*Moukhametov I.N., Chastikov V.N.* 2015. Peculiarities of spatial distribution of Alaska pollock and Bering flounder eggs off eastern Sakhalin in 2012 and 2014 years // Proc. 30-th Int. Symp. on Okhotsk Sea and Sea Ice. Mombetsu: OSCORA. P. 227–230.

*Moukhametova O.N.* 2013. Seasonal formation of ichthyoplankton complexes in Aniva Bay (Southern Sakhalin) // Proc. 28-th Int. Symp. on Okhotsk Sea and Sea Ice. Mombetsu: OSCORA. P. 62–65.

*Moukhametova O.N.* 2014. Reproductive and nursery potential of nearshore area in the East of Tatarskyi Strait // Proc. 29-th Int. Symp. on Okhotsk Sea and Sea Ice. Mombetsu: OSCORA. P. 288–291.

*Moukhametova O.N.* 2016. General features of ichthyoplankton structure in Busse Lagoon (Aniva Bay, South Sakhalin) // Proc. 31-st Int. Symp. on Okhotsk Sea and Sea Ice. Mombetsu: OSCORA. P. 293–296.

*Nakayama Sh.-I., Takasuka A., Ichinokawa M., Okamura H.* 2018. Climate change and interspecific interactions drive species alternations between anchovy and sardine in the western North Pacific: Detection of causality by convergent cross mapping // Fish. Oceanogr. V. 27. № 4. P. 312–322. <https://doi.org/10.1111/fog.12254>

*Olivar M.P.* 1990. Spatial patterns in relation of ichthyoplankton distribution to hydrographic features in the Northern Benguela region // Mar. Biol. V. 106. № 1. P. 39–48. <https://doi.org/10.1007/BF02114672>

StatSoft. 2012. Электронный учебник по статистике. М.: StatSoft. Available: <http://www.statsoft.ru/home/text-book/default.htm>