

УДК 574.5 (571.64)

## Макрозообентос эстуария малой лососевой реки острова Сахалин на примере р. Горная

Е. С. Корнеев, В. С. Лабай, Л. А. Живоглядова\*, О. Н. Березова,  
О. Б. Шарлай, Е. В. Абрамова, Е. С. Ахмадеева

\*Сахалинский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства  
и океанографии ("СахНИРО"), г. Южно-Сахалинск, Сахалинская обл., Россия;  
e-mail: l.zhivoglyadova@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2492-1336>

Информация о статье Реферат

Поступила  
в редакцию  
04.04.2024;

принята  
к публикации  
03.05.2024

Ключевые слова:

донные сообщества,  
молодь лососей,  
кормовая база,  
гидрологический  
режим, эстуарий

Эстуарии как связующее звено между пресноводными и морскими экосистемами в лососевых реках играют особую роль. От условий в эстуарных зонах рек зависит успех адаптации молоди лососевых рыб при переходе к морскому периоду жизни. Работа продолжает начатый ранее цикл публикаций по рекам о-ва Сахалин. На примере одного из малых водотоков юго-восточной части острова рассматриваются гидрологические параметры и особенности структурной организации сообществ макрозообентоса эстуария, не типичного по своим характеристикам. В отсутствии штормовых заплесков проникновения морских вод в эстуарий практически не происходит. Воды с соленостью более 12 psu отмечаются только в устье у дна во время прилива, в отлив эстуарий полностью заполняется водой с соленостью 0,1 psu и ниже. Исследования гидрологического режима и донной фауны были проведены в июле 2022 г. Пробы зообентоса отбирали по продольному профилю эстуария на пяти разрезах (суммарно 75 проб). Работы показали, что большую часть эстуария заселяют виды, характерные для нижней ритрали водотоков острова. Высокая изменчивость среды обуславливает формирование в этом эстуарии молодых и нестабильных сообществ макрозообентоса, представленных быстроразмножающимися мелкоразмерными видами.

Для цитирования

Корнеев Е. С. и др. Макрозообентос эстуария малой лососевой реки острова Сахалин на примере р. Горная. Вестник МГТУ. 2024. Т. 27, № 2. С. 126–141. DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2024-27-2-126-141>.

## Macrozoobenthos in the estuary of the small salmon river of Sakhalin Island on example of the Gornaya River

Egor S. Korneev, Vyacheslav S. Labay, Lyubov A. Zhivoglyadova\*, Olga N. Berezova,  
Oksana B. Sharlay, Evgeniya V. Abramova, Ekaterina S. Akhmadeeva

\*Sakhalin Branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography ("SakhNIRO"),  
Yuzhno-Sakhalinsk, Sakhalin region, Russia;  
e-mail: l.zhivoglyadova@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2492-1336>

Article info

Abstract

Received  
04.04.2024;

accepted  
03.05.2024

Key words:

bottom communities,  
juvenile salmon,  
food base,  
hydrological regime,  
estuary

Estuaries as a connecting link between freshwater and marine ecosystems play a special role in salmon rivers. The success of adaptation of juvenile salmonids during the transition to the marine period of life depends on the conditions in estuaries. The work continues the previously started series of publications on the rivers of Sakhalin Island. Using the example of one of the small watercourses in the southeastern part of the island, the hydrological parameters and the structural organization of benthos communities in the atypical estuary have been considered. In the absence of storm surges, penetration of sea water into the water body does not occur; at high tide, water with a salinity of more than 12 psu is observed only at the mouth at the bottom; at low tide, the estuary is completely filled with water with a salinity of 0.1 psu and lower. Studies of the hydrological regime and composition of the bottom fauna were carried out in July 2022. Zoobenthos samples were taken along the longitudinal profile of the estuary at five sections (75 samples in total). Most of the estuarine reach is inhabited by species characteristic of the lower parts of the island watercourses. High environmental variability determines the formation in the estuary of young and unstable benthos communities represented by rapidly reproducing small-sized species.

For citation

Korneev, E. S. et al. 2024. Macrozoobenthos in the estuary of the small salmon river of Sakhalin Island on example of the Gornaya River. *Vestnik of MSTU*, 27(2), pp. 126–141. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2024-27-2-126-141>.

## Введение

В современной терминологии эстуарий рассматривается как водный объект в устьевой области реки, характеризующийся процессами смешения речных и морских водных масс (Михайлов и др., 2009; Колтаков, 2017). Интерес исследователей к этим водным объектам обусловлен их особой функциональной ролью в системе морских и пресных водоемов, а также значением в жизнедеятельности многих морских и проходных видов (Столяров, 2011; Колтаков, 2017). В эстуариях лососевых рек условия нагула и гидрологический режим определяют выживаемость молоди лососевых рыб на одном из важнейших этапов жизненного цикла – переходе из пресноводных систем в морские (Волобуев и др., 2011; Изергин и др., 2018).

Настоящая работа продолжает цикл публикаций, посвященных особенностям организации донной фауны эстуариев лососевых рек о-ва Сахалин. Ранее на примере водотоков с хорошо выраженными эстуарными зонами (р. Мануй, бассейн Охотского моря и р. Сусуя, бассейн залива Анива) были показаны пространственная гетерогенность и изменение структуры сообществ макрозообентоса в градиенте солёности и других факторов среды (Лабай и др., 2022). В отличие от указанных водотоков многие малые реки о-ва Сахалин, сохраняющие в нижнем течении характер предгорного водотока, не имеют развитого эстуария. Затока солёных вод в такие водные объекты практически не происходит, структурирующая роль солёности в их эстуариях слабо выражена или отсутствует. Работа посвящена описанию гидрологического режима и особенностей организации донных сообществ подобных эстуариев на примере одного из водотоков восточной части острова – реки Горная.

Река Горная является базовой для лососевого рыбозаводного завода "ЛРЗ Горная" со средним выпуском молоди лососевых 25 млн шт., из которых 20 млн шт. приходится на кету. Сведения о гидрологическом режиме ее эстуария, количественных показателях донных сообществ, формирующих основу кормовой базы рыб, могут быть востребованы при оценке приемной емкости и иметь практическое значение при организации выпуска молоди рыб.

## Район исследований

Река Горная берет свое начало с западного склона г. Дружеская (высота 523 м) Западно-Лисянского хребта и впадает в зал. Терпения Охотского моря. Протяженность основного русла реки составляет 33 км, площадь бассейна – 138 км<sup>2</sup>.

Долина нижнего течения р. Горная широкая – до полутора километров. Ширина реки на этом участке варьирует от 8 до 45 м. Русло реки извилистое, местами раздваивается, имеются галечные косы длиной от 10 до 50 м. Чередование плесов и перекатов хорошо выражено, скорость течения на плесах достигает 0,6 м/сек, на перекатах – 1,0 м/сек, глубина соответственно 0,15–0,6 м и 0,1–0,4 м.

В роли верхней границы эстуария выступает гравийно-галечный перекат, расположенный в 100 м ниже пересечения с автодорогой (рис. 1). В ходе активных процессов переформирования русла морфология дна и берегов эстуария постоянно меняется. На рис. 1 представлены спутниковые снимки 2005 г. (а) и 2022 г. (б), позволяющие оценить масштаб этих изменений. К 2022 г. в результате спрямления нижнего участка русла протяженность эстуария р. Горная сократилась почти в два раза, в настоящее время длина эстуарной зоны реки составляет 0,3 км.

## Материалы и методы

Отбор и обработку проб макрозообентоса проводили в соответствии с принятыми методиками<sup>1</sup>. При отборе проб использовали складной бентометр (модификация бентометра Леванидова) с площадью 0,12 м<sup>2</sup>, фильтрующий конус (длина 0,6 м) изготовлен из мельничного газа с размером ячеек 220 мкм.

Бентосная съемка выполнена на пяти разрезах (рис. 2). Каждый разрез включал пять станций – рипаль у правого и левого берегов, фарватер и по обе стороны от фарватера.

---

<sup>1</sup> Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / под ред. В. А. Абакумова. Л. : Гидрометеоздат, 1983. 240 с. ; Методические рекомендации по сбору и определению зообентоса при гидробиологических исследованиях водотоков Дальнего Востока России : методическое пособие. М. : ВНИРО, 2003. 95 с.

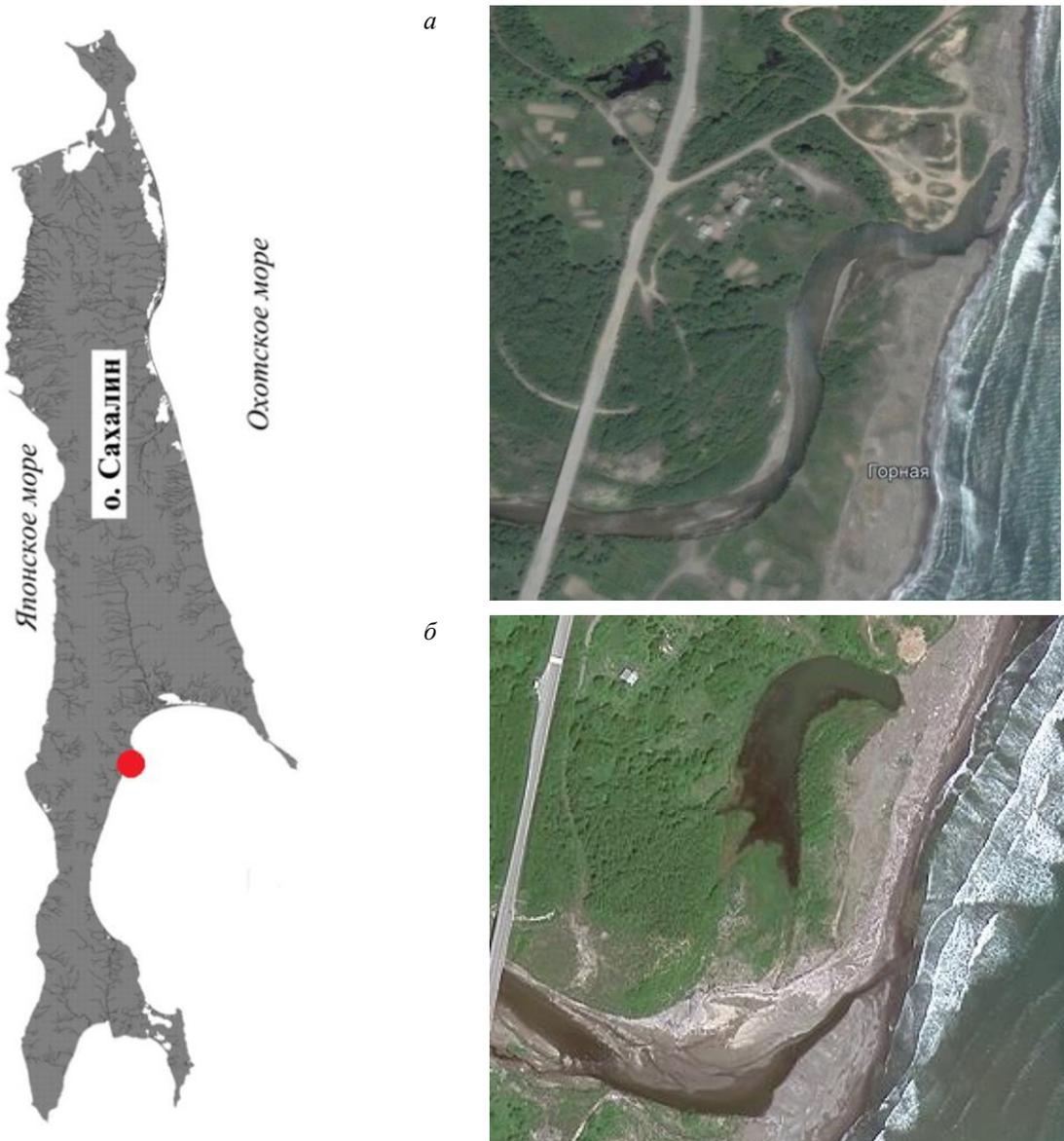


Рис. 1. Район работ, спутниковый снимок эстуария р. Горная: *а* – 2005 г., *б* – 2022 г.  
Fig. 1. Scheme of the study area, satellite image of the Gornaya River estuary: *a* – 2005, *б* – 2022



Рис. 2. Карта-схема разрезов на р. Горная  
Fig. 2. Map-scheme of sampling transects of the Gornaya River

Пробы на каждой станции отбирали в трех повторностях. Всего собрано 75 проб макробентоса (табл. 1). Фиксацию бентоса проводили 4%-м нейтрализованным формалином.

Таблица 1. Объем материала, собранного на р. Горная в июле 2022 г.  
Table 1. The volume of material collected on the Gornaya River in July, 2022

Разрез	Удаление от устья, км	Максимальная глубина, м	Элемент русла	Количество станций	Количество проб
1	0,00	0,2	устье	5	15
2	0,027	0,43	эстуарный плес	5	15
3	0,075	0,57	эстуарный плес	5	15
4	0,173	0,87	эстуарный плес	5	15
5	0,279	0,62	перекат	5	15
Всего					75

По всей толще воды на каждом разрезе параллельно с отбором проб бентоса с помощью мультипараметрического зонда Horiba U 5000G производили измерения солености водных масс (psu) и температуры (°C).

Структуру донных сообществ характеризовали по следующим параметрам: число видов ( $S$ ); удельная численность (плотность) ( $N$ , экз./м<sup>2</sup>); биомасса ( $B$ , г/м<sup>2</sup>); частота встречаемости (ЧВ, %). При описании видового состава "видом" обозначали "низший определяемый таксон" (Протасов, 2012). Удельную численность и биомассу определяли с учетом всех проб. Массовыми считались виды при ЧВ более 50 %.

Для классификационных и ординационных процедур в качестве меры обилия видов использовали показатель интенсивности метаболизма  $Q$  (кал/м<sup>2</sup> × ч), связывающий оценки численностей и биомасс в единую переменную. Этот показатель эквивалентен энергетическим затратам на дыхание всех особей и определяется по формуле (Кучерук и др., 1985; Мокиевский и др., 2012)

$$Q = k \cdot B_i^{0.75} \cdot N_i^{0.25},$$

где  $B_i$  (г/м<sup>2</sup>) – удельная биомасса вида;  $N_i$  (экз./м<sup>2</sup>) – удельная плотность вида.

Коэффициент  $k$  для разноногих ракообразных (Amphipoda) принят равным 0,302; для равноногих ракообразных (Isopoda) – 0,133; для личинок насекомых (Diptera, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera) – 0,189 (Голубков, 2000; Алимов и др., 2013).

Оценку сходства между станциями и разделение их по сообществам проводили, используя индекс Чекановского (Максимович и др., 1986). Станции отнесены к единому сообществу при превышении значения индекса 40 %. Расчет матриц и их кластеризацию выполняли в программе Statistica version 8. Кластеризацию исходных матриц осуществляли по методу невзвешенных парно-групповых средних (unweighted pair-group average).

Для описания структуры сообщества и определения доминирующих таксонов использовали коэффициент относительности (КО) – произведение относительной средней  $B$  (%) или показателя  $Q$  (%) на частоту встречаемости (%) (Лайт, 1961). Вид считали доминирующим (превалирующим), если значение КО находилось в интервале 1 000–10 000 (доля доминирующего вида от общей  $Q$  сообщества составляла более 10 % при ЧВ 100 %). Названия сообществ приведены по доминирующим видам.

Видовое разнообразие водных сообществ оценивали с использованием индекса видового разнообразия (энтропийного индекса) Шеннона – Винера ( $I_{\text{ВО}}$ , бит/экз.) (Shannon, 1948). Размерную структуру сообществ и степень ее трансформации оценивали АВС-методом (abundance-biomass comparison method) (Warwick, 1986) по АВС-индексу (Meire et al., 1990).

Для определения типа питания отдельных видов макрозообентоса применяли следующую номенклатуру трофических группировок: Br – макроизмельчитель, De – грунтофаг, Gr – соскребатель, Dt – собирающий детритофаг, Pr – хищник, Sc – падальщик, Su – сестонофаг (фильтратор). Для некоторых видов характерно совмещение нескольких типов питания, что выражалось в смешанной характеристике, например: De, Dt или Dt, Su или Dt, Br, Sc.

## Результаты исследований

### Гидрологическая характеристика эстуария р. Горная

В период проведения работ (7.07.2022) скорость течения на обследованном участке русла варьировала от 0,008 до 1,035 м/с. Максимальные значения отмечали в устье. Глубина изменялась от 0,05 до 0,87 м, батиметрический профиль вдоль продольной оси эстуария представлен на рис. 3. Там же показано вертикальное распределение солености водных масс.

В прилив морские воды с соленостью до 12 psu отмечали у дна на первом и втором разрезах. Проникновения морских вод вверх по течению реки выше 20–30 м от устья не происходило. В отлив речной сток полностью вытеснил морские воды с эстуарной зоны и соленость на всех разрезах составляла 0,1 psu.

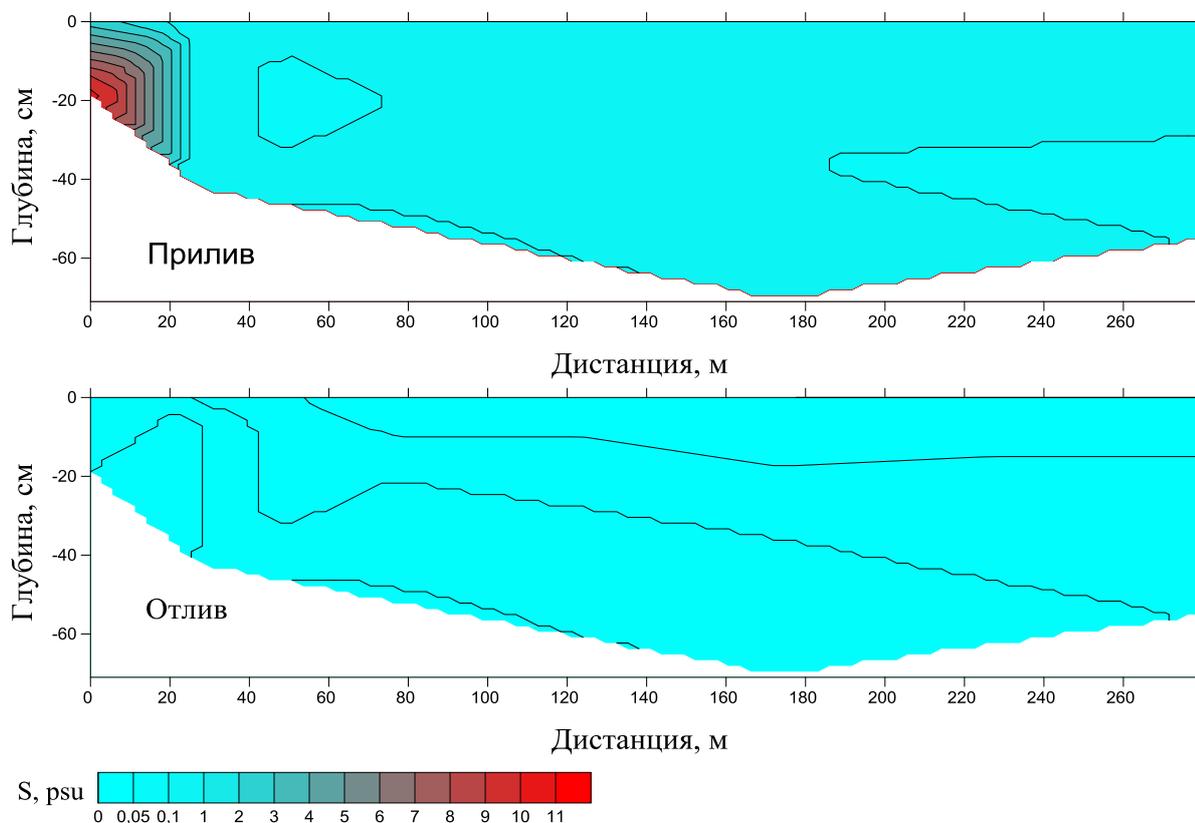


Рис. 3. Батиметрический профиль и вертикальное распределение солености водных масс вдоль эстуария р. Горная, 7 июля 2022 г. во время прилива (вверху) и отлива (внизу)

Fig. 3. Bathymetric profile and vertical distribution of salinity of water masses along the estuary of the Gornaya River, July 7, 2022 during high tide (above) and low tide (below)

#### Видовой состав и особенности пространственного распределения макробентоса

В составе донной фауны отмечено 44 вида донных беспозвоночных (табл. 2). Основу видового списка формировали личинки и куколки хирономид (22 вида). Второй по значимости группой таксоцена являлись личинки поденок – 10 видов, в составе прочих групп отмечено от 1 до 3 таксонов.

Таблица 2. Видовой состав макрозообентоса эстуария р. Горная, июль 2022 г.

Table 2. Species of macrozoobenthos in the estuary of the Gornaya River, July 2022

№	Группа	Вид	Разрезы				
			1	2	3	4	5
1	Amphipoda	<i>Ampelisca macrocephala</i> Liljeborg, 1852	+	-	-	-	-
2	Amphipoda	<i>Eogammarus kygi</i> (Derzhavin, 1923)	+	+	+	+	+
3	Amphipoda	<i>Photis spasskii</i> Gurjanova, 1951	+	-	-	-	-
4	Coleoptera	<i>Esolus</i> sp. (larv.)	-	-	-	+	-
5	Diptera	Chironomidae gen. sp. (larv.)	+	-	-	-	-
6	Diptera	<i>Chironomus (Lobochironomus) dorsalis</i> Meigen, 1818 (larv.)	-	-	+	+	-
7	Diptera	<i>Chironomus</i> sp. (pup.)	-	-	+	+	-
8	Diptera	<i>Corynoneura arctica</i> Kieffer, 1923 (larv.)	+	-	-	-	+
9	Diptera	<i>Demicryptochironomus vulneratus</i> (Zetterstedt, 1838) (larv.)	-	-	+	-	-
10	Diptera	<i>Doncricotopus bicaudatus</i> Saether, 1981 (larv.)	-	-	+	-	-
11	Diptera	<i>Eukiefferiella</i> gr. <i>gracei</i> (larv.)	-	-	-	+	-
12	Diptera	<i>Glyptotendipes gripekoveni</i> (Kieffer, 1913) (larv.)	-	-	+	-	-
13	Diptera	<i>Hexatoma</i> sp. (larv.)	-	-	+	-	-
14	Diptera	<i>Orthocladius frigidus</i> (Zetterstedt, 1838) (larv.)	-	-	+	-	-

15	Diptera	<i>Orthocladius (Orthocladius) gr. saxicola</i> (larv.)	–	+	+	–	–
16	Diptera	<i>Orthocladius</i> sp. (pup.)	–	–	+	–	–
17	Diptera	<i>Paratanytarsus inopertus</i> Walker, 1856 (larv.)	–	+	–	–	–
18	Diptera	<i>Polypedilum bicrenatum</i> Kieffer, 1921 (larv.)	–	–	+	+	+
19	Diptera	<i>Polypedilum (Polypedilum) pedestre</i> (Meigen, 1830) (larv.)	–	–	+	+	+
20	Diptera	<i>Polypedilum</i> sp. (pup.)	–	–	–	–	+
21	Diptera	<i>Procladius gr. choreus</i> (larv.)	–	–	–	+	+
22	Diptera	<i>Psectrocladius (s. str.) bisetus</i> Goetgh. (larv.)	–	–	+	+	+
23	Diptera	<i>Psectrocladius (s. str.) zetterstedti</i> Brundin, 1949 (larv.)	–	–	+	–	–
24	Diptera	<i>Sergentia baueri</i> Wülker et al., 1998 (larv.)	–	–	+	–	–
25	Diptera	<i>Tanytarsus</i> sp. (larv.)	+	–	+	+	+
	Diptera	<i>Tanytarsus</i> sp. (pup.)	+	–	+	+	+
26	Diptera	<i>Tokunagaia ambigua</i> Makarchenko et Makarchenko, 2006 (larv.)	–	–	+	–	+
27	Ephemeroptera	<i>Baetis (Acentrella) sibiricus</i> (Kazlauskas, 1963) (larv.)	+	–	–	–	+
28	Ephemeroptera	<i>Baetis (Baetis) sp.</i> (larv.)	+	+	+	+	+
29	Ephemeroptera	<i>Baetis ursinus</i> Kazlauskas, 1963 (larv.)	–	–	–	+	+
30	Ephemeroptera	<i>Ecdyogymnurus aspersus</i> Kluge, 1980	+	–	–	–	+
31	Ephemeroptera	<i>Ecdyonurus</i> sp.	–	–	–	–	+
32	Ephemeroptera	<i>Epeorus</i> sp. (larv.)	–	–	–	–	+
33	Ephemeroptera	<i>Epeorus (Belovius) sp.</i> (larv.)	–	–	–	–	+
34	Ephemeroptera	<i>Ephemerella aurivillii</i> Bengtsson, 1908 (larv.)	+	+	+	–	+
35	Ephemeroptera	<i>Neoleptophlebia japonica</i> (Matsumura, 1931) (larv.)	–	–	+	–	+
36	Ephemeroptera	<i>Rhithrogena (Rhithrogena) gr. lepnevae</i> (larv.)	–	+	–	–	–
37	Isopoda	<i>Synidotea cinerea</i> Gurjanova, 1933	+	–	–	–	–
38	Nematoda	Nematoda gen. sp.	+	–	+	–	+
39	Oligochaeta	<i>Specaria josinae</i> (Vejdovský, 1884)	+	+	+	+	+
40	Plecoptera	<i>Amphinemura borealis</i> (Morton, 1894) (larv.)	–	–	–	–	+
41	Plecoptera	<i>Sweltsa</i> sp. (larv.)	–	+	–	–	–
42	Plecoptera	<i>Suwallia</i> sp. (larv.)	+	+	+	–	+
43	Trichoptera	<i>Apatania</i> sp. (larv.)	–	–	+	–	+
44	Trichoptera	<i>Ceratopsyche orientalis</i> Martynov, 1934 (larv.)	–	–	+	–	–
	Итого		15	9	26	14	24

Длина видового списка по разрезам изменялась от 9 до 26 видов – с минимумом на втором и максимумом на третьем створах. В устьевой зоне эстуария были отмечены специфические морские беспозвоночные, занесенные с приливными водами, – амфиподы *Ampelisca macrocephala*, *Photis spasskii* и изопода *Synidotea cinerea*. Все остальные виды являлись обычными представителями нижней ритрали рек о-ва Сахалин. Массовым видом с частотой встречаемости 72 % являлась олигохета *Specaria josinae*.

Распределение количественных показателей вдоль продольной оси эстуария имело схожую динамику как по численности, так и по биомассе (рис. 4). От нижнего створа к верхнему плотность и биомасса беспозвоночных увеличивались. Этот рост достигал одного порядка по численности – с  $36 \pm 5,8$  до  $342 \pm 47,7$  экз./м<sup>2</sup>, и почти порядка по биомассе – с  $0,064 \pm 0,009$  до  $0,502 \pm 0,059$  г/м<sup>2</sup>.

В устье реки и на створе выше основу плотности формировали олигохеты (38–70 %). На третьем разрезе наблюдалась смена доминирующих групп и основной вклад в общую плотность вносили двукрылые (63 %). Схожей была ситуация и на четвертом разрезе, где также доминировали двукрылые (78 %). На верхнем створе численность двукрылых резко сократилась и доминирующее положение вновь заняли олигохеты (рис. 4, б).

Структура доминирования по биомассе изменялась аналогичным образом (рис. 4, в, г) с увеличением роли амфипод. В устье реки и створом выше преобладали поденки (49 %) и амфиподы (35 %). На третьем разрезе произошла смена доминант и основной вклад в общую биомассу вносили двукрылые (37–67 %). На верхнем разрезе структура доминирования восстановилась и лидирующее положение вновь заняли амфиподы и поденки.

Расположение критических для макробентоса участков оценивали по распределению вдоль оси эстуария значений индекса Шеннона – Винера (рис. 5). В р. Горная отклонения от стандартного соотношения индексов характеризовали весь эстуарий реки, кроме устьевых разреза.

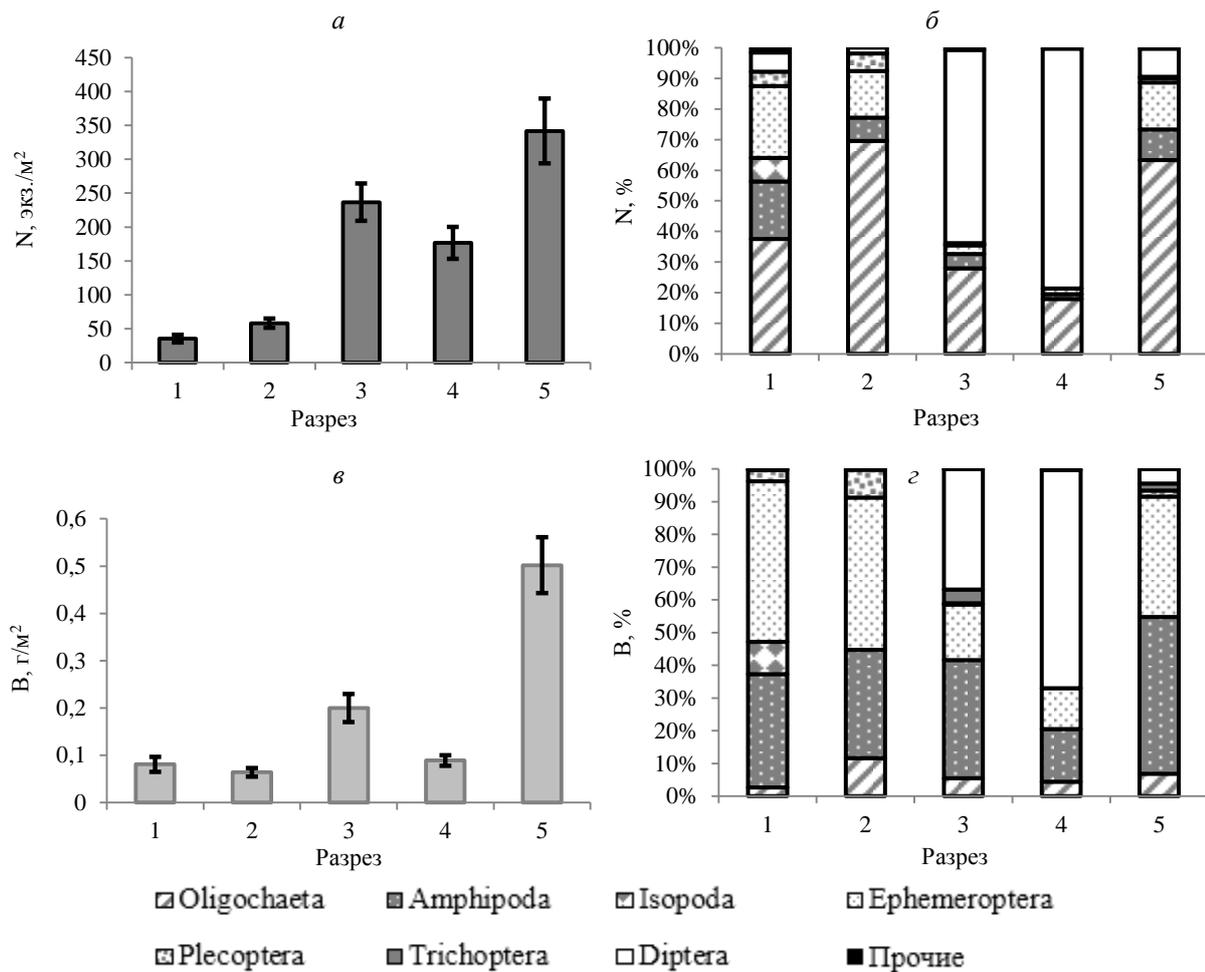


Рис. 4. Изменение общей плотности (а, б) и биомассы (в, з) макробентоса вдоль эстуария р. Горная  
 Fig. 4. Changes in the total density (а, б) and biomass (в, з) of macrobenthos along the estuary of the Gornaya River

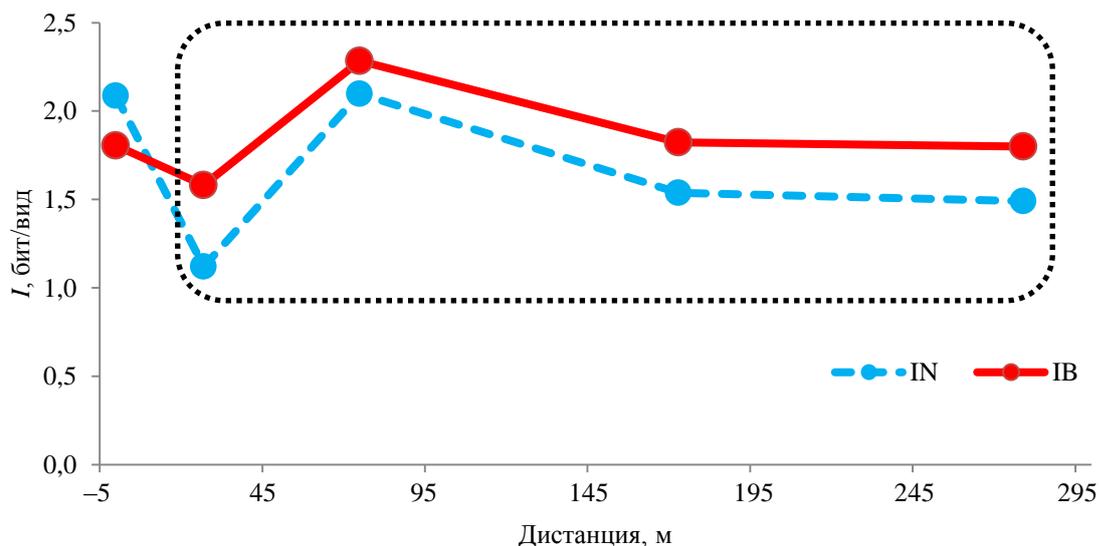


Рис. 5. Динамика индекса видового разнообразия по численности (IN) и биомассе (IB) макробентоса вдоль эстуария р. Горная  
 Fig. 5. Dynamics of the index of species diversity in terms of abundance (IN) and biomass (IB) of macrobenthos along the estuary of the Gornaya River

В распределении ABC-индекса (рис. 6) наблюдалось снижение на границах переходных зон. Положение нижней критической (граничной) точки на приустьевом створе закономерно показывало границу с морским прибрежьем. Критическая точка на разрезе 4 отмечала границу перехода эстуария к нижней ритрали реки.

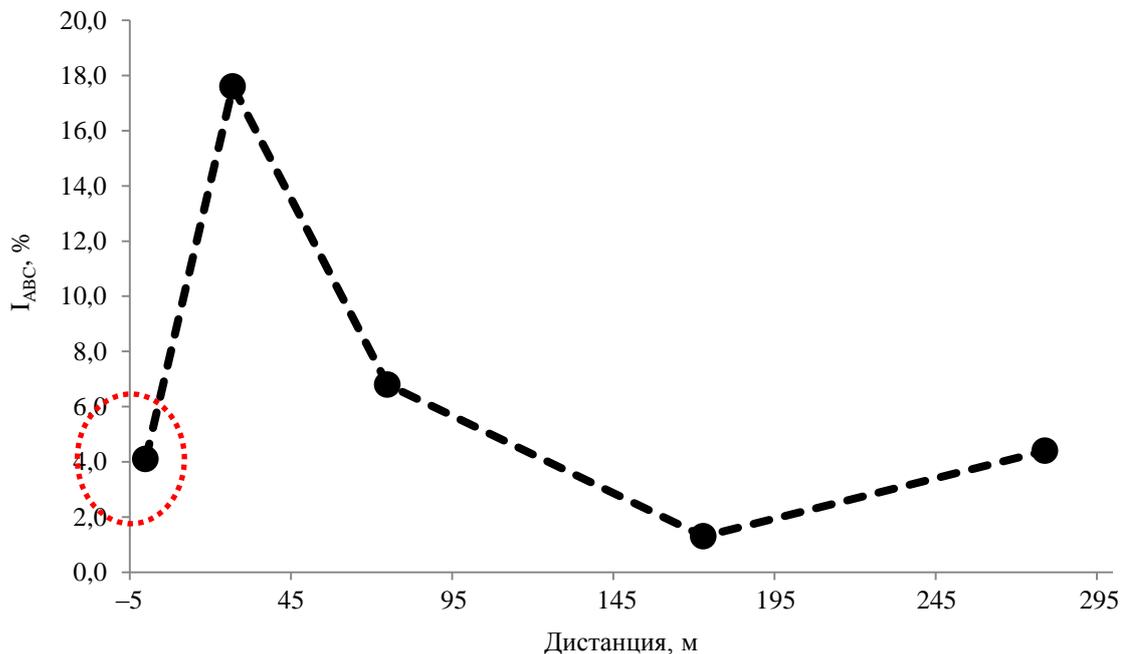


Рис. 6. Динамика ABC-индекса  $I_{ABC}$  макробентоса вдоль эстуария р. Горная  
 Fig. 6. Dynamics of the ABC-index  $I_{ABC}$  of macrobenthos along the estuary of the Gornaya River

#### Основные сообщества

На дендрограмме сходства станций по структуре макробентоса выделено шесть кластеров (рис. 7). Кластер "А" соответствовал донному сообществу с доминированием ракообразных *Eogammarus kygi*, доля доминанта от общей биомассы составляла 46 %. Диапазон глубин, на котором было выделено данное сообщество, варьировал от 0,1 до 0,87 м. Структура грунтов кластера включала мелкий песок с алевритом, мелкую и крупную гальку и булыжники (табл. 3).

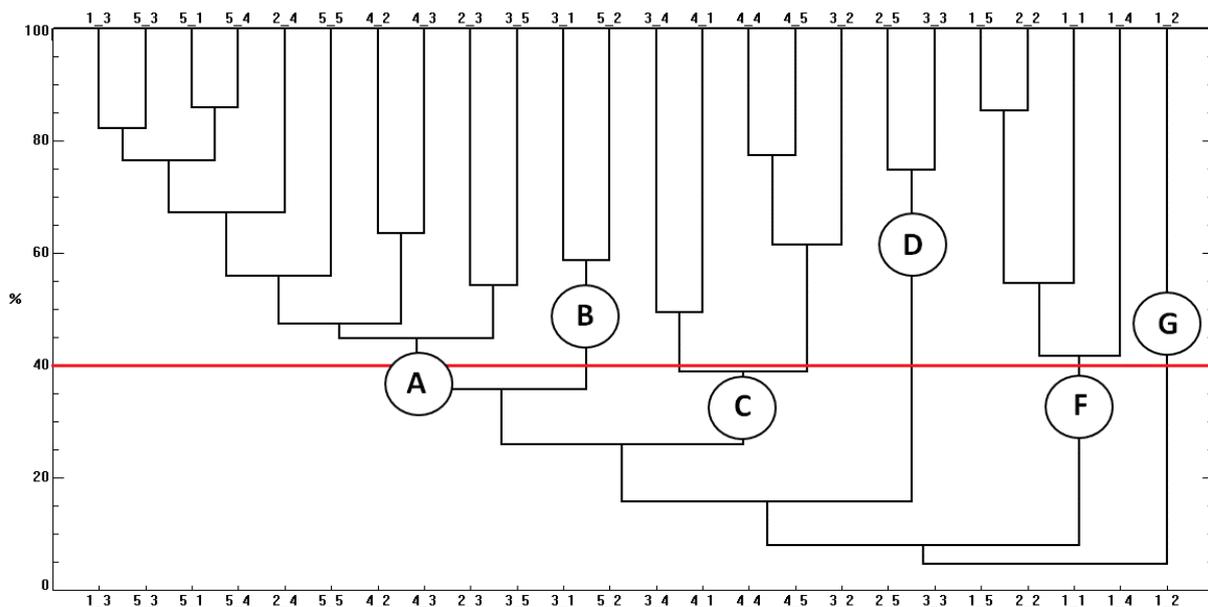


Рис. 7. Дендрограмма сходства станций макрозообентоса эстуария р. Горная  
 Fig. 7. Dendrogram of similarity of macrozoobenthos stations in the estuary of the Gornaya River

Таблица 3. Показатели обилия макробентоса донных сообществ эстуария р. Горная  
 Table 3. Abundance of macrobenthos in benthic communities of the estuary of the Gornaya River

Сообщество (по доминанту)	<i>Eogammarus kygi</i>	<i>Ephemera aurivillii</i> + <i>Baetis</i> sp.	<i>Tanytarsus</i>	<i>Specaria josinae</i>	<i>Baetis</i> sp.	<i>Baetis (Acentrella) sibiricus</i>	
Номер станций	1_3, 5_3, 5_1, 5_4, 2_4, 5_5, 4_2, 4_3, 2_3, 3_5	3_1, 5_2	3_4, 4_1, 4_4, 4_5, 3_2	2_5, 3_3	1_5, 2_2, 1_1, 1_4	1_2	
Глубина, м	0,1–0,87	0,32–0,62	0,24–0,57	0,15–0,48	0,05–0,4	0,15	
Тип грунта	от мелкого песка с алевритом до крупной гальки	от гальки с алевритом до крупной гальки	алеврит, песок	песок, алеврит, мелкая галька	галька, песок	галька	
<i>S</i> , psu	0,1–12	0,1	0,1	0,1	0,1–12	6	
<i>S</i> , видов	34	15	21	4	8	2	
<i>N</i> , экз./м <sup>2</sup>	226 ± 32	165 ± 16,6	253 ± 31	101 ± 11,5	29 ± 39	6	
<i>B</i> , г/м <sup>2</sup>	0,280 ± 0,039	0,201 ± 0,020	0,130 ± 0,015	0,017 ± 0,002	0,51 ± 0,007	0,016	
<i>B</i> <sub>доминанты</sub> , %	46,2	51,4	56,5	88,8	68,9	96,6	
В отдельных группах, %	Oligochaeta	5,5	6,0	5,6	88,8	1,9	3,4
	Amphipoda	46,2	10,7	6,6	0,0	5,5	0,0
	Isopoda	0,0	0,0	0,0	0,0	19,6	0,0
	Ephemeroptera	30,6	56,9	17,1	0,0	68,9	96,6
	Plecoptera	2,0	2,8	0,0	0,0	3,8	0,0
	Trichoptera	1,4	14,5	1,7	0,0	0,0	0,0
	Diptera	14,2	9,2	68,7	11,2	0,3	0,0
<i>I</i> , бит/вид	<i>N</i>	2,00	1,98	1,60	0,45	1,66	0,69
	<i>B</i>	2,04	2,04	2,11	0,45	0,98	0,15
<i>I</i> <sub>ABC</sub>	4,1	17,6	–1,1	0,1	16,8	23,3	

Следующий кластер "В" идентифицирован как сообщество поденок *Ephemerella aurivillii* и *Baetis* (*Baetis*) sp., в котором на долю доминирующих видов приходилось 51 % от общей биомассы. Состав грунтов сообщества был представлен галькой, алевритом, крупным песком и булыжниками на глубинах 0,32–0,62 м.

Кластер "С" объединял станции, локализованные на мелкодисперсных грунтах (алеваит, песок) с диапазоном глубин от 0,24 до 0,57 м. Доминировали в данном сообществе личинки и куколки двукрылых *Tanytarsus* sp., которые в сумме составляли 57 % от общей биомассы.

Следующий кластер "D" соответствовал сообществу малощетинковых червей *Specaria josinae*, которые формировали основную часть биомассы (89 %) на глубинах 0,15–0,48 м. Структура грунтов, на которых располагалось сообщество, включала песок, алеврит и мелкую гальку.

Сообщество личинок поденок *Baetis* sp. "F" было зафиксировано на глубинах 0,05–0,4 м преимущественно на галечных грунтах с небольшой примесью песка. Биомасса доминирующего вида составила 69 % от общей.

Последнее выделенное сообщество с доминированием личинок поденок *Baetis* (*Acentrella*) *sibiricus* – кластер "G" – располагалось на галечных грунтах на глубине 0,15 м. Они же слагали основу биомассы (96,6 %).

Распределение основных сообществ макробентоса в эстуарии р. Горная показано на рис. 8.

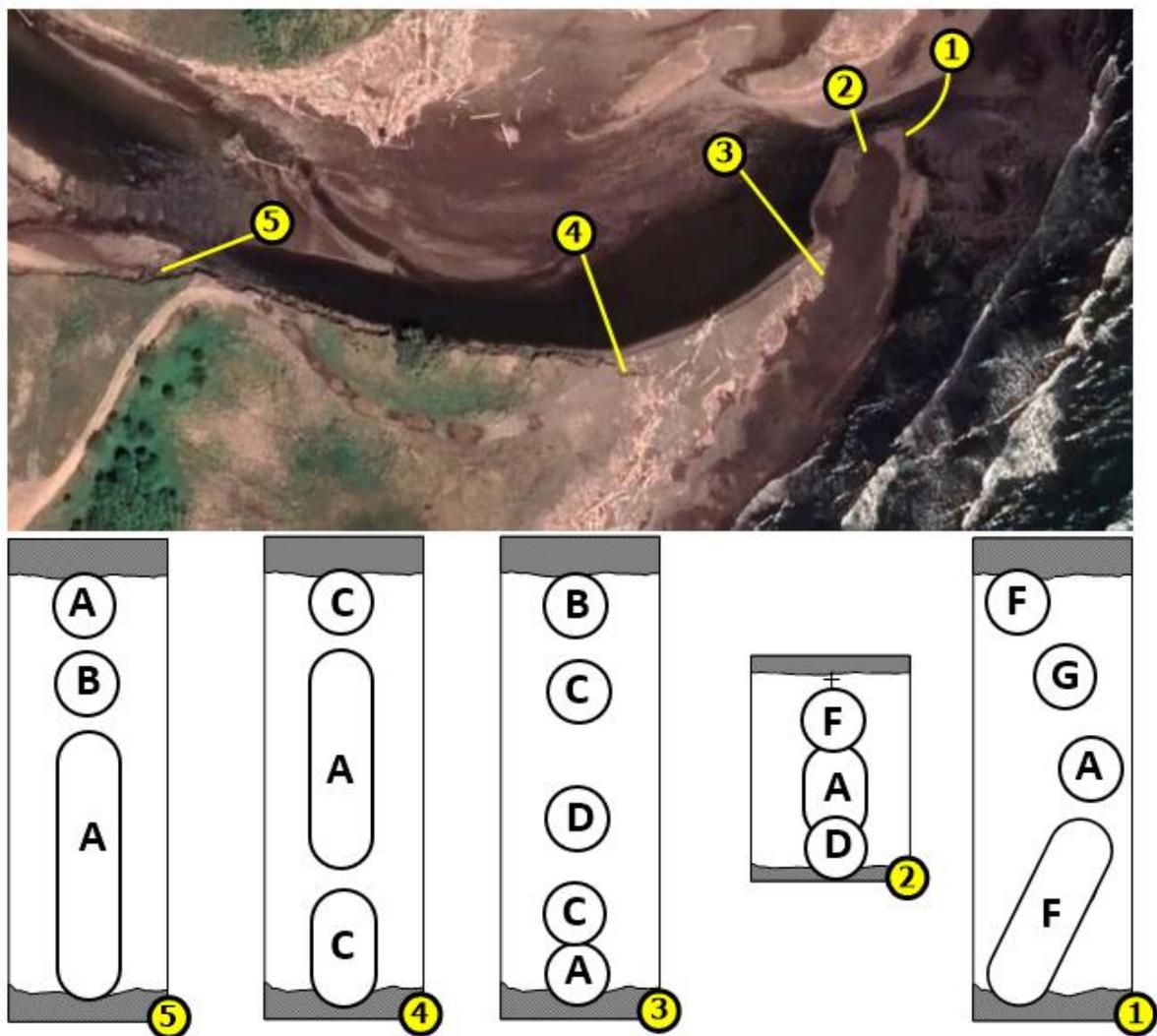


Рис. 8. Распределение основных сообществ макробентоса в эстуарии р. Горная, обозначения сообществ см. на рис. 7

Fig. 8. Distribution of main macrobenthos communities in the estuary of the Gornaya River, for community designations see Fig. 7

На ординационном плоте, показывающем сходство в распространении массовых видов бентоса, показателей обилия макробентоса в целом и известных абиотических факторов, большинство видов объединяются в одну группу (рис. 9), биомасса которых возрастает с уменьшением глубины.

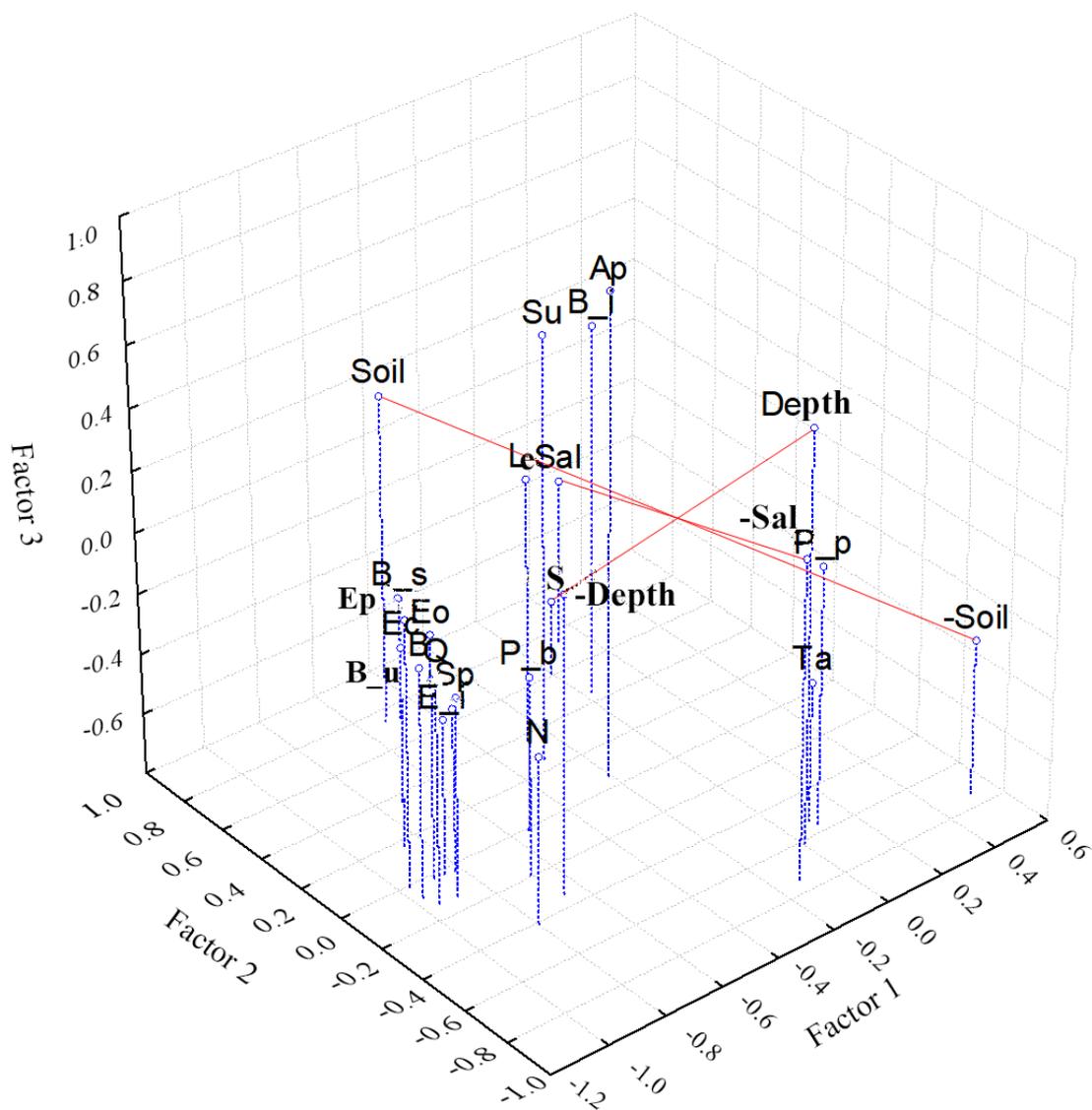


Рис. 9. Ординационный плот сходства массовых видов макробентоса, показателей обилия макробентоса и факторов среды; сокращения: Eo – *Eogammarus kygi*, P-b – *Polypedilum bicrenatum*, P-p – *Polypedilum (Polypedilum) pedestre*, Ta – *Tanytarsus* sp., B-i – *Baetis* sp., B-s – *Baetis (Acentrella) sibiricus*, Ec – *Ecdyogymnurus aspersus*, E-i – *Epeorus* sp., Ep – *Ephemerella aurivillii*, Le – *Neoleptophlebia japonica*, B-u – *Baetis ursinus*, Sp – *Specaria josinae*, Su – *Suwallia* sp., Ap – *Apatania* sp., Sol – солёность воды, Temp – температура воды, Depth – глубина, Soil – тип грунта, S – количество видов, N – плотность, B – биомасса, Q – эквивалент энергетических затрат бентоса на дыхание

Fig. 9. Ordination raft of similarity between mass species of macrobenthos, indicators of macrobenthos abundance and environmental factors; abbreviations: Eo – *Eogammarus kygi*, P-b – *Polypedilum bicrenatum*, P-p – *Polypedilum (Polypedilum) pedestre*, Ta – *Tanytarsus* sp., B-i – *Baetis* sp., B-s – *Baetis (Acentrella) sibiricus*, Ec – *Ecdyogymnurus aspersus*, E-i – *Epeorus* sp., Ep – *Ephemerella aurivillii*, Le – *Neoleptophlebia japonica*, B-u – *Baetis ursinus*, Sp – *Specaria josinae*, Su – *Suwallia* sp., Ap – *Apatania* sp., Sol – water salinity, Temp – water temperature, Depth – depth, Soil – soil type, S – number of species, N – density, B – biomass, Q – equivalent energy expenditure of benthos for respiration

### Трофическая характеристика

Из семи выявленных трофических групп основу биомассы макрозообентоса формировали всего три группы (рис. 10). В устье р. Горная "собирающие детритофаги", к которым относятся два вида поденок, четыре вида двукрылых и один вид изопод, создавали основу биомассы. Группа со смешанным типом питания "собирающие детритофаги + макроизмельчители + падальщики" была представлена одним видом амфипод *Eogammarus kygi* и имела второй по значимости вклад в общую биомассу. Третья по значимости группа "соскребатели" была представлена двумя видами поденок *Ephemerella aurivillii* и *Ecdyogymnurus aspersus*. Прочие группы – "грунтофаги", "микроизмельчители" и "сестонофаги" вносили наименьший вклад в общую биомассу как на устьевом разрезе, так и по всему эстуарию в целом. Выше по течению основные группы, которые доминировали в устье реки, сохраняли свой вклад в общую биомассу, меняя пропорции. Хищники в эстуарии р. Горная были представлены только на двух разрезах (3, 4 разрезы) и вносили незначительный вклад в биомассу – от 0,8 до 2,8 %.

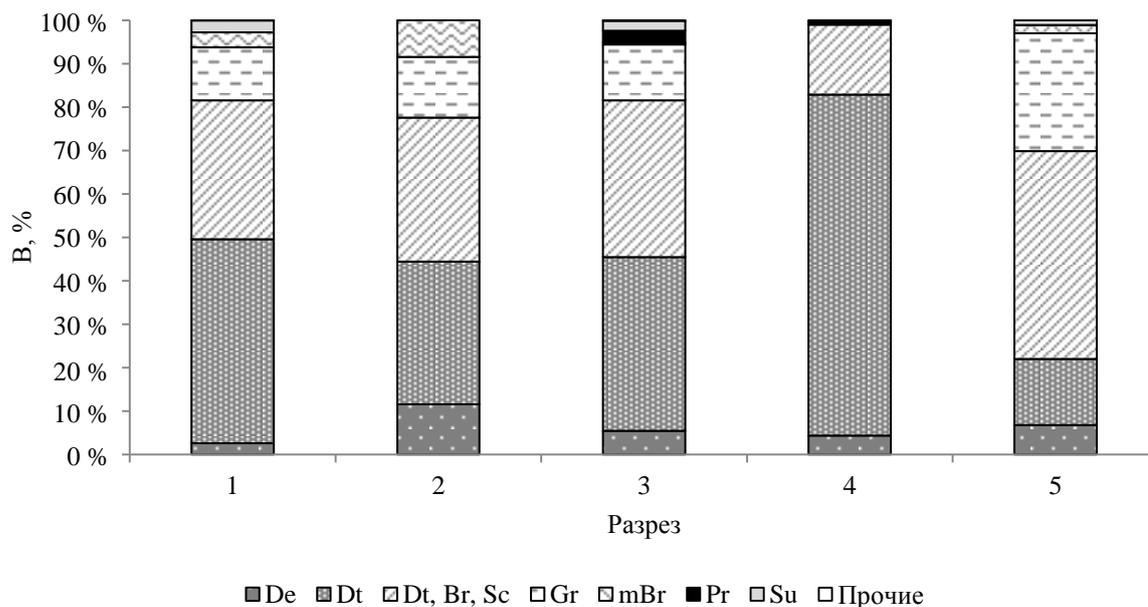


Рис. 10. Изменчивость биомассы ( $B$ ,  $г/м^2$ ) трофических групп макробентоса вдоль эстуария р. Горная  
Fig. 10. Variability of biomass ( $B$ ,  $г/м^2$ ) of trophic groups of macrobenthos along the estuary of the Gornaya River

### Обсуждение результатов

Исследования гидрологических характеристик р. Горная в июле 2022 г. показали нетипичную для эстуарных зон ситуацию по солености. Здесь практически отсутствовал градиент солености как вертикальный, так и в направлении от устья к верхней части. В прилив морские соленые воды проникали только в приустьевую часть, в отлив из-за сильного речного стока эстуарий полностью заполнялся пресной водой. По нашим наблюдениям, заплеск морских вод в эстуарий р. Горная происходит только под действием нагонных и штормовых волн, что сопровождается резким, но кратковременным увеличением солености. Согласно гидролого-морфологической типизации (Михайлов и др., 2009) данный эстуарий можно отнести к типу русловых эстуариев без устьевого расширения. Гидрологические процессы в таких эстуариях преимущественно находятся под влиянием речного стока, а влияние моря ограничивается сгонно-нагонными явлениями. Для данного случая, который нередко встречается в Сахалино-Курильском регионе, мы предлагаем ввести название "заплесковый эстуарий".

Несмотря на сравнительно малую протяженность эстуария, здесь был зарегистрирован внушительный видовой список донных беспозвоночных (44 вида). Для сравнения в эстуарии р. Мануй (протяженность 6,0 км) длина видového списка составляла 23 вида, в эстуарии р. Сусуя (8,5 км) – 57 видов. Большая часть представленных в эстуарии р. Горная беспозвоночных являлись типичными обитателями ритрала сахалинских рек (Живоглядова и др., 2012; Лабай и др., 2015). Личинки поденок рода *Vaetis* известны как обычная форма дрефта беспозвоночных (Живоглядова и др., 2015) и, по-видимому, были снесены в эстуарий речным потоком.

Изменения в качественном и количественном составе донной фауны по продольному профилю определялись особенностями гидрологического режима створов. Структурирующая роль солености

прослеживалась только на первых двух створах. Морские виды выше первого створа не проникали. На втором створе (27 м от устья), представляющим границу приливных вод, был отмечен минимум по числу видов. Здесь на одной из станций донные организмы вовсе отсутствовали. Третий створ (75 м от устья) характеризовался резкой сменой доминирующих групп. Четвертый и пятый створы (280 м от устья) представляли же типичную нижнюю ритраль с преобладанием сообщества *Eogammarus kygi* (Живоглядова и др., 2012; Лабай и др., 2015). Бокоплав *Eogammarus kygi* – реликт солоноватоводных плейстоценовых морей Японского и Охотского (Лабай, 2011), широко распространенный в низовьях сахалинских рек, где часто образует одноименное сообщество на участках, богатых детритом (Живоглядова и др., 2012).

Нестандартное соотношение индексов Шеннона – Винера характеризовало весь эстуарий реки, кроме устья. Это указывает на нестабильные условия эстуария, при которых формируются только молодые сообщества, представленные быстроразмножающимися мелкоразмерными видами.

Область критически низкой биомассы в эстуарии р. Горная находилась в приустьевой зоне, максимальная биомасса была отмечена на верхнем створе.

Трофическая структура является важным аспектом организации сообществ, позволяющим определить границы основных функциональных зон эстуариев. В эстуарии р. Горная при сравнительно небольшом числе групп – 7 (в рр. Мануй и Сусуя – 10) на всех разрезах наблюдалась схожая картина с доминированием одних и тех же трофических группировок и сменой вдоль оси эстуария только пропорциональных отношений друг к другу.

Гидрологический режим эстуариев имеет важное значение для молоди лососевых рыб в период ската, поскольку в условиях увеличения солености происходит осморегуляторная адаптация молоди к солености морской воды. Молодь горбуши в начальный период смолтификации более резистентна к условиям резко увеличивающейся солености воды, чем молодь кеты. Для молоди кеты при быстром переходе из пресной воды в морскую с соленостью около 30 ‰ гибель может достигать от 30 до 40 % (Волобуев и др., 2011). Полученные данные по солености указывают на неблагоприятные условия в эстуарии р. Горная для выпуска кеты.

### **Заключение**

На примере р. Горная рассмотрены особенности гидрологического режима и сообществ макрозообентоса эстуария руслового типа, в который в отсутствие штормовых заплесков проникновения морских вод практически не происходит. В прилив только в устье у дна отмечаются воды с соленостью более 12 psu, в отлив эстуарий полностью заполняется пресной водой. Влияние солености прослеживается на расстоянии не более 20–30 м от устья.

Показатели обилия зообентоса увеличиваются от устья эстуария к гравийно-галечному перекату, который является верхней границей эстуария. Нестабильные условия среды определяют существование в эстуарии молодых сообществ, представленных быстроразмножающимися мелкоразмерными видами.

Поскольку от условий эстуариев зависит успех адаптации молоди лососевых рыб в наиболее критический период онтогенеза, мониторинговые исследования гидрологии и кормовых ресурсов эстуарных зон лососевых рек о-ва Сахалин необходимо продолжить.

### **Благодарности**

Авторы работы выражают свою искреннюю благодарность сотрудникам Сахалинского филиала Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии ("СахНИРО"), принимавшим участие в полевом этапе исследований и камеральной обработке проб.

### **Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### **Библиографический список**

- Алимов А. Ф., Богатов В. В., Голубков С. М. Продукционная гидробиология / под ред. В. В. Хлебовича. СПб. : Наука, 2013. 342 с.
- Волобуев В. В., Марченко С. Л. Тихоокеанские лососи континентального побережья Охотского моря (биология, популяционная структура, динамика численности, промысел). Магадан : СВНЦ ДВО РАН, 2011. 303 с.
- Голубков С. М. Функциональная экология личинок амфибиотических насекомых / под ред. А. Ф. Алимова. СПб. : Зоол. ин-т, 2000. 294 с. (Труды Зоологического института ; т. 284).
- Живоглядова Л. А., Даирова Д. С., Лабай В. С. Состав, структура и сезонная динамика макрозообентоса рек восточного Сахалина // Известия ТИНРО. 2012. Т. 171. С. 199–209. EDN: PWWJAL.
- Живоглядова Л. А., Даирова Д. С., Лабай В. С. Состав сиртона и суточная динамика дрефта донных беспозвоночных в р. Тымь и ее верхнем притоке – руч. Угловом (о-в Сахалин) // Труды ВНИРО. 2015. Т. 154. С. 57–69. EDN: UADJVL.

- Изергин Л. И., Изергина Е. Е. Использование гематологических показателей молоди кеты и горбуши для оценки их адаптационного статуса в ранний морской период // Вестник Камчатского государственного технического университета. 2018. № 46. С. 66–72. DOI: <https://doi.org/10.17217/2079-0333-2018-46-66-72>. EDN: VQQVTA.
- Колпаков Н. В. Структурно-функциональная организация эстуарных экосистем северо-западной части Японского моря : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Владивосток, 2017. 48 с.
- Кучерук Н. В., Савилова Т. А. Количественная и экологическая характеристики донной фауны шельфа и верхнего склона района североперуанского апвеллинга // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. 1985. Т. 90, № 6. С. 70–79.
- Лабай В. С. Зоогеографический очерк фауны высших раков (Crustacea, Malacostraca) пресных и солоноватых вод острова Сахалин // Труды СахНИРО. 2011. Т. 12. С. 131–151. EDN: PCUKVB.
- Лабай В. С., Живоглядова Л. А., Полтева А. В. [и др.]. Водотоки острова Сахалин: жизнь в текучей воде. Южно-Сахалинск : Сахалинский областной краеведческий музей, 2015. 236 с.
- Лабай В. С., Корнеев Е. С., Абрамова Е. В., Ушаков А. А. [и др.]. Макробентос эстуария типичной "лососевой" реки острова Сахалин (на примере р. Мануй) // Известия ТИНРО. 2022. Т. 202, № 3. С. 640–660. DOI: <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2022-202-640-660>. EDN: FNQCDV.
- Максимович Н. В., Погребов В. Б. Анализ количественных гидробиологических материалов. Л. : ЛГУ, 1986. 97 с.
- Михайлов В. Н., Горин С. Л., Михайлова М. В. Новый подход к определению и типизации эстуариев // Вестник Московского университета. Сер. 5. География. 2009. № 5. С. 3–11. EDN: KZAPMH.
- Мокиевский В. О., Будаева Н. Е., Цетлин А. Б. Сообщества бентоса на модельном полигоне по данным дночерпательных съемок // Комплексные исследования подводных ландшафтов в Белом море с применением дистанционных методов. М. : Т-во науч. изд. КМК, 2012. С. 41–63. (Труды Беломорской биологической станции МГУ ; т. 11).
- Палий В. Ф. О количественных показателях при обработке фаунистических материалов // Зоологический журнал. 1961. Т. 40, № 1. С. 3–6.
- Протасов А. А. О взаимосвязи разнообразия со структурными показателями сообществ гидробионтов // Биология внутренних вод. 2012. № 4. С. 5–10. EDN: PFEZMD.
- Столяров А. П. Структурно-функциональная организация эстуарных экосистем Белого моря: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Москва, 2011. 44 с.
- Meire P. M., Dereu J. Use of the abundance/biomass comparison method for detecting environmental stress: Some considerations based on intertidal macrozoobenthos and bird communities // Journal of Applied Ecology. 1990. Vol. 27, N 1. P. 210–223. DOI: <https://doi.org/10.2307/2403579>.
- Shannon C. E. A mathematical theory of communication // The Bell System Technical Journal. 1948. Vol. 27. P. 379–423, 623–656.
- Warwick R. M. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities // Marine Biology. 1986. Vol. 92, Iss. 4. P. 557–562. DOI: <https://doi.org/10.1007/bf00392515>.

## References

- Alimov, A. F., Bogatov, V. V., Golubkov, S. M. 2013. Productive hydrobiology. St. Petersburg. (In Russ.)
- Volobuev, V. V., Marchenko, S. L. 2011. Pacific salmon of the continental coast of the Okhotsk Sea (biology, population structure, population dynamics, fishery). Magadan. (In Russ.)
- Golubkov, S. M. 2000. Functional ecology on aquatic insects. Ed. A. F. Alimov. Saint Petersburg. (In Russ.)
- Zhivoglyadova, L. A., Dairova, D. S., Labay, V. S. 2012. Composition, structure and seasonal dynamics of macrozoobenthos in rivers of eastern Sakhalin. *Izvestiya TINRO*, 171, pp. 199–209. EDN: PWWJAL. (In Russ.)
- Zhivoglyadova, L. A., Dairova, D. S., Labay, V. S. 2015. Composition of sirtan and daily dynamics of drift of benthic invertebrates in the Tym River and its upper tributary – Uglovoy Stream (Sakhalin Island). *Trudy VNIRO*, 154, pp. 57–69. EDN: UADJVL. (In Russ.)
- Izergin, L. I., Izergina, E. E. 2018. Using hematological parameters of juvenile chum salmon and pink salmon to assess their adaptive status in the early marine period. *Bulletin of Kamchatka State Technical University*, 46, pp. 66–72. DOI: <https://doi.org/10.17217/2079-0333-2018-46-66-72>. EDN: VQQVTA. (In Russ.)
- Kolpakov, N. V. 2017. Structural and functional organization of estuarine ecosystems in the northwestern part of the Japan Sea. Ph.D. Thesis. Vladivostok. (In Russ.)
- Kucheruk, N. V., Savilova, T. A. 1985. Quantitative and ecological characteristics of the bottom fauna of the shelf and upper region of the Northern Peruvian upwelling. *Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological Series*, 90(6), pp. 70–79. (In Russ.)
- Labay, V. S. 2011. Zoogeographical survey of the fauna of crayfish (Crustacea, Malacostraca) of fresh and brackish waters of Sakhalin Island. *Trudy SakhNIRO*, 12, pp. 131–151. EDN: PCUKVB. (In Russ.)
- Labay, V. S., Zhivoglyadova, L. A., Polteva, A. V. et al. 2015. Watercourses of the Sakhalin Island: Life in the running water. Yuzhno-Sakhalinsk. (In Russ.)

- Labay, V. S., Korneev, E. S., Abramova, E. V., Ushakov, A. A. et al. 2022. Macrobenthos of the estuary of a typical "salmon" river of Sakhalin Island (on example of the Manuy River). *Izvestiya TINRO*, 202(3), pp. 640–660. DOI: <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2022-202-640-660>. EDN: FNQCDV. (In Russ.)
- Maksimovich, N. V., Pogrebov, V. B. 1986. Analysis of quantitative hydrobiological materials. Leningrad. (In Russ.)
- Mikhaylov, V. N., Gorin, S. L., Mikhaylova, M. V. 2009. A new approach to the definition and typification of estuaries. *Lomonosov Geography Journal*, 5, pp. 3–11. EDN: KZAPMH. (In Russ.)
- Mokievskiy, V. O., Budaeva, N. E., Tsetlin, A. B. 2012. Benthic communities at the model site according to bottom-drawn survey data. *Trudy Belomorskoj biostantsii MGU. Kompleksnye issledovaniya podvodnykh landshaftov v Belom more s primeneniem distantsionnykh metodov*. Moscow, pp. 41–63. (In Russ.)
- Paliy, V. F. 1961. On quantitative indicators in the processing of faunal materials. *Zoologicheskij zhurnal*, 40(1), pp. 3–6. (In Russ.)
- Protasov, A. A. 2012. On the relationship between diversity and structural indicators of aquatic communities. *Inland Water Biology*, 4, pp. 5–10. EDN: PFEZMD. (In Russ.)
- Stolyarov, A. P. 2011. Structural and functional organization of estuarine ecosystems of the White Sea. Ph.D. Thesis. Moscow. (In Russ.)
- Meire, P. M., Dereu, J. 1990. Use of the abundance/biomass comparison method for detecting environmental stress: Some considerations based on intertidal macrozoobenthos and bird communities. *Journal of Applied Ecology*, 27(1), pp. 210–223. DOI: <https://doi.org/10.2307/2403579>.
- Shannon, C. E. 1948. A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27, pp. 379–423, 623–656.
- Warwick, R. M. 1986. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Marine Biology*, 92(4), pp. 557–562. DOI: <https://doi.org/10.1007/bf00392515>.

#### Сведения об авторах

**Корнеев Егор Сергеевич** – ул. Комсомольская, 196, г. Южно-Сахалинск, Сахалинская обл., Россия, 693023; Сахалинский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии ("СахНИРО");  
e-mail: egorich96052@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7701-9979>

**Egor S. Korneev** – 196 Komsomolskaya Str., Yuzhno-Sakhalinsk, Sakhalin region, Russia, 693023; Sakhalin Branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography ("SakhNIRO");  
e-mail: egorich96052@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7701-9979>

**Лабай Вячеслав Степанович** – ул. Комсомольская, 196, г. Южно-Сахалинск, Сахалинская обл., Россия, 693023; Сахалинский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии ("СахНИРО"), д-р биол. наук, вед. науч. сотрудник;  
e-mail: v.labaj@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0845-6059>

**Vyacheslav S. Labay** – 196 Komsomolskaya Str., Yuzhno-Sakhalinsk, Sakhalin region, Russia, 693023; Sakhalin Branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography ("SakhNIRO"), Dr. Sci. (Biology), Leading Researcher;  
e-mail: v.labaj@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0845-6059>

**Живоглядова Любовь Александровна** – ул. Комсомольская, 196, г. Южно-Сахалинск, Сахалинская обл., Россия, 693023; Сахалинский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии ("СахНИРО"), гл. специалист;  
e-mail: l.zhivoglyadova@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2492-1336>

**Lyubov A. Zhivoglyadova** – 196 Komsomolskaya Str., Yuzhno-Sakhalinsk, Sakhalin region, Russia, 693007; Sakhalin Branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography ("SakhNIRO"), Researcher; e-mail: L.zhivoglyadova@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2492-1336>

**Березова Ольга Николаевна** – ул. Комсомольская, 196, г. Южно-Сахалинск, Сахалинская обл., Россия, 693023; Сахалинский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии ("СахНИРО"), специалист;  
e-mail: olga.berezova@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5656-4599>

**Olga N. Berezova** – 196 Komsomolskaya Str., Yuzhno-Sakhalinsk, Sakhalin region, Russia, 693007; Sakhalin Branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography ("SakhNIRO"), Researcher; e-mail: olga.berezova@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5656-4599>

**Шарлай Оксана Борисовна** – ул. Комсомольская, 196, г. Южно-Сахалинск, Сахалинская обл., Россия, 693023; Сахалинский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии ("СахНИРО"), специалист;  
e-mail: [oksana.sharlay@yandex.ru](mailto:oksana.sharlay@yandex.ru), ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1126-238X>

**Oksana B. Sharlay** – 196 Komsomolskaya Str., Yuzhno-Sakhalinsk, Sakhalin region, Russia, 693007; Sakhalin Branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography ("SakhNIRO"), Researcher; e-mail: [oksana.sharlay@yandex.ru](mailto:oksana.sharlay@yandex.ru), ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1126-238X>

**Абрамова Евгения Владимировна** – ул. Комсомольская, 196, г. Южно-Сахалинск, Сахалинская обл., Россия, 693023; Сахалинский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии ("СахНИРО"), ст. специалист;  
e-mail: [evgesha.abramova.76@mail.ru](mailto:evgesha.abramova.76@mail.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7095-4980>

**Evgeniya V. Abramova** – 196 Komsomolskaya Str., Yuzhno-Sakhalinsk, Sakhalin region, Russia, 693007; Sakhalin Branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography ("SakhNIRO"), Senior Researcher; e-mail: [evgesha.abramova.76@mail.ru](mailto:evgesha.abramova.76@mail.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7095-4980>

**Ахмадеева Екатерина Сергеевна** – ул. Комсомольская, 196, г. Южно-Сахалинск, Сахалинская обл., Россия, 693007; Сахалинский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии ("СахНИРО"), специалист;  
e-mail: [katerina1894@bk.ru](mailto:katerina1894@bk.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7274-1826>

**Ekaterina S. Akhmadeeva** – 196 Komsomolskaya Str., Yuzhno-Sakhalinsk, Sakhalin region, Russia, 693007; Sakhalin Branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography ("SakhNIRO"), Researcher; e-mail: [katerina1894@bk.ru](mailto:katerina1894@bk.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7274-1826>