Известия ТИНРО

2019 **Том 196**

УДК 574.587(282.257.6)

В.С. Лабай[1, 2], А.И. Новоселова[1, 2], О.Н. Березова[2], О.Б. Шарлай[2], Т.С. Шпилько[2], В.Д. Никитин[2], А.П. Прохоров[2]*

[1] Сахалинский государственный университет,
693008, г. Южно-Сахалинск, ул. Ленина, 290;
[2] Сахалинский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии,
693023, г. Южно-Сахалинск, ул. Комсомольская, 196

МАКРОБЕНТОС КРЕНАЛИ И РИТРАЛИ ТИПИЧНОЙ «ЛОСОСЕВОЙ» РЕКИ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ О. САХАЛИН (НА ПРИМЕРЕ Р. ДАГИ)

Описаны структура, количественные показатели, особенности распределения вдоль русла реки и изменчивость основных сообществ макробентоса кренали и ритрали р. Даги (о. Сахалин). Наименьшими показателями обилия характеризуется креналь, увеличение видового богатства, плотности и биомассы макрозообентоса отмечается от кренали к ритрали и далее — к комбинированной зоне ритраль-потамаль. Приведены основные закономерности распределения сообществ макрозообентоса ритрали р. Даги: состав и структура макробентоса обусловлены приуроченностью к плесу или перекату, типом донных отложений, скоростью течения и литодинамическим режимом и формируют единый последовательный ряд.

Ключевые слова: креналь, ритраль, потамаль, макрозообентос, донное сообщество, Сахалин.

DOI: 10.26428/1606-9919-2019-196-138-154.

Labay V.S., Novoselova A.I., Berezova O.N., Sharlay O.B., Shpilko T.S., Nikitin V.D., Prokhorov A.P. Macrobenthos of the crenal and rithral zones of a typical «salmon» river in northeastern Sakhalin Island (on example of the Dagi River) // Izv. TINRO. — 2019. — Vol. 196. — P. 138–154.

Structure and quantitative indices of macrobenthos, features of its distribution along the river bed, and basic communities of macrobenthos are described for the crenal and rithral zones

* *Лабай Вячеслав Степанович, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: v.labaj@yandex.ru; Новоселова Алена Игоревна, лаборант, e-mail: ms.alenochk@mail.ru; Березова Ольга Николаевна, младший научный сотрудник, e-mail: olga.berezova@mail.ru; Шарлай Оксана Борисовна, специалист-гидробиолог, e-mail: oksana.sharlay@yandex.ru; Шпилько Татьяна Сергеевна, младший научный сотрудник, e-mail: tat.shpilko@yandex.ru; Никитин Виталий Дмитриевич, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: v.nikitin@sakhniro.ru; Прохоров Александр Петрович, старший научный сотрудник, e-mail: a.prokhorov@sakhniro.ru.*

Labay Vjacheslav S., D.Biol., leading researcher, e-mail: v.labaj@yandex.ru; Novoselova Alena I., laboratory assistant, e-mail: ms.alenochk@mail.ru; Berezova Olga N., junior researcher, e-mail: olga.berezova@mail.ru; Sharlay Oksana B., hydrobiologist, e-mail: oksana.sharlay@yandex.ru; Shpilko Tatiana S., junior researcher, e-mail: tat.shpilko@yandex.ru; Nikitin Vitaly D., Ph.D., leading researcher, e-mail: v.nikitin@sakhniro.ru; Prokhorov Alexander P., senior researcher, e-mail: a.prokhorov@sakhniro.ru.

of the Dagi River (northeastern Sakhalin) on the data collected in the expedition of Sakhalin State University in September 2017. Five river landscapes are described: 1) plain riverbed with significant alluvial forms; 2) mountain riverbed with significant alluvial forms; 3) plain riverbed with weak alluvial forms; 4) wellhead zone of a plain riverbed with significant alluvial forms; 5) estuary. The main elements of the river bed are partially mixed in the middle stream: the mountainous landscapes with significant alluvial forms are overlapped with the plain landscapes with weak alluvial forms. Distribution of macrobenthos along the river bed and the types of bottom communities are clearly corresponded with the river landscapes. So, the macrobenthos distribution in the Dagi River is physically controlled: the species diversity and abundance of macrozoobenthos increases downstream from the crenal to the rithral zone and further to the combined rithral-potamal zone. A significant increasing of the biomass is noted in the middle and lower rithral zone due to aggregations of freshwater pearl mollusc *Margaritifera dahurica* which confine with the spawning grounds of pacific salmons. The most common are the bottom communities of Hexatoma and *Gammarus lacustris*, which are noted almost in all surveyed areas. Other bottom communities are landscape-specific. In the rithral zone, composition and structure of macrobenthos are determined by distance to the riverbank, type of bottom sediments, flow velocity, and lithodynamic regime, so the communities form a consequence determined mainly by lithodynamic regime — the Hexatoma community in the lithodynamic zone of transportation could be followed either by the communities of Trichoptera, Plecoptera, and Diptera in the lithodynamic zone of erosion or by the communities of amphipods *G. lacustris* and larvae of day-flies *Ephemera sachalinenesis* in the lithodynamic zone of accumulation.

Key words: crenal zone, rithral zone, potamal zone, macrozoobenthos, bottom community, Sakhalin.

Введение

Макрозообентос рек о. Сахалин, состав и структура донных сообществ, их количественные характеристики практически не изучены и описаны в небольшом количестве работ [Сафронов и др., 2000; Живоглядова и др., 2012; Водотоки…, 2015; Спивак, 2017]. Среди перечисленных работ только в двух [Живоглядова и др., 2012; Спивак, 2017] содержатся очень ограниченные данные по составу и структуре макрозообентоса р. Даги — одной из крупнейших рек северо-восточной части о. Сахалин. Данные, приведенные в работе Э.Г. Спивака [2017], малодостоверны, так как большинство видов зообентоса определены неправильно. Состав зообентоса рек северо-восточного Сахалина, следуя этой работе, формируется представителями понто-каспийского комплекса (например, бокоплавами *Dikerogammarus villosus*, *D. haemobaphes*, *Corophium volutator*, кумовыми раками *Pterocuma rostrate*, *Pseudocuma ciliate*, мизидами *Mesomysis lacustris* и *M. kröyeri*). Кроме того, в данной работе отсутствует географическая и биотопическая привязка мест отбора проб.

В то же время отмечается рост востребованности знаний о макробентосе водотоков о. Сахалин в системе мониторинга речных экосистем и при описании кормовой базы речных ихтиоценов.

В сентябре 2017 г. в ходе комплексной экспедиции Сахалинского государственного университета были обследованы различные участки русла р. Даги, материалы этого обследования легли в основу данной работы.

Цель работы — описание состава, структуры, количественных характеристик и выявление основных закономерностей изменчивости макробентоса в типичной «лососевой» реке северо-восточного Сахалина.

Материалы и методы

Исследования проводились в бассейне р. Даги в сентябре 2017 г. Работы выполнялись в кренали и ритрали реки (типизация по Иллиесу [Illies, Botosaneanu, 1963]) (рис. 1, табл. 1). На 6 станциях было отобрано 80 проб макробентоса.

Дополнительно на всем протяжении маршрута была проведена съемка по выявлению морфологических характеристик русла. Всего было выполнено 740 станций для морфологического описания, при этом визуально оценивался тип руслового образования, измерялись его координаты, протяженность.

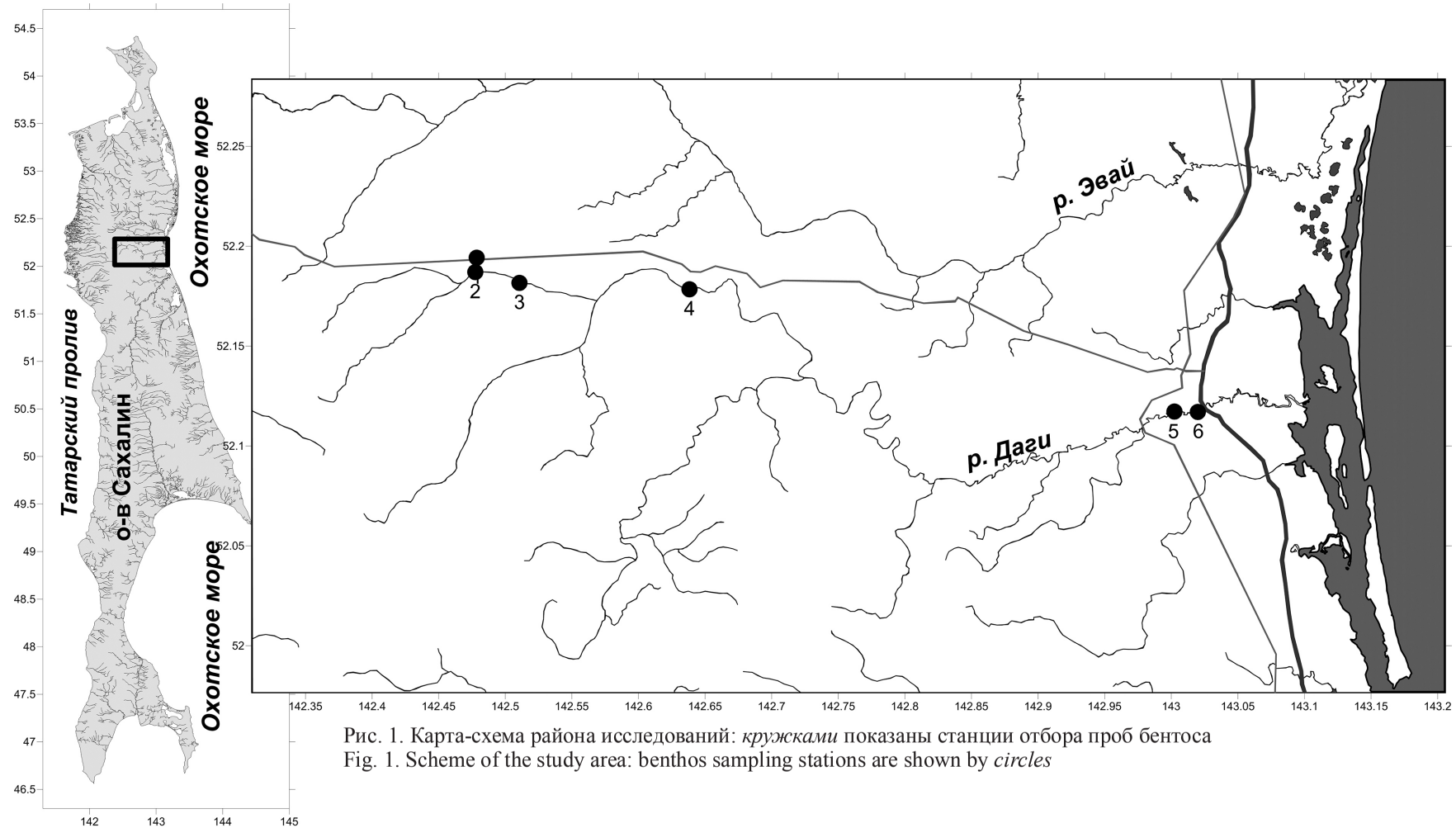

Рис. 1. Карта-схема района исследований: *кружками* показаны станции отбора проб бентоса
Fig. 1. Scheme of the study area: benthos sampling stations are shown by *circles*

Таблица 1

Объем собранных данных

Table 1

Collected data volume

Станция	Водоток	Зона	Элементы русла	Кол-во проб
1	Правый приток р. Прямой, приток III порядка р. Даги	Креналь-ритраль	Перекат/плес	6
2	Р. Карпынь — приток р. Даги	Верхняя ритраль	Перекат/плес	12
3	Р. Карпынь — приток р. Даги	Верхняя ритраль — потамаль	Плес	12
4	Р. Даги	Средняя ритраль	Перекат/плес	14
5	Р. Даги	Нижняя ритраль	Перекат/плес	18
6	Р. Даги	Нижняя ритраль — потамаль	Плес	18

Биотопы в пределах речной сети изучались с применением существующих типизаций русловых процессов [Чалов, 2008; Есин и др., 2009; Живоглядов и др., 2011]. Параметрами в описании речного русла являются соотношение участков плес/перекат, наличие ям и порогов, наличие древесных заломов, омутов и другие особенности. Типизация биотопов строится на основе различий участков русел по стандартным гидролого-морфологическим параметрам — прежде всего по глубине и скорости течения, также учитываются продольный и поперечный микроуклон русла, крупность частиц грунта, состояние потока и турбулентность потока [Есин и др., 2009]. Однако в реальных условиях неоднородность потока и рельефа речного дна не поддается точной пространственной оценке на микроуровне, так как расположение отдельных камней, гряд или промоин в руслах может быть случайным [Есин и др., 2009].

Для большинства рек Дальнего Востока важнейшим фактором изменения русловых процессов по длине служит переход от гор к равнине, который влечет за собой резкие различия крутизны русла по продольному профилю, увеличение размера (порядка) реки и закономерную смену морфодинамических типов русел [Есин и др., 2009].

По С.Р. Чалову [2008], для горной области характерны большие значения уклонов водной поверхности I и последовательная смена трех основных типов русел: порожисто-водопадные (I > 20 ‰), горные с неразвитыми (I > 7 ‰) и развитыми (I > 5 ‰) аллювиальными формами. В равнинной области уклоны водной поверхности рек не превышают 2 ‰.

Отбор проб макробентоса осуществлялся бентометром Леванидова (0,12 м^2)*. Отобранные пробы промывались на берегу, фиксировались 4 %-ным нейтрализованным формалином и этикетировались.

Измерения скорости течения проводились с помощью зонда ISUZU № 1396. Сбор данных проходил параллельно сбору проб макробентоса.

Для классификационных и ординационных процедур в качестве меры обилия видов использован показатель Q, (кал/м^2 · час), эквивалентный энергетическим затратам на дыхание всех особей i-того вида на удельной площади: $Q = k \cdot B_i^{0,75} \cdot N_i^{0,25}$ [Кучерук, Савилова, 1985; Azovsky et al., 2000], где B_i (г/м^2) и N_i (экз./м^2) — удельные биомасса и плотность i-того вида на 1 м^2. Из обобщенных данных коэффициент k принимается для Oligochaeta равным 0,178; для Gastropoda — 0,126; Bivalvia — 0,089; Amphipoda — 0,302; Mysida — 0,133; Plecoptera и Ephemeroptera — 0,233; Trichoptera и Coleoptera — 0,293; Odonata — 0,202 [Голубков, 2000; Алимов и др., 2013].

При выделении сообществ донных гидробионтов на условных станциях 1 и 2 использовался индекс сходства, впервые предложенный Я. Чекановским [Максимович, Погребов, 1986]: $C_{1,2} = 2\sum(MINx_{1i}, x_{2i}) / (\sum x_{1i} + \sum x_{2i})$, где x_i — величина обилия i-того вида (Q) на условных станциях соответственно 1 и 2. Пробы считались отобранными из одного сообщества при превышении значения индекса 40 %. Кластеризацию исходных матриц осуществляли по методу невзвешенных парно-групповых средних (unweighted pair-group average) [Дюран, Оделл, 1977].

* Методические рекомендации по сбору и определению зообентоса при гидробиологических исследованиях водотоков Дальнего Востока России. М.: ВНИРО, 2003. 95 с.

При описании структуры донных сообществ использовались следующие параметры: количество видов (*S*); удельная численность или плотность (*N*, экз./м^2); биомасса (*B*, г/м^2); относительная численность вида (*N*, % от общей численности макрозообентоса); относительная биомасса вида (*B*, % от общей биомассы макрозообентоса); частота встречаемости (*ЧВ*, %). Определяющим при структуризации сообществ был коэффициент относительности (*КО*), рассчитываемый как произведение относительной средней *B* (%) или показателя *Q* (%) на ЧВ (%) [Палий, 1961]. При структуризации сообществ учитывали долю каждого вида (формы) в средней общей *Q* макробентоса, *ЧВ* и *КО*. Вид считался доминирующим (превалирующим), если значение коэффициента относительности попадало в диапазон 1000–10000 (доля доминирующего вида от общей *Q* сообщества составляла более 10 % при ЧВ 100 %). Названия сообществ приведены по доминирующим видам.

Для выявления основных закономерностей в распределении бентоса применялось построение ординационного графа методом главных компонент [Калинина, Соловьев, 2003] в программе STATISTICA version 8.

Для оценки видового разнообразия водных сообществ использовался индекс видового разнообразия Шеннона-Уивера (I_{BO}, бит/экз.) [География..., 2002].

Результаты и их обсуждение

Параметры среды на обследованных участках. Река Даги имеет длину 98 км, площадь водосбора — 780 км^2. Отличительной чертой является повышенное грунтовое питание в зимний период, низкая мутность воды и высокое содержание растворенного органического вещества в воде. За счет широкого распространения верховых болот — марей — река дополнительно зарегулирована. В питании реки преобладают подземные воды, доля стока которых в годовом объеме составляет до 60 %, на долю талых вод приходится 30 %, дождевых вод — около 10 %. Весеннее половодье четко выражено. Начинается оно в конце апреля — начале мая и заканчивается в конце июня. Гидрограф стока половодья, как правило, двухвершинный. Летняя межень (июль-август) неустойчивая, прерывается небольшими дождевыми паводками. Значительная доля дождевых вод в период дождевых паводков идет на пополнение подземных вод, что обусловливает многоводную и устойчивую зимнюю межень [Ресурсы…, 1977].

В р. Даги отсутствует порожисто-водопадный элемент русла (I > 20 ‰). В отличие от рек северо-восточного Сахалина в среднем участке она пересекает горный массив — Дагинский хребет. Карта русловых процессов основного русла р. Даги, построенная по результатам исследований, показана на рис. 2.

На дендрограмме, построенной с использованием вклада русловых элементов (доля русловых элементов каждого типа на участок русла определенной длины, %), выделяется 5 кластеров, которые приурочены к определенным биотопам и элементам русла реки (рис. 3), описание выделенных гидроморфологических участков представлено в табл. 2.

Всего в р. Даги выделено 5 крупных гидроморфологических участков с разными типами биотопов, причем в среднем течении происходит усложнение структуры морфологии реки, здесь отмечается смешивание основных элементов русла: горного разветвленного с выраженными аллювиальными формами и равнинного с невыраженными аллювиальными формами.

А. Равнинный с выраженными аллювиальными формами, элементы русла — яма, подрезаный берег, перекат, плес. Река сильноизвилистая, в ней прослеживается характерное чередование глубоких ям-омутов, плесов на спрямленных участках и мелководных перекатов перед поворотом реки. Течение относительно спокойное. Большая часть ям образована завалами по основному руслу реки.

Б. Горный с выраженными аллювиальными формами, элементы русла — перекат, плес. Вверху исследуемого участка обнаружены выходы сильно разрушенных скальных отложений, скалистые платформы. Участки спокойного течения встречаются редко. Течение прямолинейное. Единично встречаются пороги и водоворотные ямы, часто встречаются сливы. Завалы редки. Небольшие односторонние заломы появляются в нижнем течении исследуемого участка.

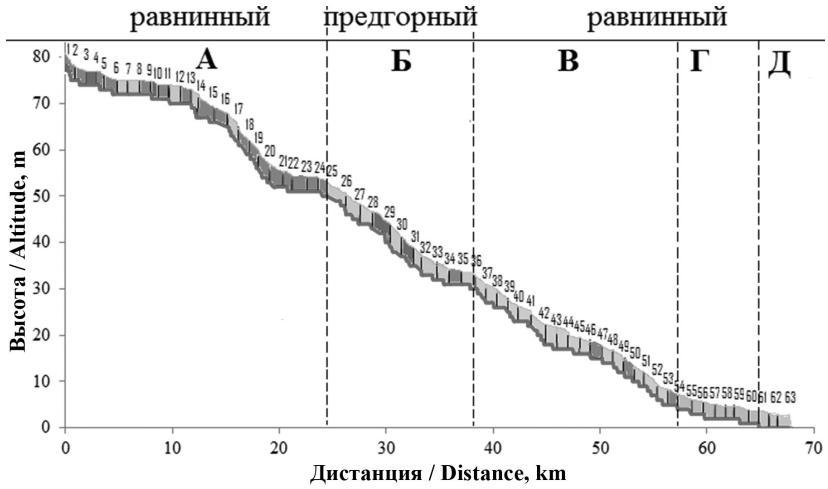

Рис. 2. Продольный профиль р. Даги. Высотные пояса: предгорный и равнинный. Гидроморфологические участки: **А** — равнинное русло с выраженными аллювиальными формами; **Б** — горное с выраженными аллювиальными формами; **В** — равнинное с невыраженными аллювиальными формами; **Г** — устьевой участок равнинного русла с выраженными аллювиальными формами; **Д** — эстуарий

Fig. 2. Alongstream profile of the Dagi River with two belts (mountain and plain) and five types of landscape: **А** — plain riverbed with significant alluvial forms; **Б** — mountain riverbed with significant alluvial forms; **В** — plain riverbed with weak alluvial forms; **Г** — wellhead zone of the plain riverbed with significant alluvial forms; **Д** — estuary

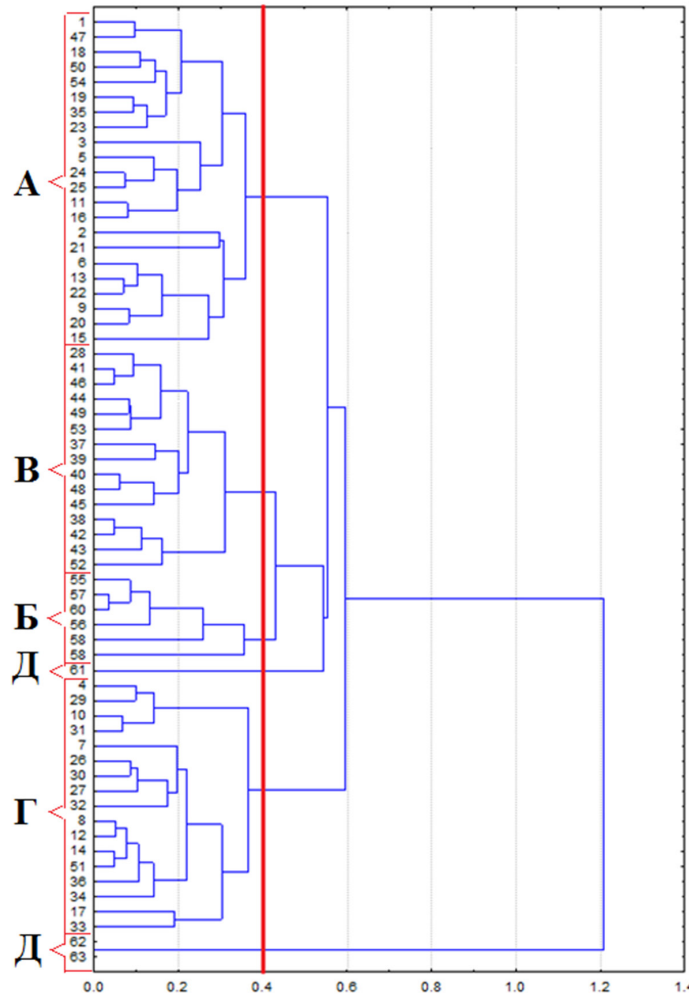

Рис. 3. Дендрограмма морфологического сходства участков р. Даги (обозначения как на рис. 2)

Fig. 3. Dendrogram of morphological similarity between the landscapes of the Dagi River (legend as for Fig. 2)

Таблица 2

Участки р. Даги, выделенные по расположению отдельных биотопов вдоль русла

Table 2

Sections of the Dagi River distinguished by location of biotopes along the riverbed

Участок	Элемент русла	Кол-во, биотопов	Доминирующий биотоп	В, %	ЧВ, %	Характерный биотоп	В, %	ЧВ, %
А	Равнинное с выраженными аллювиальными формами	6	Плес	63,7	100,0	Яма, подрезанный берег	8,1	63,6
			Перекат	19,4	90,9	Яма, омут	5,2	59,1
						Яма образована завалом	3,5	54,5
Б	Горное с развитыми аллювиальными формами	6	Перекат	62,1	100,0	Яма, подрезанный берег	5,9	64,7
			Плес	27,7	100,0	Яма образована завалом	1,8	23,5
						Яма, омут	2,3	17,6
В	Равнинное с неразвитыми аллювиальными формами	5	Яма, подрезанный берег	38,3	100,0	Яма, омут	2,3	40,0
			Перекат	31,5	100,0	Яма образована завалом	1,1	26,7
			Плес	26,8	100,0			
Г	Устьевой участок равнинного русла с выраженными аллювиальными формами	4	Яма, подрезанный берег	53,1	100,0	Яма, омут	8,0	83,3
			Плес	38,5	100,0	Затон	0,5	16,7
Д	Эстуарий	3	Яма, омут	41,9	100,0	–		

В. Равнинный с невыраженными аллювиальными формами, элементы русла — яма, подрезанный берег, перекат, плес. Снижение уклонов приводит к дифференциации форм руслового рельефа (плесы–перекаты–ямы). Появляются образования аллювиального происхождения (косы, побочни, осередки, острова). Под подмываемыми берегами возникают вихревые циркуляции, приводящие к дальнейшему росту кривизны излучин и образованию глубоких ям, которые используются рыбами для зимовки и отстаивания. Часты осередки и завалы.

Г. Устьевой участок равнинного русла с выраженными аллювиальными формами, элементы русла — перекат, плес. Ширина реки на устьевом участке увеличивается до 50 м, русловые деформации практически прекращаются. Поперечный профиль выравнивается, глубокие ямы исчезают, значительно сокращается число перекатов.

Д. Эстуарий, элементы русла — потамаль, яма. Течение в эстуарии несильное, направление его меняется в зависимости от прилива и отлива. Грунты в эстуарных лоханках (впадинах) — илистые, здесь оседают все речные взвеси.

Распределение количественных характеристик бентоса. В составе макробентоса водотоков бассейна р. Даги (креналь и ритраль) встречено 80 видов донных беспозвоночных и круглоротых. Основу видового состава формировали амфибиотические насекомые — 71 вид, среди которых наиболее значимыми группами были двукрылые (31 вид), ручейники (15 видов), поденки (13 видов) и веснянки (9 видов). Такое соотношение групп амфибиотических насекомых характерно для ритрали «лососевых» рек юга Дальнего Востока [Леванидова, 1982]. Отличительная особенность бассейна р. Даги — истоки реки находятся в верховых болотах, что приводит к сильному обеднению видового состава макробентоса и низким показателям обилия в кренали из-за гумидной подкисленной воды.

Отмечается увеличение (без учета жемчужниц) видового богатства, численности и биомассы макрозообентоса вниз по течению от кренали к ритрали и далее — к комбинированной зоне ритраль-потамаль (табл. 3). Кроме того, в средней и нижней ритрали отмечается резкий рост биомассы за счет скоплений крупных двустворчатых моллюсков — пресноводных жемчужниц *Dahurinaia dahurica* (средняя ритраль) и

Dahurinaia ussuriensis (нижняя ритраль), которые были приурочены к нерестилищам тихоокеанских лососей. Следует отметить, что в соответствии с работой О.К. Клишко [2014] оба определенных по морфологическим параметрам вида рода Dahurinaia, скорее всего, относятся к одному виду *Margaritifera dahurica*.

Таблица 3

Показатели обилия макробентоса обследованных водотоков бассейна р. Даги

Table 3

Indices of macrobenthos abundance, by water bodies in the Dagi River Basin

Станция	Показатель	Oligochaeta	Gastropoda	Bivalvia	Amphipoda	Mysidacea	Odonata	Ephemeroptera	Plecoptera	Trichoptera	Coleoptera	Diptera	Agnatha	Интегральные показатели обилия: *S* (видов), *N* (экз./м^2), *B* (г/м^2), *Q* (кал/м^2)
1	S	1	–	1	1	–	–	–	1	–	–	2	–	6
	N, %	16,7	–	16,7	16,7	–	–	–	16,7	–	–	33,2	–	8 ± 1
	B, %	4,8	–	39,8	3,6	–	–	–	6,0	–	–	45,8	–	0,023 ± 0,003
	Q, %	8,6	–	19,7	11,1	–	–	–	12,6	–	–	48,0	–	0,014 ± 0,002
2	S	1	–	–	1	–	–	6	5	5	–	10	–	28
	N, %	2,2	–	–	26,1	–	–	13,8	8,0	10,1	–	39,8	–	96 ± 11
	B, %	0,2	–	–	18,6	–	–	5,0	7,1	48,0	–	21,1	–	0,611 ± 0,082
	Q, %	0,3	–	–	26,3	–	–	5,8	6,7	40,9	–	20,0	–	0,446 ± 0,057
3	S	1	–	–	1	–	–	8	6	6	–	11	–	33
	N, %	0,2	–	–	70,9	–	–	8,6	4,5	4,1	–	11,7	–	291 ± 63
	B, %	0,02	–	–	56,3	–	–	3,0	2,8	29,0	–	8,9	–	1,928 ± 0,377
	Q, %	0,03	–	–	70,9	–	–	2,8	2,7	17,3	–	6,3	–	1,708 ± 0,376
4	S	1	–	1	1	–	–	6	6	8	1	13	1	38
	N, %	17,8	–	1,9	6,1	–	–	18,2	13,4	10,2	3,8	28,3	0,3	187 ± 19
	B, %	0,1	–	96,0	0,1	–	–	0,3	0,6	0,6	0,02	1,3	1,0	28,57 ± 6,69
	B*, %	1,7	–	–	2,4	–	–	7,3	14,5	15,7	0,5	32,9	25,1	1,139 ± 0,170
	Q, %	1,1	–	70,6	1,7	–	–	3,2	6,3	6,0	0,4	8,8	1,9	2,061 ± 0,398
	Q*, %	3,8	–	–	5,9	–	–	10,7	21,3	20,4	1,5	29,9	6,5	0,608 ± 0,072
5	S	1	1	–	1	–	–	7	6	12	2	15	–	45
	N, %	0,3	1,4	–	3,7	–	–	11,5	12,0	38,8	0,5	31,8	–	298 ± 32
	B, %	0,7	0,3	–	3,5	–	–	14,6	3,1	29,7	0,04	48,1	–	2,640 ± 0,313
	Q, %	0,5	0,3	–	5,2	–	–	12,1	4,2	40,8	0,1	36,8	–	1,684 ± 0,185
6	S	1	2	3	1	1	1	5	2	8	–	19	–	43
	N, %	11,6	6,3	7,6	1,9	2,7	0,4	9,6	0,8	14,4	–	44,7	–	688 ± 74
	B, %	0,3	1,1	91,0	0,1	0,2	0,7	3,1	0,02	2,5	–	1,0	–	59,11 ± 20,53
	B*, %	3,3	10,3	12,8	1,1	1,5	6,8	30,5	0,2	24,2	–	9,4	–	6,12 ± 0,67
	Q, %	3,4	5,0	36,3	1,6	1,5	2,6	18,5	0,2	22,1	–	8,8	–	4,514 ± 0,687
	Q*, %	5,0	7,3	6,4	2,4	2,1	3,8	27,2	0,3	32,4	–	13,0	–	3,073 ± 0,321

* Без учета крупных жемчужниц.

В целом в кренали по биомассе наиболее значимы личинки болотниц *Hexatoma* indet. и мелкие двустворчатые моллюски *Pseudeupera subtruncata*, которые совместно формировали 85 % общей биомассы.

Ниже по течению в верхней ритрали доминировали бокоплавы *Gammarus lacustris*, которые встречались в 50 % проб. Субдоминантами являлись болотницы *Hexatoma* indet. и личинки сетеплетущих ручейников *Arctopsyche palpata*. На долю этих трех видов приходилось 66 % всей биомассы.

При переходе к смешанной зоне верхняя ритраль — потамаль (ст. 3), где вдоль берегов формировались заросли водной растительности — мхов, водяной сосенки и ежеголовника, *G. lacustris* оставались превалирующим видом макробентоса. Также ключевым видом

были болотницы *Hexatoma* indet., вторым субдоминантом стали личинки ручейников *Hydatophylax* indet. Общая доля перечисленных видов в общей биомассе составляла 80 %.

В средней ритрали (ст. 4) на перекатах и плесах среди нерестовых бугров тихоокеанских лососей основу биомассы (96 %) формировали крупные двустворчатые моллюски *D. dahurica*, которые, однако, были обнаружены только в 14,3 % проб. Без их учета доминантом были болотницы *Hexatoma* indet. (31 % от интегральной биомассы). Еще 43,8 % общей биомассы создавали 5 ключевых видов — личинки веснянок *Megarcys* indet., *Arcynopteryx dichroa*, личинки поденок *Rhithrogena* (*Rhithrogena*) gr. *lepnevae*, личинки миног и бокоплавы *G. lacustris*.

При переходе к нижней ритрали (ст. 5), где жемчужницы фиксировались только визуально, но в пробы не попали, в состав доминантов входили болотницы *Hexatoma* indet. и личинки ручейников *A. palpata* (совместно — 36,3 % общей биомассы). Вклад остальных 5 ключевых видов — личинок поденок *Ephemera sachalinensis*, личинок комаров-долгоножек *Tipula* indet., бокоплавов *G. lacustris*, личинок ручейников *Ceratopsyche nevae* и Leptoceridae — составил интегрально 50,8 %.

При очередной смене зональности на нижнюю ритраль — потамаль (ст. 6) личинки поденок *E. sachalinensis* становились доминантом макробентоса. Значимую роль в структуре макробентоса также играли личинки ручейников *Hydatophylax* indet., *Apatania* indet., мелкие двустворчатые моллюски *Henslowiana henslowana*, брюхоногие моллюски *Cincinna tymiensis*, болотницы *Hexatoma* indet., малощетинковые черви и личинки стрекоз *Ophiogomphus obscurus*. Перечисленные виды формировали 91 % совокупной биомассы макробентоса.

В отличие от водотоков южной и средней частей о. Сахалин [Лабай, 2012; Водотоки…, 2015; Живоглядова и др., 2016], при переходе от кренали к ритрали возрастает роль разноногих раков, ручейников и веснянок при снижении роли двукрылых. В средней и нижней ритрали также значимы крупные двустворчатые моллюски — жемчужницы рода Dahurinaia, а при переходе от ритрали к потамали опять возрастает роль двукрылых, малощетинковых червей и представителей мелких двустворчатых и брюхоногих моллюсков. Низкие показатели обилия и видовое богатство макробентоса в кренали р. Даги не являются реакцией на скорость потока; расход воды, тип донных отложений и уклон русла достаточно типичны для водотоков северо-восточного Сахалина [Сафронов и др., 2000]. По этим показателям участки зоны кренали близки к участкам зоны ритрали: скорость течения изменялась в пределах 0,215–0,450 м/с, донные отложения варьировали от глинистых с мелким песком до гальки; отмечалась смена небольших плесов перекатами. Вероятно, основную роль в снижении обилия и видового богатства играют качество и кислотность воды, источником которой являются верховые болота.

Основные сообщества. Ценотическое сходство макрозообентоса на обследованных станциях без учета крупных двустворчатых моллюсков (жемчужниц) отражено на рис. 4.

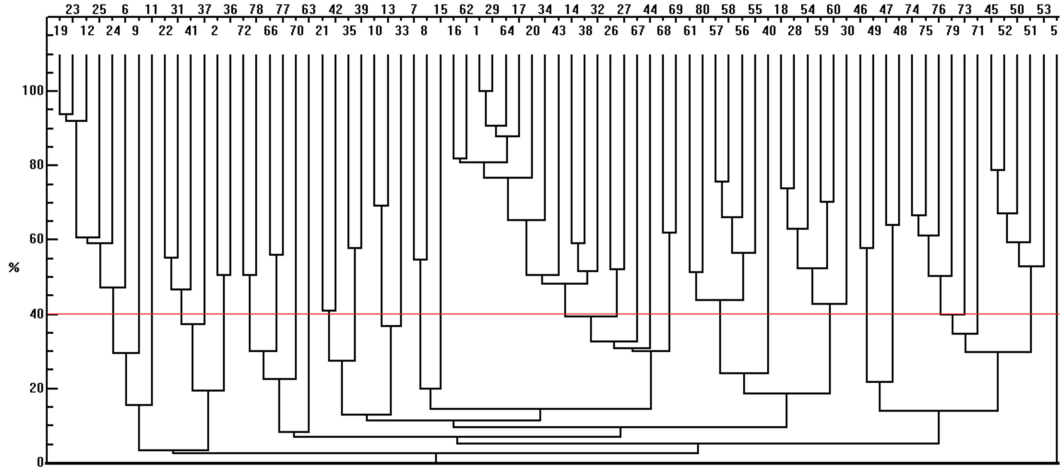

Рис. 4. Дендрограмма ценотического сходства проб макрозообентоса
Fig. 4. Dendrogram of cenotic similarity between samples of macrozoobenthos

Среди всего многообразия обособившихся кластеров, отождествляемых с донными сообществами (табл. 4), выделяются два, соответствующие основным донным сообществам ритрали р. Даги, которые отмечены в той или иной мере почти на всех станциях.

Первый кластер (16–27) соответствует донному сообществу с доминированием личинок болотниц Hexatoma (74,5 % от общей биомассы бентоса). Выделенное сообщество отмечено на всех станциях в диапазоне глубин 0,08–0,55 м, преимущественно на крупном песке с галькой или мелкой гальке в области фарватера плесов и, реже, перекатов, что соответствует литодинамической зоне транспортировки грунта. Реже данное сообщество наблюдалось на галечных грунтах, в этом случае оно было приурочено к нерестовым буграм тихоокеанских лососей, т.е. также к перемещаемым грунтам. Скорость течения в местах локализации сообщества изменялась в пределах 0,15–0,67 м/с, составляя в среднем 0,37 м/с. Индекс видового разнообразия по плотности был высоким — 2,68 бита/вид, по биомассе — гораздо ниже — 1,20 бит/вид.

Второй кластер (19–6) объединяет станции, локализованные в верхнем течении реки в кренали-ритрали, верхней ритрали и верхней ритрали — потамали. На этих станциях превалировали бокоплавы *G. lacustris* (88,5 % общей биомассы бентоса). Глубина в месте отбора проб составляла 0,04–0,40 м, грунт дна был разнообразным — от глинистого до каменистого со скалой. Обычно в местах отбора встречались коряжник и заросли водной растительности, преимущественно мхов *Fontinalis antipyretica*. Скорость течения составляла 0,04–0,41 м/с, в среднем 0,25 м/с. Индексы видового разнообразия по плотности и биомассе были низкими — соответственно 0,68 и 0,54 бита/вид.

Прочие выделенные кластеры соответствовали донным сообществам, строго приуроченным к определенным зонам реки.

Только в верхней ритрали на каменистом перекате р. Карпынь (приток р. Даги) обнаружены сообщества *Arctopsyche palpata* + *Gammarus lacustris* (кластер 10–13) и *Brachycentrus americanus* + Nemoura (кластер 7–8). Оба сообщества отмечались на небольшой глубине — до 0,3 м. Первое локализовано на слабом течении (до 0,5 м/с), второе обнаружено в зоне воздействия высоких скоростей течения (0,8–1,1 м/с). В сообществе *Arctopsyche palpata* + *Gammarus lacustris* доля доминантов в общей биомассе составляла 79,0 %. Это сообщество отличалось выраженной структурированностью по биомассе — индекс видового разнообразия равен 1,12 бита/вид, а по плотности составлял 2,40 бита/вид. Сообщество *Brachycentrus americanus* + Nemoura (доля доминант в общей биомассе — 63,8 %) характеризовалось высокими индексами видового разнообразия как по плотности, так и по биомассе (соответственно 2,31 и 1,64 бита/вид).

Донные сообщества Megarcys (кластер 22–41; вклад доминанты в общую биомассу — 52,6 %), *Arcynopteryx dichroa* + Apatania (21–42; 73,8 %) и Perlodidae + + *Arcynopteryx dichroa* (35–39; 69,7 %) индицируют зоны верхней ритрали — потамали и средней ритрали. Сообщество Megarcys отмечено на плесах и перекатах на жестких грунтах (от крупного песка с галькой до скалистой платформы), в тех случаях, когда грунт дна представлен крупным песком с галькой, роль крупных твердых частиц играли скопления жемчужниц. Скорость течения в местах отбора проб была достаточно высокой (0,24–0,58 м/с). Сообщество *A. dichroa* + Apatania отмечено на более подвижных грунтах — гальке с песком при скорости течения 0,34–0,41 м/с, а производное от него сообщество Perlodidae + *A. dichroa* было локализовано исключительно на галечнике при скорости течения 0,47–0,51 м/с. Перечисленные сообщества отличались высокими индексами видового разнообразия (по плотности — соответственно 2,23, 2,12 и 2,31 бита/вид, по биомассе — 1,60, 1,41 и 1,71 бита/вид). Данные сообщества сменяют друг друга при незначительной смене биотопических условий (тип грунта и скорость течения). Сообщества с превалированием *A. dichroa* типичны для средней ритрали р. Даги и уже отмечались ранее [Живоглядова и др., 2012] в ритрали р. Даги в осенний период как сообщество *Skwala pusilla* + *Capnia* sp. с близкими показателями обилия (*S. pusilla* — устаревший номен *A. dichroa*).

Таблица 4

Показатели обилия макробентоса донных сообществ бассейна р. Даги

Table 4

Indices of macrobenthos abundance for bottom communities of the Dagi River Basin

Наименование сообщества	Показатель	Таксономическая группа											В целом
		Ol	Bi	Ga	Am	My	Od	Ep	Pl	Tr	Co	Di	
Hexatoma	S, виды	1	–	1	1	–	–	6	4	9	1	13	36
	N, %	5,9	–	0,4	7,5	–	–	13,7	6,3	11,4	2,7	52,4	152,0 ± 15,2 экз./м²
	B, %	0,40	–	0,04	3,40	–	–	4,40	3,80	12,50	0,20	75,30	1,279 ± 0,182 г/м²
Gammarus lacustris	S, виды	1	–	–	1	–	–	5	4	2	–	5	18
	N, %	0,3	–	–	88,0	–	–	5,4	3,3	0,9	–	2,1	464 ± 89 экз./м²
	B, %	0,05	–	–	88,5	–	–	2,1	1,2	7,8	–	0,4	2,141 ± 0,491 г/м²
Arctopsyche palpata + *Gammarus lacustris*	S, виды	–	–	–	1	–	–	3	4	1	–	4	13
	N, %	–	–	–	9,5	–	–	23,8	19,0	23,8	–	23,9	88,0 ± 9,7 экз./м²
	B, %	–	–	–	8,6	–	–	3,4	14,9	70,4	–	2,7	1,508 ± 0,169 г/м²
Brachycentrus americanus + Nemoura	S, виды	1	–	–	–	–	–	2	2	2	–	4	11
	N, %	12,5	–	–	–	–	–	12,5	25,0	18,7	–	31,3	67,0 ± 6,4 экз./м²
	B, %	3,8	–	–	–	–	–	12,2	15,2	61,1	–	7,7	0,110 ± 0,011 г/м²
Megarcys	S, виды	–	–	–	1	–	–	3	4	1	–	3	12
	N, %	–	–	–	3,4	–	–	20,7	48,3	3,4	–	24,1	81,0 ± 9,3 экз./м²
	B, %	–	–	–	0,5	–	–	19,8	71,7	2,5	–	5,5	0,346 ± 0,039 г/м²
Arcynopteryx dichroa + Apatania	S, виды	1	–	–	–	–	–	1	2	2	–	4	10
	N, %	6,7	–	–	–	–	–	6,7	26,7	33,2	–	26,7	63,0 ± 6,0 экз./м²
	B, %	1,9	–	–	–	–	–	1,5	62,9	17,7	–	16,0	0,111 ± 0,011 г/м²
Perlodidae + *Arcynopteryx dichroa*	S, виды	1	–	–	–	–	–	4	3	3	1	3	15
	N, %	10,2	–	–	–	–	–	36,8	24,5	6,1	2,0	20,4	204,0 ± 21,1 экз./м²
	B, %	0,3	–	–	–	–	–	18,8	72,4	2,9	0,7	4,7	0,615 ± 0,059 г/м²
Leptoceridae + Tipula + Hexatoma	S, виды	–	–	1	1	–	–	3	2	4	–	7	18
	N, %	–	–	1,2	9,3	–	–	5,8	7,0	33,7	–	43,0	358,0 ± 34,3 экз./м²
	B, %	–	–	0,2	11,4	–	–	1,0	0,4	60,5	–	26,5	4,423 ± 0,438 г/м²
Arctopsyche ladogensis	S, виды	–	–	1	1	–	–	–	2	4	–	3	11
	N, %	–	–	1,1	2,2	–	–	–	4,3	81,5	–	10,9	383,0 ± 46,2 экз./м²
	B, %	–	–	0,1	2,3	–	–	–	1,3	78,0	–	18,3	1,428 ± 0,176 г/м²

Nemoura + Hexatoma + *Arctopsyche ladogensis*	S, виды	–	–	1	1	–	–	–	4	2	–	3	11
	N, %	–	–	2,9	2,9	–	–	–	40,0	14,2	–	40,0	146,0 ± 14,0 экз./м^2
	B, %	–	–	0,8	0,2	–	–	–	55,9	7,1	–	36,0	0,798 ± 0,081 г/м^2
Apatania + *Ephemera sachalinenesis* + Oligochaeta + + Hexatoma + Hydatophylax	S, виды	1	–	–	1	1	1	3	2	6	–	9	24
	N, %	17,9	–	–	0,9	0,1	0,3	5,1	1,3	21,2	–	53,2	1057 ± 109 экз./м^2
	B, %	12,3	–	–	0,9	0,1	1,7	26,8	0,4	39,3	–	18,5	4,765 ± 0,502 г/м^2
Cincinna tymiensis + *Neomysis awatschensis* + + *Ephemera sachalinenesis*	S, виды	–	1	2	–	1	–	1	–	–	–	2	7
	N, %	–	5,3	61,4	–	19,3	–	7,0	–	–	–	7,0	238,0 ± 24,1 экз./м^2
	B, %	–	9,3	62,4	–	6,2	–	20,3	–	–	–	1,8	3,094 ± 0,324 г/м^2
Henslowiana henslowana	S, виды	–	1	2	–	1	–	1	–	–	–	4	9
	N, %	–	50,0	16,7	–	14,3	–	2,4	–	–	–	16,6	175,0 ± 16,8 экз./м^2
	B, %	–	84,0	9,3	–	6,1	–	0,3	–	–	–	0,3	1,751 ± 0,169 г/м^2
Hexatoma + *Arctopsyche ladogensis* + *Ephemera sachalinenesis*	S, виды	1	–	–	1	–	–	2	3	7	2	7	23
	N, %	0,5	–	–	2,5	–	–	16,2	8,3	37,3	1,5	33,7	340,0 ± 31,7 экз./м^2
	B, %	0,7	–	–	1,6	–	–	31,0	1,8	25,5	0,1	39,3	2,711 ± 0,281 г/м^2
Ephemera sachalinenesis + *Henslowiana henslowana*	S, виды	1	2	2	1	1	1	2	1	4	–	6	21
	N, %	0,3	25,2	15,1	4,1	6,4	0,9	28,6	0,3	5,5	–	13,6	575,0 ± 58,4 экз./м^2
	B, %	0,01	19,1	13,0	1,0	1,9	12,3	45,2	0,05	5,2	–	2,3	11,02 ± 1,11 г/м^2

Примечание. Ol — Oligochaeta, Bi — Bivalvia, Ga — Gastropoda, Am — Amphipoda, My — Mysida, Od — Odonata, Ep — Ephemeroptera, Pl — Plecoptera, Tr — Trichoptera, Co — Coleoptera, Di — Diptera.

В нижней ритрали количество специфических донных сообществ увеличивается до четырех. На плесах на мелкой гальке при невысокой скорости течения — до 0,34 м/с — отмечается сообщество Leptoceridae + Tipula + Hexatoma (кластер 72–78; вклад доминантов в общую биомассу — 77,3 %). При увеличении скорости течения до 0,41–0,67 м/с на галечных плесах формируется сообщество Hexatoma + *Arctopsyche ladogensis* + *Ephemera sachalinensis* (74–73; 76,5 %), которое при дальнейшем росте скорости течения до 0,80 м/с на галечных грунтах плесов и перекатов сменяется сообществом *Arctopsyche ladogensis* (66–77; 45,4 %). На перекатах на гальке при превышении скорости течения 1 м/с последнее из перечисленных сообществ трансформируется в сообщество Nemoura + Hexatoma + *A. ladogensis* (68–69; 94,9 %). Таким образом, при смене биотопов с плеса на перекат, сопровождаемой ростом скорости течения и сменой донных отложений от мелкогалечных к галечным, выстраивается цепочка донных сообществ: Leptoceridae + Tipula + Hexatoma — Hexatoma + *A. ladogensis* + *E. sachalinensis* — *A. ladogensis* — Nemoura + Hexatoma + *A. ladogensis*. В двух последних сообществах структура жестко лимитируется воздействием течений с высокой скоростью потока: *A. ladogensis* и Nemoura + + Hexatoma + *A. ladogensis*. Индекс видового разнообразия по плотности в этих сообществах составлял соответственно 1,3 и 1,9 бита/вид, а по биомассе — 1,52 и 1,12 бита/вид.

Полидоминантное донное сообщество Apatania + *E. sachalinensis* + Oligochaeta + + Hexatoma + Hydatophylax (кластер 61–55; вклад доминантов в общую биомассу равен 85,6 %) — переходное от сообществ нижней ритрали к сообществам нижней ритрали — потамали, оно обнаружено на плесах обоих участков в пределах изобат 0,1–0,9 м на мелких песках и реже гальке при скорости течения 0,23–0,51 м/с (в среднем — 0,36 м/с). Сообщество отличается высокими индексами видового разнообразия как по плотности (2,16 бита/вид), так и по биомассе (2,05 бита/вид).

Индикаторными для зоны нижняя ритраль — потамаль являются сообщества *Cincinna tymiensis* + *Neomysis awatschensis* + *E. sachalinensis* (кластер 46–49), *Henslowiana henslowana* (47–48) и *E. sachalinensis* + *H. henslowana* (45–53). Смена этих сообществ сопровождается ростом скорости течения от 0,034–0,061 до 0,070–0,100 м/с и до 0,062–0,242 м/с и сменой типа донных отложений с мелкого песка с глиной до мелкого песка и далее до глинистого грунта подмывного берега. Отличительная особенность этой зоны реки — доминирование типичных для нижней потамали рек о. Сахалин видов гидробионтов: двустворчатых моллюсков *H. henslowana*, брюхоногих моллюсков *C. tymiensis*, мизид *N. awatschensis* и личинок поденок *E. sachalinensis* (Водотоки…, 2015). Сообщества с преобладанием моллюсков *C. tymiensis* + *N. awatschensis* + *E. sachalinensis* и *H. henslowana* отличаются низкими индексами видового разнообразия: по плотности — соответственно 1,44 и 1,60 бита/вид, по биомассе — 1,22 и 0,64 бита/вид. Сообщество *E. sachalinensis* + *H. henslowana* характеризуется большими значениями индекса — 2,14 бита/вид по плотности и 1,65 бита/вид по биомассе.

При анализе структуры макробентоса на станциях методом главных компонент (рис. 5) выделяются три основных совокупности. Первая из них, объединяющая пробы 1, 3, 4, 16, 17, 29, 34, 62, 64 со всех обследованных станций, отличается доминированием личинок болотниц Hexatoma и ассоциируется с донным сообществом Hexatoma, описанным выше. Перечисленные станции локализованы на фарватере и стремнине плесов и перекатов на песчано-галечных грунтах при скорости течения 0,22–0,67 м/с (в среднем — 0,42 м/с) и приурочены к литодинамической зоне транспортировки грунта.

Вторая совокупность, включающая пробы 2, 5, 7, 8, 10, 11, 13, 15, 22, 35, 36, 37, 39, 41, 42, 46, 47, 48, 63, 70, 78, не имеет общего доминанта, наиболее значимые виды, формирующие совместно 41,6 % общего *Q*, — это личинки ручейников *A. palpata*, личинки комаров-долгоножек Tipula, личинки болотниц Hexatoma и личинки веснянок Megarcys. Данные пробы были приурочены к литодинамической зоне размыва на преимущественно галечных и каменистых грунтах всех обследованных станций. Даже в том случае, когда места отбора проб были локализованы в нижней ритрали — потамали на мелком песке с глиной, они располагались на подмывном берегу, т.е. также были приурочены к литодинамической зоне размыва. Скорость течения в местах отбора проб от кренали до нижней ритрали изменялась в пределах 0,20–1,01 м/с, в нижней ритрали — потамали она составляла 0,03–0,10 м/с, в среднем по всей совокупости — 0,38 м/с.

К третьей выделенной совокупности относятся пробы 6, 12, 18, 19, 23, 24, 25, 28, 30, 45, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 66, 71, 73. В ней отмечено превалирование бокоплавов *G. lacustris* и личинок поденок *E. sachalinensis*. Места отбора проб локализованы на всех станциях, исключая среднюю ритраль, на песчаных, песчано-глинистых, иногда с примесью мелкой гальки, грунтах при скорости течения 0,02–0,81 м/с (в среднем — 0,24 м/с). Большинство из этих мест отбора проб были расположены от фарватера в сторону аккумулятивных кос и, следовательно, могут быть отождествлены с литодинамической зоной аккумуляции.

Прочие станции входят в разреженные совокупности, переходные между совокупностью Hexatoma и совокупностью *A. palpata* + Tipula + Hexatoma + Megarcys либо между совокупностью Hexatoma и совокупностью *G. lacustris* + *E. sachalinensis*. Таким образом, наблюдается дихотомия сообществ бентоса, объясняемая приуроченностью к литодинамическим зонам. Исходным является сообщество зоны транспортировки грунта (Hexatoma), производные от него — сообщества зоны размыва с превалированием различных видов сетеплетущих ручейников, веснянок и личинок комаров-долго-

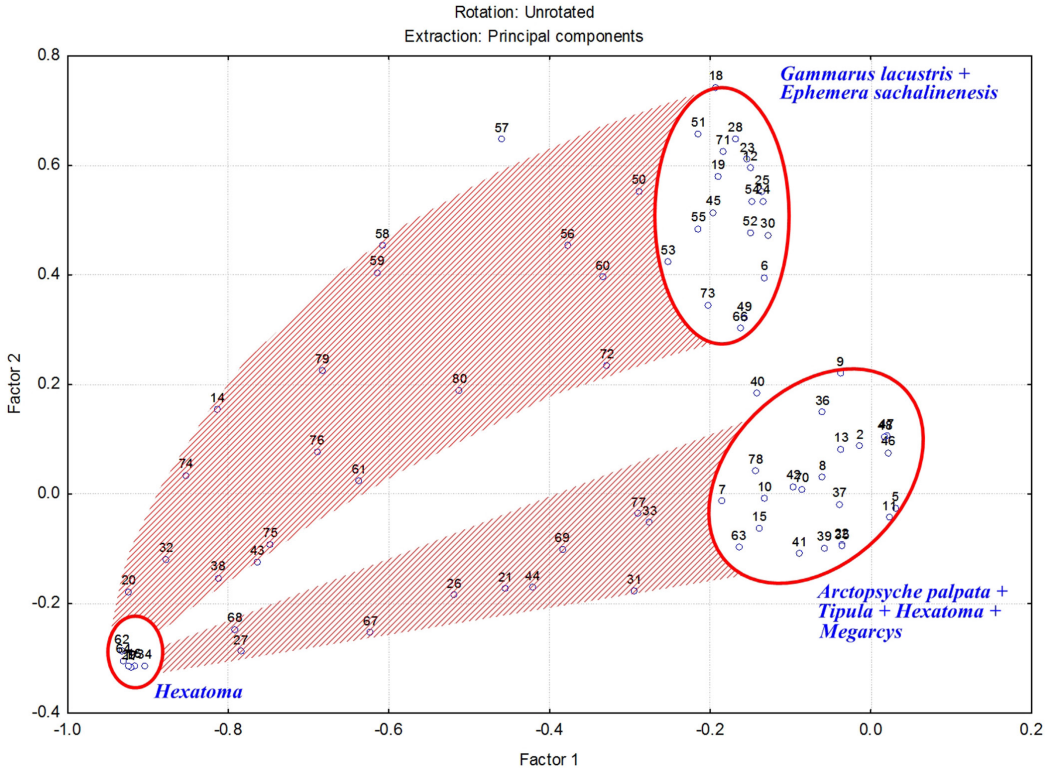

Рис. 5. Ординационный плот сходства проб бентоса методом главных компонент

Fig. 5. An ordination plot of similarity between samples of macrozoobenthos determined by PCA method

ножек, с одной стороны, и сообщества зоны аккумуляции с доминантой бокоплавов *G. lacustris* и личинок поденок *E. sachalinensis* — с другой. Ранее уже было отмечено явление дихотомии донных сообществ, обусловленное приуроченностью к литодинамическим зонам, для ритрали р. Поронай [Лабай, 2009]. Видимо, такое явление является стандартным для ритрали рек.

Заключение

В ритрали типичной для северо-восточного Сахалина р. Даги распределение макробентоса по руслу водотока и типизация донных сообществ четко соответствуют гидроморфическому типу водотоков.

Особенность рек северо-восточной части о. Сахалин — то, что горные и предгорные продолжительные участки перемежаются с равнинными. Это приводит к нарушению единой последовательности смены сообществ макрозообентоса.

Наименьшими показателями обилия характеризуется креналь, что обусловлено приуроченностью этой зоны к верховым болотам с гумидной водой. Отмечается увеличение (без учета жемчужниц) видового богатства, плотности и биомассы макрозообентоса вниз по течению от кренали к ритрали и далее — к комбинированной зоне ритраль-потамаль. В средней и нижней ритрали отмечается резкий рост биомассы за счет скоплений крупных двустворчатых моллюсков — пресноводных жемчужниц рода Dahurinaia (= *Margaritifera dahurica*), которые были приурочены к нерестилищам тихоокеанских лососей.

Два основных донных сообщества — Hexatoma и *G. lacustris* — отмечены практически на всех обследованных станциях. Прочие донные сообщества специфичны, локализованы в пределах только одной из зон: верхняя ритраль, верхняя ритраль — потамаль, средняя ритраль, нижняя ритраль и нижняя ритраль — потамаль.

В сообществах ритрали состав и структура макробентоса обусловлены приуроченностью к плесу или перекату, типом донных отложений, скоростью течения и литодинамическим режимом (изменяются от зоны «размыва» к зоне «аккумуляции») и формируют единый последовательный ряд.

Формирование донных сообществ происходит по ветвям наблюдающейся дихотомии в соответствии с литодинамическим режимом участка русла от единого сообщества зоны транспортировки с доминантой личинок болотниц Hexatoma к сообществам зоны размыва с превалированием различных видов сетеплетущих ручейников, веснянок и личинок комаров-долгоножек либо к сообществам зоны аккумуляции, в которых преобладают бокоплавы *G. lacustris* и личинки поденок *E. sachalinensis*.

Описанные сообщества не исчерпывают весь состав донных сообществ ритрали водотоков северо-восточного Сахалина и в значительной мере идентифицируют бассейн р. Даги и его специфические условия (смешение равнинных, горных и предгорных участков, преимущественно песчано-галечные грунты, хорошо выраженные долины рек).

Список литературы

Алимов А.Ф., Богатов В.В., Голубков С.М. Продукционная гидробиология : моногр. — СПб. : Наука, 2013. — 342 с.

Водотоки острова Сахалин: жизнь в текучей воде : моногр. / В.С. Лабай, Л.А. Живоглядова, А.В. Полтева и др. — Южно-Сахалинск : Сахалин. обл. краевед. музей, 2015. — 236 с.

География и мониторинг биоразнообразия : учеб. пособие / Н.В. Лебедева, Д.А. Криволуцкий, Ю.Г. Пузаченко и др. — М. : Изд-во НУМЦ, 2002. — 432 с.

Голубков С.М. Функциональная экология личинок амфибиотических насекомых : моногр. — СПб. : ЗИН РАН, 2000. — 294 с. (Тр. ЗИН РАН; т. 284.)

Дюран Б., Оделл П. Кластерный анализ : моногр. : пер. с англ. — М. : Статистика, 1977. — 128 с.

Есин Е.В., Чебанова В.В., Леман В.Н. Экосистема малой лососевой реки Западной Камчатки (среда обитания, донное население и ихтиофауна) : моногр. — М. : Тов-во науч. изд. КМК, 2009. — 176 с.

Живоглядов А.А., Руднев В.А., Антонов А.А., Промашкова О.А. Сообщества резидентных рыб как маркеры репродуктивных участков горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) на примере рек Южного Сахалина // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. — Владивосток : Дальнаука, 2011. — Вып. 5. — С. 159–164.

Живоглядова Л.А., Даирова Д.С., Лабай В.С. Состав, структура и сезонная динамика макрозообентоса рек восточного Сахалина // Изв. ТИНРО. — 2012. — Т. 171. — С. 199–209.

Живоглядова Л.А., Лабай В.С., Даирова Д.С. и др. Структура донных сообществ малых рек южного Сахалина в летне-осенний период на примере притоков р. Лютога // Изв. ТИНРО. — 2016. — Т. 184. — С. 178–185.

Калинина В.Н., Соловьев В.И. Введение в многомерный статистический анализ : учеб. пособие. — М. : ГУУ, 2003. — 66 с.

Клишко О.К. Жемчужницы рода *Dahurinaia* (Bivalvia, Margaritiferidae) — разноразмерные группы вида *Margaritifera dahurica* Middendorff, 1850 // Изв. РАН. Сер. биол. — 2014. — № 5. — С. 481–491. DOI: 10.7868/S0002332914050051.

Кучерук Н.В., Савилова Т.А. Количественная и экологическая характеристика донной фауны шельфа и верхнего района североперунского апвеллинга // Бюл. МОИП. Отд. биол. — 1985. — Т. 90, вып. 6. — С. 70–79.

Лабай В.С. Продольное распределение макробентоса в малой лососевой реке о. Сахалин (на примере р. Новоселка) // Гидробиол. журн. — 2012. — Т. 48, № 2. — С. 41–54.

Лабай В.С. Распределение макрозообентоса в нижней ритрали среднеразмерной лососевой реки о. Сахалин // Гидробиол. журн. — 2009. — Т. 45, № 5. — С. 14–30.

Леванидова И.М. Амфибиотические насекомые горных областей Дальнего Востока СССР. Фаунистика, экология, зоогеография Ephemeroptera, Plecoptera и Trichoptera : моногр. — Л. : Наука, 1982. — 215 с.

Максимович Н.В., Погребов В.Б. Анализ количественных гидробиологических материалов : учеб. пособие. — Л. : ЛГУ, 1986. — 97 с.

Палий В.Ф. О количественных показателях при обработке фаунистических материалов // Зоол. журн. — 1961. — Т. 40, вып. 1. — С. 3–6.

Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. Т. 18 : Дальний Восток, вып. 3 : Приморье / под ред. Т.А. Кисельковой. — Л. : Гидрометеоиздат, 1977. — 246 с.

Сафронов С.Н., Литенко Н.Л., Пешеходько В.М. и др. Эколого-биоценотическая характеристика и качество вод внутренних водоемов острова Сахалин // Чтения памяти профессора В.В. Станчинского. — Смоленск : Смоленск. гос. пед. ун-т, 2000. — Вып. 3. — С. 321–328.

Спивак Э.Г. Оценка влияния хозяйственного освоения прибрежных участков и пойм лососевых нерестовых рек острова Сахалин : моногр. — Ростов н/Д : АзНИИРХ, 2017. — 264 с.

Чалов С.Р. Принципы классификации русловых процессов при изучении условий формирования речных экосистем // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. — Владивосток : Дальнаука, 2008. — Вып. 4. — С. 5–15.

Azovsky A.I., Chertoprood M.V., Kucheruk N.V. et al. Fractal properties of spatial distribution of intertidal benthic communities // Mar. Biol. — 2000. — Vol. 136, Iss. 3. — P. 581–590. DOI: 10.1007/s002270050718.

Illies J., Botosaneanu L. Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes, considerées surtout du point de vue faunistique // Mitt. Internat. Verein. Theor. Angew. Limnol. — 1963. — Vol. 12. — P. 1–57. DOI: 10.1080/05384680.1963.11903811.

References

Alimov, A.F., Bogatov, V.V., and Golubkov, S.M., *Produktsionnaya gidrobiologiya* (Production Hydrobiology), St. Petersburg, 2013.

Labay, V.S., Zhivoglyadova, L.A., Polteva, A.V., Motyl'kova, I.V., Konovalova, N.V., Zavarzin, D.S., Baranchuk-Chervonnyi, L.N., Kordyukov, A.V., Dairova, D.S., Nikitin, V.D., Zavarzina, N.K., and Safronov, S.N., *Vodotoki ostrova Sakhalin: zhizn' v tekuchei vode* (Watercourses of Sakhalin Island: Life in the Running Water), Yuzhno-Sakhalinsk: Sakhalin. Obl. Kraevedcheskii Muz., 2015.

Lebedeva, N.V., Krivolutskii, D.A., Puzachenko, Yu.G., Dyakonov, K.N., Aleshchenko, G.M., Smurov, A.V., Maksimov, V.N., Tikunov, V.S., Ogureeva, G.N., and Kotova, T.V. *Geografiya i monitoring bioraznoobraziya* (Geography and Monitoring of Biodiversity), Moscow: Nauchn. Uchebno-Metod. Tsentr, 2002.

Golubkov, S.M., *Funktsional'naya ekologiya lichinok amfibioticheskikh nasekomykh* (Functional Ecology of Larvae of Amphibiotic Insects), St. Petersburg: Zool. Inst., Ross. Akad. Nauk, 2000.

Duran, B. and Odell, P., *Cluster Analysis: A Survey*, Berlin: Springer-Verlag, 1974.

Esin, E.V., Chebanova, V.V., and Leman, V.N., *Ekosistema maloi lososevoi reki Zapadnoi Kamchatki (sreda obitaniya, donnoe naselenie i ikhtiofauna)* (Ecosystem of a Small Salmon Rivers in Western Kamchatka (Habitat, Benthic Population, and Fish Fauna)), Moscow: KMK, 2009.

Zhivogljadov, A.A., Rudnev, V.A., Antonov, A.A., and Promashkova, O.A., Communities of resident fishes as markers of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum)) reproductive sites on two rivers of southern Sakhalin, in *Chteniya pamyati Vladimira Yakovlevicha Levanidova* (Vladimir Ya. Levanidov's Biennial Memorial Meetings), Vladivostok: Dal'nauka, 2011, vol. 5, pp. 159–164.

Zhivoglyadova, L.A., Dairova, D.S., and Labay, V.S., Composition, structure, and seasonal dynamics of macrozoobenthos from the rivers of east Sakhalin, *Izv. Tikhookean. Nauchno–Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2012, vol. 171, pp. 199–209.

Zhivoglyadova, L.A., Labay, V.S., Dairova, D.S., Motylkova, I.V., Nikitin, V.D., Polteva, A.V., and Galanina, E.V., Structure of benthic communities in small rivers of southern Sakhalin in summer-autumn period, a case of the Lyutoga River tributaries, *Izv. Tikhookean. Nauchno–Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2016, vol. 184, pp. 178–185.

Kalinina, V.N. and Solovyev, V.I., *Vvedenie v mnogomernyi statisticheskii analiz* (Introduction to Multivariate Statistical Snalysis), Moscow: Gos. Univ. Upr., 2003.

Klishko, O.K., Pearl mussels of the genus *Dahurinaia* (Bivalvia, Margaritiferidae): Differently sized groups of *Margaritifera dahurica* Middendorff, 1850, *Biol. Bull.*, 2014, vol. 41, no. 5, pp. 481–491. doi 10.1134/S1062359014050057

Kucheruk, N.V. and Savilova, T.A., Quantitative and ecological characteristics of the benthic fauna of the shelf and upper area of the North Peruvian upwelling, *Byull. Mosk. O-va. Ispyt. Prir., Otd. Biol.*, 1985, vol. 90, no. 6, pp. 70–79.

Labay, V.S., Longitudinal distribution of macrobenthos in a small salmon river of Sakhalin Island (exemplified by the Novoselka River), *Gidrobiol. Zh.*, 2012, vol. 48, no. 2, pp. 41–54.

Labay, V.S., Distribution of macrozoobenthos in the lower ritral of a medium-sized salmon river of Sakhalin Island, *Gidrobiol. Zh.*, 2009, vol. 45, no. 5, pp. 14–30.

Levanidova, I.M., *Amfibioticheskie nasekomye gornykh oblastei Dal'nego Vostoka SSSR. Faunistika, ekologiya, zoogeografiya Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera* (Amphibiotic In-

sects of Highland Regions of the Far East of the USSR: Faunistics, Ecology, and Zoogeography of Ephemeroptera, Plecoptera, and Trichoptera), Leningrad: Nauka, 1982.

Maksimovich, N.V. and Pogrebov, V.B., *Analiz kolichestvennykh gidrobiologicheskikh materialov* (Analysis of Quantitative Hydrobiological Materials), Leningrad: Leningrad. Gos. Univ., 1986.

Palii, V.F., On quantitative indicators in processing of faunistic materials, *Zool. Zh.*, 1961, vol. 40, no. 1, pp. 3–6.

Resursy poverkhnostnykh vod SSSR. Osnovnye gidrologicheskie kharakteristiki. T. 18: Dal'nii Vostok, vyp. 3: Primor'e (Surface Water Resources in the USSR, Main Hydrological Characteristics, vol. 18: Far East, no. 3: Primorsky Krai), Kisel'kova, T.A., Ed., Leningrad: Gidrometeoizdat, 1977.

Safronov, S.N., Litenko, N.L., Peshekhod'ko, V.M., Labay, V.S., Stepanova, T.G., and Kalganova, T.N., Ecological and biocenotic characteristics and water quality of inland waters on Sakhalin Island, in *Chteniya pamyati professora V.V. Stanchinskogo* (Readings in the Memory of Professor V.V. Stanchinsky), Smolensk: Smolenst. Gos. Pedagog. Univ., 2000, vol. 3, pp. 321–328.

Spivak, E.G., *Otsenka vliyaniya khozyaistvennogo osvoeniya pribrezhnykh uchastkov i poim lososevykh nerestovykh rek ostrova Sakhalin* (Assessment of Influence of Economic Development of Coastal Sites and Floodplains of Salmon Spawning Rivers on Sakhalin Island), Rostov-on-Don: Azov. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz., 2017.

Chalov, S.R., Principles of channel processes typization according to studing of river ecosystems forming, in *Chteniya pamyati Vladimira Yakovlevicha Levanidova* (Vladimir Ya. Levanidov's Biennial Memorial Meetings), Vladivostok: Dal'nauka, 2008, vol. 4, pp. 5–15.

Azovsky, A.I., Chertoprood, M.V., Kucheruk, N.V., Rybnikov, P.V., and Sapozhnikov, F.V., Fractal properties of spatial distribution of intertidal benthic communities, *Mar. Biol.*, 2000, vol. 136, no. 3, pp. 581–590. doi 10.1007/s002270050718

Illies, J. and Botosaneanu, L., Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes, considerées surtout du point de vue faunistique, *Mitt. Internat. Verein. Theor. Angew. Limnol.*, 1963, vol. 12, pp. 1–57. doi 10.1080/05384680.1963.11903811

Metodicheskie rekomendatsii po sboru i opredeleniyu zoobentosa pri gidrobiologicheskikh issledovaniyakh vodotokov Dal'nego Vostoka Rossii (Guidelines for the Collection and Identification of Zoobenthos in Hydrobiological Studies of Watercourses of the Russian Far East), Moscow: VNIRO, 2003.

Поступила в редакцию 3.10.2018 г.

После доработки 19.11.2018 г.

Принята к публикации 15.01.2019 г.