

**КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗООБЕНТОСА
Р. ТИГРОВАЯ (ПАРТИЗАНСКИЙ РАЙОН,
ПРИМОРСКИЙ КРАЙ)**

Е.А. Горовая

*Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН,
пр. 100-летия Владивостока, 159, Владивосток, 690 022, Россия.*

E-mail: brouny@mail.ru

По результатам годовой серии сборов рассмотрен процесс изменений количественных характеристик бентоса на участке правобережного притока р. Партизанская – р. Тигровая (Партизанский район Приморского края). Выявлены основные тенденции формирования сообщества. Проведено сравнение полученных результатов с литературными сведениями по левобережному притоку р. Партизанская – «модельной» р. Фроловка.

**QUANTITATIVE INDICES OF ZOOBENTHOS OF THE TIGROVAYA
RIVER (PARTIZANSKY DISTRICT, PRIMORYE TERRITORY)**

E.A. Gorovaya

*Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, FEB RAS, 159 Stoletiya Vladivostoka Avenue,
Vladivostok, 690 022, Russia. E-mail: brouny@mail.ru*

Based on the results of the annual series of collections, the process of changes in the quantitative characteristics of benthos in the section of the right-bank tributary of the Partizanskaya River – Tigrovaya River (Partizansky municipal district of Primorsky Krai) is considered. The main trends of community formation are revealed. The results obtained were compared with the literature data on the left-bank tributary of the Partizanskaya River – the “model” Frolovka River.

Введение

В 70–80-х годах XX века в лаборатории гидробиологии и ихтиологии БПИ ДВО АН СССР под руководством В.Я. Леванидова разрабатывалось направление, методологической основой которого являлось «положение о том, что всем горным и предгорным рекам присущ сходный физический и биотический облик» (Леванидова и др., 1989б) и для приближенной оценки состояния экосистемы возможно использование сравнения структуры сообществ донных беспозвоночных водотоков сходных категорий (Леванидова и др., 1989а). Апробация метода, выполненная на основе данных левобережного притока р. Партизанская – «модельной» реки Фроловка, показала его действенность даже на уровне крупных таксонов (Леванидова, Тесленко и др., 1989) и, следовательно, необходимость дальнейших работ по сбору и накоплению сведений о сообществах донных беспозвоночных малых

рек. В 2020–2021 гг. на участке метаритрали правобережного притока р. Партизанская – р. Тигровой, был осуществлен отбор 25 серий количественных проб бентоса, отразивших его состояние и годовую динамику, и позволивший произвести сравнительный анализ основных характеристик бентосного сообщества двух притоков р. Партизанская.

Материалы и методы

Река Тигровая берет своё начало на северо-восточном склоне Ливадийского хребта и, протекая по горно-сопочной местности, впадает в р. Партизанская справа (рис. 1). Её протяженность составляет 53 км, площадь водосбора 698 км², залесённость порядка 98 %. Русло неустойчивое, извилистое, с многочисленными рукавами и протоками. Плёсы и перекаты чередуются каждые 100–200 м. В месте отбора проб плёсы галечно-песчаные, перекат с мелкими, а слив с крупными валунами. Участок русла относительно прямолинейный, пойма широкая, полностью затапливающаяся в паводковый период. С марта 2020 г. по март 2021 г. данное явление наблюдалось 23 марта – во время весеннего половодья, 7 и 22 июля, 30 августа и 24 октября – после выпадения обильных осадков. В целом для реки, подьёмы уровня воды носят кратковременный, в 2–3 дня, характер, спады более длительные и составляют 5–10 дней (https://primpogoda.ru/articles/reki_primorya/reka_tigrovaya). Явления межени были отмечены в мае–июне и в октябре. Становление льда происходило с 25 ноября по декабрь, однако впадение притока – р. Серебрянка, в месте отбора проб, обеспечило наличие незамерзающей полыньи вплоть до середины февраля, когда началось вскрытие реки. Исходя из протяженности, температурных и скоростных характеристик (табл. 1), р. Тигровая является умеренно-холодноводной малой лососевой рекой, а место сбора материала, может быть отнесено к III категории (средние участки горных и предгорных рек и предгорные речки, метаритраль) (Леванидов, 1969). Данный участок поймы является легкодоступным для посещения, активно используется как место рыбалки, пикниковая зона, и, зачастую, как брод для грузовой техники, вследствие чего загрязняется бытовым мусором и техногенными жидкостями.

Отбор проб производился с периодичностью в две недели, посредством бентометра с площадью захвата 0,0484 м². Точки отбора располагались на плёсе, перекате и сливе преимущественно на глубине до 50 см, толщина взмученного слоя грунта



Рис. 1. Карта-схема мест отбора проб на р. Тигровая (2020–2021 гг.) и станции № 12 на р. Фроловка (1984 г.)

Таблица 1

Некоторые гидрологические характеристики р. Тигровая

Дата	Температура воды, °С	Скорость потока, м/с		Дата	Температура воды, °С	Скорость потока, м/с	
		плёс	перекат			плёс	перекат
08.03.2020	0,2	0,5	0,7	12.09.2020	14	1,3	2,0
23.03.2020	4	0,7	1,0	26.09.2020	14	0,1	0,7
11.04.2020	4	1,0	1,5	10.10.2020	10	0,3	0,5
25.04.2020	3	0,7	1,0	24.10.2020	6	0,7	0,9
10.05.2020	9	0,7	1,0	07.11.2020	8	0,1	0,2
25.05.2020	13	0,5	0,7	25.11.2020	1	0,1	0,4
08.06.2020	18	0,2	0,9	06.12.2020	0,4	0,1	0,9
20.06.2020	21	0,1	0,7	20.12.2020	0,2	0,8	1,0
07.07.2020	14	0,5	1,4	05.01.2021	2	0,2	0,5
22.07.2020	18	0,5	0,6	23.01.2021	2	0,2	0,5
04.08.2020	20	0,1	0,8	07.02.2021	4	0,3	0,8
18.08.2020	17	0,1	0,9	20.02.2021	2	0,2	0,6
30.08.2020	17	> 2					

составляла до 15 см, размер его фракции – до 22 см. В паводковый период для исследования были доступны лишь ранее осушенные участки поймы, а в пробе от 30 августа, отобранной сразу после выпадения ливневого дождя, присутствовали единичные экземпляры, случайно принесенные током воды. Всего отобрана 71 количественная проба, зафиксированная 96 % этанолом.

В работе использованы литературные сведения по сбору бентоса на левобережном притоке р. Партизанская – р. Фроловка, охватывающие период с июня по октябрь 1984 г. (Levanidova et al., 1988; Леванидова и др., 1989а; Леванидова и др., 1989б). Данный водоток стекает в Японское море с южных склонов Сихотэ-Алиня (хр. Макаровский) и имеет протяженность 22 км, площадь водосбора 125 км². На момент работ залесённость составляла 99 %, скорость течения до 2,5 м/с, максимальная температура воды отмечена на одном из рукавов дельты в 0,6 км от устья (станция 12) – 20,5° С. Грунт реки – галечно-валунный.

По гидрологическим характеристикам, наличию каменисто-песчаного с высоким содержанием мелких фракций грунта и присутствию антропогенного влияния, обусловленного близостью населенных пунктов, расположенных выше по течению, исследуемый участок р. Тигровая имеет наибольшее сходство с 12 станцией р. Фроловка.

Результаты и обсуждение

На распределение макрозообентоса непосредственное влияние оказывают тип субстрата, его стабильность и гранулометрический состав (Чебанова, 2009). При выполнении работ на р. Тигровая в роли ограничивающего фактора, исключившего из исследования бентосные организмы, населяющие грунты с фракциями > 22 см в диаметре (например, крупных личинок ручейников рода *Stenopsyche* и зрелых личинок ряда видов поденок), выступила площадь захвата использованного бентометра.

Среднегодовой показатель численности бентоса исследованного участка с марта 2020 по март 2021 гг. составил 6923 экз./м². Максимум в 17 596 экз./м² был отмечен

7 ноября, значимый пик в $14\,683 \text{ экз./м}^2$ – 20 июня. Стабильно высокая численность была характерна для ледового периода. Минимум в 258 экз./м^2 зафиксирован на фоне высокой воды 30 августа (рис. 2). Относительно низкая численность наблюдалась во время весеннего половодья, резкое снижение – в паводки. Среднегодовой показатель биомассы бентоса составил $14,44 \text{ г/м}^2$. Значения изменялись от $0,38 \text{ г/м}^2$ в дождевой паводок 30 августа до $44,17 \text{ г/м}^2$ (ошибочно занижен в предыдущих статьях (Горовая, 2022а, 2022б)) в период межени – 20 июня. В целом, изменения численности и биомассы бентосного сообщества на протяжении годового цикла были однонаправленными (рис. 2).

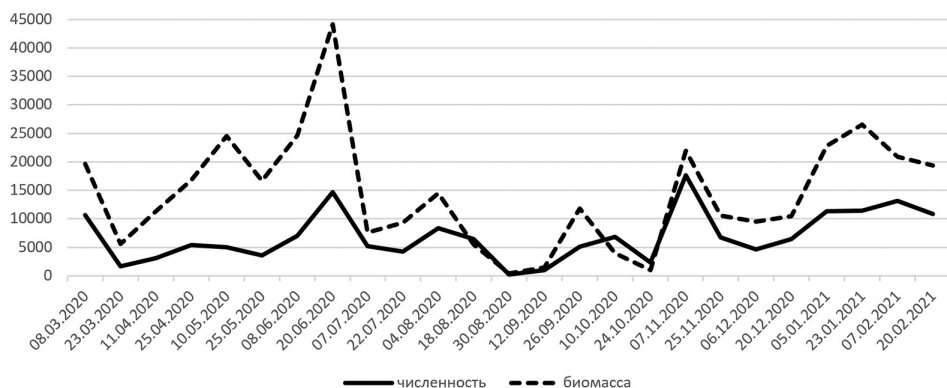


Рис. 2. Динамика численности (экз./м²) и биомассы (г/м²) зообентоса

В таксономическом отношении бентос был представлен восемью группами: поденки (Ephemeroptera), веснянки (Plecoptera), ручейники (Trichoptera), хирономиды (Chironomidae), другие двукрылые (*Atherix*, *Dicranota*, *Simulium*, *Tipula*), олигохеты (Oligochaeta), гаммарусы (Amphipoda) и прочие (жуки (Coleoptera), стрекозы (Odonata), водяные клещи (Hydrachnidae), нематоды (Nematoda), малощетинковые черви (Oligochaeta), гидроиды (Hydrozoa) (табл. 2). Представители последних четырёх групп были немногочисленны: 7–172 экз./м² в группе «прочие»; эпизодически, всего в 12 сериях отбора, 7–158 экз./м² – у гаммарусов; до 799 экз./м² в группе «другие двукрылые»; 7–117 экз./м², исключая ледовый период (до 599 экз./м²), у олигохет. Их суммарный вклад в общие показатели был стабильно низким (рис. 3) и составил от 0,6 до 11,6%. На протяжении всего периода исследований в бентосе преимущественно доминировали личинки поденок и, в пробах пяти дат отбора, хирономид. Доля данных таксонов составляла 36,0–70,6% (при диапазоне 176–8601 экз./м²) и 3,3–56,8% (48–6894 экз./м²) соответственно. Число таксономических групп сообщества поденок в каждую из дат отбора было стабильно высоким (от 8 в паводок 30 августа, до 23 в пробах июня) (Горовая, 2022а). Вклад веснянок отмечен на уровне 0,2–23,7% (7–2740 экз./м²), ручейников – до 15,6% (от полного отсутствия до 1550 экз./м²). Динамика численности в группах на протяжении года характеризовалась схожими тенденциями (рис. 3): снижение показателя во время паводков, что особенно ярко проявилось 23 марта и 30 августа, его рост или стабилизация – по мере спада уровня воды, а также в период межени. Но если для поденок и хирономид эти изменения происходили со стабильно широкой амплитудой, то для остальных их диапазон был относительно узок. В большей степени, вероятно, в связи с низкой численностью, отсутствие резких колебаний наблюдалось в сборной категории «другие». Для ручейников наиболее динамичным был период с июня по январь, для веснянок – с ноября по март. Установление ледового покрова

Таблица 2

**Количественные характеристики сообщества донных беспозвоночных
(численность N, экз./м²; биомасса B, г/м²) р. Тигровая**

Дата		Ephemeroptera	Plecoptera	Trichoptera	Chironomidae	Др. Diptera	Oligochaeta	Amphipoda	Прочие	Всего
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10
08.03.2020	N	4160	806	427	4938	213	110	7	41	10702
	B	7,11	2,8	4,25	4,53	0,91	0,04	0,02	0,03	19,69
23.03.2020	N	1074	134	52	372	10	-	-	-	1642
	B	2,98	2,17	0,3	0,11	<0,01	-	-	-	5,56
11.04.2020	N	1887	434	21	709	55	21	-	7	3134
	B	8,42	1,52	0,03	0,28	1,08	0,02	-	<0,01	11,35
25.04.2020	N	1935	248	62	3051	34	14	-	28	5372
	B	12,2	0,95	0,54	2,86	0,21	<0,01	-	<0,01	16,76
10.05.2020	N	3057	213	62	1494	152	7	-	14	4999
	B	19,67	1,32	1,14	1,72	0,63	<0,01	-	<0,01	24,48
25.05.2020	N	1680	7	48	1715	89	28	-	48	3615
	B	12,71	<0,01	1,46	1,33	1,16	<0,01	-	<0,01	16,66
08.06.2020	N	3622	117	282	2727	130	62	-	76	7016
	B	15,41	0,06	7,29	1	0,78	0,03	-	0,03	24,6
20.06.2020	N	7293	1081	1550	4311	172	117	14	145	14683
	B	16,4	2,09	21,33	1,83	1,96	0,16	0,01	0,39	44,17
07.07.2020	N	2355	269	792	1343	399	28	-	14	5200
	B	3,93	0,2	2,01	0,43	0,24	<0,01	-	0,8	7,61
22.07.2020	N	1859	158	90	1908	103	62	14	83	4277
	B	7,04	0,2	0,33	0,86	0,79	0,01	0,02	0,06	9,31
04.08.2020	N	4504	289	764	2741	62	7	-	28	8395
	B	9,77	0,73	2,14	1,37	0,48	<0,01	-	<0,01	14,49
18.08.2020	N	3512	117	379	2245	7	90	-	76	6426
	B	3,3	0,2	1,54	0,45	<0,01	0,01	-	0,02	5,52
30.08.2020	N	176	10	-	52	-	10	-	10	258
	B	0,38	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	0,38
12.09.2020	N	695	34	96	48	21	69	7	14	984
	B	0,8	<0,01	0,1	0,03	0,4	0,02	0,09	<0,01	1,44
26.09.2020	N	3519	386	799	234	76	-	21	76	5111
	B	4,65	0,47	5,58	<0,01	1,04	-	<0,01	<0,01	11,74
10.10.2020	N	2679	310	207	3471	48	21	7	62	6805
	B	1,44	0,44	0,39	1,23	0,42	<0,01	<0,01	0,01	3,93
24.10.2020	N	1302	96	41	675	90	96	-	7	2307
	B	0,69	0,02	0,02	0,16	0,03	0,02	-	<0,01	0,94
07.11.2020	N	7899	1598	792	6894	220	34	14	145	17596
	B	12,89	2,63	2,8	3,22	0,28	0,01	0,06	0,02	21,91
25.11.2020	N	2541	544	875	2376	331	28	-	82	6777
	B	3,53	1,51	3,9	0,92	0,66	<0,01	-	0,05	10,57
06.12.2020	N	2755	510	193	1109	48	7	-	21	4643
	B	5,49	1,39	1,14	0,26	1,18	<0,01	-	<0,01	9,46
20.12.2020	N	4228	943	434	434	48	266	14	96	6463
	B	5,27	2,42	0,38	0,07	1,12	0,06	0,03	1,07	10,42

Окончание табл. 2

1		2	3	4	5	6	7	8	9	10
05.01.2021	N	7458	2066	262	379	441	482	83	172	11 343
	B	7,64	9,63	4,49	<0,01	0,33	0,18	0,41	0,1	22,78
23.01.2021	N	7761	1777	296	620	83	599	145	152	11 433
	B	11,38	8,75	4,63	0,03	0,62	0,31	0,79	0,07	26,58
07.02.2021	N	8601	2740	393	510	282	282	158	131	13 097
	B	8,06	8,46	2,53	0,08	1,05	0,15	0,43	0,13	20,89
20.02.2021	N	5695	2562	289	1005	799	289	83	83	10 805
	B	6,51	10,29	1,47	0,19	0,7	0,06	0,11	0,06	19,39

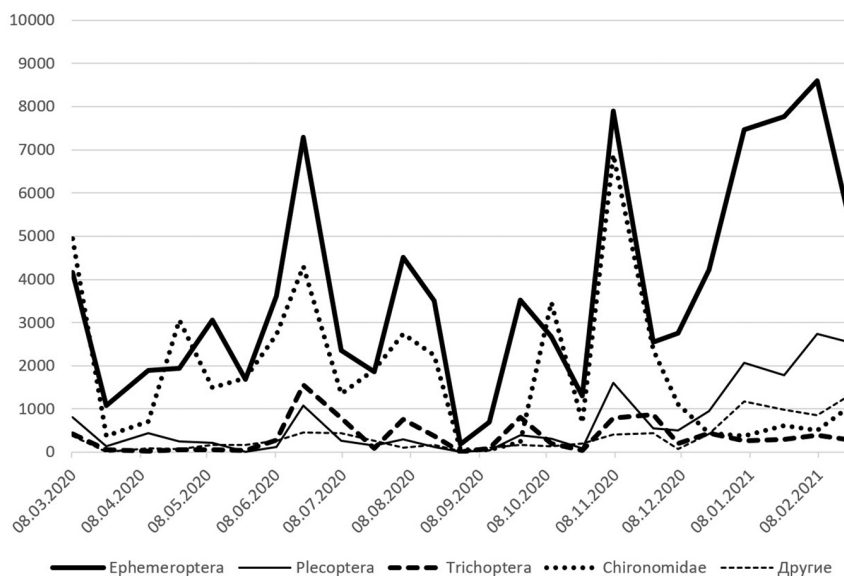


Рис. 3. Динамика численности основных таксономических групп (экз./м²) (Сборная категория «Другие»: гаммарусы, олигохеты, другие двукрылые, прочие)

сопровождалось интенсивным ростом численности поденок, менее значимым — веснянок, и резким спадом данного показателя в группе хирономид.

Поденки оказались преимущественно доминирующей группой и по биомассе, составляя от 33,4 до 80,3 % со значениями 0,7–19,7 г/м². При этом динамика изменений показателя на протяжении всего года была широко амплитудной, с частой сменой пиков (рис. 4). Наиболее продуктивными для личинок были апрель–июнь. В ледовый период и в конце марта значительный вклад в показатели общей биомассы вносили и веснянки: 14,7–53,0 % и 39,0 % соответственно. В остальные месяцы доля их биомассы составляла 0,1–14,3 %, а сам показатель на протяжении года изменялся от 0,01 до 10,29 г/м². Трижды на лидирующих позициях с долевым вкладом в 36,9–48,3 % отмечались ручейники. Максимум их биомассы (21,33 г/м²) был отмечен 20 июня, в остальной же период изменения показателя преимущественно происходили в диапазоне до 5 г/м². Вклад хирономид варьировал от 0,1 до 31,1 % (0,01–3,22 г/м²). Доля представителей группы «другие» преимущественно составляла 0,2–9,8 %, лишь однократно (12 сентября) наблюдалось пиковое значение в 35,6 %, сформированное за счет послепаводкового снижения численности поденок и хирономид и присутствия в пробе крупных личинок *Tipula* и гаммарусов. Еще в четырех случаях высокий показатель был связан с присутствием единичных организмов с большой массой: 7 июля (13,8 %) – личинок стрекоз, 10 октября (11,4 %)

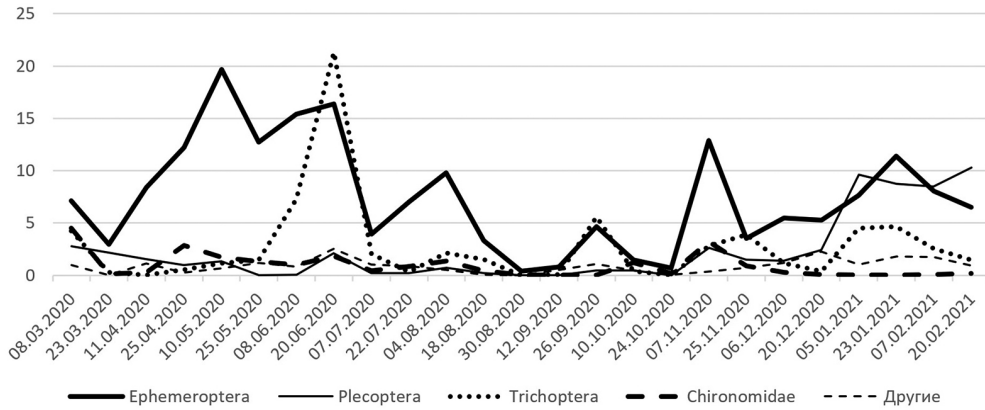


Рис. 4. Динамика биомассы основных таксономических групп (г/м²) (Сборная категория «Другие»: гаммарусы, олигохеты, другие двукрылые, прочие)

и 6 декабря (12,7%) – представителей группы «другие двукрылые», 20 декабря (21,9%) – малощетинковых червей и личинок *Dicranota*.

Таким образом, несмотря на смену преобладающих по количественным показателям таксономических групп, значительную долю в бентосе исследованного участка метаритрала р. Тигровая на протяжении всего годового цикла составляли личинки поденок и в ряде случаев высокие значения были достигнуты за счет их нимф и личинок ранних возрастов (Гороя, 2022а).

Превалирование поденок в биомассе бентоса метаритрала было отмечено и по результатам работ на р. Фроловка, проведенных в 1984 г. (Леванидова и др., 1989а). Средние значения за июнь–октябрь для данного таксона составляли 0,83–2 г/м², что обеспечивало от 13,2 до 55,2% биомассы. Помесячное сравнение показателей долевого вклада поденок на исследуемом участке р. Тигровая и на р. Фроловка, показало наибольшее его сходство со станцией 12 (рис. 5). Однако если на ст. 12 17,5% биомассы бентоса (учитывалась средняя за период работ) составляли личинки *Drunella cryptotermia* (Imanishi) и 7,1% – *D. lepnevae* Tshernova, то на р. Тигровая первый вид обеспечивал всего 6,76%, второй – 0,5%. При этом максимальный процент (8,1%) приходился на долю *D. solida* Vajkova, а высокий показатель биомассы поденок слагался за счет суммарного вклада целого ряда таксономических групп. В видовом отношении отряд Ephemeroptera в пробах обеих рек насчитывал порядка 40 видов.

Помимо поденок, ядро биомассы р. Фроловка составляли ручейники и гаммарусы (Леванидова и др., 1989а), однако на 12-й станции значение долевого вклада в разные месяцы для первых достигало 7,0–33,0% и, в среднем, всего 0,3% для вторых. На р. Тигровая доля биомассы ручейников в течение июня–октября составляла 6,0–39,0%, а гаммарусы присутствовали лишь в минимальных количествах.

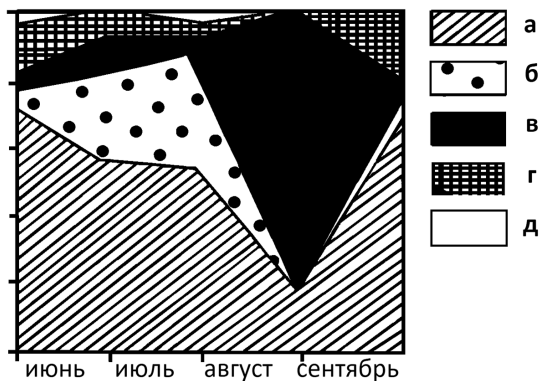


Рис. 5. Динамика структуры сообщества макрозообентоса р. Фроловка на ст. 12 (в % от общей массы): а – поденки, б – ручейники, в – всеснянки, г – хируномиды, д – прочие. (По: Леванидова и др., 1989а)

Вклад веснянок на протяжении июня–октября в обоих случаях был довольно низок, однако в сентябрьских сборах на 12-й станции р. Фроловка наблюдалось пиковое увеличение показателя до 18 %, а на р. Тигровая результаты октября наметили тенденцию его зимнего роста. Аналогично этому, личинки хирономид обеспечивали порядка 18 % биомассы 12 ст.р. Фроловка и 24 % – р. Тигровая лишь в октябре, в остальные месяцы сравняемого периода, она была довольно низкой.

Заключение

Формирование бентосного сообщества исследованного участка метаритрали р. Тигровая происходило за счет личинок амфибиотических насекомых: поденок, ручейников, веснянок и хирономид, обеспечивших высокие показатели как численности (до 17 596 экз./м²), так и биомассы (до 44,17 г/ м²). Минимальные значения количественных характеристик были отмечены на фоне резкого подъёма уровня воды после выпадения ливневого дождя, максимальные – в последние дни летней и осенней межени. На протяжении годового цикла наблюдалась смена преобладающих систематических групп: поденок и хирономид по численности, поденок, веснянок и ручейников по биомассе. Суммарный вклад других таксономических групп в общие показатели по численности составил от 0,6 до 11,6 %, по биомассе – от 0,2 до 35,6 %. Сравнение полученных результатов с литературными сведениями по «модельной» р. Фроловка, свидетельствует о наличии аналогичных тенденций в формировании сообщества бентоса схожих типологических участков водотоков, в динамике долевого вклада крупных таксонов, а также в роли различных таксономических групп. Кроме того, превалирование сенситивных индикаторных организмов и отмеченный для р. Тигровая типичный признак метаритрали чистой реки – высокий долевого вклад поденок, подтверждают возможность использования полученных данных в качестве модельных.

Благодарности

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 121 031 000 147-6).

Литература

- Горовая Е.А. 2022а. Динамика структуры сообщества поденок (Insecta, Ephemeroptera) малой лососевой реки (Южное Приморье, Россия) // Биология внутренних вод. № 6. С. 793–802.
- Горовая Е.А. 2022б. Пространственное распределение подёнок (Insecta, Ephemeroptera) в структуре системы плёс-перекат малой лососевой реки Южного Приморья // Евразийский энтомологический журнал. Вып. 21. Прил.1. С. 112–118.
- Леванидов В.Я. 1969. Воспроизводство амурских лососей и кормовая база их молоди в притоках Амура // Изв. ТИНРО. Т. 67. 230 с.
- Леванидова И.М., Лукьянченко Т.И., Тесленко В.А., Макаренченко Е.А., Семенченко А.Ю. 1989а. Экологические исследования лососевых рек Дальнего Востока СССР // Систематика и экология речных организмов. Владивосток: ДВО АН СССР. С. 74–111.
- Леванидова И.М., Тесленко В.А., Лукьянченко Т.И., Макаренченко Е.А., Семенченко А.Ю. 1989б. Структура сообществ донных беспозвоночных как основа биомониторинга горных рек Сихотэ-Алиня // Там же. С. 69–73.
- Чепанова В.В. 2009. Бентос лососевых рек Камчатки. М.: Изд-во ВНИРО. 172 с.
- Levanidova I.M., Teslenko V.A., Lukiyanchenko T.I. 1988. Research on the ecosystems of salmon rivers of the Far East: longitudinal zonation and distribution of macrozoobenthos. Vladivostok: FEB USSR AS. 53 p.