

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОД РЕКИ ВТОРАЯ РЕЧКА,  
РАСПОЛОЖЕННОЙ НА УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ  
МЕГАПОЛИСА ВЛАДИВОСТОК (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ),  
ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ МАКРОЗООБЕНТОСА**

**Т.С. Вшивкова<sup>1,2</sup>, Т.В. Никулина<sup>1</sup>, К.А. Дроздов<sup>3</sup>, Н.В. Иваненко<sup>4</sup>,  
И.В. Чернышов<sup>4</sup>, Е.О. Сазонов<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН,  
пр. 100-летия Владивостока, 159, г. Владивосток, 690022, Россия. E-mail: vshivkova@biosoil.ru

<sup>2</sup>Дальневосточный федеральный университет, пос. Аякс, 10, о-в Русский,  
г. Владивосток, 690922, Россия. E-mail: vshivkova.tse@dvfu.ru

<sup>3</sup>Тихоокеанский институт биоорганической химии имени Г.Б. Елякова ДВО РАН,  
пр. 100-летия Владивостока, 159, г. Владивосток, 690022, Россия. E-mail: drovsh@yandex.ru

<sup>4</sup>Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, ул. Гоголя, 41,  
г. Владивосток, 690014, Россия

Поддержание удовлетворительного санитарно-экологического состояния городской среды – основной тренд современной урбанистики. Это особенно важно для крупных городов, являющихся «лицом России», таких как Владивосток, который, став недавно столицей Дальневосточного федерального округа повысил свой статус как деловой, экономический и туристический центр. При этом в центре города, на пути главного туристического маршрута, в неудовлетворительном состоянии находится главный городской водоток – р. Вторая Речка. Почти вся площадь водосбора занята городской инфраструктурой и на водоток оказывается мультипликативное влияние разнообразных загрязнителей. В последние годы в бассейне реки, включая водоохранную зону, ведётся интенсивная застройка берегов. В нарушение природоохранного законодательства в реку сливаются отходы производства, канализационные стоки, сбрасывается бытовой мусор.

Для организации мероприятий по восстановлению биоты р. Вторая Речка и оздоровлению окружающих территорий необходимо понимание масштабов загрязнений и закономерностей изменения состава и структуры речных сообществ на деградированных участках. В качестве индикаторов загрязнения водотока использованы показатели макрозообентоса, которые широко используются в пресноводном биоассессменте как недорогие и надёжные критерии оценки состояния текущих вод.

**ESTIMATION OF WATER QUALITY OF THE VTORAYA RECHKA  
RIVER LOCATED IN VLADIVOSTOK URBANIZED AREA  
(PRIMORYE TERRITORY) ACCORDING  
TO MACROZOOBENTHOS INDICATORS**

**T.S. Vshivkova<sup>1,2</sup>, T.V. Nikulina<sup>1</sup>, K.A. Drozdov<sup>3</sup>, N.V. Ivanenko<sup>4</sup>, I.V. Chernyshov<sup>4</sup>, E.O. Sazonov<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity FEB RAS, 159 Stoletiya Vladivostoka Avenue,  
Vladivostok, 690022, Russia. E-mail: vshivkova@biosoil.ru

<sup>2</sup>Far Eastern Federal University, Russky Island, 10 Ajax Bay, Vladivostok, 690922, Russia.  
E-mail: vshivkova.tse@dvfu.ru

<sup>3</sup>G.B. Elyakov Pacific Institute of Bioorganic Chemistry FEB RAS, 159 Stoletiya Vladivostoka Avenue,  
Vladivostok, 690022, Russia. E-mail: drovsh@yandex.ru

<sup>4</sup>Vladivostok State University of Economics and Service, 41 Gogolya St., Vladivostok, 690014, Russia

Maintaining a satisfactory sanitary and ecological state of the urban environment is the main trend of modern urbanistics. This is especially important for large cities such as Vladivostok – the «Eastern Gate of Russia», which, having recently become the capital of the Far Eastern Federal Region, has increased its status as a business, economic and tourist center. At the same time, in the center of the city, on the path of the main tourist route, the main city watercourse, the Vtoraya Rechka River is in unsatisfactory, degraded state. Almost the entire catchment area is occupied by urban infrastructure and various pollutants multiplicatively affect the watercourse. In recent years, intensive construction of multi-storey buildings, technical centers and parking lots has been carried out in the river basin, including in the water protection zone.

In violation of environmental legislation, industrial waste, sewage, and household garbage are discharged into the river. For the organization of measures to restore the biota of the Second Rechka River and the improvement of the surrounding areas, need to understand the extent of pollution and the patterns of changes in the species composition and structure of river communities in degraded areas. In our study, macrozoobenthos indicators are used to estimate river water quality, which are widely used in modern freshwater bioassessment as inexpensive and reliable criteria.

## Введение

Для изучения нарушений, вызванных антропогенным влиянием, в качестве примера деградированного водотока, была выбрана р. Вторая Речка, бассейн которой практически полностью занят инфраструктурой мегаполиса Владивосток, за исключением истоковой зоны (Вшивкова и др., 2021).

Основная цель работы – оценить экологическое состояние р. Вторая Речка по показателям макрозообентоса.

Перед началом работы мы с удивлением обнаружили, что информации по видовому составу водных беспозвоночных этой реки практически нет, а краткие и разрозненные сведения не позволяют восстановить фаунистическую картину этой территории. В ранней литературе, касающейся пресноводной биоты п-ова Муравьева-Амурский (конец XIX – начало XX вв.), при указании видов авторы часто не указывали точное название водотока, место находки обозначали просто – «Владивосток». И поэтому название Вторая Речка практически не встречается в работах первых исследователей полуострова Муравьева-Амурского. Поэтому на первых этапах работы была поставлена задача – «изучить то, что ещё осталось» и составить первый фаунистический список бассейна городской реки Вторая Речка.

В современных опубликованных материалах, касающихся исследований водных беспозвоночных этой реки до наших исследований было указано всего 11 видов: олигохеты *Uncinaiis uncinata* (Oersted 1842) и *Tubifex tubifex* (Müller 1774); бокоплав *Gammarus koreanus* Ueno, 1940, подёнка *Cinygmula hirasana* Imanishi, 1935; веснянки *Paraperla lepnevae* Zhiltz., 1970 и *Paraleuctra cercia* (Okamoto, 1922); ручейники *Glossosoma altaicum* (Mart., 1914), *Rhyacophila* gr. *sibirica*, и *Neophylax ussuriensis* Mart., 1914, также были упомянуты два рода хирономид *Cricotopus* и *Chironomus* (Богатов, 1994; Засыпкина-Шарый-оол, 2000; Тесленко, 2017; Тиунова, Горювая, 2017). В работе Вшивковой и др. (2008) указано распределение групп водных беспозвоночных от верховья до нижнего участка р. Вторая Речка без видовых названий.

## Материалы и методы

Для выявления видового состава макрозообентоса и оценки качества вод на различных участках продольного профиля реки, от истока к устью было установлено 7 станций, на которых 23 октября 2020 г. был проведён отбор первой серии проб

в рамках комплексного проекта «Ревитализация городской реки Вторая Речка» (Вшивкова и др., 2021). Также были использованы опубликованные материалы и сборы от 14 и 18 октября 2008 г., 10 октября 2014 г. и 14 октября 2015 г.

При проведении первой серии (23 октября 2020 г.) были отобраны условно количественные пробы методом принудительного дрефта с использованием донного сачка, (D-net) и количественные пробы, с помощью бентометра Сарбера, (BS). Эти методы подробно описаны в руководстве «Введение в пресноводный мониторинг» (Вшивкова и др., 2019). Пробы на станциях 1–5 отбирали на перекатах на середине водотока, на 6 станции – черпанием мягкого грунта донным сачком в прибрежье (стандартные условно количественные методы сбора на мягких грунтах) (Вшивкова и др., 2019). На станциях 2, 4 и 7 в 2020 г., во время I рекогносцировочной серии, пробы не отбирались. Длина экспозиции при отборе донным сачком составляла 3 м, время отбора пробы – 1 мин. Все пробы отбирались в 3-х повторностях в общую ёмкость и фиксировались 85% этанолом.

Техника расчётов биотических индексов описана в монографии Вшивковой и др. (2019). Оценки качества воды классифицированы по 7 категориям: E (Excellent) – превосходное качество, очень чистые воды, нет антропогенного импакта (в структуре сообществ доминируют чувствительные организмы, их биоразнообразие и численность высокие), класс I, цвет кодировки на экокарте – светло-голубой; G (Good) – хорошее качество, чистые воды, нет импакта или очень слабый (в сообществах доминируют чувствительные организмы, их биоразнообразие и численность высокие), класс II, цвет на экокарте – синий; G-F (Good-Fair) – качество воды относительно хорошее, слабозагрязнённые воды, незначительный импакт (чувствительные организмы присутствуют, высока доля организмов умеренно-чувствительных организмов), класс III, цвет на экокарте – зелёный; F (Fair) – неудовлетворительное качество, загрязнённые воды, умеренный импакт (в структуре донных сообществ хорошо представлены организмы умеренной чувствительности и толерантные организмы, нет явного доминирования толерантных; сверхчувствительные организмы отсутствуют или имеются в небольшом количестве при невысокой численности), класс IV, цвет на экокарте – жёлтый; F-P (Fair-Poor) – неудовлетворительное качество, грязные воды, выраженный импакт (доминируют толерантные организмы; умеренно-чувствительные организмы представлены небольшим количеством таксонов и небольшой численностью), класс IV-V, цвет кодировки на экокарте – оранжевый; P (Poor) – плохое качество, очень грязные воды, сильный импакт (деградированные сообщества с доминированием толерантных видов), класс V, цвет на экокарте – красный; VP (Very Poor) – очень плохое качество, очень грязные воды, очень сильный импакт (очень сильно деградированные сообщества, представленные немногими толерантными видами), класс VI, цвет на экокарте – тёмно-красный; C (Catastrophic) – катастрофически плохое качество, чрезвычайно грязные воды, чрезвычайный импакт (полное отсутствие живых организмов), класс VII, цвет на экокарте – чёрный.

Определение организмов произведено специалистами Лаборатории пресноводной гидробиологии ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН: планарии – Бурениной Э.А., ракообразные – Сидоровым Д.А., моллюски – Прозоровой Л.А., подёнки – Тиуновой Т.М., веснянки – Тесленко В.А., ручейники – Вшивковой Т.С., хирономиды – Зориной О.В. Нематоды, олигохеты (за исключением двух видов в работе Засыпкиной Шарый-оол, 2000), пиявки, жесткокрылые не идентифицировались, двукрылые определены частично (материал находится в процессе обработки).

### Результаты работы

После обработки собранного материала и изучения фондовых коллекций Международного центра экологического мониторинга ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, был составлен фаунистический список, который представлен 40 таксонами из 37 родов, 33 семейств, 7 классов, 5 типов (Вишкова, 2021). Так как степень фаунистической изученности к настоящему времени остаётся неудовлетворительной, некоторые таксоны не определены даже до отрядов и семейств (табл. 1), данный список будет увеличен как за счёт новых материалов, так и в результате определения недостаточно изученных групп. Характеристика таксономической представленности беспозвоночных в р. Вторая Речка показана в табл. 1; таксономический состав и распределение видов по станциям – в табл. 2. Показатели таксономического богатства (число таксонов и индекс ЕРТ) по обобщённым данным с 1994 по 2020 гг. приведены в табл. 3.

Количество экземпляров макрозообентоса по материалам I серии (23 октября 2020 г.) на 4-х станциях: верховье (ст. 1), среднее течение (ст. 3) и нижнее течение (ст. 5 и 6), показатели относительной численности (в %) представлены в табл. 4. Для каждой станции определены метрики, основанные на видовом богатстве (2 метрики) и численности (11 метрик) (табл. 5), и рассчитаны 9 биотических индексов (табл. 6), а также определена видовая структура донных сообществ (табл. 7). Проанализированные показатели позволили провести оценку качества вод и определить степень нарушения речной экосистемы.

Хорошее качество воды по индексу ЕРТ отмечено только на станциях 1 и 2, на ст. 3 качество заметно хуже и расценивается как умеренно загрязнённые воды

Таблица 1

**Таксономическая представленность основных групп макрозообентоса  
р. Вторая Речка и степень их изученности**

Таксономическая группа	Количество семейств	Количество родов	Количество видов	Степень таксономического определения
Тип Круглые черви Nematelminthes	1	1	1	не определены
Тип Плоские черви – Plathelminthes	1	1	1	не определены
Тип Кольчатые черви – Annelida				определены частично
Класс Clitellata				
Подкласс Oligochaeta	3	3	3	определены частично
Подкласс Hirudinea	2	2	2	не определены
Тип Моллюски – Mollusca	2	2	2	определены до вида
Тип Членистоногие – Arthropoda				
Подтип Ракообразные – Crustacea	2	2	2	определены до вида
Подтип Трахейные – Tracheata				
Надкласс Шестиногие – Hexapoda				
Класс Коллемболы – Collembola	1	1	1	не определены
Класс Насекомые – Insecta				
Отряд Подёнки – Ephemeroptera	3	3	4	определены до вида
Отряд Веснянки – Plecoptera	3	3	3	определены до вида
Отряд Ручейники – Trichoptera	7	8	9	определены до вида
Отряд Жуки – Coleoptera	1	2	2	не определены
Отряд Двукрылые – Diptera	7	10	10	определены частично
ВСЕГО:	33	37	40	

Таблица 2

## Таксономический состав водных беспозвоночных р. Вторая Речка на 7 станциях

№	Таксоны	Номера станций						
		1	2	3	4	5	6	7
		ГК	ЭР	МР			ГР	
		зона эрозии					зона осадкона- копления	
	<b>Тип NEMATODA</b> <b>Класс Nematoda s.str.</b>							
1	Nematoda indet.			+	+	+	+	
	<b>Тип PLATHELMINTHES</b> <b>Класс Turbellaria</b> <b>Отряд Seriata</b> <b>Семейство Planariidae</b>							
2	<i>Phagocata vivida</i> (Ijima et Kaburaki, 1916)	+						
	Тип ANNELIDA Класс Clitellata Подкласс Oligochaeta Отряд Crassicitellata Семейство Lumbricidae							
3	<i>Lumbricus</i> sp.					+		
	<b>Отряд Naidotaxida</b> <b>Семейство Naididae</b>							
4	<i>Uncinaiis uncinata</i> (Oersted 1842)		МЗ					
	<b>Семейство Tubificidae</b>							
5	<i>Tubifex tubifex</i> (Müller 1774)				+	МЗ	+	
6	Oligochaeta indet.	+	ТВ, +	ТВ, +	ТВ, +	ТВ, +	+	+
	<b>Подкласс Hirudinea</b>							
7	Hirudinea gen. 1 sp. 1	+			+	+	+	
8	Hirudinea gen. 2 sp. 2							
	<b>Тип MOLLUSCA</b> <b>Класс Gastropoda</b> <b>Семейство Physidae</b>							
9	<i>Physa acuta</i> Draparnaud, 1805					ТВ, +	+	
	<b>Семейство Planorbidae</b>							
10	<i>Ferissia</i> sp. 1					ТВ, +	+	
	<b>Тип ARTHROPODA</b> <b>Подтип Crustacea</b> <b>Класс Malacostraca</b> <b>Отряд Amphipoda</b> <b>Семейство Gammaridae</b>							
11	<i>Gammarus koreanus</i> Ueno, 1940	ВБ, +	+	+				
	<i>Gammarus</i> sp.		ТВ	ТВ	ТВ	ТВ		
	<b>Отряд Decapoda</b> Семейство Grapsidae							
12	<i>Eriocheir japonica</i> (De Haan, 1835)					+		
	<b>Подтип Tracheata</b>							
	<b>Надкласс Hexapoda</b>							
	Класс Collembola Отряд Entomobryomorpha Семейство Isotomidae							
13	Collembola gen. fam. 1.	+						
	<b>Класс Insecta</b> <b>Отряд Ephemeroptera</b> <b>Семейство Ameletidae</b>							
14	Ameletus sp.	+						

	<b>Семейство Baetidae</b>							
15	<i>Baetis</i> sp. 1	+	+	+				
	<b>Семейство Heptageniidae</b>							
16	<i>Cinygmula hirasana</i> Imanishi, 1935	+	Т&Г					
17	<i>Cinygmula</i> sp.	ВБ, +	+	+				
	Ephemeroptera indet.		ТВ	ТВ	ТВ			
	<b>Отряд Plecoptera</b>							
	<b>Семейство Chloroperlidae</b>							
18	<i>Paraperla lepnevae</i> Zhiltz., 1970	(+)	ВТ					
	<b>Семейство Leuctridae</b>							
19	<i>Paraleuctra cercia</i> (Okamoto, 1922)	(+)	ВТ					
	<b>Семейство Nemouridae</b>							
20	<i>Nemoura</i> sp. 1	+	+					
	Plecoptera indet.		ТВ	ТВ				
	<b>Отряд Trichoptera</b>							
	<b>Семейство Apataniidae</b>							
21	<i>Apatania</i> sp. 1	+						
	<b>Семейство Glossomatidae</b>							
22	<i>Agaretus</i> sp. 1	+	+	+				
23	<i>Glossosoma altaicum</i> (Mart., 1914).	ВБ						
24	<i>Glossosoma</i> sp.	+	+	+				
	Семейство Hydropsychidae							
25	<i>Cheumatopsyche</i> sp. 1			+				
	<b>Семейство Lepidostomatidae</b>							
26	<i>Lepidostoma</i> sp. 1	+						
	<b>Семейство Leptoceridae</b>							
27	<i>Ceraclea</i> sp. 1			+				
	<b>Семейство Rhyacophilidae</b>							
28	<i>Rhyacophila</i> gr. <i>sibirica</i> sp. 1	+	МЗ					
	<b>Семейство Thremmatidae</b>							
29	<i>Neophylax ussuriensis</i> Mart., 1914	ВБ, +						
	Trichoptera indet.		ТВ	ТВ	ТВ			
	<b>Отряд Coleoptera</b>							
	<b>Семейство Elmidae</b>							
30	Elmidae gen. indet. (имаго)	+						
31	Coleoptera gen. 1 sp. 1. (личинки)		(+)	+				
	<b>Отряд Diptera</b>							
	<b>Семейство Ceratopogonidae</b>							
32	<i>Palpomyia</i> sp. 1.			+				
	<b>Семейство Chironomidae</b>							
33	<i>Chironomus</i> sp. 1					МЗ	МЗ	
34	<i>Cricotopus</i> sp. 1					МЗ	МЗ	
35	Chironomidae indet.		ТВ	ТВ, +	ТВ, +	ТВ, +	+	+
	<b>Семейство Dolichopodidae</b>							
36	Dolichopodidae gen. 1 sp. 1			+				
	<b>Семейство Psychodidae</b>							
37	Psychodidae gen. 1 sp. 1					+		
	<b>Семейство Tabanidae</b>							
38	Tabanidae gen. 1 sp. X			+				
	<b>Семейство Tipulidae</b>							
39	<i>Tipula</i> sp. 1	+						
40	Tipulidae gen. indet. sp. U	+						

Примечание. Расшифровка аббревиатур: ВБ – Богатов, 1994; МЗ – Засыпкина, 2000; ВТ – Тесленко, 2017; Т&Г – Тиунова, Горювая, 2017; ТВ – Вшивкова и др., 2008; ГК – гипокреналь, ЭР – эпиритраль, МР – метаритраль, ГР – гипоритраль. + – вид обнаружен авторами статьи, (+) – вид может быть обнаружен с большой долей вероятности.

Таблица 3

**Показатели таксономического богатства макрозообентоса на 7 станциях р. Вторая Речка  
(число таксонов) (данные за все годы исследований) и индекс ЕРТ**

Показатели таксономического богатства	Станции						
	1	2	3	4	5	6	7
Количество типов	3	2	3	3	4	4	2
Количество классов/подклассов	<b>6</b>	3	4	5	<b>6</b>	5	2
Количество семейств	<b>18</b>	11	(15) 14	8	10	7	2
Количество родов	<b>20</b>	12	16	8	13	9	2
Общее число таксонов (Nt)	<b>22</b>	14	15	8	13	9	2
Количество таксонов ЕРТ	<b>14</b>	10	7	(2) 0	0	0	0
Индекс ЕРТ ( $Nt_{\text{ЕРТ}} / Nt \times 100$ ) (%)	<b>66,63</b>	<b>71,4</b>	46,66	25	0	0	0
Категория качества воды	<b>E</b>	<b>E</b>	<b>F-P</b>	<b>(P) VP</b>	<b>P-VP</b>	<b>VP</b>	<b>VP</b>
Класс	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>IV</b>	<b>VI</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>	<b>VI</b>

Примечание. В скобках – данные с учётом сборов 2008 года.

Таблица 4

**Представленность макрозообентоса по материалам 1 серии (23 октября 2020 г.)  
на 4 станциях р. Вторая Речка (в % от общей численности) по данным сборов  
донным сачком и бентометром Сарбера**

Таксоны	Станции						
	1		3		5		6
	D-net	B-S	D-net	B-S	D-net	Олигохеты и	D-net
<b>Нематоды</b>							
Nematoda indet.	0	0	<b>0,72</b>	0,3	0,24	0,1	0,6
<b>Планарии</b>							
Phagocata vivida	3,83	10,05	0	0	0	0	0
<b>Олигохеты</b>							
<i>Lumbricus</i> sp.	0	0	0	0	0	0,03	0
Oligochaeta indet.	1,52	0	46,41	11,7	<b>76,02</b>	<b>80,63</b>	<b>86,3</b>
<b>Пиявки</b>							
Hirudinea sp. 1	0,07	0	0	0	0	0	0
Hirudinea sp. 2	0	0	0	0	<b>0,28</b>	0,1	0
<b>Моллюски</b>							
<i>Physa acuta</i>	0	0	0	0	0,37	<b>0,57</b>	0
<i>Ferissia</i> sp. 1	0	0	0	0	0	0,03	0
<b>Ракообразные</b>							
<i>Gammarus koreanus</i>	<b>77,29</b>	56,08	8,47	0	0	0	0
<b>Коллемболы</b>							
<i>Collembola</i> indet.	0,4	0,53	0	0	0	0	0
<b>Подёнки</b>							
<i>Baetis</i> sp.	0,13	0	0,6	0	0	0	0
<i>Cinygmula</i> sp.	16,6	<b>29,63</b>	0,12	0,45	0	0	0
<b>Ручейники</b>							
<i>Apatania</i> sp.	0	1,06	0	0	0	0	0
<i>Cheumatopsyche</i> sp.	0	0	0,48	0,15	0	0	0
<i>Agapetus</i> sp.	0,07	0	0	0,45	0	0	0
<i>Glossosoma</i> sp.	0	0,53	0,12	0	0	0	0
<i>Lepidostoma</i> sp.	0,07	1,59	0	0	0	0	0
<i>Ceraclea</i> sp.	0	0	0	0,15	0	0	0

<b>Жесткокрылые</b>							
Elmidae gen.1 sp.1 (им.)	0,07	0,53	0	0	0	0	0
Elmidae indet. (лич.)	0	0	0	0,15	0	0	0
<b>Двукрылые</b>							
<i>Palpomyia</i> sp. 1	0	0	0,36	0,15	0	0	0
Chironomidae	0	0	23,15	30,72	1741	18,41	13,23
Dolichopodidae gen. 1 sp. Z	0	0	0,36	0,3	0	0	0
Psychodidae gen. 1 sp. 1	0	0	19,09	55,48	0	0,03	0
Tabanidae gen. 1 sp. X	0	0	0,12	0	0	0	0
<i>Tipula</i> sp. 1	0,07	1,06	0	0	0	0	0
Tipulidae gen. indet. sp. U	0,39	0	0	0	0	0	0

Примечание. D-net – стандартный донный сачок для сбора бентоса методом принудительного дрефта; B-S – бентометр Сарбера для сбора количественных проб бентоса (площадь захвата 0,25×0,25 м<sup>2</sup>) (Вишкова и др., 2019).

Таблица 5

**Показатели таксономического богатства (в % от общего числа таксонов), численность основных групп макрозообентоса (в % от общей численности) по материалам 1 серии (23 октября 2020 г.) для 4-х станций р. Вторая Речка**

Показатели	Станции						
	1		3		5		6
	D-net	B-S	D-net	B-S	D-net	B-S	D-net
<b>Показатели общего таксономического богатства и ЕРТ</b>							
Общее число таксонов ( $N_{\text{такс}}$ )	<b>12</b>	9	<b>12</b>	11	5	8	5
Число таксонов ЕРТ	4	4	4	4	0	0	0
<b>Показатели численности основных групп макрозообентоса</b>							
Общее число организмов (экз.)	1516	189	838	664	<b>7541</b>	<b>3838</b>	476
Общее число организмов ЕРТ (экз.)	249	62	11	8	0	0	0
<b>Доля ЕРТ (в % от общей численности)</b>	16,43	<b>32,8</b>	1,31	1,2	0	0	0
Общее число Oligochaeta (экз.)	23	0	389	78	<b>5733</b>	<b>3095</b>	410
<b>Доля олигохет (%)</b>	1,52	0	46,42	11,75	<b>76,02</b>	80,64	86,13
Общее число ракообразных Gammaridae	<b>1171</b>	104	71	0	0	0	0
<b>Доля Gammaridae (%)</b>	<b>77,24</b>	<b>55,03</b>	8,47	0	0	0	0
Общее число Diptera (экз.)	7	2	361	575	<b>1741</b>	<b>708</b>	63
<b>Доля двукрылых (%)</b>	0,46	1,06	43,08	<b>86,59</b>	23,09	18,45	13,24
Общее число Chironomidae (экз.)	0	0	194	204	<b>1741</b>	<b>707</b>	63
<b>Доля Chironomidae (%)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>23,15</b>	<b>30,7</b>	<b>23,09</b>	18,42	13,24

Таблица 6

**Биотические индексы, рассчитанные по материалам 1 серии (23 октября 2020 г.) для 4-х станций р. Вторая Речка**

Индексы	Станции						
	1		3		5		6
	D-net	B-S	D-net	B-S	D-net	B-S	D-net
<b>Индекс ЕРТ (<math>N_{\text{ЕРТ}} / N_{\text{такс}}</math> (%))</b>	33,3	44,44	33,3	36,36	0	0	0
Категория качества воды	<b>P *</b>	<b>P *</b>	<b>P *</b>	<b>P *</b>	<b>VP</b>	<b>VP</b>	<b>VP</b>
<b>Индекс Гутнайта-Уиттлея</b>	1,52	0	46,42	11,75	<b>76,02</b>	<b>80,64</b>	<b>86,13</b>
Категория качества воды	<b>E</b>	<b>E</b>	<b>G-F</b>	<b>E *</b>	<b>VP</b>	<b>P</b>	<b>VP</b>
<b>Индекс Вудивисса</b>	<b>8</b>	6	<b>8</b>	6	2	3	2
Категория качества воды	<b>G</b>	<b>G-F *</b>	<b>G *</b>	<b>G-F</b>	<b>VP</b>	<b>VP</b>	<b>VP</b>
<b>Family Biotic Index (FBI)</b>	3,88	3,90	<b>7,48</b>	<b>8,41</b>	<b>7,53</b>	<b>7,63</b>	<b>7,98</b>
Категория качества воды	<b>E</b>	<b>E</b>	<b>P</b>	<b>VP</b>	<b>P</b>	<b>P</b>	<b>VP</b>



<b>FE BMWP Index</b>	<b>80</b>	<b>70</b>	59	62	14	16	7
Категория качества воды	<b>G</b>	<b>G</b>	<b>G-F</b>	<b>G</b>	<b>P</b>	<b>P</b>	<b>VP</b>
<b>FE ASPT Index</b>	<b>6,67</b>	<b>7,78</b>	4,92	5,64	2,8	2,67	1,75
Категория качества воды	<b>E</b>	<b>E</b>	<b>G *</b>	<b>E (!)</b>	<b>P</b>	<b>P</b>	<b>VP</b>
<b>Индекс SO (сенситивных организмов) (%)</b>	97,57	<b>100</b>	10,15	1,36	0	0	0
Категория качества воды	E	E	P	VP	VP	VP	VP
<b>Индекс Майера</b>	<b>17</b>	<b>15</b>	11	8	3	5	2
Категория качества воды	<b>G-F</b>	<b>F *</b>	<b>F</b>	<b>P</b>	<b>VP</b>	<b>VP</b>	<b>VP</b>
<b>Индекс Ch+O (%)</b>	1,52	0	69,57	42,45	<b>99,11</b>	<b>99,06</b>	<b>99,37</b>
Категория качества воды	E	E	P	F-P	VP	VP	VP
<b>КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА</b>	<b>E</b>	<b>E-G</b>	<b>F-P</b>	<b>F-P</b>	<b>P-VP</b>	<b>P-VP</b>	<b>VP</b>
Цветовая кодировка для экокарты	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>IV</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>

Примечание. (\*) – рассчитанные индексы не отражают настоящую ситуацию, что вызвано либо недостаточно полными сборами (отсутствует информация весеннего и летнего периодов) или недостаточно откалиброваны в применении к региональным фаунистическим особенностям.

Таблица 7

**Донные сообщества, выделенные по видовой структуре на 4-х станциях р. Вторая Речка (материалы 1 серии, 23 октября 2020 г)**

Станция 1					
D-net			B-S		
Таксон	%		Таксон	%	
<i>Gammarus koreanus</i>	<b>77,24</b>	<b>D</b>	<i>Gammarus koreanus</i>	<b>55,02</b>	<b>D</b>
<i>Cinygmula sp.</i>	<b>16,6</b>	<b>D</b>	<i>Cinygmula sp.</i>	<b>29,63</b>	<b>D</b>
Phagocata vivida	3,83	2	Phagocata vivida	10,5	2
Oligochaeta indet.	1,52	2	<i>Lepidostoma sp.</i>	1,59	2
Collembola sp.	0,4	3	<i>Apatania sp.</i>	1,06	2
Tipulidae gen. sp. U	0,39	3	<i>Tipula sp.</i>	1,06	2
<i>Baetis sp.</i>	0,13	4	Collembola sp.	0,53	ед
Hirudinea sp. 1	0,07	ед	<i>Glossosoma sp.</i>	0,53	ед
Elmidae	0,07	ед	Elmidae gen. 1 sp. 1	0,53	ед
<i>Agapetus sp.</i>	0,07	ед			
<i>Lepidostoma sp.</i>	0,07	ед			
<i>Tipula sp.</i>	0,07	ед			
Станция 3					
D-net			B-S		
Таксон	%		Таксон	%	
<b>Oligochaeta</b>	<b>46,42</b>	<b>D</b>	<b>Psychodidae gen.1 sp. 1</b>	<b>55,42</b>	<b>D</b>
<b>Chironomidae</b>	<b>23,15</b>	<b>D</b>	<b>Chironomidae</b>	<b>30,72</b>	<b>D</b>
<b>Psychodidae gen. 1 sp. 1</b>	<b>19,09</b>	<b>D</b>	Oligochaeta	11,7	SD
<i>Gammarus sp.</i>	8,47	SD	<i>Cinygmula sp.</i>	0,45	3
Nematoda sp.	0,72	2	<i>Agapetus sp.</i>	0,45	3
<i>Baetis sp.</i>	0,6	2	Nematoda indet.	0,3	3
<i>Cheumatopsyche sp.</i>	0,48	3	Dolichopodidae	0,3	3
Dolichopodidae gen. 1sp. Z	0,36	3	<i>Cheumatopsyche sp.</i>	0,15	ед
<i>Palpomiya sp. 1</i>	0,36	3	<i>Ceraclea sp.</i>	0,15	ед
<i>Cinygmula sp.</i>	0,12	ед	Elmidae indet.	0,15	ед
<i>Glossosoma sp.</i>	0,12	ед			
Tabanidae gen. sp. {	0,12	ед			
Станция 5					
D-net			B-S		
Таксон	%		Таксон	%	
<b>Oligochaeta indet.</b>	<b>76,02</b>	<b>D</b>	<b>Oligochaeta indet.</b>	<b>80,64</b>	<b>D</b>

<b>Chironomidae indet.</b>	<b>23,08</b>	<b>D</b>	<b>Chironomidae indet.</b>	<b>18,41</b>	<b>D</b>
<i>Physa acuta</i>	0,37	3	<i>Physa acuta</i>	0,57	2
Hirudinea sp. 2	0,28	3	Hirudinea sp. 2	0,2	3
			Nematoda indet.	0,1	3
			<i>Ferissia</i> sp.	0,03	ед
			Psychodidae gen.1 sp.1	0,03	ед
Станция 6					
D-net			Пробы бентометром не отбирались		
Таксон					
<b>Oligochaeta indet.</b>	<b>86,13</b>	<b>D</b>			
<b>Chironomidae indet.</b>	13,24	2			
Nematoda sp.	0,63	3			

Примечание. D – доминанты, 15% и более от общей численности; SD – субдоминанты, от 5 до 14,9%; 2 – второстепенные виды, от 0,5 до 4,9%; 3 – третьестепенные виды, меньше 0,5%; ед – виды, встретившиеся в пробе по 1 экземпляру (единично).

с переходом в загрязнённые; на станциях 4 и 5 – вода плохого качества, на станциях 6 и 7 – очень плохого. На ст. 5 в 2008 г. в сборах ещё отмечались подёнки и ручейники (Вшивкова и др., 2008).

Показатели численности по данным осенней серии 23 октября 2020 г. для 4-х станций, расположенных: в верховье (ст. 1) вне зоны импакта; в районе новостройки (ст. 3, микрорайон Снеговая Падь), в зоне, подвергшейся антропогенному влиянию сравнительно недавно; и в зонах хронического импакта – в нижнем отделе реки (ст. 5 и 6), показали негативные изменения в составе донных сообществ среднего и нижнего участков реки, произошедшие за почти десятилетний период (с 2008 года). Чувствительные организмы комплекса ЕРТ и ракообразные амфиподы вообще не отмечены для ст. 5 (табл. 4), хотя ранее там встречались, пусть и в небольшом количестве (Вшивкова и др., 2008). Выявлено также ухудшение состояния донных сообществ в районе новостройки в районе Снеговая Падь, где в сообществах стали доминировать олигохеты, двукрылые и хирономиды подсемейства Chironominae; олигохетно-хирономинный комплекс составил почти половину численности всех организмов макрозообентоса: 69,57% по условно количественным (D-net) и 42,45 по количественным (B-S) пробам, тогда как доля организмов ЕРТ, в среднем, по обоим методикам отбора проб, не превышала 1,25%. Доля чувствительных организмов (индекс SO) составила здесь 10,15% (по D-net) и 1,36% (по BS), хотя выше по течению – в зоне верховья, индекс SO достигал очень высоких значений: 97,57% и 100%, соответственно. Резкое уменьшение доли чувствительных организмов в зоне новостройки показывает негативный тренд в изменении состава и структуры донных сообществ, вызванных деятельностью человека.

Структура донных сообществ с указанием степени доминирования в виде ранжированных списков приведена в табл. 7. Из приведенных данных видно, что на верхнем участке р. Вторая Речка сформировано сообщество «*Gammarus koreanus*+*Cinygmula* sp.». Гаммарусовые сообщества вообще характерны для верховьев чистых лесных ручьёв Южного Приморья (Леванидов, 1977; Леванидова и др. 1989). На среднем участке начинает формироваться сообщество «*Oligochaeta*+*Chironominae*+*Psychodidae*», отражающее изменяющиеся условия среды при возрастающем антропогенном импакте. И хотя представители комплекса ЕРТ на этом участке реки ещё присутствуют, но их доля уже незначительна, биоразнообразие и численность невысоки. Сообщества нижних участков (ст. 5 и ст. 6) показывает сильную деградацию их состава и структуры, что, впрочем, отмечалось и в прежние годы. Здесь

сформировалось крайне угнетённые сообщества: с доминированием олигохетно-хирономинного комплекса «**Oligochaeta+Chironominae**», на станции 5, и с прогрессирующим влиянием олигохет – сообщество «**Oligochaeta**» – на станции 6, где доля олигохет составляет от 76 до 86% и более, а индекс Ch-O по обоим методам отбора проб достигает 99% (станция 5), и 99,37% (станция 6, по данным D-net). Такая структура характерна для сообществ, вошедших в фазу глубокой деградации, которую можно квалифицировать как экологический кризис.

### Заключение

На основании распределения таксонов по станциям р. Вторая Речка от истока до устья, по динамике показателей численности видов-индикаторов и индикаторных комплексов, по типам структуры донных сообществ, формирующихся по продольному профилю реки, нами выделены 4 зоны с различным уровнем антропогенного влияния: 1) верховье: удовлетворительное состояние (категория G, класс I, чистые воды); 2) среднее течение, зона микрорайона Снеговая Падь: неудовлетворительное состояние (категория F, класс IV, загрязненные воды); 3) нижнее течение, район Парка «Фантазия»: очень плохое состояние, грязные воды (категория P, класс V, грязные воды); 4) приустьевая часть: очень плохое состояние (категория VP, класс VI, очень грязные воды, глубокая деградации донных сообществ, экологический кризис).

По материалам исследований нами подготовлены соответствующие протоколы оценки экологического состояния р. Вторая Речка для передачи в муниципальные и природоохранные органы с предложениями принять незамедлительные меры по выявлению главных источников загрязнения и организовать мероприятия по восстановлению городской реки.

### Литература

- Богатов В.В. 1994.** Экология речных сообществ российского Дальнего Востока. / Владивосток: Дальнаука. 1994. 218 с.
- Вшивкова Т.С., Круглик И.А., Голотин В.А., Щеголёва Е.А. 2008.** Оценка экологического состояния по показателям макрозообентоса реки Вторая Речка (бассейн Амурского залива) // Исследования мирового океана: материалы Международной научн. конф. Владивосток: ДальРыбВТУЗ. С. 95–97.
- Вшивкова Т.С., Иваненко Н.В., Якименко Л.В., Дроздов К.А. 2019.** Введение в биомониторинг пресных вод: учебное пособие/ Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 240 с.
- Вшивкова Т.С. 2021.** Водные беспозвоночные городской реки Вторая Речка (Владивосток, Приморский край) // Проблемы водной энтомологии России и сопредельных территорий: Материалы VIII Всероссийского с международным участием научного симпозиума по амфибиотическим и водным насекомым; Сев.-Осет. гос. ун-т им. К.Л. Хетагурова. Владикавказ: ИПЦ СОГУ. С. 216–235.
- Вшивкова Т.С., Никулина Т.В., Клышевская С.В., Дроздов К.А., Жарикова Е.В. 2021.** Проблемы загрязнения водотоков урбанизированных территорий и пути их решения на примере реки Вторая Речка (Владивосток, Приморский край) // Чтения памяти В.Я. Леванидова. Вып. 9. С. 43–59.
- Засыпкина М.О. (Шарый-оол М.О.). 2000.** Оценка качества воды пресноводных водоемов по гидробиологическим показателям на примере реки Вторая речка // Реферат (рукопись). Владивосток. 20 с.
- Леванидов В.Я. 1977.** Биомасса и структура донных биоценозов реки Кедровая // Пресноводная фауна заповедника «Кедровая Падь». Владивосток ДВНЦ АН СССР. 126–158.
- Леванидова И.М., Тесленко В.А., Лукьянченко Т.И., Макаренченко Е.А., Семенченко А.Ю. 1989.** Структура донных беспозвоночных как основа биомониторинга горных рек Сихоте-Алиня // Систематика и экология речных организмов. Владивосток: ДВО АН СССР. С. 69–73.
- Тесленко В.А. 2017.** Веснянки (Insecta, Plecoptera) в водотоках города Владивостока и его окрестностей // Чтения памяти В.Я. Леванидова. Вып. 7. С. 227–234.
- Тиунова Т.М., Горвая Е.А. 2017.** Поденки (Insecta, Ephemeroptera) водотоков города Владивостока и его окрестностей // Чтения памяти В.Я. Леванидова. Вып. 7. С. 234–242.