

**СТРУКТУРА ДОННЫХ СООБЩЕСТВ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ
ЖИВОТНЫХ И КАЧЕСТВО ВОДЫ Р. ВИЛКА И РУЧ.
МАШИНЮКОВСКИЙ (БАСС. Р. СЕРЕБРЯНКА) ТЕРНЕЙСКОГО
РАЙОНА ПРИМОРСКОГО КРАЯ**

А.Ю. Козлова¹, Е.В. Потиха², Е.А. Макаrenchенко^{1,3}

¹ Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, ул. Луговая, 52Б,
г. Владивосток, 690087, Россия. E-mail: aleksandrinstativkina180@gmail.com

² Сихотэ-Алинский государственный природный биосферный заповедник имени К.Г. Абрамова,
Приморский край, пос. Терней. E-mail: potikha@mail.ru

³ Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, пр. 100-летия
Владивостока, 159, г. Владивосток, 690022, Россия. E-mail: makarchenko@biosoil.ru

**STRUCTURE OF BOTTOM COMMUNITIES OF INVERTEBRATES
AND WATER QUALITY OF VILKA RIVER AND MASHINYUKOVSKY
STREAM (SEREBRYANKA RIVER BASIN) IN TERNEY DISTRICT OF
PRIMORYE TERRITORY**

A. Yu. Kozlova¹, E. V. Potikha², E. A. Makarchenko^{1,3}

¹ Far Eastern State Technical Fisheries University, 52b Lugovaya Str., Vladivostok, 690087, Russia.
E-mail: aleksandrinstativkina180@gmail.com

² Sikhote-Alin State Nature Biosphere Reserve named after K.G. Abramov, Primorye Territory, Terney. E-mail:
potikha@mail.ru

³ Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, FEB RAS, 159 Stoletiya Vladivostoka Avenue,
Vladivostok, 690022, Russia. E-mail: makarchenko@biosoil.ru

Введение

Качество пресных вод – это основной показатель уровня жизни человека и окружающей его среды. Пресная вода необходима для нормальной жизнедеятельности человека и всех организмов, обитающих на суше и под землей. Загрязнение воды может оказать серьезное влияние на здоровье и в крайних случаях привести к физической смерти. Биоиндикация – анализ качества воды по составу обитающих в ней живых организмов или определение биологически значимых нагрузок на основе реакций на них живых организмов и их сообществ. В полной мере это относится и ко всем видам антропогенных загрязнений. Химическим или бактериологическим методом источник загрязнения можно обнаружить только при перманентном загрязнении. В любом другом случае результаты анализа такими методами можно отнести только к моменту взятия пробы. Биологический анализ дешевле и быстрее химического или бактериологического. С помощью биологического метода можно обнаружить загрязнение промышленными стоками там, где его нельзя найти больше никаким другим методом.

Для оценки степени нарушения речных экосистем в результате хозяйственной деятельности необходимо иметь представление об исходном состоянии экосистемы

реки. Для этого необходимо создание «паспорта» чистой реки, где помимо гидрологических показателей, должны быть представлены данные о видовом разнообразии, количественном соотношении групп бентоса и структуре донных сообществ. Структура сообществ может меняться во времени, а также под влиянием антропогенных факторов. Большинство видов пресноводных беспозвоночных животных наиболее чувствительны даже к слабым изменениям среды обитания. Кроме того, постоянно присутствуя в водоеме, они чутко реагируют на кратковременные сбросы загрязняющих веществ, которые в силу различных причин остаются неучтенными физическими и химическими методами контроля, что делает их удобными и важными объектами в биоиндикации и исследовании экологического состояния пресноводных водоемов.

Цель данной работы – выявить и изучить таксономический состав и структуру донных сообществ беспозвоночных животных р. Вилка и руч. Машинюковский басс. р. Серебрянка Тернейского района Приморского края и определить качество их вод с применением биотических индексов.

Материал и методика

Материалом для подготовки настоящей работы послужили оригинальные данные, полученные в результате обработки количественных проб зообентоса, отобранных в р. Вилка и руч. Машинюковский на трех станциях в межень с 21 по 28.06.2024 г. и в засушливый период с 15 по 17.07.2024 г.

Водотоки расположены в поселке Терней Тернейского р-на Приморского края и протекают по восточной части хребта Сихотэ-Алиня. Руч. Машинюковский является притоком второго порядка р. Серебрянка, исток находится на одной из сопкок, которые окружают Терней, и собирается из трех водотоков, впадает в р. Вилка, несущую свои воды в Японское море.

Расположение станций показано на рис. 1. Станция 1 поставлена в р. Вилка в районе устья ручья Машинюковского (рис. 2). Характер берега – насыпная дамба. Прибрежная растительность представлена злаками и ольхой. Устье ручья искусственно вырыто; грунт песчано-галечный. Ширина русла около 14 м. Для данного участка характерно большое количество перифитона. Участок, где расположена станция, находился на открытом от леса месте и хорошо освещен. Средняя скорость течения была 0,7 м/с в межень и 0,6 м/с в засушливый период. Средняя глубина в межень 25 см, в засушливый период – 20 см. По нашим наблюдениям, вода была прозрачной. Станция 2 находилась в месте автомобильного брода через руч. Машинюковский, где к концу отбора проб был построен мост (рис. 3). Также на этом участке во время засушливого периода ручей ушел под грунт, и на поверхности осталось лишь несколько луж. На данном участке берег представлен насыпной дамбой. Грунт песчано-галечный, с детритовыми включениями. Характер прибрежной растительности – злаки. Ширина русла 1 м. Станция располагалась под открытым участком леса и была хорошо освещена. Средняя скорость течения на данном участке была 0,3 м/с, в межень в засушливый период течение отсутствовало. Средняя глубина, зарегистрированная в межень, – 15 см, в засушливый период – 10 см. В межень вода была прозрачной, однако в засуху стала желтой и мутной. Участок ручья в районе станции 3 находился под минимальным антропогенным воздействием (рис. 4). Его берега одамбованы. Грунт гравийно-галечниковый, с отдельными валунами и включениями детритовых отложений. Прибрежная растительность – злаки, ольха. Ширина русла 3 м. Станция находилась под пологом

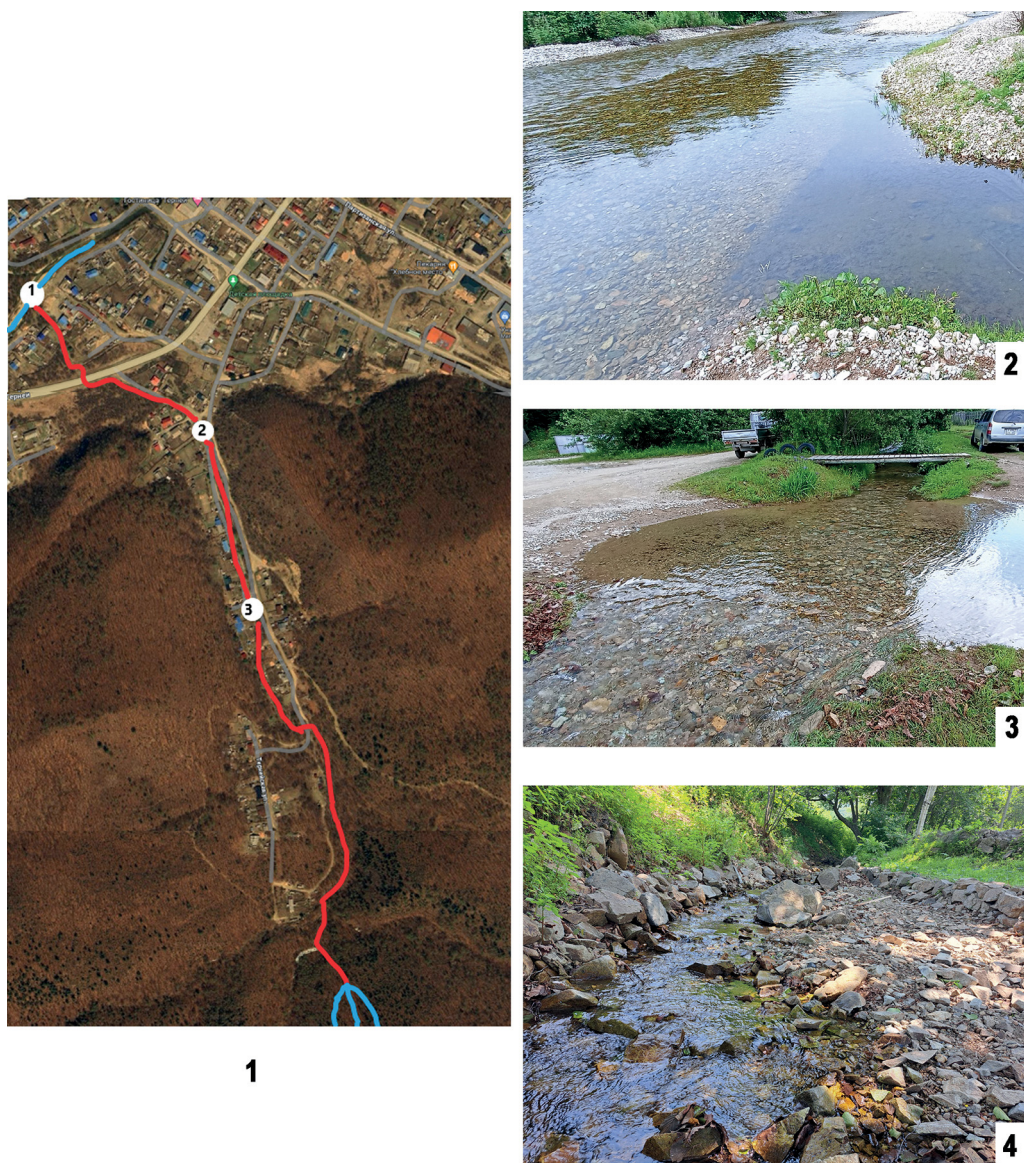


Рис. 1–4. Картограмма расположения станций на р. Вилка и руч. Машинюковский (1) и участки водотоков, расположенные в районе станций 1 (2), 2 (3) и 3 (4). Все фото А.Ю. Козловой.

деревьев и была слабо освещена. Средняя скорость течения на данном участке зарегистрирована 0,61 м/с в межень и 0,33 м/с в засушливый период. Средняя глубина в межень 25 см, в засушливый период – 10 см. Вода была прозрачной. Однако в ручье было отмечено присутствие твердых бытовых отходов.

Количественные пробы зообентоса отбирали модифицированным бентометром В.Я. Леванидова с площадью захвата 0,06 м², с 2–3 повторностями на каждой станции. Пробы фиксировали 10 %-ным раствором формалина. Всего было собрано и обработано 16 количественных проб зообентоса на перекате, плёсе и сливе.

Для описания структуры донных сообществ использовали классификацию А.М. Чельцова-Бебутова в модификации В.Я. Леванидова (1977), по которой доминанты составляют более 15 % от общей плотности или биомассы, субдоминанты – от 5 до 14,9 %, второстепенные виды – от 1 до 4,9 %.

Для оценки экологического состояния водотоков были использованы индексы *EPT*, Гуднайта-Уитлея (*GW*) и Е.В. Балускиной (*IB*) (Вшивкова и др., 2019).

Индекс *EPT* – показатель индикаторной группы трёх отрядов водных беспозвоночных: подёнок (Ephemeroptera), веснянок (Plecoptera) и ручейников (Trichoptera), чьи представители являются высокочувствительными к различного рода загрязняющим веществам. Для расчета индекса суммируют число обнаруженных видов трёх указанных отрядов, чем выше показатели, тем ближе состояние исследуемого участка к эталонному. При оценке качества вод по индексу *EPT* применяли критерии для водотоков предгорного типа (Lenat, 1994), где суммарное число видов *EPT* соответствует следующему качеству вод: >31 – очень хорошее; 24–31 – хорошее; 16–23 – хорошее-среднее; 8–15 – среднее; 0–7 – плохое.

Индекс Гуднайта-Уитлея (*GW*) рассчитывали по отношению количества обнаруженных в пробе олигохет (*No*) к общему количеству организмов (*Nex*), включая и самих червей, в%:

$$GW = No/Nex \times 100 (\%).$$

Для подсчета индекса Е.В. Балускиной использовали соотношение численности представителей отдельных подсемейств хирономид:

$$IB = a_T + 0,5a_{Ch}/a_O + a_D + a_P,$$

где a_T , a_{Ch} , a_O , a_D и a_P – вспомогательные величины для подсемейств Tanypodinae, Chironominae, Orthocladiinae, Diamesinae и Podonominae, соответственно. Вспомогательные величины рассчитываются по сумме численности представителей каждого из подсемейств, выраженной в процентах от общей численности хирономид. Следует отметить, что в некоторых литературных источниках забывают указывать в знаменателе подсемейство Diamesinae. Изначально, когда индекс вводился, в изучаемых реках отсутствовало подсемейство Podonominae, и Е.В. Балускина его данные не использовала (Балускина, 1976). В наших водотоках подономиды играют важную роль, и их следует учитывать при расчете индекса. Для этого мы ввели его данные также в знаменатель, так как все представители Podonominae оксифильны и стенотермны, являются показателями хорошего качества вод.

Результаты и обсуждение

На исследованных участках р. Вилка и руч. Машинюковский (станции 1–3) выявлено 76 таксонов донных беспозвоночных животных, принадлежащих к трем типам животных, в том числе 25 видов подёнок (Ephemeroptera), 13 видов ручейников (Trichoptera), 7 видов веснянок (Plecoptera) и 19 видов и форм двукрылых семейства Chironomidae (табл. 1). Кроме этого, в составе донных беспозвоночных были обнаружены амфибиотические насекомые из отрядов Neuroptera, Coleoptera, Hemiptera (семейство Cicadidae), Hymenoptera (семейство Formicidae). Отряд Diptera представлен тремя семействами: Ceratopogonidae, Chironomidae и Simuliidae. Помимо насекомых найдены Nematoda, Oligochaeta, Mollusca и Annelida.

Наибольшее таксономическое разнообразие зообентоса (69 таксонов) отмечено в р. Вилка на участке станции 1, а наименьшее (27 таксонов) – в руч. Машинюковский на станции 2 (табл. 1).

К интересной находке относится обнаружение куколок и личинок редкого рода хирономид *Paraboreochlus* Thienemann из подсемейства Podonominae. Этот род включает 3 вида – *P. minutissimus* (Strobl), *P. okinawanus* Kobayashi et Kuranishi и *P. stahli* Coffman. Изучение гипопигия имаго самца, извлеченного из зрелой

Таблица 1

**Таксономический состав донного населения р. Вилка и руч. Машиниковский на
исследованных участках в межень и засушливый период**

Таксоны	Станция 1	Станция 2	Станция 3
1	2	3	4
Тип Mollusca – Моллюски			
Класс Gastropoda – Брюхоногие	+		
Тип Annelida – Кольчатые черви			
Класс Citellata – Поясковые черви			
Подкласс Oligochaeta – Малощетинковые черви	+	+	+
Отряд Enchytraeida – Энхитреиды		+	
Тип Arthropoda – Членистоногие			
Класс Arachnida			
Отряд Acariformes			
Сем. Hydrachnidae – Водяные клещи	+	+	+
Класс Malacostraca – Высшие раки			
Отряд Amphipoda			
<i>Gammarus</i> sp.	+	+	+
Класс Insecta – Насекомые			
Отряд Collembola – Коллемболы	+	+	+
Отряд Neuroptera – Сетчатокрылые			+
Отряд Trichoptera – Ручейники			
Сем. Glossosomatidae			
<i>Electragapetus praeteritus</i> (Martynov)	+		
<i>Glossosoma</i> sp.	+		+
<i>Anagapetus schmidi</i> Levaniidova	+	+	+
<i>Anagapetus</i> sp.			+
Сем. Hydropsychidae			
<i>Hydropsyche orientalis</i> Martynov	+		
Сем. Apataniidae			
<i>Apatania</i> sp.	+	+	
Сем. Limnephilidae			
<i>Ecclisomyia kamtschatica</i> (Martynov)	+		+
<i>Hydatophylax nigrovittatus</i> MacLachlan	+		+
<i>Hydatophylax</i> sp.		+	
Сем. Lepidostomatidae			
<i>Lepidostoma</i> sp.	+	+	
Lepidostomatidae (<i>Lepidostoma</i> ? sp.)			
Сем. Rhyacophilidae			
<i>Rhyacophila lata</i> Martynov	+		
<i>Rhyacophila</i> gr. <i>sibirica</i>	+		+
Отряд Ephemeroptera – Подёнки			
Сем. Heptageniidae			
<i>Cinygmula hirasana</i> Imanishi	+	+	+
<i>Cinygmula</i> sp.1	+		+
<i>Cinygmula</i> sp.2	+		
<i>Epeorus</i> sp.	+		

Продолжение табл. 1

1	2	3	4
<i>Iron aesculus</i> Imanishi	+	+	+
<i>Iron alexandri</i> Kluge & Tiunova	+		+
<i>Iron maculatus</i> Tshernova	+		+
<i>Heptagenia</i> sp.	+		
Сем. Ameletidae			
<i>Ameletus cedrensis</i> Sinitshenkova	+		
<i>Ameletus inopinatus labiatus</i> Sinitshenkova	+		
<i>Ameletus</i> sp.	+		
Сем. Baetidae			
<i>Baetis (Baetis) bicaudatus</i> Dodds	+		+
<i>Baetis</i> sp.	+		
<i>Acentrella</i> sp.1	+		
<i>Acentrella</i> gr. <i>sibirica</i>	+		+
<i>Centroptilum</i> sp.	+		
Сем. Leptophlebiidae			
<i>Neoleptophlebia japonica</i> (Matsumura)	+		+
<i>Neoleptophlebia</i> sp.	+		+
Сем. Ephemerellidae			
<i>Drunella triacantha</i> Tshernova	+		+
<i>Drunella cryptomeria</i> (Imanishi)	+		
<i>Drunella solida</i> Bajkova	+		
<i>Ephemerella aurivillii</i> Bengtsson	+		+
<i>Ephemerella (Zonadia) kozhovi</i> Bajkova	+		
<i>Ephemerella</i> sp.		+	+
<i>Serratella setigera</i> (Bajkova)	+		
Отряд Plecoptera – Веснянки			
Сем. Nemouridae			
<i>Amphinemura standfussi</i> (Ris)	+		+
<i>Amphinemura</i> sp.			+
<i>Zapada quadribranchiata</i> (Zhiltzova)	+		
Сем. Perlodidae			
<i>Isoperla eximia</i> Zapekina-Dulkeit	+		
Perlodidae gen.1 sp.	+		+
Сем. Chloroperlidae			
<i>Suwallia</i> sp.	+	+	+
<i>Sweltsa</i> sp.	+		+
Отряд Hemiptera – Полужесткокрылые	+	+	+
Отряд Coleoptera – Жесткокрылые	+	+	+
Отряд Diptera – Двукрылые			
Семейство Chironomidae – Комары-звонцы			
Подсем. Podonominae			
<i>Boreochlus thienemanni</i> Edwards et Thienemann,			+
<i>Paraboreochlus okinawanus</i> Kobayashi et Suzuki	+		
Подсем. Tanypodinae			
<i>Guttipeloplia</i> sp.	+	+	

Окончание табл. 1

1	2	3	4
Подсем. Diamesinae			
<i>Diamesa tsutsuii</i> Tokunaga	+	+	
<i>Pagastia orientalis</i> (Tshernovskij)	+	+	+
<i>Pseudodiamesa stackelbergi</i> (Goetghebuer)		+	
Подсем. Orthoclaadiinae			
<i>Chaetocladius</i> sp.			+
<i>Krenosmittia camptophleps</i> (Edwards)	+		+
<i>Limnophyes</i> sp.		+	+
<i>Thienemanniella</i> gr. <i>clavicornis</i>	+	+	+
<i>Orthocladus</i> sp.	+	+	+
<i>Orthocladus</i> (<i>Euorthocladus</i>) <i>saxosus</i> (Tokunaga)	+		
<i>Psectrocladius</i> sp.			+
Подсем. Chironominae	+		
<i>Cladotanytarsus</i> sp.	+	+	+
<i>Rheotanytarsus</i> sp.	+		
<i>Cryptochironomus ussouriensis</i> (Goetghebuer)	+		
<i>Demicryptochironomus</i> sp.	+		+
<i>Polypedilum</i> sp.	+		+
<i>Sergentia</i> gr. <i>coracina</i>	+		
Семейство Simuliidae – Мошки	+	+	+
Семейство Ceratopogonidae – Мокрецы	+		+
Diptera indet. – Другие двукрылые	+	+	+
Итого	69	27	47

куколки нашего материала, позволило идентифицировать вид *P. okinawanus*, для которого не были известны преимагинальные стадии развития. Этот вид был описан с острова Окинава в Японии, а позднее зарегистрирован по единичным находкам в Южном Приморье Дальнего Востока России, Восточном Китае и Южной Корее. Нами впервые были описаны куколка и личинка *P. okinawanus* по материалу из р. Вилка и руч. Машинюковский (Makarchenko, Kozlova, 2025).

В структуре донных сообществ изученных водотоков в межень на перекатах доминировали по плотности Oligochaeta (33,1 %), Ephemeroptera (32,8 %) и Chironomidae (30,4 %), по биомассе – Ephemeroptera (55,0 %). Категория субдоминантов по плотности не выявлена. По биомассе субдоминантами были Amphipoda (11,0 %), Oligochaeta (10,9 %), Chironomidae (9,5 %), Trichoptera (7,5 %). Второстепенными по плотности оказались Plecoptera (2,6 %) и Diptera indet. (1,3 %), по биомассе – Plecoptera (1,1 %).

На плесе в межень доминировали по плотности Oligochaeta (49,9 %), Chironomidae (31,9 %) и Ephemeroptera (21,3 %), по биомассе – Ephemeroptera (54,4 %). Субдоминантов по плотности не выявлено. По биомассе к субдоминантам отнесены Oligochaeta (6,6 %) и Trichoptera (7,2 %). Второстепенными по плотности были Plecoptera (1,7 %), по биомассе – Chironomidae (3,9 %), Plecoptera (2,9 %) и Diptera indet. (1,3 %).

На сливе в межень по плотности лидировали Oligochaeta (33,7 %), Ephemeroptera (31,0 %) и Chironomidae (30,1 %), по биомассе – Ephemeroptera (62,1 %). Субдоминантов по плотности не выявлено. Субдоминантами по биомассе оказались

Amphipoda (11,3 %), Oligochaeta (8,9 %), Trichoptera (8,2 %) и Chironomidae (5,3 %). Второстепенными по плотности были Trichoptera (1,6 %) и Plecoptera (1,1 %), по биомассе – Plecoptera (1,2 %) и Enchytraeidae (1,2 %).

В засушливый период на перекате ядром сообщества зообентоса по плотности явились Oligochaeta (53,9 %) и Chironomidae (29,0 %), по биомассе – Ephemeroptera (49,9 %) и Oligochaeta (20,0 %). Категорию субдоминантов по плотности представляли Ephemeroptera (10,5 %), по биомассе – Amphipoda (12,2 %) и Chironomidae (10,3 %). Второстепенными по плотности оказались Simuliidae (2,2 %) и Plecoptera (1,3 %), по биомассе – Trichoptera (3,2 %); Plecoptera (1,2 %) и Diptera indet. (1,2 %).

В засушливый период на плесе по плотности доминировали Oligochaeta (37,0 %) и Chironomidae (29,1 %), по биомассе – Ephemeroptera (37,8 %) и Diptera indet. (22,4 %). Категорию субдоминантов по плотности представляли Ephemeroptera (14,7 %), Simuliidae (7,3 %) и Plecoptera (5,6 %), по? – Chironomidae (10,7 %), Amphipoda (10,6 %) и Trichoptera (9,4 %). Второстепенными по плотности были Trichoptera (2,7 %) и Amphipoda (2,3 %), по биомассе – Oligochaeta (3,3 %), Simuliidae (3,1 %) и Plecoptera (1,7 %).

В засушливый период по плотности на сливе лидировали Chironomidae (46,7 %) и Oligochaeta (28,0 %), по биомассе – Ephemeroptera (31,8 %), Amphipoda (21,1 %) и Chironomidae (17,3 %). Категорию субдоминантов по плотности представляли Ephemeroptera (11,5 %), по биомассе – Oligochaeta (14,9 %) и Diptera indet. (5,8 %). Второстепенными по плотности оказались Amphipoda (3,4 %) и Plecoptera (2,6 %), по биомассе – Trichoptera (3,9 %) и Crustacea (2,1 %).

В структуре сообществ хирономид по плотности в межень доминировали *Thienemanniella* gr. *clavicornis* (35 %), к субдоминантам относились *Orthocladius* sp. (14 %), *Paraboreochlus okinawanus* (12 %), *Cladotanytarsus* sp. (12 %), куколки (6 %) и *Krenosmittia camptophleps* (6 %). По биомассе в межень преобладали *Orthoclaadiinae* juv. indet. (17 %), субдоминантами были *Thienemanniella* gr. *clavicornis* (14 %), *Guttipeloplia* sp. (13 %), *Orthocladius* sp. (12 %), *Paraboreochlus okinawanus* (10 %), *Cladotanytarsus* sp. (8 %), *Limnophyes* sp. (8 %) и куколки (5 %). В засушливый период в сообществе хирономид по плотности лидировали *Cladotanytarsus* sp. (24 %), *Orthocladius* sp. (23 %), *Thienemanniella* gr. *clavicornis* (20 %), а в категорию субдоминантов вошли, кроме куколок (13 %), и *Pagastia orientalis* (10 %). По биомассе доминирующими были *Pagastia orientalis* (47 %) и *Orthocladius* sp. (21 %), а *Cladotanytarsus* sp. (11 %) и куколки (7 %) относились к субдоминантам. Второстепенные таксоны были представлены личинками *Guttipeloplia* sp., *Limnophyes* sp., *Rheotanytarsus* sp., *Orthocladius* (*Euorthocladius*) *saxosus*, *Diamesa tsutsuii*, *Polypedilum* sp., *Krenosmittia camptophleps*, *Psectrocladius* sp. и *Pseudodiamesa stackelbergi*.

За период исследований на 3-х станциях было выявлено 45 индикаторных таксонов группы ЕРТ (табл. 2), из них 41 таксон обнаружен в р. Вилка и 26 – в руч. Машинюковский. В группе ЕРТ доминируют подёнки (Ephemeroptera) – 25 таксонов, далее идут ручейники (Trichoptera) – 13 таксонов и веснянки (Plecoptera) – 7 таксонов, что соответствует 41 %, 14 % и 11 % от всей фауны региона (Potikha, 2015).

Анализ биоразнообразия индикаторной группы ЕРТ даёт возможность оценить качество воды для каждой станции исследованных нами водотоков. Независимо от времени отбора проб (в межень или в засушливый период) в реке Вилке (ст. 1), протекающей в лесном массиве вдали от жилых построек, индекс ЕРТ равен 29, что соответствует хорошему качеству вод (24–31), установленному для водотоков

предгорного типа (Lenat, 1994). На этой станции отмечено не только высокое видовое разнообразие группы ЕРТ, но и высокая численность видов в пробе (табл. 2).

Более сильное антропогенное влияние, чем р. Вилка, испытывает руч. Машинюковский, протекающий в черте посёлка. В его нижнем течении (ст. 2) русло периодически подвергается деформации (искусственному углублению в период больших паводков) и имеет броды. Индекс ЕРТ для этого участка 3–6, что указывает на плохое качество вод (0–7). Надо отметить, что наименьший индекс ЕРТ – 3 был зарегистрирован в межень, когда дорога через ручей шла бродом. После постройки через ручей моста, в засушливый период, несмотря на высокую гибель подёнок (их численность в пробе снизилась на порядок) из-за пересыхания большей части русла, индекс ЕРТ на станции 2 составил – 6 (табл. 2.)

Таблица 2

Видовой состав отрядов группы ЕРТ в межень и засушливый период на станциях р. Вилка и руч. Машинюковский (2024 г.)

Таксон	21–28 июня			15–17 июля		
	Ст. 1	Ст. 2	Ст. 3	Ст. 1	Ст. 2	Ст. 3
1	2	3	4	5	6	7
Отряд Ephemeroptera – подёнки						
Сем. Heptageniidae						
<i>Cinygmula hirasana</i> Imanishi	+	+	+		+	+
<i>Cinygmula</i> sp.1	+		+	+		+
<i>Cinygmula</i> sp.2	+					
<i>Epeorus</i> sp.	+			+		
<i>Iron aesculus</i> Imanishi	+	+	+			+
<i>Iron alexandri</i> Kluge & Tiunova	+		+	+		+
<i>Iron maculatus</i> Tshernova			+	+		+
<i>Heptagenia</i> sp.				+		
Сем. Ameletidae						
<i>Ameletus cedrensis</i> Sinitshenkova	+					
<i>Ameletus inopinatus labiatus</i> Sinitshenkova	+			+		
<i>Ameletus</i> sp.						
Сем. Baetidae						
<i>Baetis (Baetis) bicaudatus</i> Dodds	+					+
<i>Baetis</i> sp.	+			+		
<i>Acentrella</i> sp.1				+		
<i>Acentrella</i> gr. <i>sibirica</i>	+		+	+		+
<i>Centroptilum</i> sp.				+		
Сем. Leptophlebiidae						
<i>Neoleptophlebia japonica</i> (Matsumura)	+		+			+
<i>Neoleptophlebia</i> sp.	+			+		+
Сем. Ephemerellidae						
<i>Drunella triacantha</i> Tshernova	+		+	+		+
<i>Drunella cryptomeria</i> (Imanishi)	+			+		
<i>Drunella solida</i> Bajkova	+			+		
<i>Ephemerella aurivillii</i> Bengtsson	+		+			+
<i>Ephemerella (Zonadia) kozhovi</i> Bajkova	+			+		
<i>Ephemerella</i> sp.				+	+	+

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7
<i>Serratella setigera</i> (Bajkova)	+			+		
Отряд Плесоптера – веснянки						
Сем. Nemouridae						
<i>Amphinemura standfussi</i> (Ris)	+		+	+		+
<i>Amphinemura</i> sp.			+			
<i>Zapada quadribanchiata</i> (Zhiltzova)				+		
Сем. Perlodidae						
<i>Isoperla eximia</i> Zapekina-Dulkeit	+					
Perlodidae gen.1 sp.	+		+	+		+
Сем. Chloroperlidae						
<i>Suwallia</i> sp.	+			+	+	+
<i>Sweltsa</i> sp.	+		+	+		+
Отряд Trichoptera – ручейники						
Сем. Glossosomatidae						
<i>Electragapetus praeteritus</i> (Martynov)				+		
<i>Glossosoma</i> sp.				+		+
<i>Anagapetus schmidi</i> Levanidova	+			+	+	+
<i>Anagapetus</i> sp.			+			+
Сем. Hydropsychidae						
<i>Hydropsyche orientalis</i> Martynov				+		
Сем. Apataniidae						
<i>Apatania</i> sp.	+				+	
Сем. Limnephilidae						
<i>Ecclisomyia kamtschatica</i> (Martynov)	+		+	+		+
<i>Hydatophylax nigrovittatus</i> MacLachlan	+					+
<i>Hydatophylax</i> sp.					+	
Сем. Lepidostomatidae						
<i>Lepidostoma</i> sp.	+	+				
Lepidostomatidae (<i>Lepidostoma</i> ? sp.)	+					
Сем. Rhyacophilidae						
<i>Rhyacophila lata</i> Martynov				+		
<i>Rhyacophila</i> gr. <i>sibirica</i>			+	+		+
Число организмов в пробах (экз./0,06 м²)	563	247	331	677	61	478
Индекс ЕРТ	29	3	16	29	6	22

В среднем течении (ст. 3) ручей Машинюковский имеет лишь незначительное антропогенное влияние в виде дефорестации (вырубка леса по берегам, так как с одной стороны к нему примыкает дорога, а с другой – жилые дома). На этой станции отмечен и более высокий показатель индекса ЕРТ 16–22 характеризующий качество вод как хорошее-среднее (16–23), и зарегистрирована высокая численность индикаторной группы в оба временных периода. Таким образом, по данным индекса ЕРТ засушливый период никак не отразился на качестве воды исследованных нами водотоков, но сильно повлиял на количественную структуру организмов нижнего течения ручья Машинюковского за счёт пересыхания части русла.

Результаты, полученные при использовании индекса Гуднайта-Уитлея, указывают на значительное загрязнение на перекате и сливе в оба временных периода

на станции 3, а также умеренное загрязнение на плесе в засуху на станции 3. Незначительное загрязнение показано для переката в засуху на 1 и 2 станциях (табл. 3). На остальных участках качество воды было хорошим.

Таблица 3

Качество вод р. Вилка и руч. Машинюковский по индексу Гуднайта-Уитлея

Биотоп	Станция 1		Станция 2		Станция 3	
	Межень	Засуха	Межень	Засуха	Межень	Засуха
Пережат	18,91	40,11	7.58	30,56	72,76	91,07
Плѣс	19,64	12,36	–	–	80,24	61,61
Слив	1,49	4,15	27,18	22,48	72,31	57,37

Примечание. Менее 30 – отсутствие загрязнения (1–2 класс); 30–60 – незначительное (2–3 класс); 60–70 – умеренное (3–4 класс); 70–80 – значительное (4–5 класс); более 80 – сильное загрязнение (5–6 класс).

Индекс Е.В. Балужкиной показал чистые воды вездe, кроме участка в районе станции 2 (умеренное загрязнение) в засушливый период (табл. 4).

Таблица 4

Качество вод р. Вилка и руч. Машинюковский по индексу Е.В. Балужкиной

Биотоп	Станция 1		Станция 2		Станция 3	
	Межень	Засуха	Межень	Засуха	Межень	Засуха
Пережат	0,0989	0,0431	0,1250	2,2464	0,0222	0,0416
Плѣс	0,0859	0,0941	–	–	0,0862	0,1137
Слив	0,3165	0,1708	0,0405	5,9864	0,1048	0,0623

Примечание. До 1,08 – чистые воды; 1,08–6,5 – умеренно загрязненные; 6,5–9,0 – загрязненные; 9,0–11 – грязные воды.

Следует обратить внимание на то, что олигохетный индекс указывает на сильное загрязнение в тех местах, где было большое скопление листового опада. На наш взгляд, этот результат нельзя считать достоверным, так как ручей протекает по лесной местности, и наличие листового опада в нем не является органическим загрязнением, а стандартным биотическим фактором биоценоза. Также в пробах с этих участков ручья присутствовали личинки амфибиотических насекомых из комплекса *EPT*, которые характеризуют относительно хорошее качество воды. На основании этого мы сделали вывод, что для водотоков, протекающих в лесной зоне с большим количеством органики природного происхождения, индекс Гуднайта-Уитлея не является показательным и его следует использовать с осторожностью и в обязательном сочетании с другими методами. Индексы *EPT* и Е.В. Балужкиной оказались более пригодными для данных водотоков, и их результаты можно считать достоверными.

Благодарности

Авторы благодарны Т.С. Вшивковой (ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН) за помощь в определении личинок ручейников.

Работа выполнена в рамках программы ГБТ Дальрыбвтуза «Влияние ведущих экологических факторов на биологические процессы в водных экосистемах Дальнего Востока и восточного сектора Российской Арктики» и государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, тема № 124012400285-7.

Литература

- Балушкина Е.В. 1976.** Хирономиды как индикаторы степени загрязнения вод // Методы биологического анализа пресных вод. Л.: ЗИН, С. 106–118.
- Вшивкова Т.С., Иваненко Н.В., Якименко Л.В., Дроздов К.А. 2019.** Введение в биомониторинг пресных вод. 1-е изд. Владивосток: ВГУЭС. 241 с.
- Леванидов В.Я. 1977.** Биомасса и структура донных биоценозов реки Кедровой // Пресноводная фауна заповедника «Кедровая падь». Владивосток: ДВНЦ АН СССР. Т. 45 (148). С. 126–159.
- Lenat D.R. 1994.** Using aquatic insects to monitor water quality // Aquatic insects of China useful for monitoring water quality. Publisher: Hohai University Press. P. 68–92.
- Makarchenko E.A., Kozlova A. Yu., 2025.** A new finding of *Paraboreochlus okinawanus* Kobayashi et Kuranishi (Diptera: Chironomidae: Podonominae) in the Russian Far East, with the original description of the pupa and larva // Zootaxa Vol. 5570, N 3. P. 593–599.
- Potikha E.V. 2015.** A taxonomic list of the mayflies, stoneflies and caddisflies (Insecta: Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera) of the Sikhote-Alin Biosphere Reserve // Achievements in the Life Sciences. Vol. 9. P. 22–31.