

Макрозообентос как индикатор состояния территории водосбора; видовой состав донной фауны рек района падения ОЧ РН «Союз» на территории Северного Урала

Кузнецова И.А., Степанов Л.Н.

*ФГБУ Институт экологии растений и животных Уро РАН
kuznetsova@ipae.uran.ru*

Оценка состояния сообщества водных донных беспозвоночных (макрозообентоса) широко применяются в различных системах биоиндикации и гидробиологического мониторинга состояния водных экосистем (Баканов, 2000). Состав донного населения водоемов в стабильных условиях относительно постоянен, при загрязнении водоемов происходят значимые изменения таксономического состава, могут выпадать целые группы видов. Это позволяет использовать видовой состав и количественные характеристики сообществ донных беспозвоночных для оценки загрязнения грунта и придонного слоя воды. Учитывая, что в большинстве случаев реки собирают воды со значительных территорий, получая при этом все выпадающие атмосферные загрязнения, по состоянию макрозообентоса можно судить и о состоянии всего участка водосбора.

Начиная с 2006 года, часть территории Северного Урала на границе Свердловской области и Пермского Края используется в качестве района падения (РП) отделяющихся частей (ОЧ) ракет-носителей (РН) «Союз». Результаты экологического сопровождения падения ОЧ РН девяти произведенных пусков загрязнения природной среды нефтепродуктами не выявили: ни в одной из депонирующих сред (почва, снег, вода водных объектов) продуктов ракетно-космического топлива не обнаружено. Во всех водотоках

района падения ОЧ РН содержание нефтепродуктов не превышает ПДК (Большаков. Кузнецова. 2015). Однако следует помнить, что пробы при этих исследованиях при экологическом сопровождении отбирались точно и без привязки к месту падения фрагментов ОЧ РН. Разбавление же концентраций и перемещение водного потока при стоковых процессах при малых дозах делают загрязнение практически неуловимым и зафиксировать конкретное разовое воздействие загрязнения на состав воды невозможно. При этом даже малые и кратковременные воздействия химических загрязнителей, в том числе и нефтепродуктов, оказывают значимое воздействие на живые организмы (Бакаева, Никаноров. 2006), что подтверждено нами экспериментально на примере личинок ручейника. (Кузнецова, Черная, Синева. 2012). В связи с этим на протяжении практически всех лет использования территории в качестве района падения ОЧ РН осуществлялся контроль состояния донного населения рек означенной территории (Кузнецова, Степанов, Черная, 2014).

Для оценки состояния природной среды в 2013 году проведены исследования на трех реках: района падения ОЧ РН: р. Улс (берет начало на территории обнаружения фрагментов ОЧ РН и собирает воды с восточной части района падения), р. Жиголан (центральная часть РП) и р. Крив-Вагранский (северо-восточная часть района падения). В составе донной фауны рек Улс, Жиголан и Крив-Вагранский установлено присутствие 62 широкораспространенных в Палеарктике вида и таксона более высокого ранга. Отмечены организмы из 12 систематических групп: олигохеты, водяные клещи, пауки, поденки, веснянки, вислокрылки, водяные жуки, ручейники, лимониды, мошки, эмпидиды и хирономиды (табл. 1). Структура сообществ донного населения представлена в табл. 2.

Таблица 1

Видовой состав зообентоса рек Улс, Жиголан, Крив-Вагранский

Группа, вид	р. Улс	р. Жиголан	р. Крив-Вагранский
Тип ANNELIDES			
Класс OLIGOCHAETA			
Отряд Naidomorpha			
сем. Tubificidae			
<i>Limnodrilus</i> sp.	+	+	-
<i>Tubifex tubifex</i> (O.F. Müller, 1774)	-	+	-
Отряд Lumbricomorpha			
сем. Lumbriculidae			
<i>Lumbriculus variegatus</i> (O.F. Müller, 1774)	-	-	+
Тип ARTHROPODA			
Класс ARANEINA (ARACHNIDA)			
Отряд Aranei			
сем. Cybaeidae			
<i>Argyroneta aquatica</i> (Clerck, 1757)	+	-	-
Отряд Acariformes			
сем. Sperchonidae			
<i>Sperchon</i> sp.	-	+	+
сем. Hygrobatidae			
<i>Hygrobates</i> sp.	-	+	-
Класс INSECTA			
Отряд Ephemeroptera			
сем. Ametropodidae			
<i>Metretopus borealis</i> Eaton, 1871	+	-	-
сем. Ameletidae			
<i>Ameletus inopinatus</i> Eaton, 1887	-	+	-
сем. Baetidae			
<i>Baetis feles</i> Kluge 1980	-	+	-
<i>Baetis fuscatus</i> (Linnaeus, 1761)	+	-	-

<i>Baetis (N.) maxillaris</i> (Braasch et Soldan, 1983)	-	-	+
<i>Baetis (N.) niger</i> (Linnaeus, 1761)	+	-	-
<i>Baetis vernus</i> Curtis, 1830	-	+	+
сем. Ephemerellidae			
<i>Ephemerella aurivillii</i> Bengtsson, 1908	-	-	+
<i>Ephemerella</i> sp.	-	+	-
сем. Heptageniidae			
<i>Cinygma lyriformis</i> (McDunnough, 1924)	-	+	+
<i>Heptagenia</i> sp.	+	-	-
сем. Leptophlebiidae			
<i>Habrophlebia lauta</i> McLachlan, 1884	+	-	-
<i>Paraleptophlebia cincta</i> Retzius, 1783	+	-	-
Отряд Plecoptera			
сем. Nemouridae			
<i>Amphinemura</i> sp.	+	-	-
<i>Nemoura</i> sp.	-	+	+
сем. Leuctridae			
<i>Leuctra</i> sp.	+	+	-
сем. Perlodidae			
<i>Diura</i> sp.	-	-	+
<i>Isogenus nubecula</i> Newman, 1833	-	+	-
<i>Isoperla</i> sp.	+	-	-
Отряд Megaloptera			
сем. Sialidae			
<i>Sialis nigripes</i> Pictet, 1865	+	-	-
Отряд Coleoptera			
сем. Dytiscidae			
<i>Laccophilus</i> sp.	+	-	-

<i>Oreodytes</i> sp.	+	-	-
сем. Hydraenidae			
<i>Hydraena</i> sp.	+	+	-
сем. Elmidae			
<i>Elmis</i> sp.	+	-	-
Elmidae n. det.	+	-	-
Отряд Trichoptera			
сем. Rhyacophilidae			
<i>Rhyacophila nubila</i> Zetterstedt, 1840	+	+	-
<i>Rhyacophila fasciata</i> Zetterstedt, 1840	-	+	-
сем. Polycentropodidae			
<i>Plectrocnemia conspersa</i> (Curtis, 1834)	-	+	-
<i>Polycentropus flavomaculatus</i> Pictet, 1834	+	-	-
сем. Apataniidae			
<i>Apatania crymophila</i> McLachlan, 1880	+	-	-
сем. Limnephilidae			
<i>Brachypsyche sibirica</i> (Martynov, 1924)	+	+	-
<i>Chaetopteryx villosa</i> Fabricius, 1798	-	+	+
<i>Grensia praeterita</i> (Walker, 1852)	+	-	-
<i>Halesus tessellatus</i> Rambur, 1842	+	-	-
<i>Limnephilus</i> sp.	-	-	+
Отряд Diptera			
сем. Limoniidae			
<i>Dicranota bimaculata</i> (Schummel, 1829)	-	+	+
сем. Simuliidae			

<i>Knetha</i> sp.	-	+	-
<i>Prosimulium hirtipes</i> (Fries, 1824)	-	-	+
<i>Simulium</i> sp.	-	-	+
сем. Empididae			
<i>Chelifera</i> sp.	+	-	-
<i>Clinocera</i> sp.	+	-	-
сем. Chironomidae			
п./сем. Tanypodinae			
<i>Ablabesmyia</i> gr. <i>annulata</i>	+	-	-
<i>Clynotanytus nervosus</i> (Meigen, 1818)	+	-	-
<i>Larsia</i> sp.	+	+	+
<i>Tanytus</i> sp.	-	+	-
п./сем. Prodiamesinae			
<i>Prodiamesa olivacea</i> Meigen, 1818	+	-	-
п./сем. Diamesinae			
<i>Boreoheptagyia</i> sp.	-	+	+
<i>Boreoheptagyia dasyops</i> Serra-Tosio, 1989	+	+	+
<i>Potthastia longimana</i> Kieffer, 1922	-	+	-
<i>Pseudodiamesa</i> gr. <i>branickii</i>	+	-	-
п./сем. Orthoclaadiinae			
<i>Cricotopus</i> gr. <i>silvestris</i>	+	+	+
<i>Orthocladus</i> sp.	-	+	-
<i>Paracricotopus niger</i> (Kieffer, 1913)	-	-	+
<i>Thienemanniella</i> gr. <i>clavicornis</i>	-	-	+
п./сем. Chironominae			
<i>Polypedilum exectum</i> Kieffer, 1915	+	-	-
<i>Tanytarsus excavatus</i> Edwards, 1929	+	+	+
Bцero:	34	28	20

Таблица 2

Структура сообществ донных беспозвоночных животных рек

Группы	р. Улс		р. Жиголан		р. Крив-Вагранский	
	N, %	B, %	N, %	B, %	N, %	B, %
Oligochaeta	1,4	0,4	0,8	0,4	0,2	0,9
Hydracarina	0,3	0,5	0,3	<0,1	0,6	0,1
Ephemeroptera	28,0	11,4	44,7	45,0	29,5	33,0
Plecoptera	12,6	5,5	10,9	20,2	7,5	6,5
Megaloptera	0,3	1,2	-	-	-	-
Coleoptera	20,9	8,8	0,3	<0,1	-	-
Trichoptera	7,4	65,2	3,5	20,3	0,4	6,7
Limoniidae	-	-	0,6	0,5	0,4	0,9
Simuliidae	-	-	1,6	1,0	41,1	45,4
Empediidae	1,1	0,4	-	-	-	-
Chironomidae	28,0	6,6	37,3	12,6	20,3	6,5

Примечание. N – численность, B – биомасса.

В целом количественные показатели зообентоса определяют амфибиотические насекомые. Они создают 98,3-99,2% общей численности и 99,0-99,6% суммарной биомассы беспозвоночных. Основу численности составляют хирономиды, поденки, мошки, жуки и веснянки. Ведущую роль в создании биомассы играют поденки, ручейники, мошки. Роль веснянок, хирономид и водяных жуков ниже: в сумме они составляют 13,0-32,8 % суммарной биомассы. Соотношение основных групп, а также состав комплексов доминирующих видов в реках отличается.

Река Улс. В составе донной фауны реки определено 34 таксона беспозвоночных животных, относящихся к 9 группам (табл. 1). Наиболее разнообразно представлены хирономиды (9 видов), поденки (6 видов), ручейники (6 видов) и водяные жуки (5 видов). Остальные группы включают по 1-3 таксона.

По численности в составе зообентоса в равных долях доминируют хирономиды и поденки. Второе место занимают водные жуки, заметную роль также играют веснянки. Биомассу донных сообществ определяют ручейники и вносят поденки.

Комплекс доминирующих по численности организмов представлен поденками, хирономидами, веснянками и водными жуками. На их долю приходится 67,1 % суммарной плотности гидробионтов. В доминирующий по биомассе комплекс входят ручейники, составляя 56,1 % биомассы всего зообентоса. Ведущую роль играют личинки *Halesus tessellatus*, роль животных из других групп в структуре сообществ донных беспозвоночных незначительна.

Река Жиголан. Зообентос реки представлен 28 видами и формами беспозвоночных из 9 систематических групп (табл. 1). Видовое обилие определяют хирономиды (8 видов), поденки (5 видов) и ручейники (5 видов). Другие группы включают по 1-3 вида. По численности доминируют поденки и хирономиды. На долю этих групп приходится более 80 % суммарной численности бентоса (табл. 2). Заметный вклад вносят веснянки. Основную роль в создании биомассы беспозвоночных играют поденки, ручейники и веснянки, составляя 40,5 % всей биомассы. Значение хирономид по биомассе значительно ниже, чем по численности.

Виды-доминанты обеспечивают своим развитием более 70 % плотности всех гидробионтов. Лидерами сообществ донных беспозвоночных по численности являются личинки поденок *Baetis vernus* и хирономид *Cricotopus gr. silvestris*. В группу доминирующих по биомассе организмов, помимо отмеченных выше, входят *Isogenus nubecula* (веснянки), *Cinigma lyriformis* и *Ameletus inopinatus* (поденки). Эти три вида создают 70,8 % биомассы всего зообентоса.

Река Крив-Вагранский. В составе зообентоса отмечены представители 8 групп беспозвоночных (табл. 1). По числу

таксонов преобладают хирономиды (7 видов) и поденки (4 вида). Всего обнаружено 20 видов и форм.

Численность и биомассу гидробионтов определяют мошки и поденки, доля которых в сумме составила 70,6 % численности и 78,4 % биомассы всех беспозвоночных (табл. 2). Заметный вклад в создание суммарной численности бентоса вносят также хирономиды.

В группу доминантов по численности входят 6 видов. Они создают 85,8 % численности всего зообентоса. На долю доминирующих по биомассе таксонов приходилось 75,1% суммарной биомассы ведущую роль в сообществе донных беспозвоночных играют личинки мошек *Prosimulium hirtipes*.

На основе качественных и количественных показателей зообентоса рассчитаны индексы для качества вод. Полученные результаты характеризуют обследованные створы рек как очень чистые – 1 класс качества вод (табл. 3).

Таблица 3

Значения индексов для оценки качества вод

Показатели	Класс вод	Качество вод	No/Nb	D ₁	Индекс Вудивисса	ВВІ
Стандартные	1	Очень чистые	1-20	1-16	8-10	9-10
	2	Чистые	21-35	17-33	5-7	7-8
	3	Умеренно-загрязненные	36-50	34-50	3-4	5-6
	4	Загрязненные	51-65	51-67	1-2	3-4
	5	Грязные	66-85	68-84	0-1	1-2
	6	Очень грязные	86-100	85-100	0	0
Результаты проведенных исследований						
р. Улс	1	очень чистые	1,4	1,4	10	10
р. Жиголан	1 - 2	очень чистые	0,8	0,8	10	10
р. Крив-Вагранский	1	очень чистые	0,2	0	9	10

Результаты исследований сообщества донных беспозвоночных (макрозообентоса), проведенных после семи пусков РН «Союз» и падения фрагментов их отделяющихся частей, убедительно подтверждают результаты экологического сопровождения пусков ракет-носителей: загрязнения природной среды в результате падения ОЧ РН не произошло. Расширение сети мониторинговых постов и ведение регулярного мониторинга состояния макрозообентоса позволит проследить общее состояние водных экосистем района падения ОЧ РН, а вслед за этим оценить и уровень загрязнения района падения в целом как территории водосбора контролируемых рек. Аналогичные рекомендации использовать сообщества макрозообентоса для биоиндикации водотоков ПРК «Восточный» разработаны и группой специалистами Института водных и экологических проблем СО РАН: (Безматерных, Кириллов, Пузанов и др., 2015).

Список литературы

1. Баканов А.И. Использование зообентоса для мониторинга пресноводных водоемов (обзор) // Биология внутренних вод. 2000. № 1. С. 68-82.
2. Безматерных Д.М., Кириллов В.В., Пузанов А.В., Алексеев И.А., Вдовина О.Н. Оценка современного экологического состояния Водотоков позиционного района космодрома «Восточный» как основа создания системы его экологического мониторинга /Биогеохимия техногенеза и современные проблемы геохимической экологии (в двух томах). – Барнаул, 2015. – Т.1. с. 292 – 296.
3. Большаков Н.Н., Кузнецова И.А. Экологический мониторинг в районе падения отделяющихся частей ракет-носителей «Союз» на территории Северного Урала/ ж-л Биосфера, т. 7, «2, 2015. с.169-180.
4. Бакаева Е.Н., Никаноров А.М. Гидробионты в оценке качества вод суши. М.: Наука, 2006. 239 с.

5. Кузнецова И.А., Степанов Л.Н., Черная Л.В. Оценка последствий долгосрочного воздействия ракетно-космической деятельности на природную среду района падения отделяющихся частей ракет-носителей на территории Северного Урала. // Успехи современного естествознания. 2014. № 12. С. 131-136.

6. Кузнецова И.А., Черная Л.В., Синева Н.В. Оценка влияния нефтепродуктов на выживаемость личинок ручейника в эксперименте //ж-л. Успехи современного естествознания, № 12. 2012. С. 97 – 98

7. Шубина В.Н. Изменение структуры бентоса лососевых рек бассейна Печоры под влиянием антропогенного загрязнения // Биологические последствия хозяйственного освоения водоемов европейского Севера. Сыктывкар, 1995. С. 69-77.