

УДК 574.58:574.632

*** ФАУНА ДОННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ
РЕКИ ХОБЕ-Ю (ПРИПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)
В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

© 2011 г. Л.Н. Степанов

*Институт экологии растений и животных Уральского отделения
Российской академии наук, г. Екатеринбург*

Ключевые слова: разработки россыпных месторождений, донная фауна, численность и биомасса зообентоса, структура сообществ донных беспозвоночных.



В статье представлены результаты исследований воздействия разработок россыпных месторождений золота открытым способом на зообентос малой горной реки Приполярного Урала. Установлено снижение качественных и количественных характеристик сообществ донных беспозвоночных животных в районах, расположенных ниже мест проведения горных работ.

Введение

В результате интенсивного промышленного освоения северных регионов увеличиваются нагрузки на все составляющие структурной организации экосистем. Биологические характеристики состояния водных объектов (видовое разнообразие, структура, динамика численности и биомассы сообществ животных, растений и т. д.) являются «интегрирующими показателями» всех изменений за продолжительный промежуток времени [1]. Добыча полезных ископаемых в долинах рек оказывает негативное многофакторное воздействие на водные экосистемы и ведет к нарушению сложившегося экологического равновесия. При этом влияние антропогенных факторов необязательно носит мгновенный характер. Происходит постепенное накопление отрицательных воздей-

* Работа выполнена при поддержке программ ОБН РАН и Президиума РАН: проект № 09-Т-4-1001, проект № 09-П-4-1038.

вий и переход к стадии неустойчивости экосистемы с последующим ее разрушением.

Любая хозяйственная деятельность в долинах рек, сопровождающаяся нарушением почвенно-растительного покрова, приводит к резкому усилению эрозионных процессов и увеличению смыва твердого материала в водотоки [2]. Средняя величина естественной мутности в горных реках Урала в период летней межени составляет 2—5 г/л, что обусловлено особенностями геологического строения региона, ненарушенным почвенно-растительным покровом и низкой русловой эрозией рек, врезаемых в коренные породы [3—5].

Разработки россыпных месторождений золота в бассейнах рек открытым гидромеханизированным способом влекут за собой существенное изменение в режиме твердого стока: идет увеличение содержания органических и минеральных взвесей в воде. Мутность воды может возрастать в десятки и даже сотни раз [3, 5, 6]. Поступление эрозионного материала в реки продолжается и после прекращения разработок, даже, несмотря на рекультивацию полигонов.

Наиболее интенсивно аккумуляция наносов происходит вблизи полигонов, на которых осуществляется разработка месторождений, что приводит к формированию на галечно-валунных грунтах нехарактерных для горных рек песчаных наносов.

Повышение мутности воды и осаждение песчаных и глинистых фракций на грунтах приводят к глубоким изменениям в структуре донных биоценозов, гибели организмов зообентоса, их перераспределению и миграции [5—9].

Изучение закономерностей структурной организации сообществ зообентоса в условиях проявления природных и антропогенных факторов является важной составляющей мониторинговых наблюдений за состоянием водных объектов. Видовой состав и количественные характеристики донных беспозвоночных служат хорошими показателями загрязнения грунта и придонного слоя воды, широко применяются в различных системах биоиндикации и гидробиологического мониторинга за состоянием водных экосистем [10].

Цель работы — изучить влияние разработки россыпных месторождений золота открытым способом на зообентос р. Хобе-Ю.

Задачи исследования — выявить таксономический состав донной фауны реки; изучить качественные и количественные характеристики сообществ беспозвоночных животных на разных участках реки; установить изменения в структуре зообентоса в связи с антропогенным воздействием.

Район исследований

Приполярный Урал широкой дугой простирается от истоков р. Хулги на севере ($65^{\circ}40'$ с.ш.) до горы Тельпосиз на юге (64° с.ш.) и является наиболее возвышенной частью Уральской горной системы [11]. Климат резко континентальный.

Река Хобе-Ю — приток 4 порядка р. Северной Сосьвы. Она берет начало в горах восточного склона Приполярного Урала и впадает в р. Манью (в 84 км от устья), которая относится к водотокам высшей рыбохозяйственной категории. В нее заходят на нерест производители ценных видов сиговых рыб — пелядь, тугун, чир, сиг-пыжьян, нельма [12, 13]. В самой реке постоянно обитает сибирский хариус, встречается таймень. Река Хобе-Ю — типичная малая горная река. Длина ее 46 км. Долина узкая, пойма слабо заболочена. Озерность водосбора менее 1 %. Русло изобилует порогами и перекатами. Питание ее осуществляется главным образом за счет талых снеговых вод, а также грунтовых вод оттаиваемого деятельного слоя вечной мерзлоты. По химическому составу вода р. Хобе-Ю слабоминерализованная, мягкая, гидрокарбонатного класса, кальциево-натриевой группы. Кислородный режим благоприятный [14]. Естественная мутность воды в р. Манье и ее притоках низкая — среднегодовая величина не превышает 12 г/м^3 , составляя в меженные периоды $2\text{—}5 \text{ г/м}^3$ [3, 4]. Ширина р. Хобе-Ю в нижнем течении — $40\text{—}70$ м. Скорость течения изменяется от $0,5$ до $1,5$ м/с и более. Почти 100 % площади дна занимают стабильные каменистые грунты, представленные валунами и крупным галечником. Зоопланктон практически не развит и основу животного населения реки составляют донные беспозвоночные. Разработка россыпных месторождений золота в долине р. Хобе-Ю началась в 2007 г.

Материал и методы

Изучение макрозообентоса проводилось в 2007—2008 гг. в нижнем течении р. Хобе-Ю. Материал собран в июле—августе на 3 створах реки: 1 створ — выше разработок (2 км); 2 створ — ниже разработок ($0,1\text{—}0,2$ км); 3 створ — в устье реки, в 10 км ниже района проведения горных работ.

Гидробиологическую съемку осуществляли по стандартным методикам [15, 16]. Глубина реки в местах отбора проб изменялась от $0,4$ до $1,0$ м; скорость течения — от $0,5$ до $0,8$ м/с. На каменисто-галечных грунтах пробы отбирались при помощи скребка с длиной лезвия 30 см [6]. К обручу скребка пришивали мешок из мельничного газа № 23 длиной $1,0\text{—}1,5$ м. На каждом створе отбирали по 3 пробы бентоса. Все про-

бы фиксировали 4 %-ным раствором формальдегида. Дальнейшая обработка материала проводилась в лабораторных условиях согласно общепринятым методикам [15, 17]. Доминанты определены по показателям биомассы согласно критериям, принятым в гидробиологии [18, 19].

Результаты исследований

За период исследований в составе донной фауны р. Хобе-Ю установлено 36 таксонов гидробионтов (табл. 1). Отмечены представители из 12 систематических групп, широко распространенных в горных реках Европы, Урала и Дальнего Востока [6, 20—24]. Основу видового состава беспозвоночных животных формировали амфибиотические насекомые — 83,3 % (75—100 %), среди которых самым многочисленным по числу таксонов отрядом являлись двукрылые (Diptera) — 36,1 % от общего списка организмов бентоса. Наибольшего разнообразия достигали личинки поденок и хирономид: 10 и 8 таксонов соответственно. В составе хирономид преобладали виды и формы п./сем. Orthocladiinae.

Группа константных организмов (с частотой встречаемости более 50 %) включала 12 таксонов [2]. В ее состав входили олигохеты *Stylogdrilus heringianus* Clap., поденки *Baetis fuscatus* L., *Baetis gr. vernus* Curt., *Baetis lapponicus* Bgtss., *Cinygma lyriformis* McD., *Heptagenia sulfurea*

Таблица 1. Таксономический состав и число видов зообентоса на разных створах р. Хобе-Ю

Группа	Выше разработок			Ниже разработок			Устье			Всего в реке
	2007 г.	2008 г.	Общее	2007 г.	2008 г.	Общее	2007 г.	2008 г.	Общее	
Nematoda	—	—	—	—	1	1	—	1	1	1
Oligochaeta	1	1	1	—	1	1	2	1	2	3
Hydracarina	1	—	1	—	—	—	1	—	1	1
Ephemeroptera	6	7	10	6	2	6	6	4	7	10
Plecoptera	2	2	2	—	—	—	2	1	2	3
Trichoptera	4	2	4	1	1	2	3	2	3	4
Coleoptera	1	—	1	—	—	—	—	—	—	1
Limoniidae	—	2	2	—	—	—	—	—	—	2
Tipulidae	1	—	1	1	—	1	—	—	—	1
Heleidae	—	1	1	—	—	—	—	1	1	1
Simuliidae	1	1	1	—	—	—	—	1	1	1
Chironomidae	3	5	7	2	3	3	2	4	5	8
Всего	20	21	31	10	8	14	16	15	23	36

O.F. Müll., *Ephemerella ignita* Poda, веснянки *Isoperla obscura* Zett., ручейники *Rhyacophila nubila* Zett., *Arctopsyche ladogensis* Kol. и хирономиды *Thienemannimyia* gr. *lentiginosa* (Fries), *Orthocladus* sp.

Основу численности гидробионтов на различных участках реки, как правило, определяли поденки сем. Baetidae, что является характерной особенностью горных рек Северного и Приполярного Урала [6].

Первый створ. На участке реки выше разработок видовое богатство зообентоса было наибольшим. В его составе отмечен 31 таксон беспозвоночных, что составляет 86,1 % от общего числа видов, выявленных в реке (см. табл. 1). Видовое обилие и количественные характеристики гидробионтов определяли личинки амфибиотических насекомых, представленные 28 видами. Они формировали 90,6 % (91,0—91,3) общей численности и 93,8 % (92,0—95,2) суммарной биомассы. Ведущую роль в их составе, как по числу видов, так и по количественному развитию играли поденки (см. табл. 1, рис. 1). Превалировали представители сем. Baetidae. В комплекс доминирующих по биомассе организмов входили *Baetis* gr. *vernus*, *B. lapponicus*, *C. liryformis* и *R. nubila*.

В 2008 г. по числу таксонов, как и в 2007 г., преобладали поденки, которые и определяли уровень количественного развития зообентоса поденки — 63,0 % (962 экз/м²) общей численности и 62,8 % (3,773 г/м²) суммарной биомассы (см. рис. 1). Значительную часть биомассы формировали личинки биомассы ручейников — 1,411 г/м². Заметный вклад внесли мошки и олигохеты.

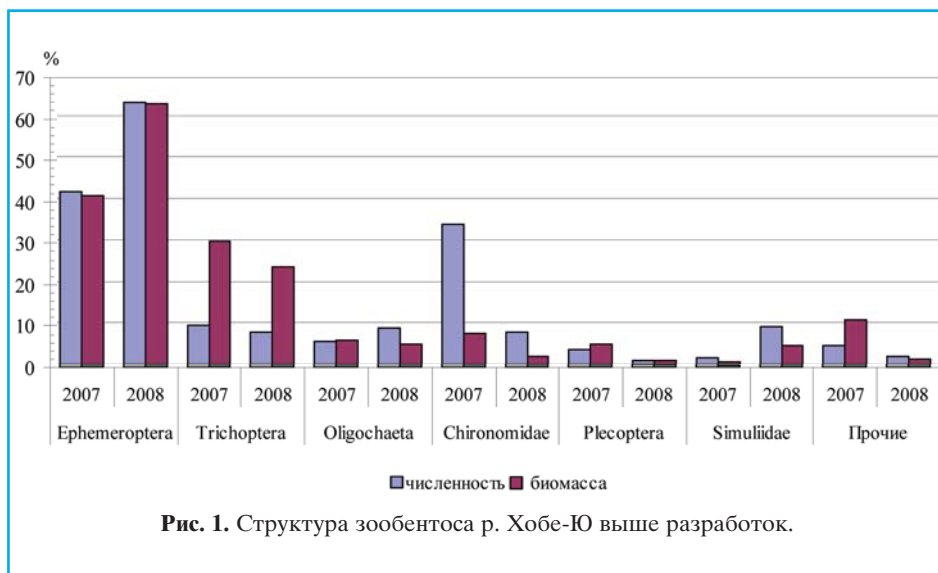


Рис. 1. Структура зообентоса р. Хобе-Ю выше разработок.

Таблица 2. Состав комплексов доминирующих видов зообентоса р. Хобе-Ю

Вид	<i>N</i> , экз/м ²	<i>B</i> , г/м ²	Вид	<i>N</i> , экз/м ²	<i>B</i> , г/м ²
2007 г.			2008 г.		
Выше разработок					
<i>R. nubila</i> — д.	69	0,744	<i>B. gr. vernus</i> — д.	628	2,333
<i>B. gr. vernus</i> — сд.	228	0,445	<i>R. nubila</i> — сд.	116	1,183
<i>C. liryformis</i> — сд.	33	0,444	<i>B. lapponicus</i> — сд.	261	0,878
Прочие	1172	2,811	Прочие	522	1,615
Ниже разработок					
<i>Tipula</i> sp. — д.	5	0,343	<i>B. gr. vernus</i> — д.	70	0,298
<i>C. liryformis</i> — сд.	23	0,202	<i>B. lapponicus</i> — д.	39	0,144
<i>T. gr. lentiginosa</i> — сд.	100	0,177	Прочие	63	0,117
Прочие	55	0,178			
Устье					
<i>H. sulfurea</i> — сд.	67	0,533	<i>B. gr. vernus</i> — д.	211	0,885
<i>B. fuscatus</i> — сд.	256	0,440	<i>B. lapponicus</i> — сд.	152	0,511
<i>R. nubila</i> — сд.	33	0,378	<i>B. fuscatus</i> — сд.	44	0,358
<i>B. gr. vernus</i> — сд.	172	0,303	Прочие	169	0,687
Прочие	466	0,943			

Примечание: *N* — численность; *B* — биомасса; д. — доминант; сд. — субдоминант.

На долю организмов доминантного комплекса приходилось 65,8 % суммарной плотности и 73,1 % биомассы всех гидробионтов (табл. 2). Ведущую роль играли личинки поденок сем. *Baetidae* *Baetis* gr. *vernus* и *B. lapponicus*. Наряду с ними в состав входили хищные личинки ручейников *R. nubila*.

Второй створ. Видовое богатство зообентоса на участках реки, расположенных в районе разработок, низкое. Общее число видов беспозвоночных снизилось в 2—2,6 раза по сравнению с верхним створом (см. табл. 1). Наблюдается сокращение числа таксонов хирономид и поденок. Личинки мошек, веснянок и ручейников *A. ladogensis*, достаточно обильно представленные на верхнем створе, в пробах отсутствовали. Возросла доля поденок. Появились нематоды и пелофильные олигохеты *Limnodrilus hoffmeisteri* Clap. Количественные показатели бентоса определяли личинки амфибиотических насекомых — 98,3 % (83,2—100,0) общей численности и 99,8 % (91,1—100,0) суммарной биомассы.

В 2007 г. качественный состав зообентоса был беден. Из 10 отмеченных таксонов гидробионтов по числу видов преобладали поденки

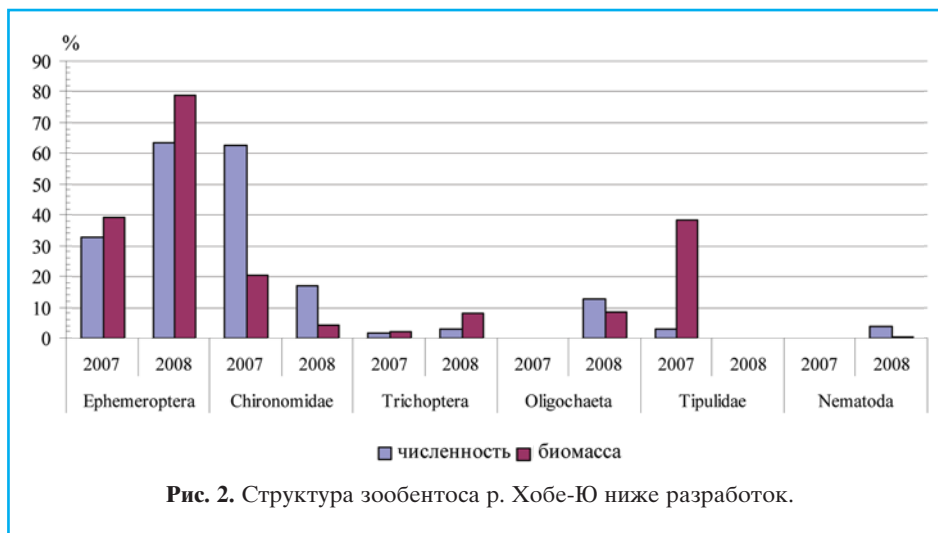


Рис. 2. Структура зообентоса р. Хобе-Ю ниже разработок.

(см. табл. 1). На фоне низкой плотности (183 экз/м²) численность беспозвоночных определяли хирономиды, на долю которых приходилось 62,8 % суммарной плотности (рис. 2). Среди них доминировали хищные личинки п/сем. Tanypodinae *Thienemannimyia* gr. *lentiginosa*. Второе место занимали поденки — 78 экз/м². Биомассу беспозвоночных почти в равных долях формировали поденки и комары-долгоножки — 77,4 % общей. Заметную роль играли хирономиды. Организмы доминантного комплекса обеспечивали своим развитием 68,3 % численности и 80,2 % биомассы всего зообентоса (см. табл. 2).

В 2008 г. было отмечено снижение видового состава как отдельных групп гидробионтов (поденки), так и зообентоса в целом (см. табл. 1). На фоне низких величин плотности и биомассы ведущую роль в структуре донных сообществ играли поденки (см. рис. 2). На долю олигохет и хирономид приходилось 29,7 % суммарной численности бентоса. В составе хирономид, как и в предыдущем году, доминировали хищные личинки рода *Thienemannimyia*, которые составляли 48,3 % численности и 60,9 % биомассы всего сем. Chironomidae. Доминирующие виды (поденки сем. Vaetidae) формировали 63,4 % суммарной плотности и 79,1 % общей биомассы гидробионтов (см. табл. 2).

Помимо обеднения видового состава донной фауны реки ниже разработок, произошло значительное снижение количественных показателей развития беспозвоночных. По сравнению с участками, расположенными выше по течению, численность и биомасса зообентоса в 2007 г. снизились в 8,2 и 4,9 раза, соответственно. В 2008 г. суммарная численность беспозвоночных сократилась в 8,2 раза, биомасса — 10,7 раза (табл. 3).

Таблица 3. Численность и биомасса зообентоса на разных створах реки

Створ	2007 г.		2008 г.	
	<i>N</i> , экз/м ²	<i>B</i> , г/м ²	<i>N</i> , экз/м ²	<i>B</i> , г/м ²
Выше разработок	1502	4,444	1527	6,009
Ниже разработок	183	0,900	172	0,559
Устье	994	2,597	576	2,441

Примечание: *N* — численность; *B* — биомасса.

Третий створ. В устьевой зоне реки число видов зообентоса, по сравнению со вторым створом, возросло почти в 2 раза (см. табл. 1). Основу видового состава формировали личинки амфибиотических насекомых, среди которых наиболее разнообразно были представлены поденки. Хирономиды включали 5 видов и форм. Всего определено 23 таксона беспозвоночных.

В 2007 г. по числу видов преобладали поденки. Представители этой группы определяли численность (63,2 %) и биомассу (61,0 %) всех беспозвоночных (рис. 3). Наряду с поденками большую роль в донных сообществах играли хищные личинки ручейника *R. nubila*. Виды-доминанты формировали 53,1 % суммарной плотности и 63,7 % биомассы всех гидробионтов (см. табл. 2). Уровень количественного развития зообентоса был ниже, чем на створе выше разработок. По сравнению с выше расположенным створом (ниже разработок) численность гидробионтов возросла в 5,4 раза, биомасса — почти в 3 раза (см. табл. 3).

В 2008 г. качественные и количественные характеристики беспозвоночных были выше, чем на участке реки, расположенном ниже разработок. Общее число видов по сравнению со 2 створом увеличилось почти в 2 раза (см. табл. 1). Появились личинки мошек. На фоне общей низкой плотности ведущую роль в составе зообентоса играли поденки, доля которых в создании общей численности и биомассы бентоса составляла 71,9 % (414 экз/м²) и 73,1 % (1,784 г/м²) соответственно (см. рис. 3). Заметный вклад в формирование численности донных организмов вносили олигохеты и хирономиды. Возросло значение личинок ручейников *A. ladogensis*, биомасса которых на данном участке р. Хобе-Ю в 2005—2006 гг. достигала 1,5 г/м² — почти 30 % от общей биомассы. Доминирующие виды обеспечивали своим развитием более 70 % общей плотности и биомассы беспозвоночных (см. табл. 2).

Также, как и на вышерасположенных участках, в составе бентоса доминировали амфибиотические насекомые — 89,2 % (86,0—89,8) и

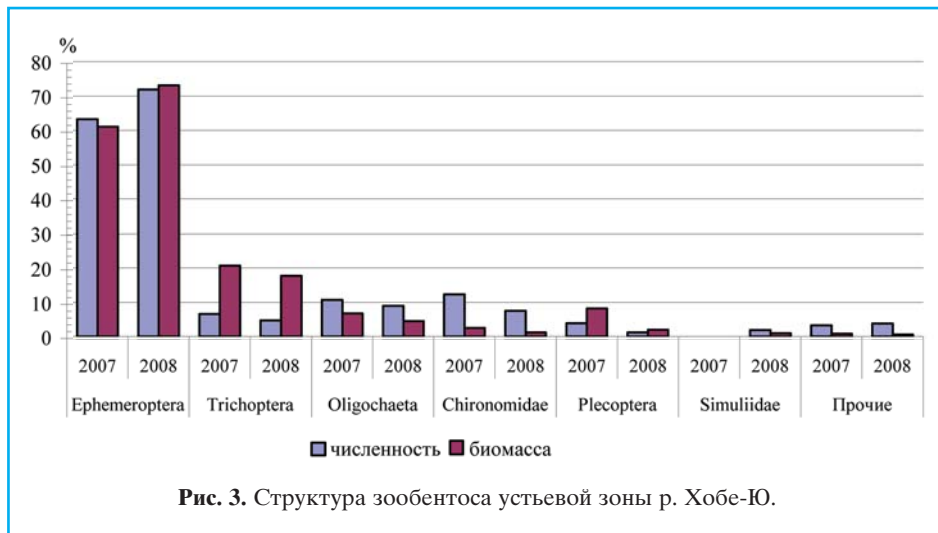


Рис. 3. Структура зообентоса устьевой зоны р. Хобе-Ю.

93,8 % (92,2—95,4) общей численности и биомассы, соответственно. По сравнению с вышерасположенным створом (ниже разработок) численность гидробионтов возросла в 5,4 раза, биомасса — почти в 3 раза (см. табл. 3). В то же время показатели количественного обилия беспозвоночных на участках устья были в 2,7 раза (плотность) и в 2,5 раза (биомасса) ниже, чем на первом створе.

Таким образом, в течение двух лет наблюдалось устойчивое сокращение числа видов беспозвоночных не только в районе разработок, но и в устьевой зоне, расположенной в 10 км ниже по течению реки.

Коэффициент фаунистического сходства Серенсена [25] между верхним створом р. Хобе-Ю и устьем составил 0,68. Его величина между данными створами и участком, расположенным ниже разработок была меньше 0,5, что свидетельствует о существенных различиях в видовом составе донной фауны обследованных участков.

Аналогичная тенденция характерна и для количественных показателей донных организмов. Средняя численность бентоса р. Хобе-Ю выше разработок за два года исследований составила 1518 экз/м², средняя биомасса — 5, 229 г/м². Ниже разработок их величины резко снижались: 198 экз/м² и 0,873 г/м², соответственно. В устье плотность и биомасса донных животных возрастали, но были ниже, чем на створе, расположенном выше разработок — 733 экз/м² и 2, 535 г/м².

Одним из основных факторов, оказывающих негативное влияние на донную фауну, является увеличение содержания органических и минеральных взвесей в воде. Естественная мутность воды выше разработок в летнюю межень не превышала 5 мг/л [3]. Ниже разработок ее величина

на составляла 24,7—35,6 мг/л, в период паводка возрастала до 500—800 мг/л. На расстоянии 5—10 км ниже района разработок ее среднее значение составило 14,4 мг/л.

Заключение

Проведенные исследования показали, что видовой состав и количественные показатели развития донных беспозвоночных р. Хобе-Ю определяли личинки амфибиотических насекомых: двукрылых, поденок и ручейников. Ведущую роль в донных зооценозах играли поденки, в составе которых доминировали виды рода *Vaetis*. Разработка россыпных месторождений привела к изменениям в структуре донных биоценозов, вызванных увеличением содержания взвешенных веществ в воде и аккумуляцией минеральных наносов на коренных грунтах реки. Установлено сокращение видового состава бентоса в среднем в 2,2 раза на участках реки, расположенных ниже разработок. Из состава донной фауны исчезли личинки веснянок, мошек и ручейников р. *Arctopsyche*. Численность гидробионтов за 2 года исследований на участке ниже разработок снизилась в среднем в 7,6 раза, биомасса — в 6 раз. Влияние горных работ на донную фауну сказывалось не только в районе действующего полигона, но и на значительном удалении от места их проведения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ramm A.E.* The community degradation index: a new method for assessing the deterioration of aquatic habitats // *Water Res.* 1988. V. 22. No. 3. P. 293—301.
2. *Алабастер Д., Ллойд Р.* Критерии качества воды для пресноводных рыб. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. 344 с.
3. *Богданов В.Д., Добринская Л.А., Лугаськов А.В. и др.* Экологическое изучение экосистемы реки Маньи: Препринт. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1982. 66 с.
4. *Добринская Л.А., Лукьянец А.И., Лугаськов А.В. и др.* Перспектива рационального использования речных экосистем Приобского Севера при разработке полезных ископаемых: Препринт. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1985. 61 с.
5. *Воронин Р.Н., Дегтева С.В., Лавренко А.Н. и др.* Влияние разработки россыпных месторождений Приполярного Урала на природную среду. Сыктывкар, 1994. 171 с.
6. *Шубина В.Н.* Бентос лососевых рек Урала и Тимана. СПб.: Наука, 2006. 401 с.
7. *Степанов Л.Н.* Влияние разработок россыпных месторождений золота на зообентос горных рек Приполярного Урала // *Вестник КрасГАУ.* 2009. № 12. С. 100—104.
8. *Шубина В.Н., Лоскутова О.А.* Фауна водных беспозвоночных р. Кожим // Влияние разработки россыпных месторождений Приполярного Урала на природную среду. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1994. С. 67—76.
9. *Шубина В.Н., Лоскутова О.А.* Влияние горных разработок на бентос // Влияние разработки россыпных месторождений Приполярного Урала на природную среду. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1994. С. 112—120.

10. *Баканов А.И.* Количественная оценка доминирования в экологических сообществах // Рук. деп. в ВИНТИ. № 8593—В87. Борок, 1987. 63 с.
11. *Кеммерих А.О.* Приполярный Урал. Путеводитель. М.: Изд-во «Физкультура и спорт», 1970. 154 с.
12. *Богданов В.Д.* Экология молоди и воспроизводство сиговых рыб Нижней Оби: автореф. дис. ... докт. биол. наук. М. 1997. 38 с.
13. *Богданов В.Д., Мельниченко И.П.* Роль реки Маньи в воспроизводстве запасов сиговых рыб Нижней Оби // Аграрный вестник Урала. 2010. № 11—1 (77). С. 49—52.
14. Ресурсы поверхностных вод СССР. Западная Сибирь, Алтай. Л.: Гидрометеиздат, 1965. Т. 15. Вып. 3. 260 с.
15. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.
16. Методические рекомендации по изучению гидробиологического режима малых рек. Петрозаводск: Изд-во КФ АН СССР, 1989. 41 с.
17. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 239 с.
18. *Баканов А.И.* Использование зообентоса для мониторинга пресноводных водоемов (обзор) // Биология внутренних вод. 2000. № 1. С. 68—82.
19. *Ulfstrand S.* Bentic animal communities in Lapland Stream // Oikos. 1968. V. 10. 120 p.
20. *Заболоцкий А.А.* Бентос реки Подчерем (приток Печоры) и его роль в питании молоди семги // Изв. ВНИОРХ. 1959. Т. 48. С. 51—58.
21. *Леванидов В.Я.* Экосистемы лососевых рек Дальнего Востока // Беспозвоночные животные в экосистемах лососевых рек Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1981. С. 3—31.
22. *Попова Э.И.* Результаты гидробиологических исследований в системе притоков р. Усы // Рыбы бассейна р. Усы и их кормовые ресурсы. Л.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 136—175.
23. *Степанов Л.Н.* Зообентос // Биоресурсы водных экосистем Полярного Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. С. 90—114.
24. *Ярушина М.И., Богданова Е.Н., Степанов Л.Н.* Гидробиология: фитопланктон, зоопланктон, зообентос, дрейф донных беспозвоночных // Характеристика экосистемы реки Северной Сосьвы. Свердловск: УрО АН СССР, 1990. С. 35—93.
25. *Sørensen T.* A method of establishing of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species its application to analyses of the vegetation on Danish commons // Biol. Skr. 1948. V. 5. P. 1—34.

Сведения об авторах:

Степанов Леонид Николаевич, научный сотрудник, лаборатория экологии рыб и биоразнообразия водных экосистем, Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук, 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202, e-mail: stepanov@ipae.uran.ru