

УДК 574.58:504.5

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЭКОСИСТЕМЫ РЕКИ МАНЬИ*© 2014 г. Л.Н. Степанов, В.Д. Богданов, Е.Н. Богданова,
И.П. Мельниченко, М.И. Ярушина*Институт экологии растений и животных Уральского отделения
Российской академии наук, г. Екатеринбург***Ключевые слова:** р. Манья, разработка месторождений золота, мелкодисперсные взвеси, численность и биомасса зоопланктона, эпилимнона и зообентоса, структура сообществ гидробионтов, сиговые рыбы.

Л.Н. Степанов



В.Д. Богданов



Е.Н. Богданова



И.П. Мельниченко



М.И. Ярушина

Представлены результаты многолетних исследований воздействия разработок россыпных месторождений золота на экосистему малой горной р. Маньи Приполярного Урала, в которой размножаются сиговые рыбы Обского бассейна. Установлено существенное снижение видового разнообразия и количественных показателей сообществ эпилимнона и зообентоса на

участках реки, расположенных ниже разработок. Показано, что повышенное поступление мелкодисперсных взвесей приводит к нарушению условий инкубации икры ценных промысловых видов сиговых рыб в результате заиления нерестилищ.

* Работа выполнена при поддержке программ Президиума УрО РАН (проекты № 12-М-23457-20041 и № 12-П-47-2013).

Добыча полезных ископаемых на территории водосборных бассейнов оказывает негативное многофакторное воздействие на водные экосистемы и ведет к нарушению сложившегося экологического равновесия. Любая хозяйственная деятельность в долинах рек, сопровождающаяся нарушением почвенно-растительного покрова, приводит к резкому усилению эрозионных процессов и увеличению смыва твердого материала в водотоки. При разработке россыпных месторождений золота в бассейнах рек открытым гидромеханизированным способом мутность воды может возрасти в десятки и даже сотни раз [1, 2]. Поступление эрозионного материала в реки продолжается и после прекращения разработок. Наиболее интенсивно аккумуляция наносов происходит вблизи полигонов, что приводит к формированию не характерных для горных рек песчаных биотопов. Повышение мутности воды и осаждение песчаных и глинистых фракций на грунтах приводят к глубоким изменениям в структуре донных биоценозов, вплоть до их гибели. Происходит заиление нерестилищ сиговых рыб. Изучение структурной организации сообществ гидробионтов в условиях проявления природных и антропогенных факторов является важной составляющей наблюдений за состоянием водных объектов.

Цель работы – оценить современное состояние гидроценозов р. Манья при разработке россыпных месторождений золота.

Характеристика района исследований

Район исследований расположен в предгорной части восточного склона Приполярного Урала с преобладающими высотами 400–700 м над уровнем моря. Административно территория относится к Березовскому району Ханты-Мансийского автономного округа. Реки территории имеют типичный горный характер с большим количеством перепадов.

Река Манья (приток третьего порядка р. Северная Сосьва) относится к водотокам высшей рыбохозяйственной категории Обского бассейна. В ней находятся нерестилища тугуна и полупроходных сиговых рыб [3, 4]. Река берет начало в горах Приполярного Урала и впадает в р. Хулгу справа в 11 км от устья. Площадь водосбора составляет 3980 км², длина водостока 123 км. Долина узкая, пойма слабо заболочена. Озерность водосбора менее 1 %. Основные притоки: реки Няртаю, Хобею, Кедрасью, ручьи Нестершор, Яроташор и Золотошор. Ширина реки в верховьях 50–70 м, в среднем течении 70–80 м, в нижнем 80–100 м. Глубины составляют 0,8; 1,6 и 1,2 м соответственно. Часто встречаются ямы глубиной до 7 м и более. Скорость течения изменяется от 1 м/с и более в верховьях до 0,3–0,4 м/с в нижнем течении. Основное питание реки осуществляется талыми водами снежников и ледников. По химическому составу вода р. Маньи и ее притоков слабо

минерализованная, мягкая, гидрокарбонатного класса, кальциево-натриевой группы. Кислородный режим благоприятный, многолетние колебания величин кислорода составили 8,6–14,2 мг/л [5]. Содержание взвешенных веществ в воде в летнюю межень не превышает 5 мг/л, что обусловлено особенностями геологического строения региона и низкой русловой эрозией рек [1]. Минерализация изменяется от 19,5 до 61,7 мг/л. Активная реакция воды в течение всего периода наблюдений – слабокислая-нейтральная [5].

При разработке россыпей гидравлическим методом основным источником загрязнения рек является поступление в воду мелкодисперсных взвесей (рис. 1). В результате проведения горных работ в долине р. Няргаю вынос мелкодисперсных фракций (диаметром $<0,01$ мм) в нижние участки водотока составил 723,4 т в год, после вторичной эрозии полигонов 261 т в год [6]. Ниже разработок мутность в разные годы изменялась от 6,0 до 95,6 мг/л, а в период паводка возрастала до 500–800 мг/л.

Процесс активной аккумуляции взвешенного материала происходит в устьевой зоне притоков, на которых проводятся горные работы. При увеличении скорости потока воды они выносятся в русло р. Маньи. В составе донных отложений доминирующей фракцией становятся пылевидно-глинистые частицы.

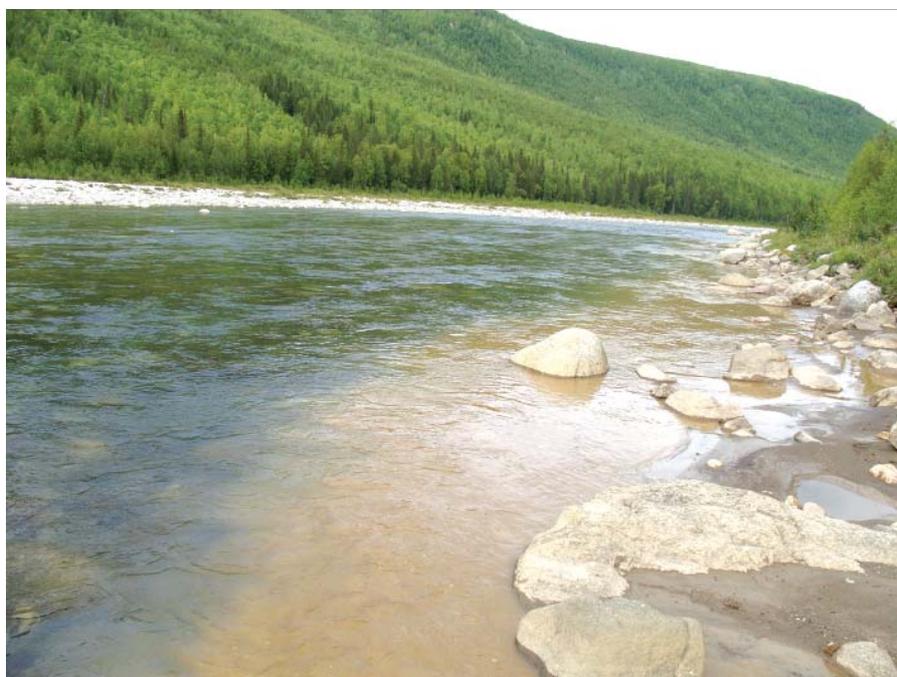


Рис. 1. Река Манья ниже разработок на ручье Средний Яроташор.

Материалы и методы

Материалы собраны в период 1979–2011 гг. в районах верхнего и среднего течения р. Манья (рис. 2). Для сбора проб эпилимнтона, зоопланктона и зообентоса использовали общепринятые методы [7, 8]. Все пробы фиксировали 4 % раствором формальдегида. Дальнейшую обработку материала проводили в лабораторных условиях согласно общепринятым методикам [8–10]. Сбор материала для оценки состояния нерестовых стад сиговых рыб осуществляли в период подъема производителей на нерест. Отлов взрослых рыб проводили ставными сетями и неводом. Биологический анализ выполнен на свежем материале по общепринятым методикам [11]. Возраст рыб определен по чешуе. При сборе материала по дрейфу икры и скату личинок сиговых рыб применяли метод учета стока [12, 13].

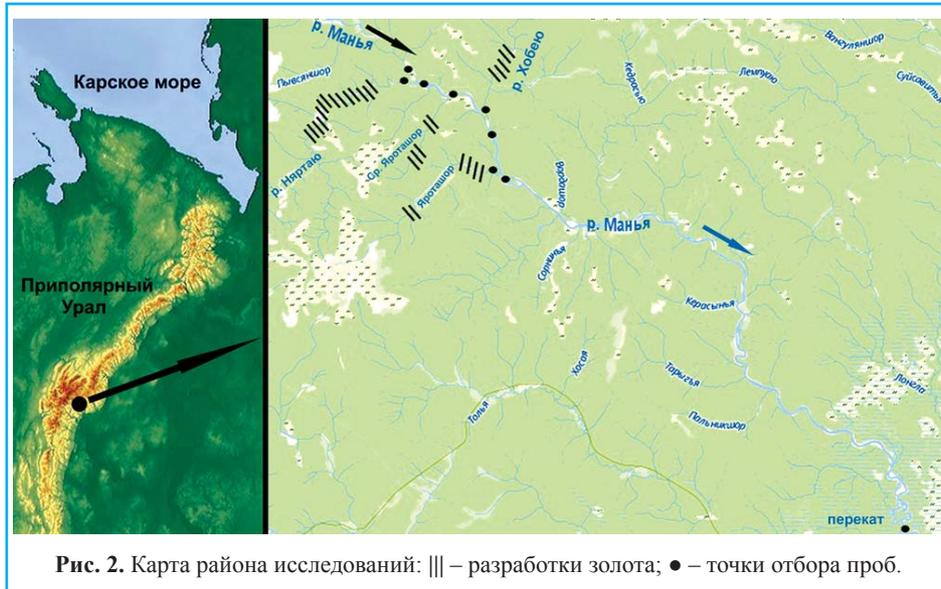


Рис. 2. Карта района исследований: ||| – разработки золота; ● – точки отбора проб.

Результаты исследований

Эпилимтон. В горных реках развиваются преимущественно альгоценозы дна, сообщества обрастаний различных субстратов (эпилимтон, эпифитон). Их развитие тесно связано с характером русла, типом субстрата, температурой и уровнем воды, скоростью потока и другими абиотическими факторами. Влияние этих факторов особенно сильно проявляется в малых реках и ручьях, где основным источником вещества и энергии служит перифитон. Все это обуславливает биотопическое многообразие и мозаичность распределения водорослевых сообществ от истока к устью водотока.

Фитообрастания каменистого субстрата в водотоках достигают обильного развития в меженный период и подвержены значительным разрушениям во время паводков при повышенных расходах воды. По данным ряда исследователей во время паводка с каменистого субстрата потоком воды смываются практически все водоросли [14]. Наряду с паводками причиной низких биомасс может быть нестабильность руслового субстрата, часто обусловленная проведением горных работ в долинах водотоков [15].

Исследования в целях оценки состояния реофильных водорослевых сообществ в небольших горных техногенных реках и ручьях в условиях повышенной мутности, в которых учитывалось бы и количественное развитие перифитона, немногочисленны [14, 16].

Результаты многолетнего экологического мониторинга за состоянием реофильных водорослевых сообществ водотоков бассейна р. Маньи показали, что негативное влияние проведения горных работ связано с резким увеличением содержания в воде взвешенных веществ, особенно мелкодисперсной глинистой фракции. При этом во всех притоках р. Маньи состояние альгоценозов эпилитона во многом зависит от интенсивности и технологии добычи золота. Многолетнее постоянное поступление взвешенных веществ в меженный период отражается на видовой и размерной структуре обрастаний, вплоть до полного исчезновения организмов, увеличении сломанных и аномальных створок диатомей ниже полигонов, а в отдельные годы – до самого устья водотока и, соответственно, снижении продуктивности альгоценозов. Особую угрозу для процесса восстановления реофильных альгоценозов представляет уничтожение коренного ложа русла водотока, как это сделано на ручье Яроташор. В результате этого водоток в течение двух десятков лет после отработки месторождения не имел постоянного русла.

Сходная картина влияния на фитоэпилитон повышенного содержания в воде взвешенных веществ отмечается и в самом русле р. Маньи. Направленность этих изменений и в настоящее время хорошо прослеживается по результатам наблюдений за состоянием водорослевых сообществ эпилитона в районе впадения, в основном ее правобережных притоков. Установлено, что в последнее десятилетие на участках верхнего и среднего течения реки флористическое разнообразие эпилитона каменисто-галечных грунтов в меженный период сохраняется сравнительно высоким. В результате исследований получены первые обобщающие сведения по водорослям эпилитона р. Маньи. Всего на обследованном участке реки зарегистрировано 145 видов (167 с разновидностями и формами, включая типовые виды), которые относятся к 6 отделам, 20 порядкам, 44 семействам и 64 родам. На отдельных створах флористическое обилие значительно ниже и включает от 28 до 94 видов и разновидностей. При этом наибольшее видовое богатство

Таблица 1. Таксономический состав водорослей эпилимтона на разных участках р. Маньи

Отдел	Выше р. Няргаю*	Ниже р. Няргаю	Ниже ручья Средний Яроташор	Ниже р. Хобею	«Перекал»*
Суанophyta	11	8	4	5	7
Bacillariophyta	69	26	19	20	60
Chlorophyta	9	4	4	4	16
Chrysophyta	2	–	–	1	–
Dinophyta	–	–	–	1	–
Rhodophyta	3	1	1	–	3
Всего	94	39	28	31	86

Примечание: * – антропогенное воздействие не сказывается.

(94 вида с разновидностями) водорослей отмечено на створе выше разработок. На створах ниже разработок видовое обилие в 2–3 раза ниже и варьирует незначительно от 28 до 39 таксонов (табл. 1). Снижение происходит за счет выпадения из состава альгофлоры представителей из всех отделов, но в большей степени крупноклеточных реофильных диатомей.

Видовое разнообразие на всех створах реки (от 73 до 97 %) определяли диатомовые водоросли, что характерно для малых холодноводных рек горного и предгорного характера бореальной и субарктических зон. В систематическом отношении наиболее разнообразен класс Pennatophyceae, содержащий свыше 96 % всех таксонов диатомовых или более 61 % всей флоры р. Маньи. Количество специфичных таксонов для каждого створа оказалось невысоким, ниже разработок 5–6, на участках, не подверженных антропогенному воздействию, 16–23. Общими для всех створов в р. Манье отмечены лишь 11 таксонов: *Clastidium setigerum* Kirchn., *Homoeothrix varians* Geitl. – из цианопрокариот; *Hannaea arcus* (Ehr.) Kütz., *Didimosphaenia geminata* (Lyngb.) M. Schmidt, *Meridion circulare* (Grev.) Ag., *Achnanthes minutissimum* Kütz., *Gomphonema angustatum* (Kütz.) Rabenh., *G. ventricosum* Greg., *Cymbella minuta* Hilse ex Rabenh., *C. sinuata* Greg., *Fragilaria ulna* (Nitzsch.) L.-Bert. – из диатомовых.

Видов, достигающих массового развития и вошедших в состав доминирующих комплексов, выявлено немного, большинство из них – диатомовые водоросли. Кроме перечисленных выше можно отметить *Tabellaria flocculosa* (Roth) Kütz., *Navicula radiosa* Kütz., *Eunotia praerupta* Ehr., *Cymbella arctica* (Lagerst.) A. S., *Gomphonema angustum* Ag. В разные годы на отдельных створах с более стабильными грунтами вспышку численности и биомассы могут давать представители зеленых – *Ulotrix zonata* Kütz., *Stigeoclonium tenue* (Ag.) Kütz., *Zygnema* sp. ster., виды рода *Draparnaldia*, из золотистых – *Hydrurus foetidus* Kirchn., а из красных – *Chantransia chalybea* (Roth) Fries, *Batrachospermum moniliforme* Roth.

В среднем за последние годы исследований основная роль в формировании численности водорослевых обрастаний эпилитона выше разработок принадлежала синезеленым (65,4 %) и диатомовым (30,8 %) водорослям. Ведущее положение в создании общей биомассы (79,1 %) занимали реофильные крупноклеточные виды диатомей, *H. arcus*, *D. geminata*, *T. flocculosa*, *G. ventricosum*. В роли субдоминантов выступали редкие виды, включенные в ряд региональных Красных книг – *H. foetidus* и *Ch. chalybea*, предпочитающие для своего развития чистые холодноводные быстротекущие горные водотоки, обусловив 15 % общей биомассы (рис. 3).

На створах реки, расположенных ниже впадения водотоков, на которых ведутся горные работы, существенно снизилось видовое обилие за счет выпадения из состава видов-индикаторов чистых вод из золотистых и красных водорослей, а также крупноклеточных диатомей (см. табл. 1). В связи с этим среднегодовалая общая биомасса водорослей эпилитона снизилась в 19 раз и составила 0,24 г/м². Основную роль в ее создании играли нитчатые зеленые водоросли *Zygnema* sp. ster., *Spirogyra* sp. ster., обусловив при низкой плотности 71 % общей биомассы эпилитона. Лишь 21 % общей биомассы пришлось на диатомеи. Доминирующее положение из них заняла мелкоклеточная диатомея *A. minutissimus*. При этом суммарная численность эпилитона на 90,4 % была создана мелкоклеточными видами цианей *Clastidium setigerum*, *C. rivulare*, *H. varians*, которые первыми заселяют неустойчивые песчаные субстраты (см. рис. 1).

В среднем течении р. Маньи наблюдается полное восстановление реофильных альгоценозов. Флористическое богатство фитоэпилитона включает 86 видовых и внутривидовых таксонов. Альгофлора реки на 70 % представлена диатомовыми водорослями, что характерно для альгофлоры высоких широт и отражает, по мнению ряда авторов, голарктические черты

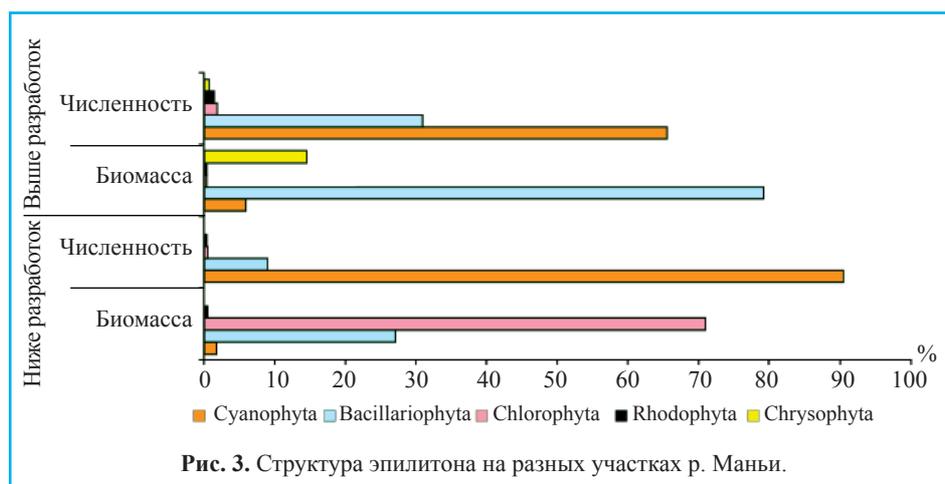


Рис. 3. Структура эпилитона на разных участках р. Маньи.

флор северного полушария [17]. Основу общей биомассы (73 %) формируют диатомовые водоросли. Заметный вклад в ее создание вносят редкие виды красных водорослей.

Анализ результатов многолетних мониторинговых наблюдений показал, что продукционные показатели реофильных альгоценозов эпилимтона на участках р. Маньи, не подверженных интенсивному антропогенному воздействию, находятся в пределах естественных колебаний и зависят от особенностей гидрологических и климатических условий года (табл. 2).

В заключение следует подчеркнуть, что негативное влияние разработок россыпных месторождений на сообщества реофильных альгоценозов в бассейне р. Маньи, связанное с повышением содержания в воде взвешенных веществ, особенно мелкодисперсных фракций, отмечено в районе впадения водотоков, на которых непосредственно ведутся горные работы. На этих участках реки повышается мутность воды, возрастает нестабильность и заиливание грунта, что приводит к снижению видового разнообразия сообществ водорослевых обрастаний, выпадению крупноклеточных реофильных организмов, особенно среди диатомовых, золотистых и красных водорослей. Изменяется структура альгоценозов, а их биомасса может снижаться в несколько десятков раз. При больших объемах вскрышной породы (верхнего почвенного слоя), особенно в первые годы разработки месторождения, в устьевой зоне водотоков и ниже ее в р. Манье наблюдается вспышка цианей из рода *Oscillatoria* – видов-индикаторов повышенного содержания легкоусвояемых органических веществ. В целом в настоящее время экосистема р. Маньи отличается устойчивостью и справляется с антропогенным воз-

Таблица 2. Динамика численности и биомассы эпилимтона на разных участках р. Маньи (в числителе – численность, млн кл/м², в знаменателе – биомасса, г/м²)

Год	Выше р. Няргаю*	Ниже р. Няргаю	Ниже ручья Средний Яроташор	Ниже р. Хобею	«Пережат»*
2004	<u>1254</u> 1,157	<u>50</u> 0,017	–	–	<u>968</u> 0,107
2005	<u>225</u> 0,063	<u>217</u> 0,013	–	–	<u>1704</u> 0,210
2006	<u>2123</u> 0,077	<u>1406</u> 0,017	–	–	<u>3464</u> 1,961
2007	<u>237</u> 25,745	<u>873</u> 0,062	–	<u>237</u> 0,063	<u>135 072</u> 5,742
2008	<u>1771</u> 0,387	<u>646</u> 0,063	–	<u>626</u> 0,106	<u>2088</u> 0,212
2011	<u>180</u> 0,097	–	<u>1234</u> 0,220	<u>614</u> 0,030	<u>96</u> 0,431

Примечание: * – антропогенное воздействие не сказывается.

действием. Но в водотоках, на которых ранее велись разработки россыпных месторождений (ручей Яроташор, р. Няртаю), обширные участки экосистемы на длительное время были выведены из биологического круговорота.

Зоопланктон. В отличие от крупных равнинных рек в горных и предгорных водотоках представители фитопланктона и зоопланктона немногочисленны и встречаются крайне редко. Наибольшее количество рачков и коловраток было обнаружено в 2000 г. в пробах с русла р. Няртаю 170 экз/м³. Средняя численность зоопланктонных организмов в летнее время не превышала 5 экз/м³, а биомасса 0,02 мг/м³. Всего выявлено 12 видов, различающихся по экологии и географическому распространению. Коловраточный планктон за все годы был представлен четырьмя видами (*Asplanchna priodonta* Gosse, *Brachionus quadridentatus* Herman, *B. calyciflorus* Pallas, *Filinia longiseta* (Ehrenberg)), ракообразный – восьмью (Copepoda – *Acanthocyclops* sp., *Megacyclops viridis* (Jurine), Cladocera – *Acroperus harpae* (Baird), *Bosmina longispina* (Leydig), *B. longirostris* (O.F. Müller), *Chydorus sphaericus* (O.F. Müller), *Daphnia longispina* O.F. Müller, *Polyphemus pediculus* (Linneus)). Наиболее часто встречались босмины, хидорусы и молодь циклопид.

Обнаруженный в водотоках зоопланктон имеет аллохтонный характер, поскольку нормальное существование зоопланктонных организмов возможно при скоростях течения воды ниже 0,5 м/с [2, 18]. Кроме высокой скорости течения лимитирующим фактором для жизнедеятельности зоопланктов, в первую очередь для ветвистоусых рачков, может быть мутность воды природного происхождения во время весеннего паводка и в период дождей [19]. Бедность зоопланктона в обследованных водотоках препятствует определению воздействия горных разработок на его состояние.

Зообентос. В составе зообентоса р. Маньи и ее притоков выявлено 123 вида и таксона более высокого ранга. Отмечены представители 16 систематических групп (табл. 3). Видовое богатство и количественные показатели зообентоса определяли личинки амфибиотических насекомых, на долю которых приходилось 84,6 % от общего числа таксонов. Наиболее

Таблица 3. Таксономический состав зообентоса р. Маньи

Группа	Число видов	Группа	Число видов
Nematoda	1	Trichoptera	22
Oligochaeta	10	Tipulidae	1
Ostracoda	1	Limoniidae	3
Hydracarina	5	Simuliidae	8
Collembola	1	Heleidae	3
Ephemeroptera	14	Athericidae	1
Plecoptera	11	Empididae	2
Coleoptera	5	Chironomidae	35

разнообразно представлены хирономиды. Доминировали личинки подсемейств Orthocladiinae и Diamesinae, преобладающие в фауне северных рек [20]. Группа константных организмов с частотой встречаемости более 50 % включала 11 таксонов. В ее состав входили олигохеты *Stylodrilus heringianus* Claparede, 1862; поденки *Baetis vernus* Curtis, 1834; *B.(A.) lapponicus* Begtsson, 1912; *Cinygma lyriformis* McDunnough, 1924; веснянки *Isoperla obscura* Zetterstedt, 1840; ручейники *Arctopsyche ladogensis* Kolenati, 1859; *Rhyacophila nubila* Zetterstedt, 1840; мошки *Simulium* sp. и хирономиды *Orthocladus* sp., *Thinemanimyia* gr. *lentiginosa* (Fries, 1823), *Tvetenia* gr. *bavarica* (Goetghebuer, 1934).

Плотность гидробионтов на галечно-валунных грунтах реки выше разработок определяли поденки (рис. 4). Доминировали виды сем. Baetidae. В среднем за период исследований 84,5 % общей численности зообентоса приходилось на долю поденок, мошек и хирономид.

Ведущую роль в создании биомассы играли поденки и ручейники: 79,5 % от суммарной биомассы всего зообентоса. Структуру комплекса доминирующих по биомассе организмов определяли личинки поденок *Baetis* (*A.*) *lapponicus*, *B. vernus* и *B.* gr. *fuscatus* (Linnaeus, 1761). Субдоминантами являлись ручейники *A. ladogensis*, *R. nubila* и мошки *Simulium* sp. Число видов и форм зообентоса на участках реки выше разработок в разные годы составляло от 20 до 45. Средние значения численности и биомассы за ряд лет составили 1465 экз/м² и 4,25 г/м².

На участках реки, расположенных ниже проведения горных работ, происходит снижение количественных показателей развития донной фауны (табл. 4). Из ее состава исчезают личинки мошек и ручейников сем. Arctopsychidae. Значительно снижается роль веснянок. Число таксонов в

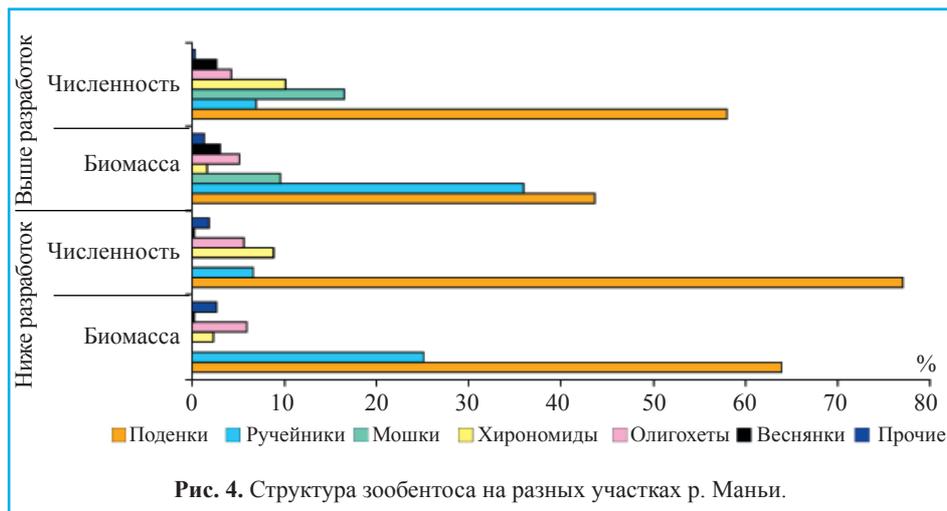


Рис. 4. Структура зообентоса на разных участках р. Маньи.

Таблица 4. Динамика численности и биомассы зообентоса на разных участках р. Маньи (в числителе – численность, экз/м², в знаменателе – биомасса, г/м²)

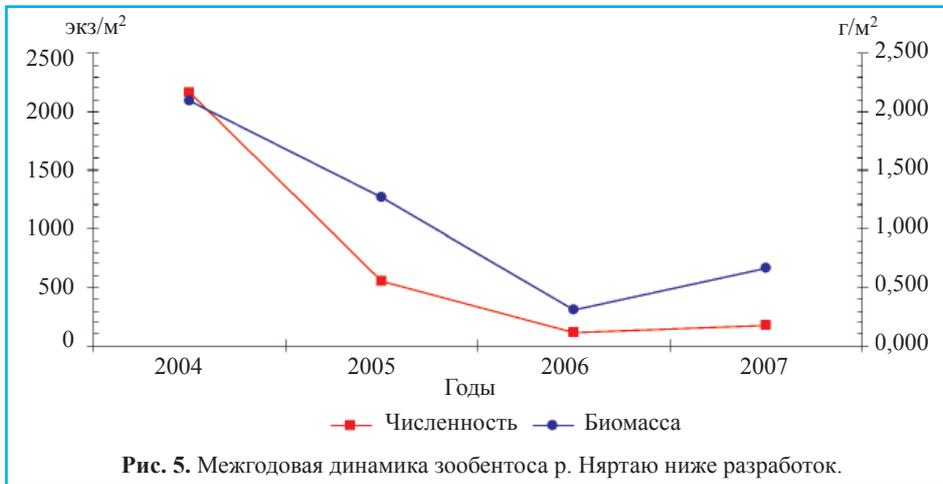
Год	Выше р. Няртаю*	Ниже р. Няртаю	Ниже ручья Средний Яроташор	Ниже р. Хобею	Среднее течение*
2004	<u>1493</u>	<u>872</u>	–	–	<u>1380</u>
	2,95	1,02			2,63
2005	<u>1193</u>	<u>1160</u>	–	–	<u>1317</u>
	3,66	2,62			2,70
2006	<u>1064</u>	<u>462</u>	–	–	<u>1280</u>
	4,46	1,22			3,58
2007	<u>727</u>	<u>162</u>	–	<u>383</u>	<u>1048</u>
	2,64	0,41		1,21	2,96
2008	<u>2164</u>	<u>296</u>	–	<u>929</u>	<u>1483</u>
	6,39	1,04		1,48	6,09
2011	<u>2146</u>	–	<u>447</u>	<u>1183</u>	<u>2052</u>
	5,40		0,92	2,72	5,63

Примечание: * – антропогенное воздействие не сказывается.

разные годы изменялось от 3 до 16. Плотность и биомассу зообентоса определяли поденки (см. рис. 4). Доминировали представители сем. Baetidae. При низкой плотности 24,2 % общей биомассы создавали личинки ручейников *R. nubila*. Средние за ряд лет величины численности (655 экз/м²) и биомассы (1,40 г/м²) зообентоса были ниже, чем на участках реки, расположенных выше разработок. Влияние добычи золота на донную фауну реки на расстоянии 50–60 км (среднее течение) ниже разработок не сказывается.

Воздействие горных работ на сообщества зообентоса в притоках р. Маньи проявляется в большей степени [21, 22]. На участках р. Няртаю выше разработок число видов донных беспозвоночных в разные годы изменялось незначительно: от 24 до 35. Из 13 систематических групп гидробионтов структуру зообентоса определяли поденки, доля которых в суммарной плотности и биомассе беспозвоночных животных составила в среднем 73,8 и 53,3 %. Доминировали виды сем. Baetidae: *B. (A.) lapponicus*, *B. gr. fuscatus* и *B. vernus*. Заметную роль играли личинки мошек и веснянок. Общая численность зообентоса изменялась от 1300 до 2480 экз/м², биомасса – от 3,87 до 6,95 г/м². Средние значения составили 2000 экз/м² и 5,26 г/м².

В устьевой зоне р. Няртаю ниже полигонов установлено значительное обеднение видового состава зообентоса. Через 5 лет после начала разработок зарегистрировано всего 5 видов и форм беспозвоночных. Доминировали поденки *B. vernus* и *B. (A.) lapponicus* – 80 % от суммарной плотности и биомассы зообентоса. Ручейники и хирономиды были представлены хищными личинками *R. nubila* и *T. gr. lentiginosa*. Количественные показатели зообентоса устойчиво снижались: численность – в 6,1 раза, биомасса – в 10,7 раз, средние величины составили 327 экз/м² и 0,49 г/м² (рис. 5).



В целом видовое разнообразие и количественные показатели сообществ донных беспозвоночных р. Маньи за все годы исследований определяли личинки амфибиотических насекомых, на долю которых приходилось более 90 % численности и биомассы всего бентоса. Среди поденок доминировали представители сем. *Baetidae*, что является характерной особенностью горных рек Приполярного Урала [2]. В районе разработок донные беспозвоночные отсутствуют или встречаются единично. Значительное снижение числа таксонов, численности и биомассы организмов зообентоса отмечено на участках реки, расположенных ниже разработок (ниже рек Няртаю, Хобею и ручья Средний Яроташор). За период добычи золота (2004–2011 гг.) число таксонов зообентоса в русле р. Маньи ниже проведения горных работ сократилось в 4–6 раз. Численность гидробионтов снизилась в среднем в 2,2 раза, биомасса – в 3 раза. Уровень количественного развития беспозвоночных на участках реки, не подверженных антропогенному воздействию, определялся гидрологическими условиями и жизненными циклами доминирующих видов и форм.

Ихтиофауна. Ихтиофауна бассейна р. Маньи представлена 21 видом рыб и 1 видом круглоротых. В горной части встречаются таймень, хариус, речной голец, подкаменщик сибирский и голец сибирский. В предгорных районах к ним добавляются сиговые, карповые рыбы, щука, налим, ерш, окунь. Промысловое значение имеют 18 видов, из которых сиговые – таймень и хариус – относятся к особо ценным, а карповые, окуневые – щука и налим – к важным промысловым объектам. Большинство из них не живут постоянно в бассейне этой реки, а мигрируют из рек Обь и Северная Сосьва в определенные периоды жизни. Плотность рыб в реке резко повышается в осенне-зимний период за счет подъема сиговых рыб и налима на нерест и зимовку. Таймень и нельма относятся к редким видам. Уральские популяции тайменя занесены в Красную книгу РФ [23] и Красную книгу Ханты-Мансийского автономного округа [24].

В р. Манье проходит нерест пяти видов сиговых рыб – пеляди, чира, сига-пыжьяна, тугуна и нельмы. Без учета тугуна – короткоциклового вида, по численности производителей на первом месте стоит пелядь, затем идут чир, сиг-пыжьян и нельма. По сравнению с другими нерестовыми реками бассейна (Сыня, Войкар, Сось, Харбей) выживание икры сиговых рыб на нерестилищах в р. Манье стабильно высокое (от 60 до 95 %) [3], поэтому численность покатных личинок прямо зависит от численности нерестящихся производителей. Величина нерестовых стад обуславливается численностью генераций, участвующих в нересте, условиями нагула и промысловой нагрузкой [25]. Многочисленные генерации участвуют в нересте несколько лет и вносят значительный вклад в воспроизводство. На динамику размерно-возрастной и половой структуры нерестящихся производителей проведение горных работ влияния не оказывает.

Основные нерестилища сиговых рыб в р. Манье находятся от устья р. Народы до р. Кедрасью. Граница верхних нерестилищ проходит в районе устьев рек, в которых ведется разработка месторождений. Ежегодные границы нерестилищ меняются в зависимости от состояния производителей и гидрологических условий и не связаны с проведением горных работ. Роль горных участков нерестилищ в воспроизводстве сиговых рыб повышается в годы, когда происходит хороший нагул рыб в пойме Оби, и снижается в маловодные годы [3, 26]. Вклад р. Маньи в воспроизводство пеляди в отдельные годы изменялся от 0,01 до 75 %, в среднем за 17 лет составляя 19,5 % от общей численности личинок, рожденных в бассейне р. Северной Сосьвы. Наиболее существенная роль р. Маньи (более 30 %) отмечена в 1989, 1998, 2003, 2004, 2007 гг. (табл. 5).

Доля рожденного в р. Манье нижеобского чира более значительна, чем пеляди (средняя многолетняя – 34,4 %). Максимальный вклад р. Маньи в воспроизводство сига-пыжьяна (около 100 %) отмечен в 1988 и 1998 гг. В остальные годы доля маньинских личинок не превышала 26,25 %, составляя в среднем 6,4 %. В воспроизводстве тугуна р. Манья редко играет существенную роль. За исключением 1988 и 1998 гг. (43,2 и около 100 % соответственно) здесь рождалось в среднем 4,8 % от всех личинок бассейна.

Влияние разработки россыпных месторождений на воспроизводство сиговых рыб проявляется через повышение смертности икры. Взвешенные вещества песчанистой фракции обычно оседают не далее 15-километрового участка ниже устьев водотоков, где проводятся горные работы, что за пределами границ основных нерестилищ.

Установлено, что регуляция выживания икры и покатных личинок в р. Манье продолжает осуществляться в основном естественными факторами. Влияние горных работ на выживание икры сиговых за период наблюдений было существенным в 1984 и 1998 гг. (табл. 6). В 2001–2008 гг.

Таблица 5. Роль р. Маньи в воспроизводстве сиговых рыб (% от общей численности вылупившихся личинок в бассейне р. Северной Сосьвы)

Год	Пелядь	Чир	Сиг-пыжьян	Тугун
1984*	1,04	17,9	1,8	0,02
1985	0,01	80,1	1,0	0
1986	2,3	19,8	2,5	3,1
1987	21,2	15,2	22,2	2,0
1988	130	43,4	Около 100	43,2
1989	32,5	8,8	26,3	16,8
1993	0,7	65,0	1,8	0,7
1997*	6,0	21,0	–	6,7
1998	75,0	16,7	93,3	Около 100
2001*	7,0	5,3	7,0	0,7
2002*	11,8	Около 100	0,8	18,6
2003*	63,8	36,8	–	4,6
2004*	37,4	65,3	8,5	0,9
2005*	0	5,5	4,0	6,5
2006*	5,9	2,1	0,8	1,6
2007*	42,9	Около 100	18,8	9,9
2008*	22,8	1,3	0	0,2
Средняя	19,5	34,4	17,1	18,2

Примечание: * годы разработки россыпных месторождений в бассейне р. Маньи.

Таблица 6. Относительная численность (%) мертвой икры и мертвых личинок сиговых рыб в весеннем дрефте, р. Манья

Годы	Пелядь		Чир	
	мертвая икра	мертвые личинки	мертвая икра	мертвые личинки
1980	0,3	0,6	2,1	1,6
1984	8,6	2,5	24,9	4,2
1985	0,6	0,3	0,8	0,8
1986	0,45	0,5	0,3	0,4
1987	0,1	0,2	3,1	0,6
1988	0,1	0,2	2,8	0,5
1989	1,2	0,8	0,8	0,3
1998	4,7	1,4	38,0	1,6
2001	0,1	0,3	0,3	0,5
2002	0,2	0,3	0,01	0,2
2003	0,65	0,65	0,6	0,6
2004	0,4	0,14	0,3	0,6
2005	0	0	1,3	0
2006	1,3	2,2	0	0
2007	1,4	1,5	0,02	0,9
2008	0,4	1,1	1,2	1,0

технология проведения горных работ и соблюдение требований по защите водных объектов обеспечивали незначительный вынос взвешенных веществ в р. Манью, поэтому влияние на воспроизводство сиговых рыб было минимальным. Количество аномальных вылупившихся личинок за все годы наблюдений не превышало 1 экз. на 5000 особей [3].

Судя по качественному составу дрефта в районах нерестилищ (доля мертвой икры и мертвых личинок, наличие аномальных покатных личинок), условия для развития икры и вылупления личинок на нерестилищах в р. Манье до 2008 г. сохранялись нормальными. Повышенная смертность икры в 1984 и 1998 гг. связана с авариями на отстойниках.

Выводы

Установлено значительное снижение качественных и количественных показателей развития реофильных сообществ фитопланктона и зообентоса в районе действующих полигонов и русле р. Маньи ниже места проведения горных работ. Нарушения русла, многократное и длительное превышение естественного уровня мутности приводят к полной гибели живых организмов в районах действующих полигонов.

Проведение горных работ на притоках рек Няртаю, Хобею и ручье Средний Яроташор и сопутствующее локальное заиление нерестилищ не препятствует размножению сиговых рыб в р. Манье. Численность вылупившихся личинок на нерестилищах определяется в основном фондом отложенной икры.

Условия для развития икры и вылупления личинок на нерестилищах в р. Манье до 2008 г. сохранялись нормальными. Аварийные сбросы мелкодисперсных взвесей в р. Манью увеличивают площадь заиления каменисто-галечных грунтов на нерестилищах и создают неблагоприятные условия для развития и выживания икры сиговых рыб. Смертность икры в этих случаях увеличивается на 4–5 % у пеляди и на 25–30 % у чира.

Роль р. Маньи в воспроизводстве сиговых рыб определяется численностью нерестящихся производителей, которая не зависит от современных масштабов проведения горных работ и связана с общей динамикой нерестовых стад в Обском бассейне.

Рациональное решение экологических проблем, связанных с разработкой месторождений золота, должно заключаться в нормировании допустимых попусков отработанных вод, содержащих взвешенные вещества, в межженный период. В качестве индикаторов загрязнения минеральными взвесями и влекомыми наносами в условиях горных рек наиболее показательны организмы перифитона и бентоса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние разработки россыпных месторождений Приполярного Урала на природную среду. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1994. 171 с.
2. Шубина В.Н. Бентос лососевых рек Урала и Тиммана. СПб.: Наука, 2006. 401 с.
3. Богданов В.Д. Экология молоди и воспроизводство сиговых рыб Нижней Оби: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М.: ИЭМЖ, 1997. 38 с.
4. 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.
5. Богданов В.Д., Добринская Л.А., Лугаськов А.В., Ярушина М.И., Госькова О.А., Мельниченко С.М., Смирнов Ю.Г., Степанов Л.Н. Аспекты изучения экосистемы р. Маньи: Препринт. Свердловск, 1984. 70 с.
6. Картавов С.А. Антропогенное нарушение пойменных ландшафтов в результате добычи россыпного золота на Приполярном Урале // Развитие идей академика С.С. Шварца в современной экологии: Мат-лы конф. молодых ученых. Екатеринбург: Изд-во Екатеринбург, 1999. С. 81–82.
7. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.
8. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометеоздат, 1983. 239 с.
9. Гусева К.А. К методике учета фитопланктона // Тр. Ин-та биологии водохранилищ. Л., 1959. Т. 2. С. 44–51.
10. Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР. Л.: Наука, 1970. 744 с.
11. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищепромиздат, 1966. 376 с.
12. Богданов В.Д. Изучение динамики численности и распределения личинок сиговых рыб реки Северной Сосьвы: Препринт. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1987. 60 с.
13. Павлов Д.С., Нездолый В.К., Ходоревская Р.П., Островский М.П., Попова И.К. Покатная миграция молоди рыб в реках Волга и Или. М.: Наука, 1981. 320 с.
14. Медведева Л.А. Влияние паводков на численность и биомассу водорослей перифитона малой лососевой реки (Приморский край) // Перифитон континентальных вод: современное состояние изученности и перспективы дальнейших исследований. Тр. междунар. симп. Тюмень. 2003. С. 70–71.
15. Потапова М.Г. Состав и распределение сообществ прикрепленных водорослей малых рек бассейна Верхней Колымы // Бот. журн. 1992. Т. 77. № 1. С. 83–914.
16. Харитонов В.Г. Диатомовые (Bacillariophyta) техногенных водотоков Колымского нагорья // Бот. журн. 2001. Т. 86. С. 34–41.
17. Гецен М.В. Водоросли в экосистемах Крайнего Севера. Л.: Наука, 1985. 165 с.
18. Грезе В.Н. Кормовые ресурсы рыб реки Енисей и их использование // Изв. ВНИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. 1957. Т. 41. С. 10–23.
19. Мануйлова Е.Ф. Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР. М.; Л.: Наука, 1964. 327 с.
20. Арефьев С.П., Гашев С.Н., Степанова В.Б., Фаттахов Р.Г., Шаранова Т.А., Степанов С.И. Биоценозы Ямала в условиях промышленного освоения // Природная среда Ямала в 3 т. Тюмень: ИПОС СО РАН, 2000. Т. 3. 136 с.
21. Степанов Л.Н. Влияние разработок россыпных месторождений золота на зообентос горных рек Приполярного Урала // Вестник КрасГАУ. 2009. № 12. С. 100–104.
22. Степанов Л.Н. Фауна донных беспозвоночных животных реки Хобе-Ю (Приполярный Урал) в условиях антропогенного воздействия // Водное хозяйство России. 2011. № 5. С. 51–61.
23. Красная книга Российской Федерации (животные). М.: Изд-во АСТ, Астрель, 2001. 863 с.

24. Красная книга Ханты-Мансийского автономного округа (животные). Екатеринбург: Издательский дом Пакрус, 2003. 374 с.
25. Экология рыб Обь-Иртышского бассейна. М.: Т-во научных изданий КМК, 2006. 596 с.
26. Богданов В.Д., Мельниченко И.П., Госькова О.А., Кижеватов Я.А., Копориков А.Р. Результаты мониторинга воспроизводства сиговых рыб Нижней Оби // Современные экологические проблемы Севера (к 100-летию со дня рождения О.И. Семенова-Тян-Шанского). Мат-лы междунар. конф. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2006. Ч. 2. С. 132–133.

Сведения об авторах:

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

Богданов Владимир Дмитриевич, чл.-корр. РАН, директор, ФГБУН Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук, 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202; e-mail: bogdanov@ipae.uran.ru

Богданова Елена Николаевна, научный сотрудник, лаборатория экологии рыб и биоразнообразия водных экосистем, ФГБУН Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук, 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202; e-mail: ben@ipae.uran.ru

Мельниченко Ирина Павловна, канд. биол. наук, старший научный сотрудник, лаборатория экологии рыб и биоразнообразия водных экосистем, ФГБУН Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук, 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202; e-mail: Melnichenko@ipae.uran.ru

Ярушина Маргарита Ивановна, канд. биол. наук, старший научный сотрудник, лаборатория экологии рыб и биоразнообразия водных экосистем, ФГБУН Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук, 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202; e-mail: nvl@ipae.uran.ru