

УДК 574.58:504.5(282.256.176)

В. Д. Богданов, чл.-корр. РАН, д-р биол. наук, проф., e-mail: bogdanov@ipae.uran.ru,
И. П. Мельниченко, канд. биол. наук, ст. науч. сотр., Институт экологии растений и животных Уральского отделения РАН, Екатеринбург

Влияние разработки россыпных месторождений золота на воспроизводство сиговых рыб на Приполярном Урале

Представлены результаты многолетних исследований воздействия разработок россыпных месторождений золота на воспроизводство сиговых рыб в реке Манье (Приполярный Урал). В реке размножаются пять видов сиговых рыб Обского бассейна. Состояние производителей и их распределение по нерестилищам определяется причинами, не связанными с последствиями горных работ, влияющими на состояние реки. Показано, что повышенное поступление мелкодисперсных взвесей приводит к нарушению условий инкубации икры ценных промысловых видов сиговых рыб в результате заиления нерестилищ.

Ключевые слова: разработка месторождений, мелкодисперсные взвеси, сиговые рыбы, воспроизводство, инкубация икры

Добыча золота в долине притоков реки Маньи производится гидромеханизированным способом разработки месторождений. При этом уничтожается вся прибрежная растительность и почвенный покров, образуются техногенные отвалы и техногенные водоемы. В связи с тем, что при проведении горных работ наблюдается негативное воздействие на среду, Институт экологии растений и животных УрО РАН проводит мониторинг состояния экосистемы реки Маньи.

При разработке россыпных месторождений золота в бассейнах рек открытым гидромеханизированным способом мутность воды может возрастать в десятки и даже сотни раз [1–3]. 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.

Цель работы — оценить современное состояние воспроизводства сиговых рыб реки Маньи в условиях влияния разработок 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. Реки территории имеют типичный горный характер, с большим количеством перекаатов, загроможденных крупными валунами.

Горные работы по разработке россыпных месторождений золота проводились в бассейне реки Маньи в долине притоков Няртаю и Яроташор в 1981—1984 гг., 1995—1997 гг. и в 2000—2011 гг.; в долине притока Хобею — с 2007 по 2011 гг. Разработка россыпей производилась бульдозерно-гидравлическим методом со строительством гидроотвалов-отстойников.

Исследованиями предыдущих лет [4–7] установлено, что при разработке россыпей гидравлическим методом основным источником загрязнения рек является сброс дисперсного грунта. Он происходит в результате эрозии промплощадок в процессе вскрытия и промывки золота, фильтрации через дамбы, руслоотводных работах, эрозии отработанных промплощадок или их необвалованных участков. Особенно активная эрозия промплощадок происходит в период дождей, особенно осенних паводков.

Река Манья (приток третьего порядка реки Северная Сосьва — притока Оби) относится к водотокам высшей рыбохозяйственной категории Обского бассейна. В ней находятся нерестилища тугуна и полупроходных сиговых рыб [8–9]. Река Манья берет начало в горах Приполярного Урала и впадает в реку Хулгу справа в 11 км от устья. Площадь водосбора составляет 4060 км², длина водостока 123 км. Ширина реки в верховьях — 50...70 м, в среднем течении — 70... 80 м, в нижнем — 80...100 м; глубина реки — 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 низовьях.

Так как основное питание реки осуществляется тальми водами снежников и ледников гор, наблюдается большой перепад температуры воды от истока к

устью. Долина узкая, пойма слабо заболочена. По химическому составу вода реки Маньи и ее притоков слабоминерализованная, мягкая, гидрокарбонатного класса, кальциево-натриевой группы. Кислородный режим благоприятный, многолетние колебания величин кислорода составили 8,6...14,2 мг/л [10]. Содержание взвешенных веществ в воде в летнюю межень не превышает 5 мг/л, что обусловлено особенностями геологического строения региона и низкой русловой эрозией рек [7, 9—10]. В период летней межени минерализация увеличивается при среднегодовых колебаниях суммы ионов 19,5...61,7 мг/л. По существующей классификации активная реакция воды в течение всего периода наблюдения в верховьях реки Маньи и Няртаю слабокислая — нейтральная.

По классификации загрязненности водных объектов по химическим показателям вода в данных водотоках чистая — умеренно-загрязненная. Лимитирующие показатели — содержание взвешенного материала, концентрация аммонийного азота и показатель БПК₅.

В долинах рек Няртаю и Хобею находятся поверхностные воды, включенные в технологическую цепь и отгороженные дамбами в отстойники, которые периодически промывает паводком.

Водная эрозия техногенных территорий, перемывание донных отложений вызывает изменения в химическом составе воды в результате поступления в нее растворимых солей или явлений частичной адсорбции ионов донными отложениями. Разработка золотоносных песков приводит к увеличению минерализации воды и содержания биогенных элементов.

В результате проведения горных работ в реке Няртаю вынос мелкодисперсных фракций (диаметром <0,01 мм) в нижние участки водотока составлял 723,4 т в год, после вторичной эрозии полигонов — 261 т в год [11]. Гранулометрический состав вскрышных пород содержит 10,5 % частиц диаметром от 0,01 до 0,001 мм. 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 [10].

Химические свойства воды в период поступления техногенных взвесей изменяются незначительно. На сливе отстойников в воду рек попадают практически не осаждаемые методом отстаивания фракции взвесей и снижение их концентраций возможно фактически только разбавлением.

Разработка месторождения золота по рекам Няртаю и Хобею привела к изменению состава взвешенных наносов. Доминирующей фракцией в воде притоков становятся глинистые частицы. Максимальные значения содержания взвеси отмечаются ниже промплощадей в период увеличения уровня воды в реке Няртаю от 6 до 27 см.

Процесс активной аккумуляции взвешенного материала происходит в устьевой зоне притоков, на ко-

торых проводятся горные работы. При увеличении скорости потока воды они выносятся в русло реки Маньи. В составе мелкозема донных отложений увеличивается содержание пылевидно-глинистых фракций. Из-за высокого содержания в них органических веществ и соединений железа они ухудшают свойства донных отложений приводят к изменению их окислительно-восстановительных свойств. В период паводка и дождевого паводка донные отложения реки Маньи отмываются от пылевидно-глинистых частиц.

Материал и методика исследования

Материал собран в период с 1979 по 2011 годы в районах верхнего и среднего течения реки Маньи. Сбор материала для оценки состояния нерестовых стад сиговых рыб осуществлялся в период подъема производителей на нерест. Отлов взрослых рыб проводили ставными сетями и неводом. Биологический анализ выполнен на свежей пойманной рыбе по общепринятым методикам [12]. Возраст рыб определен по чешуе. При сборе материала по дрейфу (пассивному стоку) икры и скату личинок сиговых рыб применяли метод учета стока [13—14].

Результаты исследований и обсуждение

Ихтиофауна бассейна реки Маньи представлена 21 видом рыб и одним видом круглоротых. В горной части встречаются таймень, хариус, речной гольян, 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 реки Оби и Северной Сосьвы 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 [15] и Красную книгу Ханты-Мансийского автономного округа [16].

В реке 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 (Сыня, Войкар, Сось, Харбей) бассейна Нижней Оби выживание икры сиговых рыб на нерестилищах в реке Манье



Таблица 1

**Роль реки Маньи в воспроизводстве сиговых рыб
(% от общей численности вылупившихся личинок
в бассейне реки 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	13,0	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

* Годы разработки россыпных месторождений в бассейне реки Маньи

стабильно высокое (от 60 до 95 %) [17]. Поэтому численность покатных личинок прямо зависит от численности нерестящихся производителей. Величина нерестовых стад обуславливается численностью генераций, участвующих в нересте, условиями нагула и промысловой нагрузкой [18—19]. 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 реке Манье находятся от устья притоков Народы до притока 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 реки Оби, и снижается в маловодные годы [8, 17]. Вклад реки Маньи в воспроизводство пеляди в отдельные годы изменялся от 0,01 до 75 %, в среднем за 17 лет исследований составляя 19,5 % от общей численности личинок, рожденных в бассейне реки Северной Сосьвы. Наиболее

Таблица 2

**Количество мертвой икры и мертвых личинок
относительно живых личинок пеляди и чира в весеннем дрефте
и реки 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

существенная роль реки Маньи (более 30 %) отмечена в 1989, 1998, 2003, 2004, 2007 гг. (табл. 1).

Доля чира, рожденного в реке Манье, более значительна, чем пеляди (средняя многолетняя — 34,4 %). Максимальный вклад реки Маньи в воспроизводство сига-пыжьяна отмечен в 1988 (около 100 %) и 1998 гг. (93,3 %). В остальные годы доля личинок сига-пыжьяна не превышала 26,3 %, составляя в среднем 6,4 %. В воспроизводстве тугуна река 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 гибели 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 выживание икры и покатных личинок в реке Манье связано в основном с естественными факторами. Влияние горных работ на выживание икры сиговых рыб за период наблюдений было существенным в 1984 и 1998 гг. (табл. 2). В 2001—2008 гг. технология проведения горных работ и соблюдение требований по защите водных объектов обеспечивали

незначительный вынос взвешенных веществ в реку Манью, поэтому отрицательное влияние на воспроизводство сиговых рыб было минимальным. Количество аномальных вылупившихся личинок за все годы наблюдений не превышало 5 экз. на 1000 особей.

Таким образом, установлено, что проведение горных работ на притоках Няртаю, Хобею и Средний Яроташор и сопутствующее локальное заилиение нерестилищ не препятствует размножению сиговых рыб в реке Манье. Численность появившихся личинок на нерестилищах определяется в основном фондом отложенной икры.

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 реке Манье до 2008 г. сохранялись нормальными. Повышенная смертность икры в 1984 и 1998 гг. связана с авариями на отстойниках.

Выводы

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

Условия для развития икры и вылупления личинок на нерестилищах в реке Манье до 2008 г. сохранялись в большинстве лет нормальными. Аварийные сбросы дисперсного грунта в реку Манью увеличивают донные отложения 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 реки 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 меженный период. В качестве индикаторов загрязнения минеральными взвесями и влекомыми наносами в условиях горных рек можно использовать фактор смертности личинок и икры сиговых рыб.

Работа выполнена при поддержке Программы Президиума УрО РАН: проект 12-М-23457-2041 и проект 12-П-47-2013.

Список литературы

1. Васильева-Кралина И. И., Габьшев В. А., Пшенникова Е. В. и др. Водоросли горных водоемов Верхоянья // Биол. внутренних вод. — 2004. — № 3. — С. 3—15.
2. Степанов Л. Н. Фауна донных беспозвоночных животных реки Хобею (Приполярный Урал) в условиях антропогенного воздействия // Водное хозяйство России. — 2011. — № 6. — С. 51—61.
3. Харитонов В. Г. Диатомовые (Bacillariophyta) техногенных водотоков Колымского нагорья // Бот. журн. — 2001. — Т. 86. — С. 34—41.
4. Накоряков А. В. Площади отработанных месторождений как специфический объект рекультивации // Восстановление техногенных ландшафтов Сибири. — Новосибирск, 1977. — С. 27—42.
5. Накоряков А. В. Почвообразование в техногенных ландшафтах отработанных россыпей Среднего Урала и возможности их рекультивации. — Новосибирск, 1980. — 22 с.
6. Лукьянец А. И., Ужегова И. А., Бердюгин К. И. Естественное зарастание территорий, нарушенных разработкой россыпных месторождений на Приполярном Урале // Устойчивость растительности к антропогенным факторам и биорекультивация в условиях Севера. — Сыктывкар, 1984. — С. 83—86.
7. Воронин Р. Н., Дегтева С. В. и др. Влияние разработки россыпных месторождений Приполярного Урала на природную среду. — Сыктывкар, 1994. — 171 с.
8. Богданов В. Д. Экология молоди и воспроизводство сиговых рыб Нижней Оби: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. — М.: ИЭМЖ, 1997. — 38 с.
9. Богданов В. Д., Добринская Л. А., Лугаськов А. В. и др. Аспекты изучения экосистемы р. Маньи: Препринт. — Свердловск, 1984. — 70 с.
10. Богданов В. Д., Добринская Л. А., Лугаськов А. В. и др. Экологическое изучение экосистемы реки Маньи: Препринт. — Свердловск: УНЦ АН СССР, 1982. — 66 с.
11. 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.
12. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. — М.: Пищепромиздат, 1966. — 376 с.
13. Богданов В. Д. Изучение динамики численности и распределения личинок сиговых рыб реки Северной Сосьвы: Препринт. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1987. 60 с.
14. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. — М.: Наука, 1975. — 240 с.
15. Красная книга Российской Федерации (животные). — М.: Изд-ва "АСТ", "Астрель", 2001. — 863 с.
16. Красная книга Ханты-Мансийского автономного округа (животные). — Екатеринбург: Издательский дом "Пакрус", 2003. — 374 с.
17. 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.
18. Экология рыб Обь-Иртышского бассейна. — М.: Т-во научных изданий КМК, 2006. — 596 с.
19. Богданов В. Д. Современное состояние воспроизводства сиговых рыб Нижней Оби // Рыбоводство и рыбное хозяйство. — 2008. — № 9. — С. 33—37.



V. D. Bogdanov, Professor, e-mail: bogdanov@ipae.uran.ru,
I. P. Melnichenko, Senior Researcher, Institute of Plant and Animal Ecology of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

Influence of the Workings of Placer Gold Deposits on Reproduction of the Whitefishes in the Subpolar Urals

The results of studies on the effects of long-term working of placer gold deposits on the reproduction of whitefish in the Manja river (Subpolar Urals) are presented. Despite holding mining activities in the river multiply five species of whitefishes of the Ob basin. Standing of producers and their distribution on the spawning grounds is defined reasons unrelated to the effects of mining activities affecting the state of the river. It is shown that an increased intake of fine sediment leads to a violation of the conditions of egg incubation valuable species whitefishes as a result of siltation of spawning grounds.

Keywords: mining, fine mist, whitefish, reproduction, incubation of eggs

References

1. Vasil'eva-Kralina I. I., Gabyshev V. A., Pshennikova E. V. i dr. Vodorosli gornyykh vodoemov Verkhoin'ia. *Biol. vnutrennikh vod.* 2004. N. 3. P. 3—15.
2. Stepanov L. N. Fauna donnykh bespozvonochnykh zhivotnykh reki Khobe-Iu (Pri poliarnyi Ural) v usloviakh antropogennogo vozdeistviia. *Vodnoe khoziaistvo Rossii.* 2011. N. 6. P. 51—61.
3. Kharitonov V. G. Diatomovye (Bacillariophyta) tekhnogennykh vodotokov Kolym'skogo nago'ia. *Bot. zhurn.* 2001. T. 86. P. 34—41.
4. Nakoriakov A. V. Ploshchadi otrabotannykh mestorozhdenii, kak spetsificheskii ob'ekt rekul'tivatsii. *Vosstanovleie tekhnogennykh landshaftov Sibiri.* Novosibirsk, 1977. P. 27—42.
5. Nakoriakov A. V. Pochvoobrazovanie v tekhnogennykh landshaftakh otrabotannykh rossypei Srednego Urala i vozmozhnosti ikh rekul'tivatsii. Novosibirsk, 1980. 22 p.
6. Luk'ianets A. I., Uzhogova I. A., Berdiugin K. I. Estestvennoe zarastanie territorii, narushennykh razrabotkoi rossypanykh mestorozhdenii na Pri poliarnom Urale. *Ustoichivost' rastitel'nosti k antropogennym faktoram i biorekul'tivatsiia v usloviakh Severa.* Syktyvkar, 1984. P. 83—86.
7. Voronin R. N., Degteva S. V. i dr. Vliianie razrabotki rossypanykh mestorozhdenii Pri poliarnogo Urala na prirodniiu sredu. Syktyvkar, 1994. 171 p.
8. Bogdanov V. D. Ekologiya molodi i vosproizvodstvo sigovykh ryb Nizhnei Obi: Avtoref. dis. ... dokt. biol. nauk. IEMZh. M., 1997. 38 p.
9. Bogdanov V. D., Dobrinskaia L. A., Lugas'kov A. V. i dr. Aspekty izucheniia ekosistemy r. Man'i: Preprint. Sverdlovsk, 1984. 70 p.
10. Bogdanov V. D., Dobrinskaia L. A., Lugas'kov A. V. i dr. Ekologicheskoe izuchenie ekosistemy reki Man'i: Preprint. Sverdlovsk: UNTs AN SSSR, 1982. 66 p.
11. Kartavov S. A. Antropogennoe narushenie poimennykh landshaftov v rezul'tate dobychi rossypanogo zolota na Pri poliarnom Urale. *Razvitiie idei akademika S. S. Shvartsa v soxremennoi ekologii: Mat-ly konf. molodykh uchenykh. Ekaterinburg:* Izd-vo "Ekaterinburg", 1999. P. 81—82.
12. Pravdin I. F. Rukovodstvo po izucheniiu ryb. M.: Pishchepromizdat, 1966. 376 p.
13. Bogdanov V. D. Izuchenie dinamiki chislennosti i raspredeleniia lichinok sigovykh ryb reki Severnoi Sos'vy: Preprint. Sverdlovsk: UNTs AN SSSR, 1987. 60 p.
14. Metodika izucheniia biogeotsenozov vnutrennikh vodoemov. M.: Nauka, 1975. 240 p.
15. Krasnaia kniga Rossiiskoi Federatsii (zhivotnye). M.: Izd-va "AST", "Astrel". 2001. 863 p.
16. Krasnaia kniga Khanty-Mansiiskogo avtonomnogo okruga (zhivotnye). Ekaterinburg: Izdatel'skii dom "Pakrus", 2003. 374 p.
17. Bogdanov V. D., Mel'nichenko I. P. Rol' reki Man'i v vosproizvodstve zapasov sigovykh ryb Nizhnei Obi. *Agrarnyi vestnik Urala,* 2010. N. 11-1 (77). P. 49—52.
18. Ekologiya ryb Ob'-Irtysk'skogo basseina. M.: T-vo nauchnykh izdaniia KMK. 2006. 596 p.
19. Bogdanov V. D. Sovremennoe sostoianie vosproizvodstva sigovykh ryb Nizhnei Obi. *Rybovodstvo i rybnoe khoziaistvo.* 2008. N. 9. P. 33—37.