

УДК 504.064

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА НА КАЧЕСТВО ВОДЫ В РЕКЕ ЛЕВЫЙ ХИНГАН ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ

М.В. Горюхин

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, г. Биробиджан

*В работе приводятся результаты исследования особенностей загрязнения тяжёлыми металлами природных вод. Выявлено многократное превышение допустимых значений загрязнителей. Получен ряд данных, свидетельствующих о техногенной природе загрязнения.*

Извлечение и переработка руд цветных и благородных металлов сопровождается существенным нарушением всех компонентов природной среды – рельефа, почвенного и растительного покрова, поверхностного и подземного стока, растительного и животного мира, пылевого загрязнения атмосферы и др. Завершение эксплуатации горнопромышленных объектов не означает прекращения их воздействия на окружающую среду. Оно продолжается, так как идет процесс гипергенного изменения рудных минералов, вскрытых горными выработками, накопленных в отвалах и хвостохранилищах, в результате чего образуются различные загрязнители, в том числе соединения тяжелых металлов (ТМ), которые могут поступать в поверхностные и подземные воды, изменяя тем самым их качество [1–4].

Целью работы является изучение поступления ТМ в окружающую среду из отвалов пустых пород, хвостохранилищ, а также с территории открытых горных выработок Хинганского месторождения олова и их влияние на качество поверхностных вод р. Лев. Хинган, который является одним из основных источников водоснабжения для пгт. Хинганск Облученского района Еврейской автономной области (ЕАО).

### Объект исследования и район работ

Объектом данного исследования является р. Лев. Хинган в районе пос. Хинганск ЕАО, которая протекает на северо-западе области. Здесь до недавнего времени разрабатывалось Хинганское месторождение олова, входящее в состав Хингано-Олонойского рудного района, большое количество оловянных и олово – полиметаллических месторождений и проявлений которого могут определять естественный фон загрязнения [8, 11]. Поселок расположен непосредственно у месторождения, три его границы фиксируются гидрографической сетью, а именно: северо-западная – рекой Лев. Хинган, юго-восточная – ключом Малиновый, северо-восточная – ключами Лев. Буферный и Буферный. Разработка месторождения была прекращена без проведения необходимых в таких случаях рекультивационных работ на хвостохранилищах, в которых накоплены отходы обогащения оловянных руд.

Для наблюдения за качеством воды природоохранными организациями проводится постоянный монито-

ринг содержания в р. Лев. Хинган загрязняющих веществ различной природы, суть которого заключается в отборе проб выше и ниже по течению пос. Хинганск. Данный метод позволяет выявить совокупное влияние населенного пункта со всей его промышленной и хозяйственно-бытовой деятельностью, природного фона и разработки Хинганского месторождения. Для оценки вклада в загрязнение реки и ее притоков только горнодобывающего производства необходим выбор других точек отбора проб.

К уже имеющимся точкам (№ 1 и № 3), расположенным выше и ниже поселка (фоновый и контрольный створы соответственно), были добавлены новые, которые выбирались с учетом возможного выноса загрязнителей как непосредственно с территории месторождения, где активно проводились горные работы, так и из объектов складирования отходов обогащения (рис. 1). Точки № 5, 6, 7 и 8 расположены выше поселка, в непосредственной близости от мест ведения горных работ; № 2, 4 и 10 – в его центре, в месте слияния р. Лев. Хинган и руч. Буферный; № 9 – в хвостохранилище, № 3, которое в это время было частично заполнено дождевой водой. Всего было отобрано 10 проб.

Определение содержания ТМ (Fe, Cu, Mn, Ni) производилось на атомно-абсорбционном спектрофотометре «SOLAR M6», выбор данных металлов обусловлен тем, что Fe и Mn являются характерными загрязнителями для Буреинской геохимической провинции, а Cu и Ni – антропогенные поллютанты и все они принадлежат к той же III группе токсичности [5, 6, 7].

Кислотность определялась на рН – метре «HANNA HI 211».

### Результаты исследования

Результаты определения кислотности, концентрации ТМ приведены в табл. 1, 2.

Т а б л и ц а 1  
рН проб воды р. Лев. Хинган и его притоков

Номера проб	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
рН	-	5,22	6,68	6,2	6,23	7,09	6,35	6,73	5,39	6,01

*Примечание:* в пробе 1 измерение не проводилось

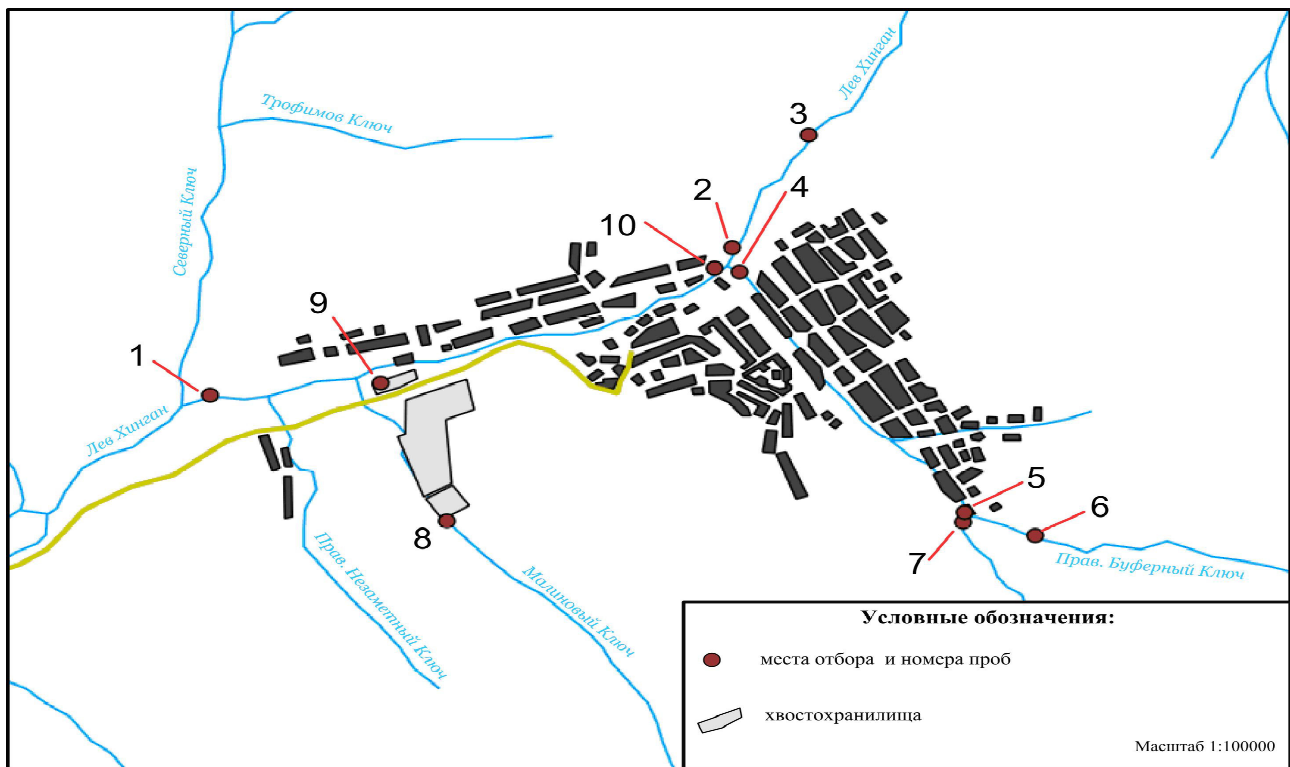


Рис. 1. Район работ и места отбора проб в р. Лев. Хинган и его притоках

Затем был произведен перерасчет содержания ТМ в единицы ПДК<sub>в</sub>, которые для железа, никеля, меди и марганца составляют 0,3; 0,1; 1,0 и 0,1 мг/дм<sup>3</sup> соответственно [7]. Получен следующий ряд данных, представленный в табл. 3.

Ниже приведены выявленные закономерности по каждому загрязнителю.

Водородный показатель рН. Значение меняется от 5,22 до 7,09. Наибольшая кислотность зафиксирована в пробе № 2, наименьшая – в пробе № 6, интервал изменения составляет 1,87 единиц.

Fe. Максимальное значение зафиксировано в точках № 4 и 9, где концентрация этого элемента превышала ПДК<sub>в</sub> в 5,5 раза. Высокое содержание было отмечено в пробах № 7, 8, 10 и 2, здесь концентрация железа составляла от 2,6 до 3,8 ПДК<sub>в</sub>. Наименьшие концентрации найдены в пробах № 1 и 3, где она равнялась 0,3 и 1,3 ПДК<sub>в</sub> соответственно.

Ni. Максимальное содержание составило 8,6 ПДК<sub>в</sub>, зафиксировано в пробе № 9 (хвостохранилище). Высо-

кие значения были обнаружены в пробах № 1, 2, 3, 6, 7, 8, и 10, при этом колебание значений составило от 2,9 до 7,8 ПДК<sub>в</sub>. Наименьшее значение зафиксировано в пробе № 4, где концентрация составила всего 0,2 ПДК<sub>в</sub>. При этом размах значений между минимальным и максимальным показателями – 43 раза.

Cu. Максимальное содержание составило 2,3 ПДК<sub>в</sub> и было зафиксировано в пробе № 5. Высокие значения отмечались в точках № 3, 5, 6, 7, 9, колебание значений было равно примерно 2 ПДК<sub>в</sub>. В остальных точках оно не велико и составляло от 1,1 до 1,2 ПДК<sub>в</sub>.

Mn. Максимальная концентрация была отмечена в точке № 8, её значение – 4,7 ПДК<sub>в</sub>. Высокие значения фиксировались в точках № 2, 4, 5, 6, 7, 10, здесь колебания содержаний равнялось от 2,4 до 4 ПДК<sub>в</sub>. Наименьшие концентрации были в точках № 1, 3 и 9, где разброс значений составил от 1,5 до 1,8 ПДК<sub>в</sub>.

#### Обсуждение результатов

Значение рН свидетельствует о том, что воды в исследованных пробах являются слабокислыми, незначитель-

Таблица 2  
Содержание тяжелых металлов в воде р. Лев. Хинган и его притоках, мг/дм<sup>3</sup>

Тяжелые металлы	Номера проб									
	1*	2	3**	4	5	6	7	8	9	10
Fe	0,08	0,78	0,40	1,65	1,00	0,65	1,13	1,09	1,62	1,02
Ni	0,65	0,60	0,29	0,02	0,39	0,58	0,71	0,78	0,86	0,36
Cu	1,07	1,16	1,84	1,24	2,30	1,85	1,92	2,14	1,95	1,07
Mn	0,15	0,25	0,18	0,24	0,37	0,32	0,37	0,47	0,17	0,40

Примечание: \* - контрольный створ, \*\* - фоновый створ

Таблица 3  
Содержание тяжелых металлов в воде р. Лев. Хинган и его притоков, в единицах ПДК<sub>в</sub>

Тяжелые металлы	Номера проб									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fe	0,3	2,6	1,3	5,5	3,3	2,2	3,8	3,6	5,4	3,4
Ni	6,5	6,0	2,9	0,2	3,9	5,8	7,1	7,8	8,6	3,6
Cu	1,1	1,2	1,8	1,2	2,3	1,9	1,9	2,1	2,0	1,1
Mn	1,5	2,5	1,8	2,4	3,7	3,2	3,7	4,7	1,7	4,0

ное изменение кислотности не должно оказывать большого влияния на изменении соотношения подвижных и осаждаемых форм гидроксокомплексов ТМ. Например, в интервале значений рН, приведенных в табл. 1, Fe(II) и Mn(II) будут существовать в основном в виде подвижных аквакомплексов  $Fe^{2+} \cdot 6H_2O$  и  $Mn^{2+} \cdot 6H_2O$ ; Fe(III) – также в виде  $Fe^{3+} \cdot 6H_2O$ , но может существенно увеличиваться концентрация нейтрального гидроксида  $Fe(OH)_3$  [9, 10].

Поскольку одна из проб воды (проба № 9) была отобрана в хвостохранилище, куда ТМ могут поступать исключительно из отходов обогащения, то ее можно считать эталоном для определения техногенного загрязнения природных вод ТМ. Например, очень близкие к нему показатели по всем металлам, за исключением марганца, отмечаются в точках № 7 и 8 (табл. 3). Они расположены в ключах Малиновый и Лев. Буферный в непосредственной близости от мест открытых горных работ, которые собирают воду со склонов, в том числе пройденных различными горными выработками. На качество воды в этих точках могут также влиять залеженные здесь два карьера и складированные отвалы пустых пород и бедных руд, извлеченных из карьеров. Уменьшение содержания ТМ в остальных точках связано, вероятно, с их разбавлением речной водой.

Появление некоторых загрязнителей, например железа и марганца, связано с особенностями Буреинской геохимической провинции, но в данном случае их концентрация, по сравнению с другими районами, где нет никакой горнодобывающей деятельности, не так велика [5, 6].

Высокую концентрацию меди можно объяснить наличием в рудах целого ряда сульфидов меди, в том числе сложных [8], при разрушении которых водорастворимые соединения могут поступать в водные объекты.

Непонятным остается высокое содержание никеля, поскольку неизвестны источники его возможного поступления: ими могли бы быть рудные минералы, такие как, например арсенопирит, но, по научным данным [6], арсенопирит Хинганского месторождения практически лишен никеля.

Таким образом, влияние разработки Хинганского месторождения проявляется в повышении в природных водах концентрации таких тяжелых металлов, как железо, никель и медь.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Горюхин М.В. Особенности мониторинга загрязнения тяжелыми металлами поверхностных вод на примере р. Лев. Хинган // Химия под знаком СИГМА: исследования, инновации, технологии: мат-лы Всероссийской науч. молодеж. школа-конф. Омск, 16–24 мая 2010 г. Омск: ИППУ СО РАН, 2010. С. 290–291.
2. Горюхин М.В. Влияние разработки оловянно-полиметаллических месторождений на содержание тяжелых металлов в поверхностных водах, на примере р. Левый Хинган // Региональные проблемы. 2009. № 11. С. 63–66.
3. Елпатьевский П.В. Гидрохимические потоки, продуцируемые сульфидизированными техногенными литоаккумуляциями // География и природные ресурсы. № 3. 2003. С. 26–34.
4. Зверева В.П., Зарубина Н.В. Горнопромышленная техногенная система Дальнегорского района Дальнего Востока и ее воздействие на экосферу // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология, Геокриология. 2008. № 6. С. 500–505.
5. Зубарев В.А., Коган Р.М. Влияние осушительной мелиорации на процессы миграции тяжелых металлов в системе почва-вода-донные отложения // Проблемы агрохимии и экологии. 2010. № 3. С. 29–32.
6. Калманова В.Б., Коган Р.М. Экологическое состояние почвенного покрова г. Биробиджана // Экология урбанизированных территорий. 2008. № 4. С. 46–52.
7. Коган Р.М. Антропогенные загрязнители территории Еврейской автономной области: справочник. Владивосток: Дальнаука, 2001. 166 с.
8. Коростелев П.Г., Семеняк Б.И., Демашов С.Б., Кокорин А.М. и др. Некоторые особенности вещественного состава руд Хинганского месторождения олова // Рудные месторождения континентальных окраин [электронный ресурс]: <http://www.fegi.ru/FEGI/sbornik2/art10/art10.htm>.
9. Линник П.Н., Набиванец Б.И. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах. Л.: Гидрометеоиздат, 1986. 270 с.
10. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. М.: Химия, 1979. 480 с.
11. Усиков В.И. Минеральные ресурсы Еврейской автономной области. Опыт их изучения и освоения, проблемы, перспективы. Владивосток: Дальнаука, 2006. 144 с.

*The paper presents the results of investigation of natural waters contamination with heavy metals. It has been revealed a significant excess of pollutants permissible values. The obtained data shows the contamination to be man-caused.*