

УДК 550.849

## ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ПИОНЕР» АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Ляпунов Михаил Юрьевич,

аспирант кафедры геологии и природопользования инженерно-физического факультета ФГБОУ ВПО «Амурский государственный университет», Россия, 675027, г. Благовещенск, Игнатьевское шоссе, д. 21. E-mail: lyapunov@pokrmine.ru

*Для успешного функционирования разрабатываемых месторождений полезных ископаемых и принятия при этом практических рекомендаций крайне необходимо проведение комплексных экологических мероприятий. Эти условия могут быть приемлемыми, если будет получена достоверная информация о современном состоянии окружающей природной среды, как в целом, так и ее компонентов. При решении экологических проблем локального характера наиболее уязвимыми становятся те геосистемы, которые наиболее подвержены антропогенным нарушениям, связанным с горнорудным производством. Изучение золоторудного месторождения «Пионер» связано с прогнозной оценкой вредного влияния горных работ на окружающую среду. Для выполнения этих работ требуется объективная информация геозекологического состояния месторождения.*

**Цель работы:** исследование современного эколого-геохимического состояния поверхностных вод в пределах золоторудного месторождения «Пионер».

**Методы исследования:** ландшафтно-геохимический, статистический, ландшафтно-экологический анализ, атомно-абсорбционный, атомно-эмиссионный и масс-спектральный, анализ литературных и фондовых материалов.

**Результаты.** По результатам геозекологических исследований территории золоторудного месторождения «Пионер» выполнена оценка состояния поверхностных вод. По обработанным результатам анализов водных проб по каждому элементу рассчитаны коэффициенты концентраций, выполнен расчет суммарного показателя загрязнения вод по классам 1–2, 3–4, произведена оценка по градациям степени загрязнения (допустимая, умеренно опасная, опасная, чрезвычайно опасная). По результатам обработки данных построена карта результатов гидрохимического опробования поверхностных вод. Поверхностные воды на исследуемой площади загрязнены повсеместно и по суммарному загрязнению характеризуются от умеренно опасной до чрезвычайно опасной степени. В основном загрязнение создают следующие химические элементы и соединения: железо, марганец, алюминий, литий, окисляемость, цветность и из элементов 1 класса опасности – ртуть. Повышенные содержания железа, марганца, алюминия, лития, органики, цветности обусловлены природной геохимической и гидрохимической обстановкой. Наличие заболоченности, торфов и, как следствие, окислительных гидрохимических условий, способствует их повышенной концентрации.

### **Ключевые слова:**

*Эколого-геохимические исследования, коэффициент концентрации, золоторудное месторождение, поверхностные воды, предельно допустимая концентрация, химический элемент.*

### **Введение**

Амурская область обладает значительными запасами водных ресурсов, существенная часть которых представлена малыми озерами, а также малыми реками и водохранилищами, созданными на них [1].

Малые реки имеют важное ландшафтно-экологическое значение. Они регулируют микроклимат, обеспечивают меженное питание крупных рек. Малые реки Амурской области изучаются по гидрохимическим показателям [2–5]. На малые реки Амурской области оказывают влияние горнодобывающая промышленность, ЖКХ, урбанизация, отрасли сельского хозяйства [6].

Солевой состав природных поверхностных вод достаточно разнообразен и главным образом зависит от климатической зоны их распространения. Однако даже среди водоемов одной территории на солевой состав вод влияет степень проточности водоема, происхождение котловины, тип питания и степень антропогенной нагрузки. Солевой состав является базовым показателем для характеристики условий функционирования водных экосистем. Исследования гидрохимических параметров малых водоемов Амурской области представлены в ряде работ [7–11].

В данной статье рассмотрены гидрохимические исследования поверхностных вод в пределах золоторудного месторождения «Пионер».

Наиболее крупной водной артерией участка «Пионер» является р. Улунга, огибающая его с запада по северной границе и уходящая на юго-восток. Река имеет хорошо выработанную широкую, часто заболоченную, долину с озерами. Для реки характерно большое количество притоков (левых и правых). Наиболее крупные притоки: р. Медвежий, Алкаган, Чесноковский. Некоторые притоки в заболоченной (или заторфовой) части долины имеют нечеткие русла, расчлененные. Долина реки Улунга интенсивно переработана при добыче россыпного золота, гидрологический режим водотока нарушен, некоторые притоки практически не существуют или соответствуют какой-то доле первоначального состояния (руч. Восточный, руч. Бахмут и др.).

Для оценки состояния поверхностных вод с учетом установленных норм качества воды и выявления тенденций изменения уровня загрязненности нами выполнены работы в соответствии с методическими указаниями РД 52.24.309–92 [12].

Водные пробы отбирались на следующие виды исследований: полный химический анализ, фено-

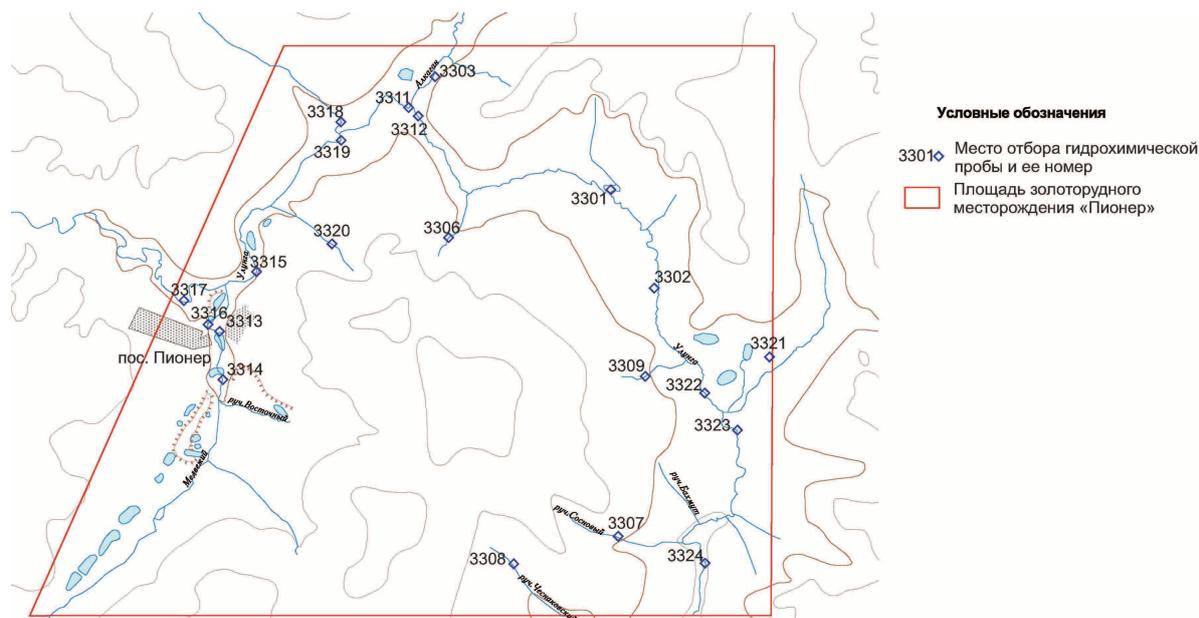


Рис. 1. Схема отбора проб поверхностных вод

Fig. 1. Diagram of surface water sampling

лы, нефтепродукты, СПАВ, БПК-5, взвешенные вещества, кремний, железо, растворенный кислород, микроэлементный состав.

Гидрохимическое опробование водотоков выполнено методом маршрутов с шагом опробования 2 км (т. е. 1 пункт на 4 км<sup>2</sup>). Из поверхностных водотоков выполнено опробование по всей исследуемой площади и режимное опробование (1 раз в месяц) на двух створах реки Улунги. Всего из поверхностных водотоков отобрана 21 проба и на 2-х режимных створах – 12. Всего опробование выполнено на 23 пунктах: р. Улунга – 12 пунктов, левые притоки – 3 пункта, правые притоки – 8 пунктов (рис. 1).

Пробы отбирались согласно руководству ИСО-5667-2 по методам отбора проб для получения аналитических данных, необходимых для контроля качества, характеристик качества и идентификации источников загрязнения. Пробы отобраны с учетом общих требований ГОСТ Р 51592 – 2000 к консервации и хранению.

Водные пробы проанализированы на полный химический анализ, на содержание нефтепродуктов, фенолов, СПАВ, взвешенных веществ, растворенного кислорода, биохимическое поглощение кислорода (БПК-5), полифосфатов, ортофосфатов, кремния, железа в ЦАЛ ФГУП «Амургеология», на микрокомпонентный состав на 72 элемента (атомно-эмиссионный и масс-спектральный метод) в АСИЦ ИПТМ РАН в п. Черноголовка.

#### Результаты исследований и их обсуждение

Оценка качества поверхностных вод выполнена в соответствии с Приказом Росрыболовства от 18.01.2010 № 20 «Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том

числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» [13].

Выявление уже сформировавшихся зон чрезвычайной экологической ситуации и экологического бедствия осуществляются по химическим и экологическим показателям [14–17].

В первую очередь в качестве основных показателей оценки состояния поверхностных вод выбраны токсичные, приоритетные загрязняющие вещества, в том числе обладающие кумулятивными свойствами накапливаться в органах и тканях гидробионтов. В дополнительные показатели включены общепринятые физико-химические характеристики, дающие общее представление о составе и качестве вод. Эти показатели используются для дополнительной характеристики процессов, происходящих в водных объектах.

Критерии оценки химического загрязнения поверхностных вод представлены в табл. 1.

По обработанным результатам анализов водных проб для каждого элемента рассчитаны коэффициенты концентраций, выполнен расчет суммарного показателя загрязнения вод по классам, выполнена оценка по градациям степени загрязнения (допустимая, умеренно опасная, опасная, чрезвычайно опасная).

Опробование поверхностных вод было выполнено по всей исследуемой площади: р. Улунга и ее притоки и режимное на 2-х створах, расположенных на р. Улунга. Всего на площади отобрана 21 проба и на 2-х режимных створах – 12 проб.

Левые притоки р. Улунга (р. Алкаган, приток выше по течению от устья р. Алкаган, и ручей Безымянный) дренируют площадь, не входящую в пределы участка «Пионер». Они имеют заболоченные

**Таблица 1.** Критерии оценки химического загрязнения поверхностных вод**Table 1.** Criteria for estimating chemical pollution of surface waters

Показатели (химические вещества) Indices (chemical substances)	Загрязнение/Pollution			
	Допустимое Tolerable	Умеренно опасное Moderately	Опасное Dangerous	Чрезвычайно опасное Highly dangerous
1–2 класс опасности 1–2 hazard class	1 ед. ПДК 1 unit MPC	1–5 ед. ПДК 1–5 unit MPC	5–10 ед. ПДК 5–10 unit MPC	Более 10 ед. ПДК More than 10 unit MPC
3–4 класс опасности 3–4 hazard class	1 ед. ПДК 1 unit MPC	1–50 ед. ПДК 1–50 unit MPC	50–100 ед. ПДК 50–100 unit MPC	Более 100 ед. ПДК More than 100 unit MPC
Дополнительные показатели: реакция среды Additional indices: environmental reaction	6,0–9,0		5,7–6,5	5,0–5,6
Отношение к ПДК: Ratio to maximum permissible concentration нитриты/nitrites	Менее 1 Less than 1	1–5	5–10	Более 10 More than 10
нитраты/nitrates		1–10	10–20	Более 20 More than 20
Растворенный кислород, процент насыщения Dissolved oxygen, saturation percentage	Более 80 More than 80	50–80	20–50	Менее 20 Less than 20
Фосфаты (PO <sub>4</sub> ), мг/кг Phosphates (PO <sub>4</sub> ), mg/kg	Менее 0,5 Less than 0,5	0,05–0,3	0,3–0,6	Более 0,6 More than 0,6

ПДК – предельно допустимая концентрация.

MPC – maximum permissible concentration.

широкие долины, обладают непостоянным водным режимом со скоростью течения 0,3–0,5 м/с.

Поверхностные воды левых притоков р. Улунга по составу гидрокарбонатные, хлоридно-гидрокарбонатные, магниевые-кальциевые с минерализацией 0,05–0,08 г/л, очень мягкие (общая жесткость 0,5–1,0 мг-экв/л), слабокислые, нейтральные (величина pH 5,8–7,1).

Для них характерно повышенное содержание относительно ПДК следующих элементов: Fe (0,9–1,9 мг/л, Кк 9–19), Mn (0,046–0,32 мг/л, Кк 4,6–32,6), F (0,1–0,4 мг/л, Кк 2,0–8,0), цветности (142–220 град., Кк 7,1–11,0), Al (0,1–0,42 мг/л, Кк 2,5–10,5), Li (0,03 мг/л, Кк 4,3), органики по окисляемости перманганатной (18–28 мг/л, Кк 3,6–5,6). Cu (0,0014 мг/л, Кк 1,4) – р. Алкаган; мутности (4,8 мг/л, Кк 3,2) – ручей пади Безымянная. Содержания остальных показателей химического состава воды соответствуют установленным нормативам [13].

Правые притоки р. Улунга (р. Медвежий, Соновый, Чесноковский, Звездный и 2-х малых безымянных притоков) находятся непосредственно на площади участка «Пионер». Долина р. Медвежий практически вся перемыта при отработке россыпи и заболочена, с большим количеством озер. Малые притоки имеют плохо выработанные заболоченные долины.

Поверхностные воды правых притоков р. Улунга по составу сульфатные, гидрокарбонатно-сульфатные, реже гидрокарбонатные магниевые-кальциевые с минерализацией 0,1–0,45 г/л, умеренно жесткие и жесткие, реже мягкие (общая жесткость 1,5, 3,9–8,2 мг-экв/л), нейтральные (величина pH 6,1–7,6).

Воды, по сравнению с установленными нормативами [9], характеризуются повышенным содер-

жанием Fe (0,3–2,3 мг/л, Кк 3–23), Mn (0,035–0,73 мг/л, Кк 3,5–73), Li (0,002–0,01 мг/л, Кк 2,9–18,6), Al (0,08–0,72 мг/л, Кк 2–18), Cu (0,0032–0,0037 мг/л, Кк 3,2–3,7), V (0,0015–0,0024 мг/л, Кк 1,5–2,4), S (39–83 мг/л, Кк 3,9–8,3), F (0,1–0,2 мг/л, Кк 2–4), цветности (58–106 град., Кк 2,9–5,3), органики по окисляемости (10–50,5 мг/л, 2–10,1), сульфатов (160–240 мг/л, Кк 1,6–2,4) и в единичных водотоках – жесткости общей (8,4 мг-экв/л, Кк 1,2), Si (12 мг/л, Кк 1,2), Mo (0,002 мг/л, Кк 1,5), нитритов (0,2 мг/л, Кк 2,3), аммония (0,7 мг/л, Кк 1,4).

Поверхностные воды р. Улунга по составу гидрокарбонатные, редко сульфатно-гидрокарбонатные, магниевые-кальциевые с минерализацией 0,07–0,11 г/л, очень мягкие (общая жесткость 0,5–1,5 мг-экв/л), нейтральные (величина pH 6,2–7,8).

Для них характерно повышенное содержание: Fe (1,1–6,8 мг/л, Кк 11–68), Mn (0,057–0,36 мг/л, Кк 5,7–36), F (0,1–3,0 мг/л, Кк 2–6), Li (0,002–0,004 мг/л, Кк 2,9–5,7), Al (0,08–0,7 мг/л, Кк 2–16,8), Cu (0,0016–0,0057 мг/л, Кк 1,6–5,7), V (0,0014–0,0016 мг/л, Кк 1,4–1,6), цветности (82–540 град., Кк 4,1–27), органики по окисляемости 16,5–25 мг/л, Кк 3,3–5), мутности (2,4–3 мг/л, Кк 1,6–2); фенолов (0,0017 мг/л, Кк 1,7), взвешенных веществ (34,5–153 мг/л, Кк 2,3–10,2), Hg (0,000081–0,00015 мг/л, Кк 8,1–15).

По величине водородного показателя, согласно критериям оценки химического загрязнения, поверхностные воды участка имеют преимущественно допустимую (pH 6,6–7,6) степень концентрации. На 4-х пунктах опробования воды имеют опасную (pH 5,8–6,3) и на одном чрезвычайно опасную (pH 5,5) степень концентрации водородного показателя.

**Таблица 2.** Средний химический состав поверхностных вод в пределах золоторудного месторождения «Пионер»

**Table 2.** Average chemical composition of surface water within gold field «Pioneer»

Показатель Index	ПДК/МРС	min	max	Количество проб, N Number of samples, N
pH	6,5–8,5	5,5	7,6	34
$\chi$ , МС/см (mS/cm)	400	18	615	34
мг/дм <sup>3</sup> (mg/dm <sup>3</sup> )				
Ca <sup>2+</sup>	180	6,41	88,18	34
Mg <sup>2+</sup>	40	1,22	46,21	34
Na <sup>+</sup>	120	2,50	8,20	34
K <sup>+</sup>	50	0,70	6,50	34
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		14,64	183,0	34
Cl <sup>-</sup>	300	1,86	5,95	34
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	100	0,45	241,5	34
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	40	0,05	22,0	34
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,08	0,0015	0,18	34
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,5	0,025	0,74	34
мкг/дм <sup>3</sup> (mkg/dm <sup>3</sup> )				
Fe	100	60,6	2238,37	34
Al	40	8,42	719,75	34
Mn	10	0,30	725,64	34
Zn	10	0,47	80,21	34
Cu	1,0	0,27	8,98	34
Pb	100	0,04	4,06	34
Cd	5,0	0,01	0,25	34
As	50	0,90	30,42	34
Co	10	0,12	8,34	34
Ni	10	0,54	7,90	34
Hg	0,01	0,02	0,14	34

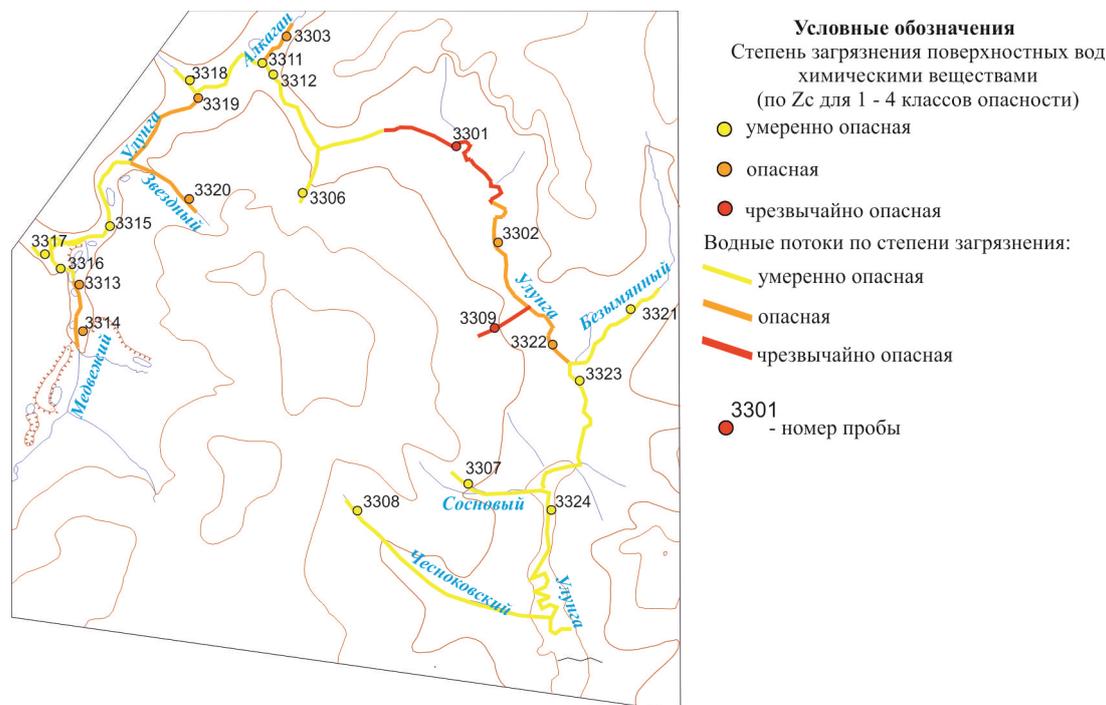
Существенного изменения химического состава воды относительно времени (паводок, межень) на режимных створах не наблюдается, состав постоянен, концентрация элементов меняется в очень малых пределах.

В целом экологическое состояние поверхностных вод участка «Пионер» по критериям оценки химического загрязнения [14], по показателю суммарного загрязнения для элементов 1–4 классов опасности оценивается как умеренно опасное, опасное и реже чрезвычайно опасное.

Концентрации элементов 1, 2 классов опасности создают следующие степени загрязнения: в одном пункте (р. Улунга – т.н. 3301) чрезвычайно опасная (Кк Hg 15), в одном пункте (р. Улунга – т.н. 3302) опасная (Кк Hg 10), в одном пункте (правый приток р. Улунга) умеренно опасная (Кк нитритов 2,3), в остальных пунктах допустимая степень загрязнения.

Концентрации элементов 3, 4 классов опасности создают следующую экологическую обстановку. В двух пунктах (р. Улунга – т.н. 3301 и правый приток р. Улунга) чрезвычайно опасная степень загрязнения (Zс > 100), в 9 пунктах (р. Улунга – т.н. 3302, р. Улунга, правые притоки р. Улунга и устье р. Алкаган) опасная (Zс от 50 до 100) и на остальных 12 пунктах (р. Улунга, правые и левые притоки р. Улунга) умеренно опасная (Zс от 1 до 50) степень загрязнения.

Повышенные содержания железа и марганца характерны для природных вод Дальневосточного региона, повышенные содержания алюминия и лития свойственны для пресных вод окислитель-



**Рис. 2.** Степень загрязнения поверхностных вод химическими веществами

**Fig. 2.** Degree of surface waters contamination with chemical substances

ной обстановки, где их источником являются горные породы и рыхлые отложения.

По полученным результатам построена карта степени загрязнения поверхностных вод химическими веществами (рис. 2) [18].

#### Заключение

По результатам исследования современного эколого-геохимического состояния поверхностных вод в пределах золоторудного месторождения «Пионер» можно сделать вывод, что поверхностные воды на исследуемой площади загрязнены повсеместно и по

суммарному загрязнению характеризуются от умеренно опасной до чрезвычайно опасной степени. В основном загрязнение создают следующие химические элементы и соединения: железо, марганец, алюминий, литий, окисляемость, цветность и из элементов 1 класса опасности – ртуть. Повышенные содержания железа, марганца, алюминия, лития, органики, цветности обусловлены природной геохимической и гидрохимической обстановкой. Наличие заболоченности, торфов и, как следствие, окислительных гидрохимических условий, способствует их повышенной концентрации.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амурская область: водные ресурсы и основы региональной водохозяйственной деятельности / под ред. В.Н. Заслоновского. – Екатеринбург; Чита: Изд-во РосНИИВХ, 2005. – 103 с.
2. Платонова Т.П., Пакулина А.П., Бондалет А.В. Оценка экологического состояния малых рек Амуро-Зейской равнины // Естественные и технические науки. – 2012. – № 2. – С. 113–118.
3. Пакулина А.П., Платонова Т.П. Содержание органического вещества в водных экосистемах как показатель их экологического состояния // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2012. – № 9. – С. 86–90.
4. Платонова Т.П., Пакулина А.П. Эколого-химическая оценка качества вод озера агроландшафта (на примере оз. Хомутина Амурской области) // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 95. – № 9. – С. 49–52.
5. Эколого-химическая оценка малой реки Зейско-Буреинской равнины (на примере реки Гильчин) / Т.П. Платонова, А.П. Пакулина, О.В. Тарасенко, С.А. Лобарев // Перспективы науки. – 2013. – № 10 (49). – С. 196–200.
6. Пакулина А.П., Платонова Т.П. Экологическая оценка ресурсов малых рек Амурской области // Проблемы региональной экологии. – 2014. – № 2. – С. 38–43.
7. Кашина В.А., Осипова С.В. Кислородный режим малых водоемов юга Амурской области // Проблемы экологии Верхнего Приамурья: сб. науч. тр. / под общ. ред. Л.Г. Колесниковой. – Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2011. – Вып. 13. – С. 20–33.
8. Кашина В.А., Осипова С.В. Параметры солевого состава ряда малых водоемов юга Амурской области // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2. URL: <http://www.science-education.ru/pdf/2014/2/348.pdf> (дата обращения: 20.02.2015).
9. Колесникова Л.Г., Кашина В.А., Жуков Ф.А. Гидрохимическая характеристика природных озер Амурской области // Проблемы экологии Верхнего Приамурья: сб. науч. тр. / под общ. ред. Л.Г. Колесниковой. – Благовещенск: Изд-во БГПУ, 1999. – Вып. 4. – С. 24–31.
10. Харина С.Г., Колесникова Т.П. Динамика содержания биогенных элементов в воде водохранилищ агроландшафта в Амурской области // Вестник КрасГАУ. – 2009. – № 11. – С. 120–126.
11. Харина С.Г., Колесникова Т.П. Химико-микробиологическая оценка экологического состояния водоемов агроландшафтов Приамурья // Вестник АГАУ. – 2009. – № 10. – С. 72–76.
12. РД 52.24.309–92. Методические указания. Охрана природы. Гидросфера. Организация и проведение режимных наблюдений за загрязнением поверхностных вод суши на сети Роскомгидромета. – СПб.: Изд-во Роскомгидромета, 1992. – 67 с.
13. Приказ Росрыболовства от 18.01.2010 № 20 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения». – М.: Федеральное агентство по рыболовству, 2010. – 153 с.
14. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. – Министерство природных ресурсов РФ, 1992. – 55 с.
15. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов: в 6 т. Т. 1. – М.: Недра, 1994. – 304 с.
16. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов: в 6 т. Т. 3. – М.: Недра, 1996. – 352 с.
17. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов: в 6 т. Т. 5. – М.: Экология, 1997. – 576 с.
18. Островский В.Н., Островский Л.А. Методические рекомендации по составлению эколого-геологических карт масштаба 1:200000 – 1:100000. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1996. – 61 с.

Поступила 02.03.2015 г.

UDC 550.849

## ECOLOGICAL-GEOCHEMICAL CHARACTERISTIC OF SURFACE WATER OF THE GOLD MINE «PIONEER» IN AMUR REGION

Mikhail Yu. Lyapunov,

Amur State University, 21, Ignatevskoe Highway,  
Blagoveshchensk, 675027, Russia. E-mail: lyapunov@pokrmine.ru

Taking complex ecological measures is extremely necessary for successful functioning of the developed layers of minerals and adoption in this case of practical recommendations. These conditions can be acceptable, if adequate information on the contemporary state of natural environment both as a whole and its components will be obtained. When solving the ecological problems of local nature those geo-systems, which are most subjected to anthropogenic disturbances, connected with mining production, become the most vulnerable. The study of gold-ore layer «Pioneer» is connected with the forecast evaluation of adverse effect of mining operations on environment. For fulfilling these works the objective information on a deposit geo-ecological state is required.

**The aim** of the research is to analyze the contemporary ecological-geochemical condition of surface waters within the gold-ore layer «Pioneer».

**Methods of the study:** topographical-geochemical, statistical, topographical-ecological analysis, atomic-absorption, atomic-emissive and mass-spectral, analysis of literary and fund materials.

**Results.** According to the results of geo-ecological studies of the territory of gold-ore layer «Pioneer» the author has estimated the surface waters state. The author calculated the load factors according to the processed results of the analyses of aqueous tests for each element, the summary index of 1–2, 3–4 classes water pollution and estimated the pollution degree (permitted, moderately dangerous, dangerous, extremely dangerous). By the results of data processing the map of the results of surface water hydrochemical testing was built. The surface waters over the area under study are contaminated everywhere and they are characterized on total pollution from the moderately dangerous to the extremely dangerous degree. In essence, they are polluted with the following chemical elements and compounds: iron, manganese, aluminum, lithium, oxidizability, colorfulness and mercury is among the elements of the first classes of danger. The increased contents of iron, manganese, aluminum, lithium, organic matter, colorfulness are caused by natural geochemical and hydrochemical situation. The presence of swampiness, peats and, as a result, oxidizing hydrochemical conditions, contribute to their increased concentration.

### Key words:

Ecological-geochemical studies, load factor, gold mine, surface water, maximum permissible concentration, chemical element.

### REFERENCES

1. *Amurskaya oblast: vodnye resursy i osnovy regionalnoy vodokhozyaystvennoy deyatel'nosti* [Amur region: water resources and regional water management fundamentals]. Ed. by V.N. Zaslonsky. Ekaterinburg; Chita, RosNIIVKh Publ., 2005. 103 p.
2. Platonova T.P. Otsenka ekologicheskogo sostoyaniya malykh rek Amuro-Zeyskoy ravniny [Estimation of the ecological state of the small rivers of Amur-Zeya plain]. *Estestvennyye i tekhnicheskiye nauki*, 2012, no. 2, pp. 113–118.
3. Pakusina A.P. Soderzhanie organicheskogo veshchestva v vodnykh ekosistemakh kak pokazatel' ikh ekologicheskogo sostoyaniya [Content of organic matter in the aqueous ecosystems as the index of their ecological state]. *Bulletin of KrasGAU*, 2012, no. 9, pp. 86–90.
4. Platonova T.P. Ekologo-khimicheskaya otsenka kachestva vozdukhovodov agrolandshafta (na primere oz. Khomutina Amurskoy oblasti) [Ecological-chemical estimation of the quality of waters of agrolandscape lake (on the example of Lake Khomutina of Amur region)]. *Bulletin of Altai State Agricultural University*, 2012, no. 5 (95), pp. 49–52.
5. Platonova T.P. Ekologo-khimicheskaya otsenka sostoyaniya maloy reki Zeysko-Bureinskoy ravniny (na primere reki Gilchin) [Ecological and chemical assessment of small river of Zeya-Bureinskoy plain (by the example the Gilchin river)]. *Science prospects*, 2013, no. 10 (49), pp. 196–200.
6. Pakusina A.P. Ekologicheskaya otsenka resursov malykh rek Amurskoy oblasti [Ecological estimation of the service lives of the small rivers of Amur region]. *Regional Environmental Issues*, 2014, no. 2, pp. 38–43.
7. Kashina V.A., Osipova S.V. Kislorodnyy rezhim malykh vodoemov yuga Amurskoy oblasti [Small water oxygen regime in the South of the Amur region]. *Sbornik nauchnykh trudov «Problemy ekologiy Verkhnego Priamurya»* [Ecological problems of the upper Amur region. Proc.]. Ed. by L.G. Kolesnikova. Blagoveshchensk, Blagoveshchensk State Pedagogical University Publishing House, 2011, no. 13, pp. 20–33.
8. Kashina V.A., Osipova S.V. Parametry solevogo sostava ryada malykh vodoemov yuga Amurskoy oblasti [The parameters of salt composition of a number of small lakes in the South of Amur region]. *Sovremennyye problem nauki i obrazovaniya*, 2014, no. 2. Available at: <http://www.science-education.ru/pdf/2014/2/348.pdf> (accessed 20 February 2015).
9. Kolesnikova L.G., Kashina V.A., Zhukov F.A. Gidrokhimicheskaya kharakteristika prirodnykh ozer Amurskoy oblasti [Hydrochemical characteristics of natural lakes of Amur region]. *Sbornik nauchnykh trudov «Problemy ekologiy Verkhnego Priamurya»* [Ecological problems of the upper Amur region. Proc.]. Ed. by L.G. Kolesnikova. Blagoveshchensk, Blagoveshchensk State Pedagogical University Publishing House, 1999, no. 4, pp. 24–31.
10. Kharina S.G., Kolesnikova T.P. Dinamika soderzhaniya biogenykh elementov v vode vodokhranilishch agrolandshafta v Amurskoy oblasti [Dynamics of nutrient content in water reservoirs of agrolandscape in Amur region]. *Bulletin of KrasGAU*, 2009, no. 11, pp. 120–126.
11. Kharina S.G., Kolesnikova T.P. Khimiko-mikrobiologicheskaya otsenka ekologicheskogo sostoyaniya vodoemov agrolandshaftov Priamurya [Chemical-microbiological assessment of the ecological status of water bodies of cultivated lands in Amur region]. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*, 2009, no. 10, pp. 72–76.
12. RD 52.24.309–92. *Metodicheskiye ukazaniya. Okhrana prirody. Gidrosfera. Organizatsiya i provedenie rezhimnykh nablyudeniyy za zagryazneniem poverkhnostnykh vod sushi na seti Roskomgidrometa* [Guidance document 52.24.309–92. The operating instruc-

- tions. Protection of nature. Hydrosphere. Organizing and conducting of sensitive observation of surface water pollution in the network of the Russian Committee of the hydro-meteorological service]. St. Petersburg, Roskomgidromet Publ., 1992. 67 p.
13. *Prikaz Rosrybolovstva ot 18.01.2010 № 20 «Ob utverzhdenii normativov kachestva vody vodnykh obektov rybokhozyaystvennogo znacheniya, v tom chisel normativy predelno dopustimykh kontsentratsiy vrednykh veshchestv v vodakh vodnykh obektov rybokhozyaystvennogo znacheniya»* [Order of Russian Federal Fisheries Agency from 18.01.2010 No. 20 «On approval of the regulations of the water quality of water objects of the fisheries value, including standards of maximum permissible concentrations of harmful substances in waters of water fisheries values»]. Moscow, Federal Fisheries Agency, 2010. 153 p.
  14. *Kriterii otsenki ekologicheskoy obstanovki territoriy dlya vyyavleniya zon chrezvychaynoy ekologicheskoy situatsii i zon ekologicheskogo bedstviya* [Criteria of evaluation of the ecological situation of territories for the development of the zones of extraordinary ecological situation and zones of the ecological calamity]. Moscow, Ministry of Natural Resources, 1992, 55 p.
  15. Ivanov V.V. *Ecologicheskaya geokhimiya elementov* [Environmental geochemistry of elements]. Moscow, Nedra Publ., 1994. Vol. 1, 304 p.
  16. Ivanov V.V. *Ecologicheskaya geokhimiya elementov* [Environmental geochemistry of elements]. Moscow, Nedra Publ., 1996. Vol. 3, 352 p.
  17. Ivanov V.V. *Ecologicheskaya geokhimiya elementov* [Environmental geochemistry of elements]. Moscow, Ecology Publ., 1997. Vol. 5, 576 p.
  18. Ostrovskiy V.N., Ostrovskiy L.A. *Metodicheskie rekomendatsii po sostavleniyu ekologo-geologicheskikh kart masshtaba 1:200000 – 1:100000* [Methodical recommendations on constructing ecological-geological maps of scale 1:200000 – 1:100000]. Moscow, VSEGINGEO Publ., 1996. 61 p.

*Received: 02 March 2015.*