

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ В РАЙОНЕ КАЛГУТИНСКОГО РЕДКОМЕТАЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В. Е. Кац

ОАО «Геологическое предприятие «Алтай-Гео», с. Майма

Калгутинское редкометальное месторождение, отрабатываемое в последние годы ООО «Калгутинское», находится в Кош-Агачском районе Республики Алтай. Оно является уникальным геологическим объектом, характеризующимся весьма сложным вещественным составом руд, многоэтапностью их образования и значительными запасами. Особенность положения месторождения – нахождение его в высокогорной местности на границе с особо охраняемой природной территорией – природным парком Укок. Месторождение эпизодически эксплуатировалось на протяжении почти пятидесяти последних лет (с 1950 г.) Калгутинским рудником. Постоянная смена «хозяев» не способствовала достаточной геологической изученности месторождения, модернизации добычных работ и минимизации воздействия процессов добычи и переработки руд, на окружающую среду. Все это привело к тому, что на современном этапе состояние объектов окружающей среды в районе Калгутинского рудника достаточно напряженное.

Краткий физико-географический очерк.

В административном плане Калгутинское редкометальное месторождение (далее Калгутинский рудник) находится в юго-западной части Кош-Агачского района Республики Алтай, вблизи государственной границы Российской Федерации и Монголии. С административным центром с. Кош-Агач рудник сообщается по автомобильной дороге протяженностью 104 км. В орографическом отношении рудник расположен в верхней части водосборного бассейна р. Жумалы (левый приток р. Джазатор), в истоках р. Правая Жумалы, который относится к высокогорной области Юго-Восточного Алтая с абсолютными высотами от 2500 до 3325 м и сильно расчлененным рельефом (относительные превышения 450-600 м) преимущественно экзарационно-денудационного типа. Здесь интенсивно проявлены экзогенные геологические процессы (морозное выветривание, гравитационно-склоновые процессы и т.п.), которые подготавливают местный литогенный материал для переноса (учитывая наличие маломощных горно-тундровых почв суглинисто-песчаного состава). Климат района суровый, резко континентальный. Среднемесячная температура января минус 35°, июля плюс 13-14°, среднегодовая температура минус 4.1°С. Среднегодовое количество осадков варьирует от 100 до 500 мм. Из-за малого количества осадков в зимний период и частых сильных ветров западных румбов (80 дней со скоростью более 8 м/сек), мощность снежного покрова на склонах южной и западной экспозиции, как правило, незначительна. Средняя скорость ветра составляет 5.6 м/сек [7]. Высокогорные и суровые климатические условия района способствуют широкому проявлению вечной мерзлоты. Ее верхняя граница залегает на глубине 1-2 м от дневной поверхности, а максимальная глубина распространения до настоящего времени точно не установлена. Подземные горные выработки, расположенные на глубине 130-140 м от поверхности, еще не вышли из зоны многолетней мерзлоты. В то же время скважинами колонкового бурения, пройденными в диапазоне отметок 2700-2400 м (ниже штольневых горизонтов рудника) вскрыта островная вечная мерзлота мощностью не более 30-50 м. Температура мерзлого слоя варьирует в пределах минус 0.2-4°С [17]. Сезонное оттаивание вечной мерзлоты на глубину 0.5-1.5 м способствует широкому развитию заболоченных участков в долинах рек. Вышеотмеченные природно-климатические условия в районе месторождения обуславливают широкое развитие золово-метелевого переноса природного (породы, почвы) и природно-техногенного материала (отвалы руды, околорудных пород, хвостов обогащения).

Гидрографическая сеть района выражена реками и ручьями, принадлежащими бассейну реки Катунь (рек Калгуты, Жумалы). Долины рек, разработанные при активном участии ледников, глубоко врезаются в рельеф. Глубина вреза в истоках рек оценивается сотнями метров. Реки района относятся к типично горным водотокам. Их долины имеют троговый поперечный профиль и ширину до 500-600 м (иногда до 1 км). Большинство горных ручьев относятся к временным водным потокам – бурным и водообильным в летние периоды и полностью перемерзающим в период с октября до мая. В верховьях долин рек широко развиты кары со снежниками, не исчезающими даже в летние месяцы. Абсолютные высоты развития каров, являющихся основными участками (областями) питания поверхностных водотоков и подземных вод района, колеблются в интервале отметок 2000-3000 метров, то есть на уровне снеговой линии. В основаниях каровых впадин, как правило, формируются озера. Модули минимального стока рек района колеблется в весьма больших пределах – от 0.2 до 6-10 л/сек/км². Значения коэффициента вариации минимального среднемесячного стока составляют 0.3-0.5, достигая в отдельных случаях 0.7-0.9 [18].

Геолого-гидрогеологические условия.

В структурно-геологическом отношении район рудника находится в Калгутинской вулканотектонической депрессии, сложенной средне-верхнедевонским комплексом покровных и субвулканических образований кислого состава, прорванными субщелочными интрузивными гранитоидами (юрский чиндагатуйский комплекс). В долинах рек Правая и Левая Жумалы развиты верхнечетвертичные-современные аллювиальные, пролювиальные, коллювиальные, ледниковые и водно-ледниковые отложения. В гидрогеологическом плане район Калгутинского рудника входит в Алтае-Саянскую гидрогеологическую складчатую область. Подземные воды района образуют скопления в тектонических зонах и имеют надмерзлотный, мерзлотный и подмерзлотный характер. Водовмещающими породами являются вулканогенные породы кислого состава и гранитоиды [17,18].

В кислых вулканогенных породах аксайского комплекса нижнедевонского возраста в верховьях р. Правая Жумалы разведано Калгутинское месторождение подземных вод с эксплуатационными запасами категории C_1 650 м³/сутки. Воды месторождения гидрокарбонатные натриево-кальциевые, кальциево-натриевые, пресные напорные со средним дебитом 11,2 л/сек (скв. 5Г и 6Г) и пьезометрическим уровнем 11-12 метров (по данным ТЦ «Алтайгео-мониторинг» 6.10.2003- СУВ 14 м) [4,17].

С гранитоидами Калгутинского массива связан источник «Теплый Ключ» (Джумалинские ключи), который находится в долине р. Левые Жумалы, в 750 м юго-западнее обогатительной фабрики рудника Калгуты. Источник представляет собой рассредоточенный выход («струи») трещинно-жильных вод из гранитоидов и перекрывающих их моренных отложений мощностью 2-10 м, из под которых вытекают до 10 родников с дебитом от 0,5 до 15 л/сек (суммарный дебит 14-15 л/сек). Воды родников термальные, пресные, слабощелочные, сульфатно-гидрокарбонатные (гидрокарбонатно-сульфатные) натриевые. Они обогащены фтором (до 15,5 мг/л), кремнекислотой (до 28,2 мг/л), азотом (до 94,7%), благородными газами – радоном (от 7,4 до 107 Бк/л). Температура воды колеблется в зависимости от сезона года от 17° до 22°С [18]. По химическому составу воды Джумалинских родников могут быть отнесены к радоновым водам простого состава (белокурухинский тип) и показаны к бальнеологическому лечению, аналогично курортам «Белокуриха» и «Рахмановские ключи». Местное население использует воду родников для лечебных целей с 50-х годов прошлого века. Здесь на двух высокодебитных источниках построены деревянные домики с купальными ваннами. Помимо трещинных вод, в районе рудника имеются локальные скопления вод среди аллювиальных, пролювиальных ледниковых и водно-ледниковых верхнечетвертичных-современных отложений в долинах рек Правая и Левая Жумалы. Это надмерзлотные воды с сезонной разгрузкой и с большими колебаниями дебита. По составу это гидрокарбонатные натриевые, натриево-магниево-сульфатные ультрапресные воды (минерализация 0,05-0,1 г/л).

Характеристика Калгутинского месторождения.

Месторождение открыто в 1937 г. при проведении поисково-разведочных работ Южно-Алтайской экспедицией «Казредметразведка». С 1938 г. до начала 90-х годов прошлого столетия на месторождении и его флангах периодически проводились разнообразные геологоразведочные работы, а в период 1944-1949 г.г. и в последнее десятилетие эпизодически проводилась его эксплуатация старательским и промышленным способом.

Рудовмещающая структура Калгутинского месторождения представлена зоной трещиноватости северо-восточного простирания (20-40°) протяженностью более 2 км при ширине до 0,7-1 км. Она локализована на северо-восточном фланге одноименного гранитоидного массива, представленного порфировидными гранитами, микрогранитами, гранит-порфирами и, частично, среди измененных кислых вулканитов среднего девона. Основные рудные тела месторождения представлены крутопадающими кварцевыми жилами длиной от первых десятков метров до 330 м при мощности до 1,8 м. Максимальная их протяженность на глубину составляет до 230 м и, возможно, больше. Всего на месторождении учтено 103 из почти шестисот жил и прожилков, главной из которых является рудная жила 87. Кроме жил на месторождении проявлены рудные околожильные грейзены, вкрапленные и прожилковые руды, а также их элювиальные, делювиальные и аллювиальные россыпи. Жильные руды месторождения представлены следующими минеральными типами: кварцево-висмутово-молибдено-вольфрамовые, кварцево-вольфрамовые, кварцево-вольфрамо-молибденовые. Грейзеновые типы оруденения представлены вольфрамо-молибденовыми и вольфрамо-молибдено-висмуто-медно-бериллиевыми рудами. По состоянию на начало 1990 г. запасы комплексных редкометалльных руд Калгутинского месторождения по категориям $B+C_1+C_2$ составили 647,9 тыс. тонн, а запасы WO_3 – 11,2 тыс. тонн. Другими промышленно ценными компонентами руд являются молибден, медь, висмут, оксид бериллия, а также предположительно благородные металлы и платиноиды [10]. В рудах присутствуют в повышенных концентрациях и другие элементы, в т.ч. экологически опасные – цинк, свинец, железо, марганец, мышьяк, сурьма, ртуть, уран, торий и другие. [1, 2]. С 2002 г. и по настоящее время ООО «Калгутинское» ведется подземная штольневая отработка жильных и грейзеновых молибден-вольфрамовых руд месторождения, после обогащения которых на опытно-промышленной установке выпускается товарная продукция – вольфрамовый концентрат и получается кварц-полевошпатово-сульфидные отходы с высоким содержанием W, Mo, Cu, Bi, Ag, Au, Pt и других металлов.

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РАЙОНЕ КАЛГУТИНСКОГО РУДНИКА

Состояние атмосферного воздуха. Состояние воздушной среды, как правило, оценивается по загрязнению основными (критериальными) загрязнителями: взвешенными веществами, оксидом углерода, диоксидами азота и серы, углеводородами. Район рудника находится в ненаселенной местности, где отсутствуют наблюдения за атмосферным воздухом, поэтому согласно методических рекомендаций «Росгидромета» от 06.11.1998 г. применяются следующие величины (табл. 1). Количество пыли, выпадающей из атмосферного воздуха в районе рудника, оценивалось по результатам снегового опробования, проведенного ФГУП «Алтай-Гео» в рамках ГЭИК-100 в 1999 г. [3, 5]. Установлено, что в районе рудника величина среднесуточной пылевой нагрузки варьирует от 3 до 148 кг/км² при среднем значении 29,2 кг/км² (фон Республики Алтай – 12,6 кг/км²). Такой уровень запыленности соответствует фоновому – низкому уровню загрязнения снегового покрова [8, 14]. В твердом остатке снеговых проб (ТОСП) количественным спектральным анализом было выявлено в значимых концентрациях 29 из 32 проанализированных микроэлементов. Сопоставление фоновых концентраций микроэлементов в ТОСП в районе рудника и в приземной атмосфере Республики Алтай (вне селитебных зон) показано в таблице 2.

1. Концентрации загрязняющих веществ в воздушной среде района

№ п/п	Показатели загрязнения	ПДК	Фоновые концентрации, мг/дм ³
1	Взвешенные вещества	0.5	0.22
2	Оксид углерода	5.0	0.4
3	Двуокись серы	0.5	0.016
4	Оксиды азота (в пересчете на NO ₂)	0.08	0.008

2. Сравнительная характеристика фоновых концентраций микроэлементов в ТОСП в районе Калгутинского рудника и на территории Республики Алтай

Кк=C _ф рудник/C _ф РА	Микроэлементы
1	P, Mn, Ba, Sr, Ni, Co, Nb, Yb, Cr, Y
2-3	Ga, Ti, Pb, Zn, Sc
4	Sn, Be, Cu
8-10 и более	Li, Mo, Ag, Zr

Кроме перечисленных элементов, в ТОСП в районе рудника выявлены сурьма, висмут, вольфрам, германий, наличие которых на фоновых территориях республики не устанавливалось. Анализ таблицы 2 показывает, что все элементы, имеющие Кк > 2, характеризуют геохимические и металлогенические особенности Калгутинского рудного района.

Величина СПЗ твердого остатка снеговых проб (без учета пылевой нагрузки) в районе рудника варьирует от 24 до 815, т.е. максимальные значения СПЗ соответствуют высокому уровню загрязнения. Практически во всех изученных снеговых пробах установлены повышенные и аномально повышенные (превышающих ПДК для почв) концентрации большой группы рудных элементов и их спутников в ТОСП. Геохимическая формула «накопления» токсикантов выглядит следующим образом (по уменьшению Кс): W₅₀₀₀[Bi, Mo]₁₀₀₀Li₈₀₀ Cu₃₀₀Zn₁₇₀ Zr₁₀₀Sb₅₀Nb₅₀[Ga, Be, Ag, Sn]₂₀. Как видно из приведенной формулы, по величине коэффициента концентрации рудных и сопутствующих им элементов в ТОСП уровень загрязнения снегового покрова оценивается как **очень высокий и опасный** [14]. Наиболее высокие (ураганные) содержания тяжелых металлов в снеговых пробах выявлены на участках отвалов штольни и обогатительной фабрики. Гидрохимический состав снеговых вод в районе рудника существенно сульфатно-гидрокарбонатный (гидрокарбонатно-сульфатный) натриево-кальциевый, с минерализацией от 5 до 62,6 мг/дм³. По сравнению с составом подземных вод (гидрокарбонатные кальциевые) снеговые воды обогащены сульфатами и щелочами.

Состояние почвенного покрова и донных отложений. В районе Калгутинского рудника развиты следующие основные типы почв – горно-луговые альпийские, горно-луговые болотные и горно-тундровые глеевые. Мощность почвенного покрова невелика, не более 0,1-0,2 м. Состояние почв в районе изучалось ФГУП «Алтай-Гео» по программе ГЭИК-100 и АРИ «Экология» в рамках мониторинга окружающей среды в 2004-2005 гг. [12, 13]. В таблице 3 показаны уровни присутствия в почвах основных и сопутствующих элементов редкометалльных руд Калгутинского месторождения.

Как видно из таблицы 3, во-первых, концентрации ряда микроэлементов в почвах в районе рудника существенно отличаются по разным авторам, что предположительно объясняется их высокой неоднородностью распределения и/или разной чувствительностью аналитических методов. Во-вторых, уровень присутствия большей части элементов в почвах района Калгутинского рудника существенно выше, чем в целом по Республике Алтай, а ряд микроэлементов присутствует на уровне 1 ПДК и выше.

Экологическое состояние почвенного покрова в районе оценено по величине СПЗ. Среднее значение этого показателя для района составляет 36,9 единиц (таблица 3, 4), что в 3 раза выше, чем в целом по РА (СПЗ – 12,5) [6], и отвечает высокому уровню загрязнения почвенного покрова. На участках добычных работ и переработки руд величина СПЗ составляет 294-826 единиц, что соответствует очень высокому уровню загрязнения почв [9, 14].

Донные отложения. Донные осадки поверхностных водоемов являются конечным звеном ландшафтно-геохимических сопряжений, интегрирующих геохимические особенности водосборных площадей (речных гидrolитосферных бассейнов). Они формируются в результате плоскостной денудации склонов, постоянного врезания русел, растворяющей и транспортирующей роли воды. Особенность донных осадков горных рек – их песчано-гравийно-галечниковый состав, среди которого эпизодически встречаются природные и техногенные илы. Другая особенность горных рек – постоянное количество рыхлого материала в русле, т.е. расход (твердый сток) и приход (со склонов) уравниваются между собой. Материал твердого стока рек представлен, главным образом, горными породами водосборного бассейна.

Техногенные донные илы, формирующиеся в водотоках, отражают, как правило, тип загрязнения, масштабы которого зависят от гидродинамических особенностей водотока и его геоморфологического строения [14].

3. Концентрации химических элементов в почвах в районе Калгутинского рудника (мг/кг)

Химические элементы	Кларк в почвах (Малюга Д.П., 1961)	Фон для почв РА [6]	Среднее в почвах в районе рудника*	ПДК для почв
Барий	500	360	669 (340)	
Бериллий	6.0	1.0	3.4 (14.3)	10
Бор	10	50	10	
Ванадий	100	70	95 (67)	50-150
Висмут	1.0	0.006	0.11 (3.6)	
Вольфрам	3.0	1.3	(39.5)	
Галлий	30	10	19	10
Железо	38000	70000	68888	
Иттербий	3.0	2.2	5.6	
Итрий	50	21	52	
Кобальт	10	10	11 (6.5)	5-50
Кадмий	0.5	0.16		3.0
Литий	30	20	32 (58)	
Магний	6000	9000	16111	
Марганец	850	945	723 (1000)	700-1500
Медь	20	20	47.5 (36)	3-100
Молибден	2	1.1	4.0 (11.8)	5
Никель	40	20	38	4-50
Ниобий	10	10	10 (17)	
Олово	10	2.2	3.8 (4.6)	4.5-5.0
Ртуть	0.06	0.18		2.1
Серебро	0.1	0.02	0.02 (0.006)	
Свинец	10	15	40 (18)	32-100
Скандий	7.0	9.7	12.2	10
Сурьма	1.78	0.25	1.0	4.5-5.0
Стронций	300	170	211	
Таллий	0-1.0	16.1		1.0
Титан	4600	3000	2889	5000
Хром	200	40	150 (28)	100
Фосфор	930	800	555	
Цинк	50	90	71 (71)	300
Цирконий	300	120	156	300

Примечание: * – данные ОАО "Алтай-Гео", в скобках – данные АРИ "Экология" [12, 13]

ПДК – по разным авторам

В районе Калгутинского рудника имеются два значимых источника загрязнения водных систем – эксплуатируемая штольня 18 в верховьях р. Правая Жумала и обогатительная фабрика в ее приустьевой части.

В таблице 5 приведена сравнительная характеристика концентраций химических элементов в донных отложениях в районе рудника и в водотоках РА. Анализ таблицы показывает, что содержание большинства рудных элементов и их спутников в донных отложениях района рудника в 2-10 раз превышают их среднее содержание для РА (серебро, молибден, медь, литий, бериллий, олово, свинец, хром), максимальные превышения характерны для висмута и вольфрама – до 22-138 раз.

Состояние донных отложений поверхностных водоемов в районе рудника также оценено по степени их загрязнения тяжелыми и токсичными элементами. В частности, среднее значение СПЗ донных осадков рек Правая и Левая Жумалы, Жумалы составляет 72, что более чем в 3 раза превышает значения этого показателя для РА – 19,5 [4, 6].

В донных осадках ниже обогатительной фабрики величина коэффициента донной аккумуляции (КДА) основных рудных элементов достигает 650-20000 [12, 13], что соответствует сильному уровню загрязнению донных отложений [8, 14]. Высокий уровень загрязнения почвенного покрова, речных отложений и снегового покрова в районе рудника объясняются наличием редкометалльного рудного поля (природный фактор) и в антропогенном воздействии на эти среды при добыче и обогащении поликомпонентных руд Калгутинского месторождения.

Состояние подземных вод.

Как отмечалось выше, в районе рудника развиты воды зон трещиноватости в девонских вулканогенных породах и гранитоидах Калгутинского массива. В таблице 6 приведен гидрохимический и микроэлементный состав подземных вод района.

4. Средние коэффициенты концентраций микроэлементов в ТОСП, почвах и донных отложениях района Калгутинского рудника [3]

Кк	Твердый остаток снеговых вод (Кк ₁)	Почвы			Донные (фоновые) отложения (Кк ₅)
		Фоновый уровень (Кк ₂)	Участок штолен (Кк ₃)	Участок обогатительной фабрики (Кк ₄)	
1-1.5	P, Mn, Ba, Sr, V, Ni, Co, Nb, Yb, Cr, V	Co, Nb, Ag, Ti, Zr, V, Zn, Se, Sr	P, Sr, Sc, Cr, Ga, Y, Yb, Ba	Pb, Mn, Sn, Zn, Zr, Nb, Ga, Y, Yb	Ga, P
1.5-3	Ti, Pb, Sc	Ba, Ga, Y, Yb, Ni, Cu, Sn, Pb	Pb, Zn, Mn, Sn, Be, Nb	Be	Ba, Be, Yb, Y, Mn, Sn, Pb
> 3	W (5000), Bi (1000), Sn (20), Be (20) Cu (300), Li (800), Mo (1000), Ag (20), Zr (100), Zn (170) Sb (50), Nb (40) Ca (20)	Be (3.4), Bi (18), Mo (3.6), Cr (3.5)	Cu (18), Ag (257), Bi (393), Mo (19.7), Li (9)	Cu (22), Ag (205), Bi (572), Mo (16), Zn 13)	Zr (4), Cu (6), Mo (12), Ag (20), Cr (5) Bi (24)
СПЗ	52 (высокий)	36.9 (высокий)	694 (высокий)	826 (высокий)	72 (высокий)

$$K_{k1,2} = \frac{C_{ср1,2} \text{ в районе рудника}}{C_{ф \text{ по РА}}}$$

$$K_{k3} = \frac{C_{ср \text{ на участке штольни 18}}}{C_{ф}}$$

$$K_{k4} = \frac{C_{ср \text{ на участке обогатительной фабрики}}}{C_{ф}}$$

$$K_{k5} = \frac{C_{ср \text{ в поверхностных водоемах района рудника}}}{C_{ф \text{ в водотоках по РА}}}$$

5. Концентрации элементов в речных отложениях в районе Калгутинского рудника (мг/кг)

Химические элементы	Фон для РА [4, 6]	Среднее для района Калгутинского рудника
Алюминий	н/д	12000
Барий	431	700 (350)
Бериллий	2.6	7 (18.5)
Бор	29	10
Ванадий	93	75 (87.5)
Висмут	0.2	6 (4.5)
Таллий	12	20
Железо	53459	30000
Иттербий	3.0	5.0
Иттрий	25	50
Кобальт	18	5.3 (10)
Литий	22	98.7 (133)
Вольфрам	н/д	(113-138)
Магний	н/д	26250
Марганец	1006	1175 (600)
Медь	43	260 (50)
Молибден	1,3	15.3 (9.3)
Никель	32	25 (37-27)
Ниобий	12	10
Олово	2.5	5.2 (4.3)
Серебро	0.04	0.12 (0.08-0.12)
Свинец	26	57.5 (16-18)
Скандий	14.7	7.0
Стронций	192	100
Цинк	127	86 (60-70)
Цирконий	167	96
Хром	52	250 (9-29)

Примечание: в скобках данные АРИ "Экология"

6. Химический и микроэлементный состав подземных вод в районе Калгутинского рудника

Показатели, вещества, элементы	ЦГСЭН (1993 г.)	ОАО "Алтай-Гео" (2003-2005 гг.)	ОАО "Алтай-Гео" (источник "Теплый Ключ")	ПДК питьевых вод [15]
	Скважина 5 Г			
Макрокомпоненты в мг/дм ³				
рН	7.7	7.5-9.53	8.8-9.2	6-9
Аммоний	н/о	н/о-0.08	0.016-0.33	
Нитраты	2.3	0.005-9.1	н/о-0.77	45
Нитриты	0.005	0.005-0.07	н/о-0.01	3.0
Жесткость	1.0	0.7-2.3	0.55-0.6	7.0
Хлориды	3.0	3.0-5.33	19.2-20.4	350
Сульфаты	6.0	3.3-8.1	30.3-30.8	500
Кальций	14.0	14-36	9.0-11.0	
Магний	3.6	1.8-6.0	0.6-1.1	40.0
Натрий	16.1	14-32	51.3-54.3	
Гидрокарбонаты	91.5	67.1-207	97-103.7	
Фтор	0.46	0.46-0.71	0.28-8.8	1.5
Минерализация	140	100-290	210-220	1000
Микроэлементы в мкг/дм ³				
Железо	10	12-161	23-167	300
Свинец	н/о	2.0	н/о-1.2	30
Цинк	1.2	11.3	3.0-3.9	5000
Алюминий	10-57	32-21180	48-220	500
Барий	2.8		8.0	100
Кадмий		Н/о	н/о-0.5	100
Марганец	0.7		13	100
Литий	11	11-17	490-595	30
Хром	5.9		6.0	50
Молибден	30*		1.0**	250
Вольфрам	400*		20**	50
Медь		7.5	1.1-1.4	1000
Бор	1.2-1.7	17	420	500
Сурьма		0.9		50
Мышьяк		1.0		50
Никель		2.0		100
Бериллий	6.0*	н/о	н/о	0.2
Олово	8.0*			
Серебро	60*			
Радон в бк/л			7.4-107.3	120
Гамма-активность			100-120**	

Примечание: * – данные [17], ** – данные ФГУП "Березовгеология", *** – данные АРИ "Экология"

Как видно из таблицы 6, в подземных водах в районе Калгутинского рудника устанавливается весьма широкий спектр загрязняющих веществ, присутствующих в рудах месторождения и вмещающих их породах. При этом такие элементы как алюминий, литий, вольфрам, фтор присутствуют в концентрациях выше ПДК для питьевых вод [15].

Состояние поверхностных вод.

Приведенный в таблице 7 химический состав поверхностных вод рек Правая Жумалы, Левая Жумалы, Жумалы показывает, что вариации содержания в них компонентов общего состава, по разным авторам, весьма большие. Максимальные концентрации практически всех изученных микроэлементов, особенно лития, вольфрама, молибдена, меди, бериллия, ртути, железа превышают ПДК и ОБУВ для вод рыбохозяйственных водоемов [16].

Радиационная обстановка

В пределах Калгутинского рудного поля установлен ряд непромышленных проявлений урана, тория, сопровождаемых радиоактивными газами – радоном и торонем. Так, в продуктах обогащения редкометалльных руд Калгутинского месторождения, по данным МГП «Экогеос» ПТУ, происходит заметное накопление содержащихся в повышенных количествах вышеотмеченных радиоактивных элементов (табл. 8). Нередко тонкие фракции получаемого вольфрамитового концентрата являются, по сути, урановой рудой низкого качества [11].

7. Гидрохимический состав поверхностных вод в районе Калгутинского рудника

Показатели состава	Вариации содержания для воды рек (организация)			ПДК и ОБУВ для рыбохозяйственных водных объектов [23]
	р. Калгуты (ЦГ СЭН)	р. Жумалы		
		("Алтай-Гео")	(АРИ "Экология")	
Макрокомпоненты, мг/дм ³				
рН	7.8-8.3	7.2-7.7	6.22-6.23	6-9
Аммоний		0.06-0.29	0.06-0.38	0.5
Нитраты	1.5-5.3	0.58-0.77	0.91-1.94	40
Нитриты	0.07	н/о		0.08
Жесткость	0.11-0.32	0.3-1.0	0.1-1.74	7.0
Хлориды	1.5-23.1	9.9-10.8	1.35-4.34	300
Сульфаты	0.8-60.83	6.25-33.3	6.68-18.08	100
Кальций	19-38.08	4.0-5.0	2.0-9.59	180
Магний	0.61-4.86	0.6-1.31	0.7-2.06	40.0
Натрий	10.12-46.46	14.5-24.4	3.31-21.95	
Гидрокарбонаты	61-146.4	24.4-30.5	7.62-8.66	
Фтор	0.06-0.15	0.35-0.38		
Минерализация	110-320	70-100	20-70	1000
Окисляемость			38-194	5-8
ХПК			0.2-4.54	15-30
Микроэлементы, мкг/дм ³				
Железо			29-290	50
Свинец			<1-1.2	10
Ртуть			<0.02-0.51	0.1-0.01
Цинк			<1-59	10-50
Литий			1.6-36	0.7
Молибден			<0.5-469	1.2
Вольфрам			<5-34	0.8
Медь			<1-25	1-5
Бериллий			<0.05-3.0	0.3

8. Содержание радиоактивных элементов в концентратах и хвостах обогащения руд Калгутинского месторождения

Объекты изучения	U, г/т	Th, г/т	Th/U
Вольфрамовая руда в отвале	20.7	41.1	2.0
Вольфрамитовый концентрат (фр.-2)	95	30	0.3
Вольфрамитовый концентрат (+2-20)	37	15	0.4
Хвосты обогащения руд	12.7	28.8	2.3

Значимым экологическим фактором негативного воздействия природных источников радиации на здоровье горнорабочих рудника является чрезвычайно высокая концентрация радона в подземных горных выработках, превышавшая в 1998 г. в законсервированной штольне 18 установленные нормативы от первых единиц до ста раз [11] (табл. 9).

9. Активность радона в природных средах в районе Калгутинского рудника [17].

Изученные объекты		Природные среды	Объемная активность радона	
Штольня 18	Устье штольни	Воздух рабочей зоны	9180 Бк/м ³	45.9 ПДК
	Депо мастерская		19740 Бк/м ³	98.7 ПДК
	Камера		15700 Бк/м ³	78.5 ПДК
Источник "Теплый ключ"		Подземная вода	1698 Бк/м ³	8.5 ПДК

ВЫВОДЫ ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКОМ СОСТОЯНИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Анализ вышеприведенных материалов по экологическому состоянию депонирующих природных сред в районе Калгутинского рудника показывают, что основные объекты окружающей среды значительно загрязнены тяжелыми металлами и токсичными элементами, источником которых служат руды и вмещающие их породы одноименного месторождения. В частности, уровень загрязнения почвенного покрова, донных отложений и поверхностных вод на площади рудника оценивается в целом как высокий, а экологическое состояние окружающей среды в районе, по имеющимся данным, согласно методическим подходам ВСЕГИНГЕО [8], оценивается как неблагоприятное.

Загрязнение объектов окружающей среды в районе происходит тремя путями:

1. Загрязнение со стороны рудного поля Калгутинского месторождения формируется в результате воздействия комплекса природных физических и климатических факторов;
2. Природно-техногенное загрязнение создается процессами эолового и водного переноса материала рудных и породных штольневых отвалов, а также хвостов УПО;
3. Антропогенное загрязнение формируется в результате всех типов деятельности рудника – горнодобывающей, транспортной, обогатительной, бытовой.

Высокий уровень сформировавшегося в настоящее время загрязнения почвенного покрова – основной депонирующей среды имеет природную и техногенную составляющие. Следует отметить, что ранее при оценке экологического состояния территории РА была рассчитана доля природного геохимического фона металлов в почвах [6]. Эта доля в величине СПЗ почв для разных типов материнских почвообразующих пород составляет от 10 до 70%. Расчет показывает, что природный фон СПЗ почв в районе рудника примерно равен 16 единицам, при этом антропогенное загрязнение превалирует над фоном и составляет до 57 % от общего загрязнения почв (по состоянию на 2005 г.).

Литература

1. Бабкин Д.И. Загрязняющие элементы в минералах Калгутинского Мо-W месторождения // Проблемы геологии и освоения недр (Труды Седьмого Международного научного симпозиума). – Томск: изд-во ТПУ, 2003.
2. Бабкин Д.И., Поцелуев А.А. Котегов В.И. Экологически опасные элементы в геологических образованиях Калгутинского Мо-W месторождения // Проблемы поисковой и экологической геохимии Сибири. – Томск: изд-во ТПУ, 2003.
3. Информационный бюллетень о состоянии геологической среды на территории Республики Алтай в 2004 г. – Майма: ОФ ГП «Алтай-Гео», 2005.
4. Кац В.Е., Кудрявцева Т.Н. и др. Результаты геоэкологических исследований и картографирования масштаба 1:1000000 территории Алтайского края и Республики Алтай. – Майма: ОФ ФГУГП «Алтай-Гео», 1996.
5. Кац В.Е. Загрязнение приземной атмосферы в районе рудника Калгуты // Бюллетень «Природные ресурсы Горного Алтая». – Горно-Алтайск, 2004. – Вып. 1.
6. Кац В.Е., Достовалова М.С. и др. Результаты НИР по составлению сводной геоэкологической карты Республики Алтай. – Майма: ГП «Алтай-Гео», 1998.
7. Научно-прикладной справочник по климату СССР, вып. 20. – С.-Пб: Гидрометиздат, 1993.
8. Островский Л.Л., Островский В.Н. Методические рекомендации по составлению эколого-геологических карт масштаба 1:1000000. – М: ИМГРЭ, 1994.
9. Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами. – М: Минприроды, 1993.
10. Поцелуев А.А. Комплексная оценка на редкие и благородные металлы Калгутинского молибдено-вольфрамового месторождения. – Томск: МГП «Экогеос», 2002.
11. Рихванов Л.П. и др. Информационная записка о результатах полевых работ по предварительной оценке состояния минерально-сырьевой базы Республики Алтай. – Томск: МГП «Экогеос», 1998.
12. Робертус Ю.В. Результаты работ по мониторингу окружающей среды в районе Калгутинского рудника в 2004 г. – Горно-Алтайск: АРИ «Экология», 2004.
13. Робертус Ю.В. Результаты работ по мониторингу окружающей среды в районе Калгутинского рудника в 2005 г. – Горно-Алтайск: АРИ «Экология», 2005.
14. Саэт Ю.П., Ревич Б.А. и др. Геохимия окружающей среды. – М: Недра, 1990.
15. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы.
16. Перечень предельно-допустимых концентраций и ориентировочно-безопасных уровне воздействия вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. М: Комитет Федерации по рыболовству, 1995.
17. Спирин В.Г. и др. Отчет о результатах поисково-оценочных работ на воду на Калгутинском редкометальном месторождении в Горном Алтае. – Новосибирск: БПГО, 1991. Теймян И.Б., Штенгелов Р.С. Гидрогеологические и инженерно геологические условия территории листов М-45-Б,Г.- Москва: ЦНИИК и Ф, 1968.