

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИИ ПОИСКОВЫХ И ГЕОЛОГО-РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА АЛАКИТ-МОРКОКИНСКОМ ОБЪЕКТЕ (САХА-ЯКУТИЯ)

М. А. Хованская

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 23 августа 2011 г.

Аннотация. Проведен анализ влияния поисковых и геолого-разведочных работ на компоненты природной среды Алаakit-Моркокинского объекта, перспективного на алмазоносность. На основе бассейнового подхода проведена эколого-геохимическая оценка территории с выделением природных и техногенных факторов формирования эколого-геохимической обстановки. Основные закономерности эколого-геохимических условий систематизированы в виде картографических схем. Подчеркнута роль природных источников поступления тяжёлых металлов в компоненты природной среды.

Ключевые слова: поисковые и геолого-разведочные работы, перспективная алмазоносность, донные отложения, поверхностные воды, последствия, эколого-геохимические условия, оценка.

Abstract. The analysis of influence of search and prospecting works on components of environment of Alakit-Morkokinsky object perspective on the diamond is carried out. Approach based on a pool conducted environmental-geochemical assessment of the territory with the release of natural and anthropogenic factors of formation of ecological and geochemical conditions. The basic laws of ekologo-geochemical conditions are systematized in the form of cartographical schemes. The role of natural sources of receipt of heavy metals in environment components is underlined.

Key words: search and prospecting works, perspective on the diamond, ground adjournment, a surface water, consequences, ekologo-geochemical conditions, an estimation

Экологическое состояние окружающей среды в районах Восточной Сибири формируется в результате комплексного воздействия природных и антропогенных факторов. В числе природных факторов определяющее значение имеет геологический: геохимическая специализация осадочных и магматических пород, тектоническая нарушенность, сейсмическая активность. Среди природных факторов также можно выделить глобальные перемещения атмосферы, носящие постоянный или сезонный характер, которые транспортируют техногенные шлейфы загрязнения [1]. Антропогенное воздействие проявляется в виде:

- разработки карьеров коренных месторождений алмазов,
- строительства и эксплуатации крупных горнообогатительных комбинатов и вспомогательных инженерно-технических сооружений,
- строительства сооружений гидротехнических объектов (Вилюйское море-водохранилище, Сохсоолохское водохранилище), прокладке дорог и коммуникаций,

- прямого нарушения почвенно-растительного слоя (расчистка буровых площадок, прокладка временных тракторных и автомобильных дорог),
- нарушения сплошности криолитозоны и монолитности скальных пород (собственно бурение скважин),
- газово-пылевых выбросов технического парка, обеспечивающего проведение геологоразведочных работ,
- образований технических отходов на буровых площадках.

Геологическое строение, как один из элементов природных факторов, в значительной степени определяет эколого-геохимическую обстановку. Айхальский промышленный район, в пределы которого входит Алаakit-Моркокинский объект поисковых и геологоразведочных работ, сформировался как район поисков и добычи алмазов. Его площадь составляет около 300 км². В основу исследований положен бассейновый подход.

Русло реки и прилегающая к нему территория, с которой происходит сбор поверхностного и подземного стоков, в ландшафтном плане образует сложную природную бассейновую парагенетическую систему [3]. Ее характерной чертой является

упорядоченность входящих в ее состав элементов. Особенно хорошо это видно на примере водного потока, перемещающегося от верховий к устью реки, направленности твердого стока, движущегося вначале от высших точек водораздела в долину реки, а затем вместе с русловым потоком в устье. Преимущество бассейнового подхода заключается в том, что при небольшой площади исследований можно выявить региональный характер загрязнения, т.к. смыв компонентов-загрязнителей в изучаемом районе происходит с водоразделов, площадь которых составляет около 300 км².

Геологическое строение изучаемого объекта отличается широким распространением пород трапповой формации, которые имеют повышенные природные концентрации некоторых химических элементов. Это подтверждается фактическим материалом, полученным в результате проведенных эколого-геохимических работ.

Основным видом техногенной деятельности в Алакит-Моркокинском районе являются поисковые и разведочные работы, начало которых соответствует 2004 году.

Поисковые работы в пределах объекта включали комплекс геологических работ для выявления и оценки перспективной алмазности. Среди них: геологическая и аэрогеологическая съёмки, обломочно-речной, валунно-ледниковый, шлиховой, металлотрический, геохимический и геофизический методы поисков, создание редкой сети искусственных обнажений коренных пород путём расчисток их выходов, проходки канав, шурфов.

Разведочные работы на Алакит-Моркокинском объекте проводятся с целью промышленной оценки перспективных алмазносных площадей. Комплекс разведочных работ включает производство химических анализов и технологических испытаний отбираемых проб полезного ископаемого, гидрогеологические, эколого-геологические и геофизические работы.

Изучение воздействия поисковых и разведочных работ на компоненты природной среды проводилось в несколько стадий:

1. Визуальное обследование местности в пределах долин основных водотоков (р. Моркока, руч. Тегюрюк, руч. Аллара-Ого-Юряге).
2. Гидрохимическое опробование вод поверхностных водотоков.
3. Эколого-геохимическое опробование донных отложений основных рек и ручьев.

Методика исследований

Визуальное обследование местности в пределах долин основных водотоков

При визуальном обследовании местности в районе Алакит-Моркокинского объекта с целью выявления воздействия поисковых работ фиксировалось наличие несанкционированных свалок технологического и бытового мусора, стоков на месте геолого-поисковых стоянок, нарушения растительного и почвенного покрова. При оценке степени влияния разведочных работ на компоненты природной среды в качестве ведущих факторов воздействия следует отметить механические: расчистка буровых площадок, прокладка временных тракторных и автомобильных дорог для тяжёлой буровой техники и тягачей. В качестве ответных реакций автором отмечены: нарушение сплошности криолитозоны и монолитности скальных пород при буровых работах, деградация растительного и почвенного покрова.

Техногенные преобразования эколого-геохимической обстановки возникают в результате газовой пылевой выбросов технического парка, обеспечивающего проведение поисковых и геологоразведочных работ, образования технических отходов (шламов) на буровых площадках.

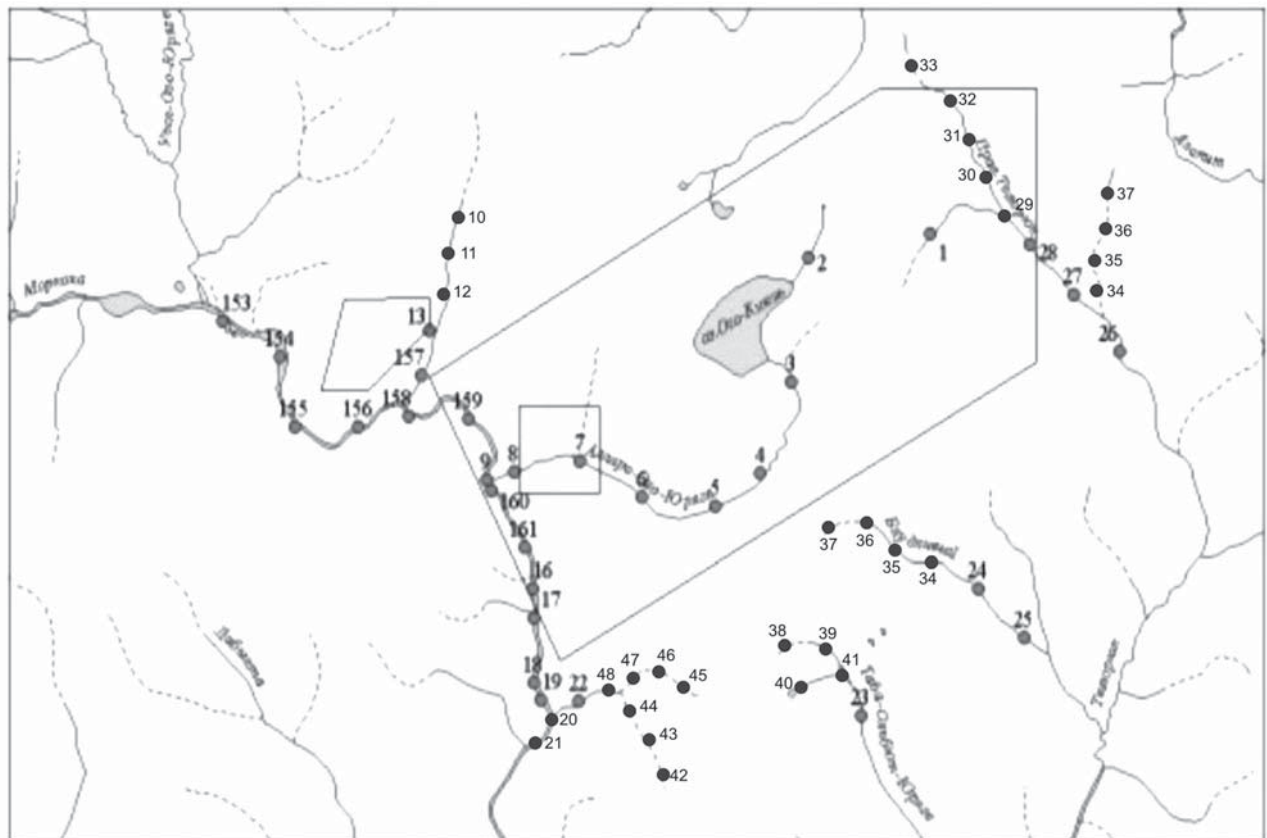
Данные работы производились при отборе эколого-геохимических и гидрохимических проб. Общая площадь визуального обследования местности составила около 300 км².

Эколого-геохимическое опробование

Основной целью эколого-геохимического опробования является оценка степени загрязнения донных отложений и вод поверхностных водотоков в зоне влияния поисковых и геологоразведочных работ. Отбор гидрохимических проб и донных отложений проводился летом, в меженьный период, с шагом 1–2 км, в местах наиболее спокойного течения. Пробы донных отложений из песчано-илистой фракции аллювия в пределах сухой части русла водотока, либо с глубины до 60 см с его дна, в зависимости от характера русла. Пробы отбирались по основным рекам и ручьям исследованного района, дренирующим участки буровых работ [6].

Всего за отчетный период было отобрано 118 проб поверхностных проб и донных отложений (рис. 1).

При эколого-гидрохимических исследованиях определялись: водородный показатель (рН), гидрокарбонат-ион, хлор-ион, сульфат-ион, кальций-



Масштаб 1:200 000

Условные обозначений:

- 18 места отбора гидрохимических проб (18-номер пробы)
- участки буровых работ по объекту Алаakit-Моркокинский

Рис. 1. Схема отбора гидрохимических проб и проб донных отложений

ион, магний-ион, сумма $Na^{++} K^{+}$, общая жесткость, общая минерализация.

Пробы донных отложений после предварительной обработки (просеивание, истирание до 0,071 мм), направлялись в ЦАЛ БГРЭ (г. Мирный) для выполнения спектрального анализа [6].

Принципы оценки экологического состояния природной среды

При изучении экологического состояния донных отложений были использованы два основных критерия: суммарный показатель загрязнения (СПЗ), основанный на нормировании абсолютных содержаний по фону, и нормирование абсолютных содержаний по значениям предельно допустимых концентраций (ПДК) [2]. Данный подход обоснован высокими природными фоновыми концентрациями тяжелых металлов в приповерхностных отложениях

и почвенно-растительном слое Алаakit-Моркокинского объекта. Эндемичные экосистемы адаптированы к такому фону. Однако, население, мигрирующее в данный район с других территорий, попадает в ситуацию эколого-геохимической аномалии избытка. В этой связи использование суммарного показателя загрязнения, нормированного на ПДК, позволит определить уровень экологической безопасности данного района.

Суммарный показатель концентрации рассчитывался по формуле:

$$СПЗ = \sum K_k - (n - 1),$$

где K_k – коэффициент концентрации (отношение содержания элемента в объекте к фоновому содержанию $K_k = C_i / C_f$); n – число изучаемых элементов, коэффициент концентрации которых превышают 1.

Таблица 1
Средние содержания элементов в силлах долеритов

Химический элемент	Содержание, %, n = 132
Скандий	0,00159
Ванадий	0,01559
Хром	0,01141
Кобальт	0,00678
Медь	0,01128
Цинк	0,01487
Иттрий	0,0016
Ниобий	0,00144
Церий	0,008
Свинец	0,00087

Поскольку изученная территория является областью преобладающего распространения на дневной поверхности (по бассейнам водосбора до 80 %) пород трапповой формации (которые, в основном, и являются субстратом донных отложений), за фоновые принимались содержания химических элементов в силлах долеритов (табл. 1).

Эколого-геохимические оценки проводились согласно методике, предложенной И. И. Косиновой [2].

При оценке степени загрязнения донных отложений с использованием жестко фиксированных ПДК были использованы следующие их значения (табл. 2).

При нормировании содержаний химических элементов на величину их ПДК были получены коэффициенты контрастности [4], которые определялись по формуле:

$$K_k = \text{содержание элемента} / \text{ПДК элемента}$$

Оценка степени загрязнения проводилась согласно методике, предложенной Ю. Е. Саефом [4].

Таблица 2
Принятые величины ПДК для донных отложений

Химический элемент	Величина ПДК, %	Класс опасности элемента
Скандий	0,0004	Н.О.
Иттрий	0,0045	Н.О.
Лантан	0,0069	Н.О.
Ванадий	0,015	3
Хром	0,01	2
Кобальт	0,005	2
Медь	0,0052	2
Цинк	0,0091	1
Стронций	0,3	Н.О.
Барий	0,1	3
Свинец	0,0032	1

Оценка экологического состояния вод поверхностных водотоков осуществлялась путем нормирования содержаний определявшихся компонентов на величины соответствующих ПДК.

Таблица 3
Показатели степени загрязнения донных отложений, ПДК

Группы токсичных веществ	Степень концентрации (по отношению к ПДК)			
	допустимая	умеренно опасная	опасная	чрезвычайно опасная
1. Химические вещества:				
1-го класса опасности	< 1	1–2	2–3	> 3
2-го класса опасности	< 1	1–5	5–10	> 10
3-го класса опасности	< 1	1–10	10–20	> 20
2. Радиоактивные элементы: Y, La, Sc	< 1	1–15	15–40	> 40

Критерии оценки химического загрязнения поверхностных вод принимались согласно «Требованиям к геолого-экологическим исследованиям и картографированию» [5] и приведены в табл. 4.

Таблица 4
Критерии оценки химического загрязнения поверхностных вод

Показатели	Загрязнение, ПДК			
	допустимое	умеренно опасное	опасное	чрезвычайно опасное
1. Химические вещества:				
1-2 класса опасности	< 1	1–5	5–10	> 10
3-4 класса опасности	< 1	1–50	50–100	> 100
2. Реакция среды, рН	6,0–9,0	> 9,0	5,2–6,0	< 5,2

Полученные результаты

Визуальное обследование местности в пределах долин основных водотоков Алакит-Моркокинского объекта поисковых и геологоразведочных работ выявило следующие особенности:

– воды поверхностных водотоков при визуальном обследовании чистые, без вкуса, цвета и запаха, прозрачные, в подавляющем количестве случаев не имеют механических и органических взвесей, пленки нефтепродуктов не зафиксированы. Береговая линия водотоков имеет естественные грани-

цы, признаков ее нарушений антропогенного характера не зафиксировано;

– донные отложения без видимых включений техногенного происхождения;

– ландшафт долин естественный, преимущественно редколесный, иногда маревый. Изменений растительного покрова, почвенно-растительного слоя и геоморфологических характеристик долин обнаружено в местах прохождения буровой и тяжелой техники; глубина колеи более 10 см, растительность уничтожена;

– в отдельных случаях, на точках наблюдения № 3, 4, 5, 6, 8, 17 (рис. 2) имеют место скопления бытового мусора [6].

Главный вывод, полученный в результате проведения визуального обследования местности, сводится к следующему: ландшафты долин основных водотоков исследованной площади характеризуются механическим уровнем деградации, общая площадь которых составляет около 20% исследуемой территории.

Основные результаты, полученные при анализе степени загрязнения площади по величине СПЗ, представлены в виде схемы экологического состояния донных отложений и осадков (рис. 2). В целом, по величине СПЗ вся площадь имеет *допустимую степень загрязнения* (СПЗ менее 16, среднее – 5,09). Тем не менее, были выделены ведущие загрязняющие элементы – свинец и хром. Хром, также как и кобальт, является типичным представителем класса природных эколого-геохимических аномалий. Иттрий, ниобий и скандий имеют повышенное содержание в зонах тектонических нарушений, и тоже относятся к категории природных аномальных объектов. Однако, повышенное содержание свинца – классического элемента, содержащегося в газовых выбросах двигателей внутреннего сгорания в виде тетраэтила свинца, является результатом поисковых и геологоразведочных работ на площади Алакит-Моркокинского объекта. Большая часть повышенных содержаний свинца в донных отложениях территориально соответствует расположению Алакит-Моркокинского объекту, где бурение скважин производилось по наиболее густой сети.

Степень загрязнения донных отложений по величинам ПДК приведена на рис. 3.

Подавляющая часть территории оценивается как *умеренно опасная*, а район озера Ого-Кюель, приустьевая часть ручья Блудливый и небольшой участок долины р. Моркока – как опасная. Ведущими элементами в этих случаях являются хром и кобальт, имеющие превышения величин ПДК более

пяти раз. В целом площадь характеризуется преобладанием элементов второго класса опасности (хром, кобальт, медь) – типичных элементов, связанных с породами трапповой формации. Элементы первого класса опасности (свинец и цинк) распространены значительно меньше. Незначительные превышения величины ПДК по свинцу можно отнести к частично техногенному генезису, а цинк должен быть отнесен к породным аномалиям (долериты). Местоположение условно радиоактивных элементов (иттрий, лантан, скандий) приурочено к зонам тектонических нарушений, выделенных по геофизическим данным.

Оценивая степень загрязнения донных отложений, можно сделать следующие основные выводы.

1. Донные отложения изученной территории не подвергнуты интенсивному загрязнению.

2. Зафиксированные повышенные концентрации некоторых химических элементов в подавляющем большинстве случаев являются природными и связаны с особенностями геологического строения исследованной площади.

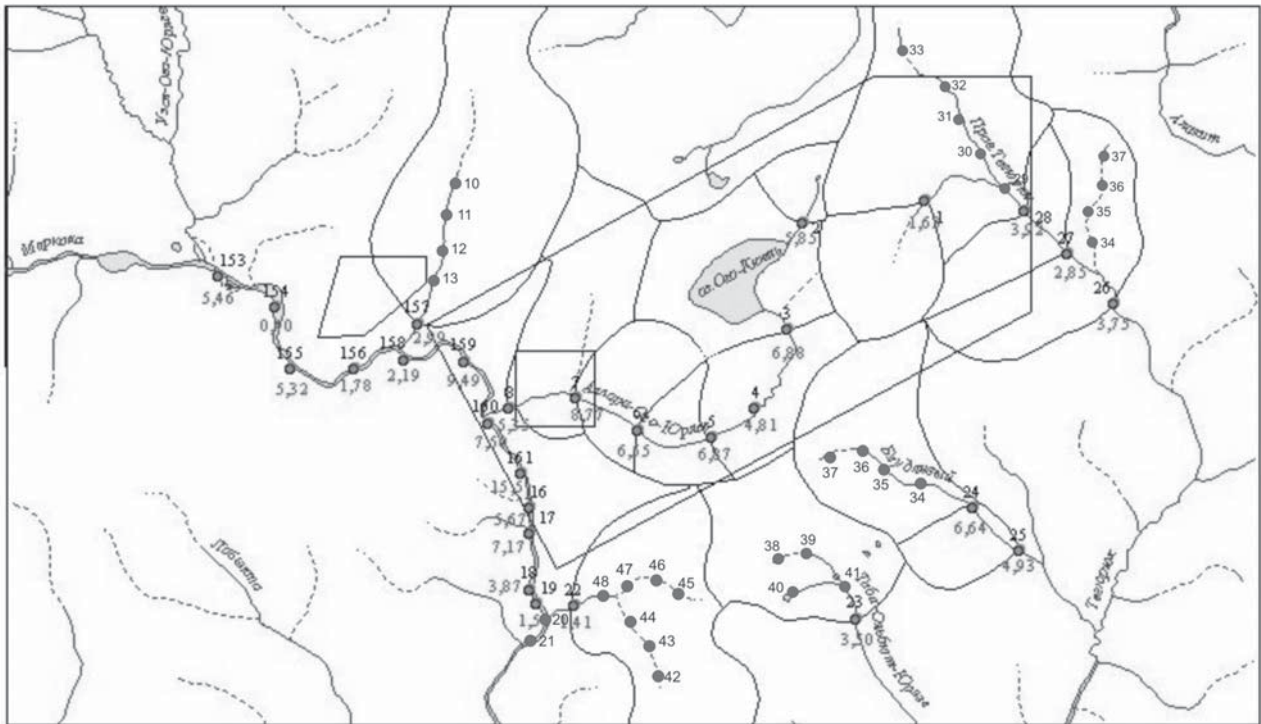
3. Влияние поисковых и разведочных работ фиксируется по наличию слабоинтенсивных аномалий свинца.

Степень загрязнения поверхностных вод показана на рисунке 4. На подавляющей части территории воды имеют *допустимый уровень загрязнения*, т.е. являются чистыми. В районе оз. Ого-Кюель и среднем течении руч. Аллара-Ого-Юряге (пробы № 3 и № 6) зафиксированы значения рН равные 4,65 и 4,75 соответственно, что, по существующей классификации, соответствует чрезвычайно опасному уровню загрязнения. Здесь следует отметить, что значение $pH < 5,2$ применяется только для вод поверхностных водотоков (водоемов), т.е. является рыбохозяйственным ПДК.




Гидробионты хуже переносят загрязнение по сравнению с человеком. Так, ПДК ГОСТа «Вода питьевая» для водозаборов имеет ограничение для применения по значению рН менее пяти единиц. В любом случае, при производстве всего комплекса геологоразведочных работ, веществ или выбросов (сбросов), могущих стать причиной столь значительного увеличения кислотности среды, не применяется. Причиной этого явления может служить проникновение по зонам таликов подземных вод зон окисления.

Основные выводы

Эколого-геохимическая оценка исследуемого участка демонстрирует преимущественное воз-



Масштаб 1:200 000
Условные обозначения:

- 
места отбора проб донных отложений (18-номер пробы; 6,31-величина СПК)
- 
участки буровых работ по объекту Алакит-Моркокинский
- 
контур бассейна водосбора точки наблюдения

Критерии оценки степени экологического загрязнения донных отложений (по величине СПК)

Величина СПК	Степень загрязнения
0-16	 допустимое
16-32	 умеренно опасное
32-128	 опасное
>128	 чрезвычайно опасное

Рис. 2. Схема экологического состояния донных отложений по величине СПЗ

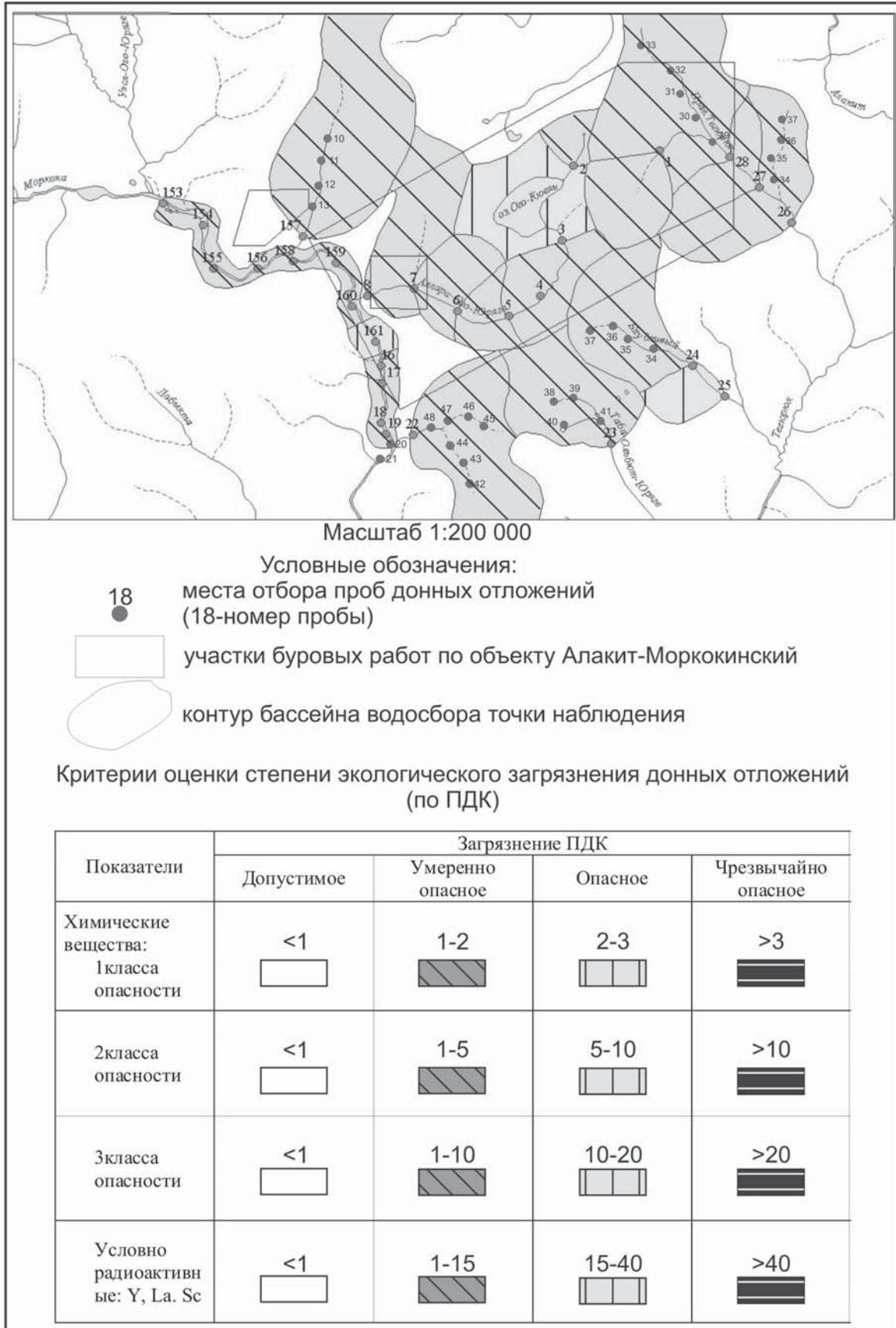


Рис. 3. Схема экологического состояния донных отложений по величине ПДК

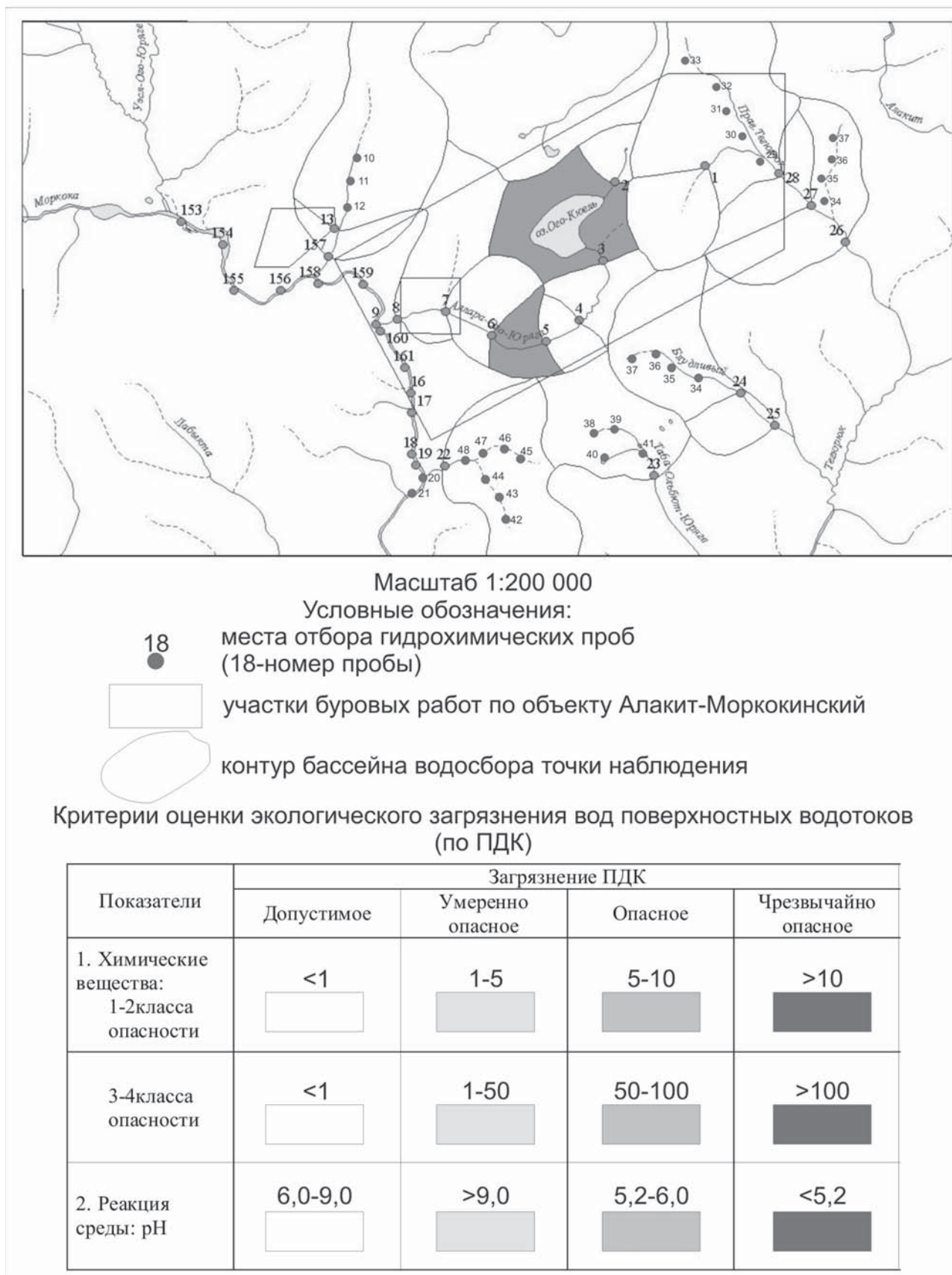
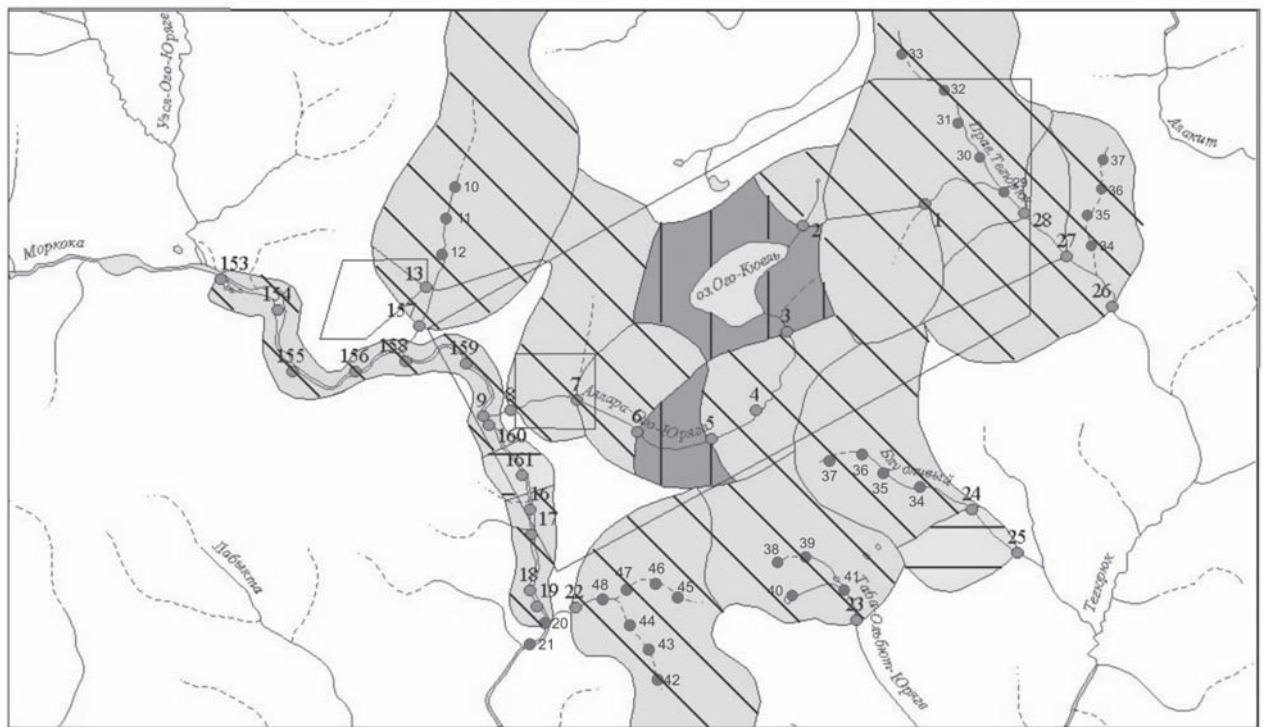


Рис. 4. Схема экологического состояния вод поверхностных водотоков



Масштаб 1:200 000

Условные обозначения:

18 ● места отбора гидрохимических проб и проб донных отложений (18-номер пробы)

□ участки буровых работ по объекту Алаakit-Моркокинский

○ контур бассейна водосбора точки наблюдения

Оценка экологического состояния окружающей среды

□ благоприятная

▨ условно благоприятная

▬ неблагоприятная

■ весьма неблагоприятная

Рис. 5. Схема эколого-геохимической оценки компонентов природной среды

действие природных факторов в формировании экологического состояния района. 87 % водосборной площади оценивается как условно благоприятная. Это обусловлено широким развитием пород трапповой формации – носителей повышенных природных концентраций некоторых химических элементов.

Часть территории (10 км², или 3,3 %) характеризуется неблагоприятной оценкой, обусловленная высоким содержанием хрома и кобальта в донных отложениях. Около 25 км² (8,3 %) имеет весьма неблагоприятное экологическое состояние окружающей среды за счет чрезвычайно кислой реакции рН в воде руч. Аллара-Ого-Юряге (рис. 5).

Окончательные итоги эколого-геохимических исследований по Алакит-Моркокинскому объекту поисковых и геологоразведочных работ сводятся к следующему.

1. Экологическое состояние природной среды в пределах перспективной алмазоносной площади – условно благоприятное, с незначительными по площади участками, имеющими неблагоприятную и весьма неблагоприятную оценку. Около 20 % территории характеризуется деградацией почвенно-растительного покрова, связанной с движением тяжёлой и буровой техники.

2. Эколого-геохимические аномалии имеют природный генезис. Среди ведущих загрязняющих элементов хром и кобальт, содержание которых близки или превышают величины ПДК.

3. Поисковые и геологоразведочные работы формируют техногенные загрязнения, связанные с газовыми выбросами двигателей внутреннего сгорания. Качественно это проявляется в загрязнении компонентов природной среды соединениями свинца, концентрации которых составляют 2–3 ПДК, а также хрома и никеля, содержания которых превышены в 4–5 раз.

*Воронежский государственный университет
М. А. Хованская, аспирант кафедры экологической геологии
Тел. 8-952-547-70-66, 8 (473) 220-82-89
hovma@yandex.ru*

ЛИТЕРАТУРА

1. Зинчук Н. Н. Геологические аспекты минерально-сырьевой базы акционерной компании «АЛРОСА»: современное состояние, перспективы, решения / Н. Н. Зинчук [и др.]. – Мирный, 2003. – 432 с.
2. Косинова И. И. Методы эколого-геохимических, эколого-геофизических исследований и рациональное недропользование / И. И. Косинова, В. А. Богословский, В. А. Бударина. – Воронеж, 2004. – 281 с.
3. Мильков Ф. Н. Бассейн реки как парадинамическая ландшафтная система и вопросы природопользования / Ф. Н. Мильков // География и природные ресурсы. – 1981. – № 4. – С. 11–18.
4. Сагт Ю. Е. Геохимия окружающей среды / Ю. Е. Сагт [и др.]. – М : Недра, 1990. – 335 с.
5. Островский В. Н. Методические рекомендации по составлению геолого-экологических карт масштаба 1 : 200 000–1 : 100 000 / В. Н. Островский, Л. А. Островский. – М. : ВСЕГИНГЕО, 1998. – 61 с.
6. Отчет о результатах поисков коренных месторождений алмазов на Алакит-Моркокинском междуречье (объект Алакит-Моркокинский) / отв. исп.: Иванов В. В., Иванюшина Е. Н. – Айхал, 2005. – 249 с.

*Voronezh State University
M. A. Khovanskaya, post-graduate student of the Chair of Ecological Geology
Tel. 8-952-547-70-66, 8 (473) 220-82-89
hovma@yandex.ru*