

### Санитарная характеристика участка

Источник "Беленковский" расположен вдали от потенциальных источников загрязнения подземных вод. Область его питания занята в основном массивом леса и сенокосными угодьями. Возможность организации зоны санитарной охраны имеется. Основной проблемой служит организация грамотного каптажа источника, который не приводил бы к его загрязнению при заборе воды.

### **Выводы**

Выполненные исследования позволяют сделать выводы о возможности и допустимости использования родника "Беленковский" в качестве нецентрализованного источника хозяйственно-питьевого водоснабжения Сухоложской базы УГГГА. Для официального оформления источника необходимо, во-первых, разработать и реализовать грамотный каптаж родника, во-вторых, доизучить качество воды по сезонам и в первую очередь в летний период.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. **Боревский Б.В., Язвин Л.С., Закутин В.П.** Оценка эксплуатационных запасов питьевых и технических подземных вод по участкам недр, эксплуатируемых одиночными водозаборами: Методические рекомендации. М., 2001, 59 с.
2. **Родники Свердловской области** / Под ред. В.С. Сурганова, А.А. Ястребкова и др. По заказу МПР Свердловской области. Екатеринбург, 2001. 30 с.
3. **СанПиН 2.1.4.544-96.** Требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников.

УДК 550:502.7:528.9

**О.Н. Грязнов, В.Д. Брусницын, В.Г. Бордокова**

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ (на примере Воронцовского рудного поля, Сев. Урал)**

Объективным методом оценки техногенного воздействия на геологическую среду является геоэкологическое картирование: изучение и оценка состояния, состава и свойств геологической среды, их трансформации под воздействием природных и техногенных процессов путем систематических наблюдений и опробования ее компонентов, прогнозирования и моделирования возможных изменений с применением компьютерных технологий [3].

Геоэкологическое районирование урбанизированных территорий – заключительная процедура их эколого-геологического изучения. Оно должно базироваться на интегральной оценке состояния геологической среды с учетом максимального числа факторов, определяющих трансформацию геологической среды и сопряженных с ней компонентов окружающей среды (ОС). К их числу относятся: ландшафты, техногенная нагрузка и нарушенность территории, глубина залегания уровня подземных вод, химический состав подземных вод по макро- и микрокомпонентам, их загрязнение нефтепродуктами, фенолами, детергентами, тяжелыми металлами, загрязнение приземной атмосферы (через состояние снежного покрова), поверхностных вод, почв, грунтов и донных отложений, развитие эндогенных и экзогенных геологических процессов, инженерно-геологических процессов и связанных с ними явлений и др. Все карты составляются в принятой системе условных обозначений без введения балльной оценки экологической роли факторов. Набор факторов определяется конкретными природными условиями и отраслевой специализацией территорий. При этом объективность и достоверность районирования во многом будут зависеть от количества и качества картографических материалов, отражающих пространственное распространение факторов [3].

В горнодобывающих районах нередко возникает необходимость выполнить геоэкологическую оценку площади по относительно ограниченной информации ранее проведенных геологосъемочных, поисковых, разведочных и добычных работ. В этом случае требуется выделить главные факторы, определяющие оценку состояния геологической среды. К ним, по-видимому, следует отнести степень техногенной нарушенности территории, загрязнения ингредиентов среды,

защищенность подземных вод с учетом развития геологических процессов и явлений и ландшафтных факторов.

Государственная инструкция по геоэкологическому картированию и общепринятая методика интегральной оценки экологического состояния геологической среды (ГС) отсутствуют. Пионером в этом вопросе явилось Министерство геологии СССР (ныне его правопреемник Министерство природных ресурсов РФ), предложившее в лице Всероссийского научно-исследовательского института гидрогеологии и инженерной геологии (ВСЕГИНГЕО) методические документы по эколого-геологическому изучению урбанизированных территорий.

ВСЕГИНГЕО разработаны требования по эколого-геологическим исследованиям и картографированию масштаба 1:50000-1:25000 (1990 г.) [7] и Методические рекомендации по составлению эколого-геологических карт масштаба 1:200000-1:100000 (1996 г.) [6]. Это обстоятельные детальные документы, регламентирующие проведение эколого-геологического изучения территорий в системе Минприроды РФ. По результатам геоэкологических съемок названных масштабов рекомендуется составление комплектов обязательных (2-6) и вспомогательных (8-16) карт по отдельным классам информации, касающейся экологического состояния ингредиентов геологической среды. Карты составляются в балльной системе оценок экологической роли факторов. Основными являются Эколого-геологические карты и Карты оценки экологического состояния среды.

Эколого-геологическая карта факториальная. Она отражает ландшафты, техногенную нагрузку, степень загрязнения почв, донных отложений, поверхностных и подземных вод (допустимое, умеренно опасное, опасное, чрезвычайно опасное), опасные геологические процессы и явления и др. Интегральная карта оценки экологического состояния по смысловому содержанию во многом дублирует частные карты по отдельным классам информации. Учитывается экологически ранжированный ряд классов показателей состояния ГС: загрязнение подземных вод – загрязнение почв – загрязнение донных отложений и поверхностных вод – опасные геологические процессы – загрязнение пород зоны аэрации – защищенность подземных вод от загрязнения – процессы, интенсивно влияющие на здания и сооружения. Комплексная оценка осуществляется по среднему баллу, с помощью которого выделены четыре градации состояния ГС: благоприятное, условно благоприятное, неблагоприятное и весьма неблагоприятное.

Наряду с несомненными достоинствами предложенные методики отличаются рядом существенных неудобств, затрудняющих их широкое использование: сложной системой оценок отдельных показателей; условностью числовой градации оценок показателей по категориям загрязнения; “разноразмерностью” балльной оценки различных показателей, характеризующих состояние отдельных сред; интегральный критерий оценки состояния ГС заменён средними значениями, что не отражает суммарного воздействия факторов на состояние ГС; информационной перегруженностью результирующих карт (эколого-геологической и оценки экологического состояния), их затрудненным восприятием.

Наряду с рассмотренными может быть предложена методика, позволяющая провести геоэкологическое районирование территорий как по результатам специализированных съемочных работ, так и с использованием материалов геологоразведочных работ по более простой схеме [3]. Она базируется на следующих принципах:

- Максимальный учет природных и техногенных факторов, определяющих состояние ГС.
- Картографическое отражение площадного распространения всех классов факторов в их реальном выражении (принятой легенде условных знаков) без “ранжирования” по степени экологического воздействия» (фактографический принцип). Предложен комплект карт: ландшафтная, морфометрическая (рельефометрическая), техногенной нагрузки, глубин залегания подземных вод, защищенности подземных вод, загрязненности почв, донных отложений, поверхностных вод, химического состава подземных вод, их загрязнения, радиогеохимическая (радиометрическая), карты эндогенных и экзогенных геологических процессов и связанных с ними явлений. Результирующими являются эколого-геологическая карта и карта геоэкологического районирования территорий.
- Принцип экспертных оценок экологической роли факторов. Предлагается 10-балльная шкала оценки факторов по их негативному воздействию на состояние ГС (принцип негативности - отрицательной роли факторов). Это позволяет оценить любую информацию (факторы всех классов) с одних позиций. Достоверность субъективных оценок определяется квалификацией и числом экспертов.
- Принцип равномерности оценки информации (геоэкологической роли факторов). С этой целью все частные карты (по всем классам факторов) составляются в одних границах (листов

соответствующего масштаба или обусловленных границах прямоугольных планшетов). Вся площадь каждой карты разбивается на квадраты со сторонами 1-2 см в зависимости от размеров площади и сложности природных и техногенных условий территорий. Среднеарифметическая (или средневзвешенная по площади) оценка в баллах по факторам каждого класса привязывается к центру квадрата.

- Принцип интегральной оценки информации при составлении карты геоэкологического районирования. В каждой точке оцениваются все проявленные факторы. Средние баллы суммируются. Максимальная сумма баллов в каждой точке:  $B=10n$ , где  $n$  - число классов информации (классов факторов). Геоэкологическое состояние территорий в зависимости от суммы баллов может быть оценено по следующей шкале:

(1-2)  $n$  – благоприятное

(2-4)  $n$  – умеренно благоприятное

(4-6)  $n$  – умеренно неблагоприятное

(6-8)  $n$  – неблагоприятное

$>8n$  – весьма неблагоприятное (катастрофическое)

- Принцип компьютерных технологий. В связи с большим объемом цифровой информации необходимо при построении карты геоэкологического районирования использование ПЭВМ. Программа (ГЕОЭКОЛ-GEOECOL) и алгоритм построения карты разработаны (Брусницын, 2000).

Изложенный подход позволяет один раз ввести субъективную (экспертную) оценку геоэкологических факторов на стадии геоэкологического районирования. При желании каждая частная ("живая") карта по классам информации может быть трансформирована в модельную при введении балльной оценки факторов. Но необходимости в этом нет.

Проиллюстрируем применение предложенной методики на примере Воронцовского рудного поля (Сев. Урал).

Воронцовское рудное поле расположено в 14-16 км к югу от г. Краснотурьинска. Оно приурочено к центральной части Турьинской вулкано-тектонической депрессии, сложенной вулканогенными, вулканогенно-осадочными породами и известняками краснотурьинской свиты, прорванными Ауэрбаховским интрузивом диоритов одноименного комплекса габбро-диорит-гранодиоритовой формации ( $D_2$ ). Месторождение контролируется зоной Воронцовского разлома и приурочено к структуре моноклиналичного типа с падением пород на запад под углом 15-20 до  $40^{\circ}$ . В основании разреза залегают известняки Фроловско-Васильевской толщи ( $S_2$ ), перекрыты вулканогенно-осадочными породами девонского возраста. Последние представлены тонким переслаиванием туфов, туфопесчаников, туфоалевролитов. Породы трещиноватые, разбиты многочисленными тектоническими нарушениями. Известняки интенсивно закарстованные. На поверхности вулканогенных и интрузивных горных пород развиты площадные коры выветривания мезо-кайнозойского возраста мощностью 5-20 м. В их разрезе выделяются щебнистый, щебнисто-глинистый и глинистый горизонты. Коры выветривания перекрыты глинистым делювием мощностью 1-8 м. Породы кор выветривания и делювиальные, элювиально-делювиальные отложения характеризуются низкими значениями коэффициента фильтрации (0,04-0,15 м/сут), являются хорошим водоупором и способны защитить подземные воды от загрязнения с поверхности.

Золотое оруденение Воронцовского месторождения является полигенным и полихронным. Оно связано с последовательно проявленными процессами скарнирования, пропилитизации, лиственитизации-березитизации (ауэрбаховский комплекс  $D_2$ ) и аргиллизации (субщелочной магматизм мезозойской тектоно-магматической активизации). Наиболее широко и интенсивно развит процесс аргиллизации, оформивший объект в качестве промышленного месторождения нового для Урала геолого-промышленного типа золото-аргиллизитовой формации.

Согласно схеме гидрогеологического районирования, район Воронцовского месторождения входит в состав системы бассейнов трещинных и трещинно-жильных вод Восточно-Уральского поднятия. По формационному принципу выделяются: водоносные горизонты глинисто-щебнистых кор выветривания, карстовых и делювиальных отложений; зон трещиноватости карстующихся пород (трещинно-карстовые в известняках), вулканогенно-осадочных, метаморфических и интрузивных пород.

На основе ранее проведенных работ масштаба 1:50000, поисков масштаба 1:10000, разведочных работ составлен комплект специальных карт: 1) ландшафтного районирования с совмещенной рельефометрической информацией (1:25000); 2) защищенности подземных вод, совмещенная с картой техногенной нагрузки (1:25000); 3) геохимического районирования на площади литогеохимических поисков (1:10000) и 4) геоэкологического районирования (1:25000).

**Ландшафтное районирование.** Карты масштабов 1:200000 – 1:25000 обычно охватывают площади распространения одного - двух, иногда трех типов природных ландшафтов. На площади Воронцовского рудного поля таковыми являются таежные и болотные ландшафты. В этой связи при ландшафтном районировании основную роль будут играть элементарные ландшафты, по Б.Б. Польшину и А.И. Перельману.

При ландшафтном районировании Воронцовской площади учтены элементарные ландшафты как наиболее изменчивые компоненты природных ландшафтов с учетом рельефа: 1) элювиальные (плосковершинные), 2) трансэлювиальные с уклонами  $< 0,008$  (весьма пологие),  $0,008-0,1$  (пологие) и  $> 0,1$  (крутых склонов в долинах р.Каквы и ее притоков), 3) супераквальные (террасовые), 4) долинные (субаквальные и аквальные). Особым знаком показаны болотные ландшафты. Вся площадь размещается в пределах таежного ландшафта (хвойных и смешанных лесов), которые никаким знаком не отмечены. На этой основе показаны пути миграции веществ с жидким и твердым стоком (рис. 1). Особой системой знаков отражены элементы техногенных ландшафтов – карьеры (с водой и сухие), отвалы, полигоны гидравлической отработки россыпей золота.

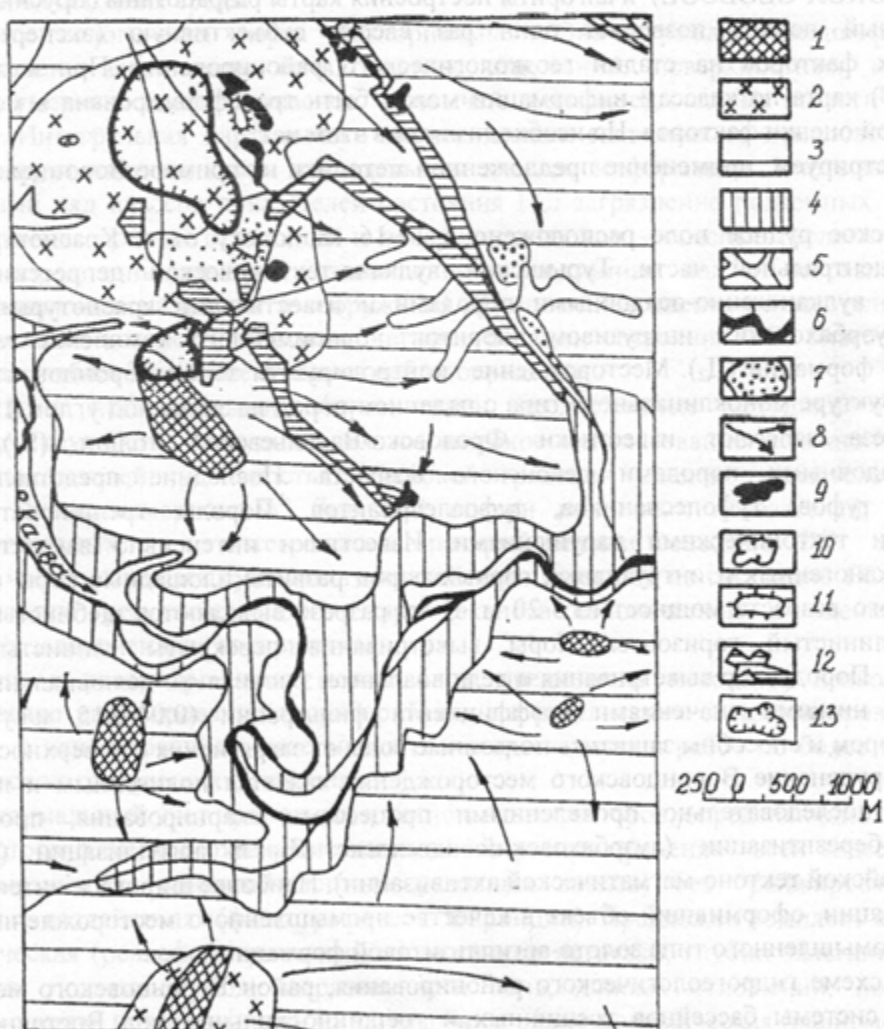


Рис. 1. Фрагмент карты ландшафтов Воронцовского рудного поля с элементами рельефометрии. (По О.Н. Грязнову, П.А. Шаброву, подготовка материала В.Г. Бордоковой):

1 – элювиальные ландшафты; 2-4 – трансэлювиальные ландшафты: 2 – пологие склоны с уклоном  $< 0,008$ , 3 – склоновые ландшафты с уклоном  $0,008-0,1$ , 4 – ландшафты крутых склонов (с уклоном  $> 0,1$ ); 5 – супераквальные (гидроморфные) ландшафты террас; 6 – субаквальные и аквальные ландшафты; 7 – болотные ландшафты; 8 – направление жидкого и твердого поверхностных стоков; 9-12 – техногенные ландшафты: 9 – затопленных карьеров, 10 – сухих отработанных карьеров, 11 – отвалов пустых пород, 12 – полигонов гидравлической разработки россыпей (дренажные полигоны); 13 – проектируемые карьеры Воронцовского месторождения

Защищенность подземных вод от загрязнения. Оценка защищенности осуществляется по методике В.М. Гольдберга [2]. Она выполняется на основе четырех характеристик зоны аэрации: 1) глубина залегания уровня грунтовых вод, 2) строение зоны аэрации и литологический состав пород, 3) мощность слабопроницаемых отложений, 4) фильтрационные свойства горных пород.

Грунтовые воды рыхлых отложений Воронцовского рудного поля имеют ограниченное (островное) распространение, дренируют в болотных системах. Объектом защиты являются подземные воды скальных массивов. Среди них выделяются трещинные и карстовые подземные воды. Трещинные воды включают: 1) подземные воды зоны экзогенной трещиноватости верхней части массива скальных пород (так называемые "трещинно-грунтовые воды") и 2) трещинно-жильные воды. Карстовые воды объединяют (1) грунтово-карстовые и (2) трещинно-карстовые.

Защищенность подземных вод рудного поля Воронцовского месторождения регламентируется защищенностью массива коренных горных пород с подземными водами рассмотренных типов. Состав и свойства элювиальных, элювиально-делювиальных, аллювиально-пролювиальных отложений, щебнисто-глинистой и глинистой кор выветривания близок – это песчано-глинистые отложения (с примесью щебня, дресвы) с коэффициентом фильтрации  $< 0,1$  м/сут. В этой связи защищенность подземных вод будет определяться мощностью перекрывающих скальные массивы образований ("покровных отложений"). По защищенности подземных вод выделено 5 типов площадей: I (мощность покровных отложений  $< 5$  м), II (5-10), III (10-15), IV (15-20), V ( $> 20$  м) (рис. 2).

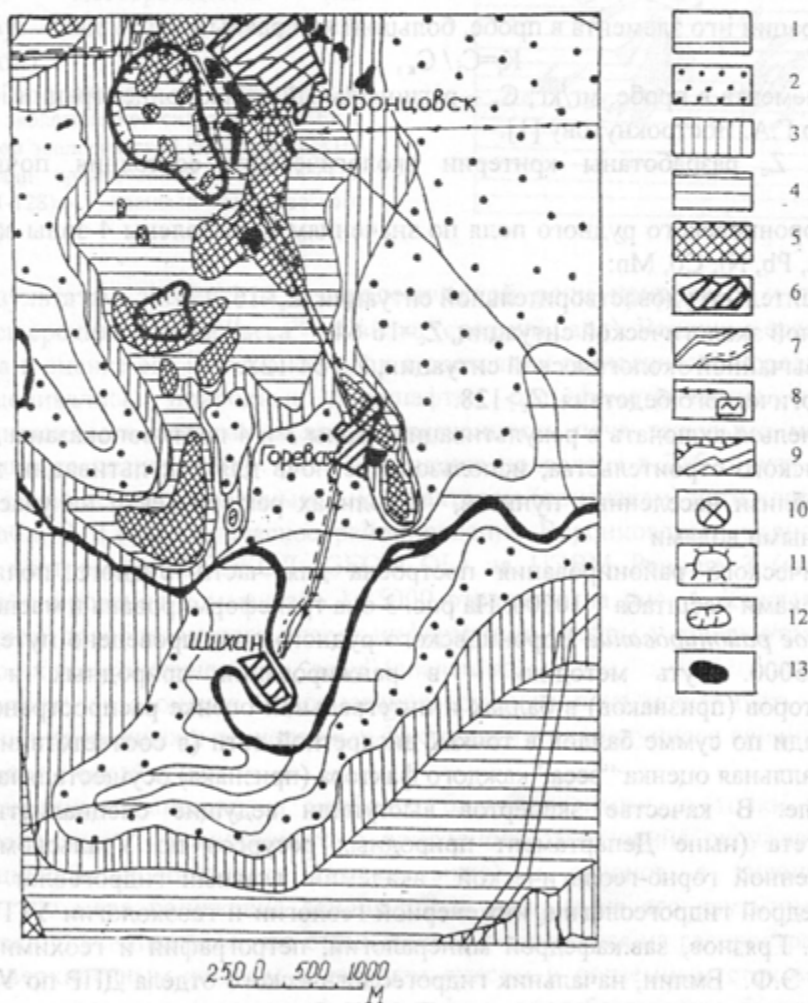


Рис. 2. Фрагмент карты защищенности подземных вод и техногенной нагрузки рудного поля Воронцовского месторождения. (По О.Н. Грязнову и П.А. Шаброву с использованием материалов Э.И. Афанасиади и И.В. Абатуровой. Подготовка материала В.Г. Бордоковой):

1-5 – площади различных категорий защищенности подземных вод: 1 – площади с мощностью покровных отложений  $< 5$  м; 2 – то же 5-10 м; 3 – 10-15; 4 – 15-20 м; 5 –  $> 20$  м; 6 – населенные пункты; 7 – автодороги с асфальтовым покрытием и грунтовые; 8 – линии электропередач; 9 – газопроводы; 10 – шахты; 11 – отвалы горных пород; 12 – карьеры отработанные, сухие; 13 – то же, затопленные; 14 – проектируемые карьеры Воронцовского месторождения

*Техногенная нагрузка* Воронцовского рудного поля включает все техногенные ландшафты, промышленные предприятия, сооружения, жилые массивы, горнодобывающие предприятия, карьеры, шахты, отвалы, железные и автодороги, ЛЭП, газопровод и пр. Для рассматриваемой территории она совмещена с картой защищенности подземных вод и отчасти ландшафтной картой.

*Геохимическое районирование* Воронцовского рудного поля основано на уровне содержания химических элементов (тяжелых металлов) в почвах и грунтах по данным поискового литохимического опробования.

Первичные и гипергенные руды Воронцовского месторождения характеризуются достаточно широким спектром сопутствующих элементов. Основными элементами-индикаторами золотого оруденения являются : Au, Ag, As, Hg, Sb, Mn, Ba. Они образуют уверенные эндогенные и гипергенные (вторичные) ореолы на всей площади развития оруденения. В рудах достаточно уверенная корреляция золота установлена с Pb, Ni, Co, Cu, V, Mo. Наивысшая корреляционная зависимость связывает Au с Hg. В сульфидных рудах содержание Hg варьирует от кларковых ( $0,9 \times 10^{-6} \%$ ) до  $210 \times 10^{-6} \%$ , составляя в среднем  $40 \times 10^{-6} \%$ . Первичный ореол Hg надежно фиксирует надрудные сечения.

В соответствии с Критериями оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия, химическое загрязнение почв и грунтов оценивается по суммарному показателю химического загрязнения Ю.Е. Саета –  $Z_c$  [5]:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_i - (n-1),$$

где  $K_i$  – кларк концентрации  $i$ -го элемента в пробе, больший или равный 1;

$$K_i = C_i / C_k,$$

$C_i$  – содержание  $i$ -го элемента в пробе, мг/кг;  $C_k$  – региональный кларк концентрации  $i$ -го элемента в почвах Урала, мг/кг, по Г.А. Вострокнутову [1].

По значениям  $Z_c$  разработаны критерии экологического состояния почв селитебных территорий [5].

На площади Воронцовского рудного поля по значениям  $Z_c$  выделены 4 зоны загрязнения As, Sb, Mo, Zn, Cd, Hg, Cu, Pb, Ni, Co, Mn:

1-я зона – относительно удовлетворительной ситуации,  $Z_c < 16$ .

2-я зона – опасной экологической ситуации,  $Z_c = 16-64$ .

3-я зона – чрезвычайной экологической ситуации,  $Z_c = 64-128$ .

4-я зона – экологического бедствия,  $Z_c > 128$ .

Почвы зоны 2 нельзя включать в рекультивацию. Зоны 3 и 4 противопоказаны для заселения, жилищного и гражданского строительства; использование почв для рекультивации запрещено, их нельзя складировать вблизи населенных пунктов, в долинах рек, ручьев и на участках со слабо защищенными подземными водами

Карта геохимического районирования построена для части рудного поля, охваченной литохимическими поисками масштаба 1:10000. На рис. 3 она трансформирована в масштаб 1:25000.

*Геоэкологическое районирование* Воронцовского рудного поля проведено путем построения карты масштаба 1:25000. Суть методики – в ранжировании природных и техногенных геоэкологических факторов (признаков) в баллах и интегральной оценке распространения факторов на исследуемой площади по сумме баллов в точках дискретной сети (в соответствии с выбранным масштабом оценки). Балльная оценка “веса” каждого фактора (признака) осуществлялась экспертами по 10-балльной шкале. В качестве экспертов выступили ведущие специалисты Уральского геологического комитета (ныне Департамент природных ресурсов по Уральскому региону) и Уральской государственной горно-геологической академии: главный гидрогеолог Уралгеолкома С.В. Палкин, зав. кафедрой гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии УГГА, д-р геол.-мин. наук, проф. О.Н. Грязнов, зав. кафедрой минералогии, петрографии и геохимии УГГА, д-р геол.-мин. наук, проф. Э.Ф. Емлин, начальник гидрогеологического отдела ДПР по УР, канд. геол.-мин. наук, доц. В.Н. Новиков, инженер-гидрогеолог П.А. Шабров.

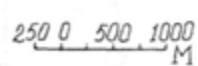
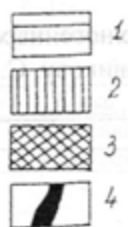


Рис. 3. Фрагмент карты геохимического районирования площади Воронцовского месторождения (по О.Н. Грязнову. Подготовка материалов В.Г. Бордоковой):

1 – площади относительно удовлетворенной экологической ситуации ( $Z_c < 16$ ); 2 – площади опасной экологической ситуации ( $Z_c = 16-64$ ); 3 – площади чрезвычайной экологической ситуации ( $Z_c = 64-128$ ); 4 – площади экологического бедствия ( $Z_c > 128$ )

По результатам экспертизы геоэкологической роли природных и техногенных факторов рассчитывалась средняя оценка “веса” признака (средний балл). Величина среднего балла фиксирует “вес” признака в оценке его негативной роли в состоянии геологической среды (табл. 1). В качестве признаков оценивались: природные ландшафты, рельефометрические признаки, техногенная нагрузка, защищенность подземных вод, загрязненность почв тяжелыми металлами. В границах экспериментального планшета (см. рис. 1-3) оценка проведена в 216 точках прямоугольной сети с ячейкой 1 кв. см по всем проявленным в ней факторам (признакам) пяти классов. Фрагмент расчета приведен в табл. 2. Геоэкологическое районирование Воронцовского рудного поля выполнено с применением программы ГЕОЭКОЛ (GEOECOL) на ПЭВМ Pentium 3 (автор В.Д. Брусницын). Результаты районирования в масштабе 1:25000 отражены на рис. 4. Каждая точка зафиксирована условным знаком преобладающего класса информации. Цифры у точки отражают ранжированный ряд классов по их геоэкологическому “весу” (значению).

Геоэкологическая оценка Воронцовского рудного поля может быть выполнена из анализа распространения природных и техногенных факторов и их совокупного влияния на состав, состояние и свойства геологической среды.

Из природных ландшафтов наиболее благоприятными, с точки зрения “сохранности” (“нераспространенности”) техногенного и природного загрязнения окружающей среды, являются пологие ландшафты водоразделов (элювиальные) и склонов с уклоном  $< 0,008$ , особенно заболоченные. По мере понижения ландшафта и увеличения его крутизны транзитные свойства среды существенно усиливаются, что отрицательно сказывается на распространении загрязнителей в связи с их поверхностным жидким и твердым сносом и подземным стоком. Наиболее негативны субаквальные и аквальные (долинные) ландшафты, способствующие быстрому распространению (миграции) загрязняющих веществ. Местный базис эрозии р. Каквы служит постоянной дренажной поверхностью и подземного стоков практически на всей площади водосбора рассматриваемой территории. В случае ее загрязнения подвергнется опасности Киселевское водохранилище – резервный водозабор г. Серова.

Экспертная оценка веса признаков (природных и техногенных геоэкологических факторов) в баллах (по О.Н. Грязнову, Э.Ф. Емлину, В.Н. Новикову, С.В. Палкину, П.А. Шаброву)

Признаки (геоэкологические факторы)	Средний балл
1. Природные ландшафты	
1.1. Элювиальные	4
1.2. Трансэлювиальные (склоновые)	3
1.3. Супераквальные (гидроморфные)	5
1.4. Субаквальные и аквальные	8
2. Рельефометрические	
2.1. Площади с уклоном $< 0,008^{\circ}$	2
2.2. Площади с уклоном $0,008-0,1^{\circ}$	5
2.3. Площади с уклоном $> 0,1^{\circ}$	9
3. Техногенные ландшафты	
3.1. Карьеры, заполненные водой	5
3.2. Карьеры без воды	5
3.3. Отвалы горных пород	5
3.4. Населенные пункты	7
3.5. ЛЭП	3
3.6. Авто- и железные дороги	5
3.7. Газопровод	3
3.8. Полигоны гидравлической отработки россыпей	7
4. Защищенность подземных вод (по мощности покровных отложений)	
4.1. Мощность отложений $m_{по} < 5$ м	10
4.2. $m_{по} = 5-10$ м	7
4.3. $m_{по} = 10-15$ м	5
4.4. $m_{по} = 15-20$ м	4
4.5. $m_{по} > 20$ м	1
5. Загрязненность почв тяжелыми металлами	
5.1. $Z_c < 16$	2
5.2. $Z_c = 16-64$ м	6
5.3. $Z_c = 64-128$ м	8
5.4. $Z_c > 128$ м	10

Техногенная нарушенность природной среды Воронцовского рудного поля весьма высокая. Промышленное освоение и урбанизация района в пределах Богословского горного округа начались еще в XIX веке и связаны с открытием и эксплуатацией многочисленных месторождений железа и меди, металлургическим переделом руд и разработкой россыпных месторождений золота. Помимо этих месторождений, освоение которых продолжается и в настоящее время (шх. "Северо-Песчанская" на одноименном скарново-магнетитовом месторождении, шх. "Медная" на базе Турьинской группы скарновых месторождений, россыпи Заозерного прииска), начата разработка Воронцовского месторождения золота, эксплуатируются месторождения строительных материалов, подземных вод и др.

Богословский алюминиевый завод в г. Краснотурьинске уже более 50 лет перерабатывает бокситы СУБРа. С развитием горнодобывающей и перерабатывающей промышленности связано постоянно возрастающее техногенное воздействие на природную среду карьеров, шахт, отвалов, городов и поселков, железных и автомобильных дорог, многих коммуникаций. Особо негативное влияние на среду рудного поля оказывают населенные пункты и дренажные полигоны. Приземная атмосфера является мощным поставщиком агрессивных осадков со стороны г. Краснотурьинска.

Защищенность подземных вод имеет важное значение в охране геологической среды Воронцовского рудного поля. Она связана с мощностью песчано-глинистых элювиально-делювиальных отложений и кор выветривания, перекрывающих массив коренных горных пород с подземными водами, обеспечивающими питьевое и техническое водоснабжение населенных пунктов и производственных предприятий. Наиболее защищенными являются юго-западная, отчасти центральная и западная части площади. Надежно защищен правый борт долины р. Каквы и водораздел Каква - Катасьма (южный фланг территории), где мощность покровных отложений превышает 20 м. Достаточно защищены площади с мощностью отложений 15-20 м. Минимальная мощность перекрывающих песчано-глинистых образований (независимо от их генезиса), которую можно принять за предел защищенности, определена в 10 м.



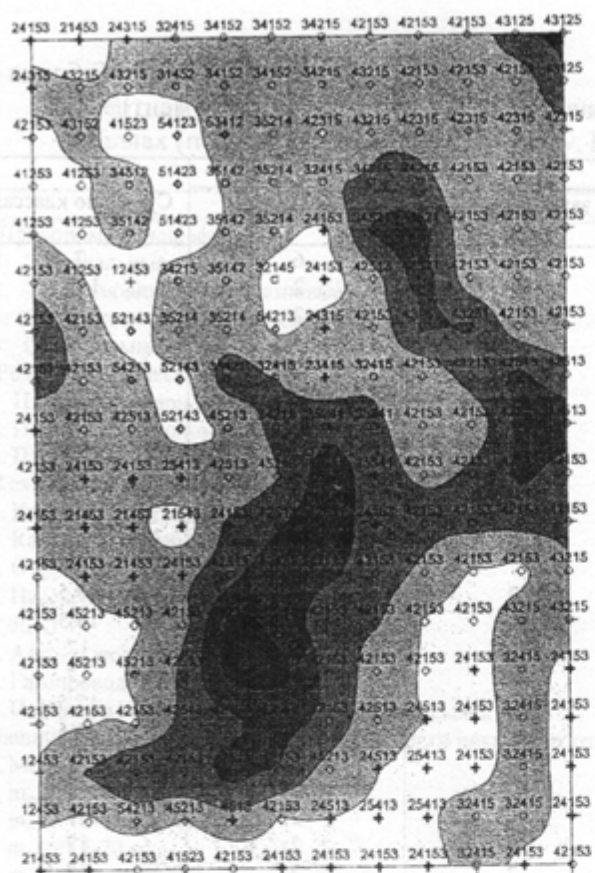
Балльная оценка геоэкологических факторов (признаков) по классам (фрагмент)

ландшафтный	рельефометрический	Класс			Сумма по классам
		техногенной нагрузки	защищенности ПВ	геохимический	
2	3	4	5	6	7
3	5	-	4,5	2	14,5
3	5	-	2,5	2	12,5
3	5	4	4,5	2	18,5
3	3,5	5,5	3,3	2	17,3
3	2	7,5	3,3	2	17,3
3	2	7	5	2	19
3	3,5	6	5	2	19,5
3	5	-	6	2	16
3	5	-	7	2	17
3	5	-	7	2	17
5,3	5	7	7	2	26,3
6,5	5	7	7	2	27,5
3	5	4	4,5	2	18,5
3	3,5	4	4,5	2	17
3	3,5	4	4,5	2	17
3	2	8	2,5	2	17,5
3	2	5	4,5	2	16,5
3	2	7	4,5	2	18,5
3	3,5	6,3	4,5	2	19,3
3	5	5	6	2	21
3	5	-	7	2	17
3	5	-	7	2	17
3	5	-	7	2	17
5,3	5	7	7	2	26,3
3	3,5	-	6	2	14,5
3	2	5	6	2	18
3	2	-	6	2	13
3	2	-	3,3	5,3	13,6
3	2	4,5	4	6	19,5
3	3,5	5,8	2,5	4	18,8
3	3,5	3	4,5	2	16
3	5	5	6	2	21
3	5	3	7	2	20

Природная загрязненность почв и грунтов, выявленная по результатам литохимического опробования в центральной части рудного поля, характеризуется локальностью распространения, его высокой интенсивностью. Практически все почвы карьерного поля отличаются по уровню содержания тяжелых металлов высокой загрязненностью (на уровне “чрезвычайной экологической ситуации” и “экологического бедствия”). Эти почвы не подлежат складированию и не могут быть использованы для рекультивации. Их необходимо концентрировать в специально обустроенных отвалах наряду с забалансовыми рудами и минерализованными горными породами. Аналогично следует поступать с почвами 2-й – 4-й зон загрязнения карты геохимического районирования в случае их снятия при любых видах строительства.

Интегральная карта геоэкологического районирования Воронцовского рудного поля отражает благоприятную - неблагоприятную геоэкологическую ситуацию в зависимости от природного состояния, состава и свойств ингредиентов геологической среды и их изменения под воздействием техногенеза. Наиболее неблагоприятная геоэкологическая ситуация сложилась в центральной и северо-восточной частях площади. Это связано с высокой техногенной нагрузкой на природную среду, слабой защищенностью подземных вод и сильным загрязнением почв тяжелыми металлами вследствие развития гипергенных вторичных ореолов рассеяния химических элементов руд и околорудных горных пород.

Наиболее благоприятная геоэкологическая обстановка (по защищенности подземных вод, техногенной и ландшафтной ситуации) в пределах исследованной площади свойственна южной – юго-западной части – на правом берегу р. Каквы, особенно на плоском заболоченном водоразделе Каква - Катасьма. С позиций защищенности подземных вод, охраны бассейна р. Каквы, оптимальности ландшафта эта часть рудного поля является наиболее благоприятной для размещения



Исходные данные	Классификация	Информация
1	2	3
4	5	6
7	8	9
10	11	12
13	14	15
16	17	18
19	20	21
22	23	24
25	26	27
28	29	30
31	32	33
34	35	36
37	38	39
40	41	42
43	44	45
46	47	48
49	50	51
52	53	54
55	56	57
58	59	60
61	62	63
64	65	66
67	68	69
70	71	72
73	74	75
76	77	78
79	80	81
82	83	84
85	86	87
88	89	90
91	92	93
94	95	96
97	98	99
100	101	102
103	104	105
106	107	108
109	110	111
112	113	114
115	116	117
118	119	120
121	122	123
124	125	126
127	128	129
130	131	132
133	134	135
136	137	138
139	140	141
142	143	144
145	146	147
148	149	150
151	152	153
154	155	156
157	158	159
160	161	162
163	164	165
166	167	168
169	170	171
172	173	174
175	176	177
178	179	180
181	182	183
184	185	186
187	188	189
190	191	192
193	194	195
196	197	198
199	200	201
202	203	204
205	206	207
208	209	210
211	212	213
214	215	216
217	218	219
220	221	222
223	224	225
226	227	228
229	230	231
232	233	234
235	236	237
238	239	240
241	242	243
244	245	246
247	248	249
250	251	252
253	254	255
256	257	258
259	260	261
262	263	264
265	266	267
268	269	270
271	272	273
274	275	276
277	278	279
280	281	282
283	284	285
286	287	288
289	290	291
292	293	294
295	296	297
298	299	300

Рис. 4. Фрагмент карты геоэкологического районирования Воронцовского рудного поля (по О.Н. Грязнову, Компьютерная версия В.Д. Брусницына):

>31,5 – площади с неблагоприятным геоэкологическим состоянием; 21,5-31,5 - площади с умеренно неблагоприятным геоэкологическим состоянием; 16,5-21,5 – площади с умеренно благоприятным геоэкологическим состоянием; < 16,5 – площади с благоприятным геоэкологическим состоянием. Цифры у знаков – ранжированный ряд классов факторов по их роли в геоэкологическом состоянии площади

обогащательной фабрики и шламохранилища. Остальные площади рудного поля характеризуются промежуточными оценками геоэкологического состояния.

Предложенная методика геоэкологического районирования универсальна. Она может быть использована в районах с любым набором природных и техногенных факторов, определяющих состояние геологической среды, при любой степени урбанизации как в ручном, так и электронном способах обработки информации [4].

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вострокнутов Г.А. Временное методическое руководство на проведение геохимических исследований при эколого-геохимических работах. Свердловск: ПГО "Уралгеология", 1991.
2. Гольдберг В.М., Газда С. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. М.: Недра, 1984. 262 с.
3. Грязнов О.Н. Геоэкологическое картирование как метод оценки состояния геологической среды горнодобывающих районов // Геоэкологическое картографирование: Мат-лы. Всерос. конф. М.: Геоинформмарк, 1998. Ч.II. С. 90-91.
4. Грязнов О.Н., Абатурова И.В., Афанасиади Э.И., Гуман О.М., Дубейковский С.Г., Петрова И.Г. Проблемы изучения и оценки состояния геологической среды урбанизированных территорий Урала // Мат-лы. Междунар. симпоз. Екатеринбург: Изд-во АКВА-ПРЕСС, 2001. Т. 2. С. 463-473.
5. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. М.: Минприроды РФ, 1992.
6. Островский В.Н., Островский Л.А. Методические рекомендации по составлению эколого-геологических карт масштаба 1:200000-1:100000. М.: ВСЕГИНГЕО, 1996. 61с.
7. Требования к геолого-экологическим исследованиям и картографированию масштаба 1:50000 – 1:25000 / М.С. Галицин и др. М.: ВСЕГИНГЕО, 1990. 127с.