

В дальнейшем авторы статьи предполагают выполнить апробацию данного метода на полигонах складирования ТБ и ПО, имеющих сеть наблюдательных скважин за состоянием подземных вод.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Гороховский В.М., Ткачук Э.И.** Моделирование в инженерной геологии. - Новочеркасск: Изд-во НПУ, 1980. - 84 с.
2. **Грязнов О.Н., Гуман О.М., Морозова Л.П., Шабалина Н.С.** Геологические предпосылки для оптимального размещения полигонов твердых бытовых и промышленных отходов // Известия Уральской гос. горно-геологической академии. Сер.: Геология и геофизика. - 2000. - Вып.10. - С. 241-247.
3. **Крамбейн У., Кауфмен М., Мак-Кеммон Р.** Модели геологических процессов. - М.: Мир, 1973. - 151 с.
4. **Мироненко В.А., Румынин В.Г.** Проблемы гидрогеоэкологии. Т.1. - М.: Изд-во МГТУ, 1998. - 611 с.
5. **Розовский Л.Б., Зелинский И.П., Воскобойников В.М.** Инженерно-геологические прогнозы и моделирование. - Киев - Одесса: Вища шк. Головное изд-во, 1987. - 208 с.

УДК 556.388 (575.11)

И.В. Абатурова, И.Г. Петрова

ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА ГОРНОЙ ЧАСТИ ПОЛЯРНОГО УРАЛА

При интенсивном освоении территории Полярного Урала возникает комплекс задач, среди которых особое место занимают проблемы оценки современного состояния геологической среды и степень нарушенности ее компонентов под воздействием различных антропогенных факторов.

Специфичность геоэкологических условий территории Полярного Урала обусловлена рядом факторов, к которым относятся климат, рельеф, распространение почв и растительности, геолого-структурные особенности территории, геокриологические и гидрогеологические условия, виды и интенсивность экзогенных геологических процессов.

Территория Полярного Урала располагается в относительно высоких широтах, там, где климат формируется в условиях малого количества солнечной радиации. Годовая величина радиационного баланса изменяется как в меридиональном, так и в высотном направлениях и зависит от длительности зимнего периода, мощности снежного покрова и т.д.

Продолжительность безморозного периода года со среднесуточной температурой воздуха выше 0 °С составляет около 2,5 месяцев и варьирует в зависимости от климатических особенностей территории. Среднегодовые величины осадков составляют 500–1500 мм/год. Летние осадки длительные, малоинтенсивные и составляют 500–700 мм, в холодный период – 300–500 мм и более. Среднегодовое количество осадков колеблется от 1,0 до 5,0 м в узких подветренных долинах, горных ущельях, здесь же происходит формирование снежников, в тундре – от 0,5 до 1,0 м [1].

Расчетные величины испарения с поверхности суши составляют 250 мм и менее. Преобладание атмосферных осадков над испарением обеспечивает избыточную увлажненность территории, значение коэффициента сухости менее 1, что обуславливает специфику геохимической обстановки.

Исследуемая территория Урала, согласно схеме геоморфологического районирования, расположена в пределах двух ландшафтных зон - Уральской и Зауральской, которые охватывают три района: зону кряжа со средне-низкогорным рельефом (IA), низкие остаточные горы (IB), Зауральскую равнину (II). Распространенность почв и растительности по территории подчиняется климатической и ландшафтной зональности, вследствие этого выделяются высотно-ярусные ландшафты тундровой и лесотундровой подзон.

Высотно-ярусная подзона характеризуется вертикальной почвенно-растительной зональностью: у подножья склонов преобладают ерниковые тундры, на склонах – лишайниковые и моховые, выше – горные пятнистые, а с высоты 800 м начинается гольцовый пояс, лишенный почвенного и растительного покровов. В понижениях и на склонах, защищенных от ветра, встречаются заросли ивы высотой до 0,7–2,0 м. В пределах подзоны формируются почвы тундрового типа: тундрово-глеевые и тундрово-болотные.

Характерной общей чертой для выделенных ландшафтных таксонов является приуроченность района к зоне развития многолетнемерзлых пород (ММП). В целом площадь характеризуется сплошным и прерывистым распространением ММП. Прерывистость обусловлена наличием таликовых зон сквозного характера, которые приурочены к руслам рек (Собь, Пайпудына) и крупным озерам, а также несквозным таликам. Несквозные талики распространены в полосах стока, на подветренных склонах, при значительной мощности снежного покрова, под руслами небольших водотоков. По данным Обермана Н.Г. [3], для Полярного Урала до отметок 500–600 м наблюдается прерывистое распространение мерзлоты, гипсометрически выше – сплошное, хотя даже на значительных высотных отметках развиты мощные до 5–9 м сезонные талики. Мощность ММП изменяется от 50 (Собский участок) до 405–425 м (Рай-Из).

Глубина слоя сезонного протаивания зависит от литологического состава и мощности рыхлых отложений и составляет в песках 0,4–2,0 м, в супесях – 0,4–1,6 м, в суглинках – 0,3–1,3 м, в торфах – 0,2–0,6 м.

Одной из наиболее экологически значимых характеристик ММП является их льдистость. Величина ее определяется характером образования ММП син- либо эпикриогенным. Синкриогенные мерзлые осадки характеризуются относительно постоянной по разрезу повышенной объемной льдистостью, такие образования в основном характерны для пород озерно-биогенного, элювиального, аллювиального, флювиогляциального генезиса. Эпигенетические образования характерны в основном для скальных горных пород.

Залежеобразующие подземные льды региона представлены линзовидными и пластовыми формами. Первые отмечаются в буграх пучения с ледяным ядром и гидролакколитах. Такие бугры обычно приурочены к полям торфяников, участкам вершинного промерзания котловин естественно осушившихся озер. На участках разгрузки подземных вод распространены гидролакколиты как многолетние, так и сезонные, которые образуются при промерзании интенсивно обводненного деятельного слоя. Мощности линзовидных тел сезонных 0,5–2 м, многолетних – до 10–15 м.

Пластовые ледяные залежи представлены также сезонными и многолетними образованиями. Первые встречаются на наледных поймах рек, на горных склонах, покрытых элювиально-делювиальным чехлом; связаны с промерзанием СТС. Мощности сезонных залежей 0,5–2 м, площади измеряются многими сотнями квадратных метров, а глубины залегания от дневной поверхности – около 1 м.

Многолетние ледяные тела по своему генезису относятся к погребенным и внутригрунтовым [2]. Погребенные тела связаны с захоронением отдельных прослоев глетчерного льда. Нижняя граница их прослежена до глубин 400 м. Мощность таких ледяных тел до 20 м и более, площадь – от десятков до сотен квадратных метров.

Внутригрунтовые льды встречаются достаточно широко. Установленные глубины залегания от 3–5 до 150–200 м. Протяженность разбуренных залежей измеряется первыми километрами, при ширине 1–2 км.

Особенностью строения криогенных толщ Урала является частое преобладание в разрезе яруса морозных пород, особенно типичное для средне- и низкогорных массивов глубоко расчлененных и потому сдренированных.

В инженерно-геологическом строении видов ландшафтов участвуют группы литолого-генетических типов: крупнообломочных, гравийно(дресвяно)-песчанистых, валунно-глинистых и т.д. – аллювиального, делювиального, пролювиального, флювиогляциального, элювиального и др. генезиса и скальных пород различного состава. Рыхлые отложения залегают несплошным обычно маломощным (первые метры) покровом; лишь в узких депрессиях он может возрастать до десятков и даже сотен метров.

Особое значение с точки зрения изучения геоэкологических условий имеет развитие экзогенных геологических процессов (ЭГП). Виды распространения и интенсивность ЭГП и степень пораженности ими территории обусловлены воздействием большой группы природных факторов.

Приуроченность района к горно-складчатой области обуславливает формирование гравитационных процессов: в высокогорьях развиты осыпи и обвалы, в равнинных и слабовосхолмленных областях остаточных гор – пластическое оползание. В зоне лесотундры оползневые массивы покрыты “пьяным лесом”. Для горных ландшафтов также довольно частыми являются лавино- и селеобразования.

Развитие на площади карбонатных пород служит предпосылкой для формирования карста. Однако приуроченность района к криолитозоне наложила особый отпечаток на формирование процессов и явлений. Так, карст, возможно, имеет смешанный генезис, т.к. впадины, сформировавшиеся на карбонатных породах, в рельефе имеют правильную округлую форму и заполнены водой. Широкое развитие солифлюкционных процессов, курумообразования, морозного пучения, пятно- и трещинообразования и других процессов накладывает отпечаток на состояние окружающей среды и учитывается при оценке ее устойчивости. Основные комплексы ЭГП находятся в зрелой стадии развития, в то же время практически для каждого комплекса отмечаются и начальная стадия зарождения того или иного ЭГП. При оценке геоэкологических условий важным является выделение однотипных участков, характеризующихся одинаковыми условиями формирования геоэкологических условий. Дифференциация территории была выполнена с учетом климатических почвенно-растительных геоструктурных, морфологических и т.д. условий, которые определяют современные условия миграции элементов. Каждый выделенный таксон характеризует ландшафт как целостную систему. Всего выделено 3 типа природных ландшафтов

1) Структурно-денудационный и денудационный, охватывающий участки сводово-глыбовых хребтов и массивов в границах горных сооружений.

2) Эрозионно-аккумулятивный, включающий в себя субгоризонтальные поверхности, сложенные ледниковыми и флювиогляциальными отложениями.

3) Аккумулятивный, охватывающий долины рек, заболоченные низины, сложенные аллювиальными, озерно-аллювиальными, делювиальными отложениями с травянисто-мохово-лишайниковой растительностью.

Из техногенных ландшафтов выделены техногенно-образованные и техногенно-измененные.

Структурно-денудационный и денудационный типы ландшафтов характеризуются глубоким расчленением рельефа, превышение водоразделов над долинами до 500–1000 м; высота отдельных вершин – 1100–1300 м. Преобладающими являются денудационно-эрозионные процессы. Ландшафты сложены метаморфизованными, метаморфическими и интрузивными палеозойско-протерозойскими образованиями, перекрытыми маломощным и прерывистым чехлом четвертичных отложений: элювиальных, делювиальных, коллювиальных, пролювиальных. Ландшафты приурочены к области распространения ММП, глубина сезонного промерзания – от 1 до 8 м, в среднем 1–2 м. Многолетнемерзлые породы выступают как механический и низкотемпературный термодинамический барьер, защищающий подземные воды от загрязнения.

Почвообразующими породами являются элювиальные и делювиальные отложения, на гольцах почвы отсутствуют. Здесь распространен криогенез во всех его проявлениях: солифлюкция, курумообразование, пучение и морозобойное растрескивание грунтов, термоэрозия и термокарст.

Все это способствует механической миграции загрязняющих веществ, криогенной метаморфизации вод. Ландшафты охватывают геологически открытые территории, поэтому их экогеохимия полностью обусловлена рудоносностью этих территорий. При выражении ее “псевдоформулами” первые члены не всегда соответствуют геохимической специализации литокомплексов, т.к. при экогеохимической характеристике отдается предпочтение содержанию элементов I, II классов токсичности, представленных в основном металлами и рассеянными элементами, которые обычно являются примесями в рудоносных телах. Умеренно опасные концентрации наблюдаются у As, что связано с золоторудными проявлениями. В районе массива Райиз фиксируются аномальные содержания Cr.

Характерным для горных ландшафтов является загрязнение почв естественными радионуклидами в связи с наличием урановых и редкометалльных рудопроявлений, имеющее на отдельных участках опасный уровень радиоактивного загрязнения.

В целом горные ландшафты отличаются максимальным набором элементов, содержание которых превышает существующие нормативы. Их спектр охватывает 20–25 элементов, среди которых преобладают элементы III класса токсичности в умеренно опасных концентрациях, но преобладающими для оценки уровня загрязнения ландшафтов являются 3–5 элементов (As, Be, Cr, Mo).

Аккумулятивный ландшафт выделяется в юго-восточной части листа и сложен в основном флювиогляциальными гравийными песками и ледниковыми супесями четвертичного возраста, залегающими на мезозойских образованиях. Многолетнемерзлые породы имеют прерывистое распространение. На ландшафтах тундровой подзоны распространены комплексы тундровых суглинистых почв под кустарниково-мохово-лишайниковой растительностью. Для лесотундровой подзоны характерно сочетание почв тундрового и подзолистого типов. Под кустарничковыми порослями развиты комплексы тундровых почв, под редколесьями – подзолистые почвы. Из числа болотных почв распространены тундровые болотные комплексы бугристых торфяников. В пределах этого ландшафта развит ряд процессов: заболачивание, солифлюкция, термокаст.

Ландшафты речных долин в верховьях – это типичные трюги с карами у истоков, долины V-образной формы, часто асимметричны. Рыхлые отложения представлены аллювиальными песками, галечниками и валунами. Террасовый комплекс в верховьях крупных рек (Собь, Пайпудына) представлен двумя поймами, в среднем и нижнем течении одной, двумя и фрагментарно – тремя надпойменной террасами. Для данного ландшафта характерно наличие сквозных таликов.

Исследуемая территория в целом слабоурбанизирована, антропогенная нагрузка сосредоточена локально. Техногенно-измененные ландшафты включают в себя промышленные и селитебные зоны (п. Полярный, Полярный Урал, Харп и т.д.). Энергоснабжение территории поселков централизованное. Теплоснабжение местное, котельные отапливаются углем и дизельным топливом. В п. Харп работает завод железобетонных изделий, предприятия пищевой промышленности. Сельскохозяйственная освоенность территории незначительная, в п. Харп организован животноводческий комплекс; на всей территории осуществляется выпас оленей.

Техногенно-образованные ландшафты характерны для горнодобывающего комплекса и связаны с месторождениями хромитов (“Центральное”, “Западное”), баритов (“Войшорское”) и ряда строительных материалов, а также для транспортных комплексов (ж/д ветка Сейда – Лабытнанги, автомобильные дороги).

Общее загрязнение территорий, прилегающих к техногенным ландшафтам, состоит из механического и аэрогенного. Механическое загрязнение связано с застройкой, утечками канализационных стоков, просыпками перевозимых грунтов и т.д. Аэрогенное загрязнение зависит от вида используемого топлива, типа транспорта, характера грузов, степени их пыления, интенсивности движения транспорта, способов обработки месторождения и т.д.

Главными элементами-загрязнителями являются Cr, Ni, Ti, W, Pb. Содержания этих элементов достигают: Cr – 1,5–2; Ni – 1,5–2; Ti – 1,5–2; Pb – 1,5–2 кларковых концентраций. Почвогрунты характеризуются относительно удовлетворительными состояниями при слабоопасном (Zc–8–16) и умеренноопасном (Zc–16–32) загрязнении. Отмечается очаг, где Zc > 128 и загрязнение носит чрезвычайно опасный уровень (п. Харп).

Фактор хозяйственной деятельности человека вносит основополагающие коррективы в изменение режима подземных вод, связанное с водоотбором. Химический состав подземных вод не меняется в связи с высокой степенью разбавляемости.

Хозяйственное освоение региона привело к существенным изменениям литогенной геологической среды в пределах возникших ландшафтно-техногенных комплексов и объектов, охватывающих не только участки приложения техногенной нагрузки, но зачастую и прилегающие к ним площади. На таких территориях рельеф претерпевает серьезные преобразования: изменены состав, строение, состояние и свойства пород, нередко и условия залегания; активизировались либо возникли экзогенные геологические процессы. Техногенная нарушенность литогенной основы геологической среды неоднозначна по своим проявлениям, глубинам их распространения и интенсивности развития. Эти особенности обусловлены отраслевой спецификой приложенных техногенных нагрузок.

В результате строительства поселков произошло повышение и понижение отметок рельефа, стирание геоморфологических границ, возникновение антропогенных форм мезо- и микрорельефа:

насыпей, техногенных уступов и т.д. Повышенная снегозаносимость строений, снижение альбедо земной поверхности из-за повышенной запыленности воздуха в результате работы котельных, утечка коммунальных стоков являются причиной повышения температур пород под зданиями. Ландшафтно-транспортные комплексы и объекты вызывают нарушение естественного поверхностного и грунтового стоков и, как следствие, активизируют процесс заболачивания прилегающих площадей. Эрозионные процессы (термоэрозионные) активизируются вдоль трассы Сейда – Лабитнанги на склоновых участках: появляются промоины, рытвины. Ширина зоны нарушения поверхности ландшафтов под влиянием гусеничного транспорта составляет до 60 м.

Для насыпных и асфальтированных дорог характерна деградация ММП. Полотно дорог почти всегда возвышается над окружающей местностью, благодаря чему поверхность практически лишена снежного покрова, что приводит к дополнительному выхолаживанию грунтов под дорогой и их многолетнему промерзанию. Кроме того, для расчлененного рельефа (дорога на Харбейский рудник) характерно сползание грунтового дорожного полотна по склону, развитие морозного пучения, а также формирование наледей, рытвин, оврагов по колеям грунтовых дорог.

Сельскохозяйственная освоенность территории представлена в основном оленьими пастбищами. Перевыпас оленьих стад приводит к уничтожению, вытаптыванию лишайниковых, моховых покровов. Вследствие этого происходит зоогенное нарушение условий теплообмена почв с атмосферой, что стимулирует сплывы почвогрунтов.

Литогенные изменения геологической среды при геологоразведочных работах ограничиваются дискретным воздействием, в основном вокруг скважин; в пределах этих площадей техногенные нарушения восстанавливаются полностью через 10–20 лет. Однако литогенные нарушения в горной части (массив Райиз) отличаются динамичностью развития криогенных процессов. Это связано с незначительной тепловой инерционностью пород. Так, например, снятие лишайникового покрова, сочетающееся со снегозаносами вблизи одного из балков базы геологов, повлекло за собой опускание кровли ММП на 10 м всего за 2 года [3]. Динамичность процессов связана также и с наличием грубообломочных пород, отличающихся высокой водопроницаемостью и, как следствие, значительным привнесом тепла с инфильтрующими осадками. Так, под неликвидированными разведочными шурфами, канавами в щебнистых отложениях через 10–15 лет после проходки образуются таликовые щели. [4] Кроме того, для горных районов при техногенной нагрузке характерна активизация склоновых процессов.

С эксплуатацией месторождений полезных ископаемых открытым способом связано изъятие из недр довольно значительного объема горной массы с образованием отрицательных форм мезорельефа и изменение динамического состояния массива горных пород.

Изученная территория относится к сейсмически опасной. Активные тектонические нарушения и контролируемые ими современные и палеодолины, зоны повышенных напряжений земной коры (“геопатогенные зоны”) оказывают отрицательное воздействие на здоровье человека, которое по своему негативному воздействию многократно превосходит антропогенное. Поэтому при оценке экологического состояния необходимо учитывать наличие и характер проявления тектонических процессов.

Анализируя современное эколого-геологическое состояние, можно говорить о том, что территория характеризуется достаточно напряженной обстановкой. Это связано прежде всего со сложными природными условиями, обуславливающими крайне неустойчивое состояние геологической среды; при дальнейшем увеличении техногенных нагрузок это необходимо учитывать. В этой связи с целью сохранения и изучения состояния геологической среды рассматриваемой площади необходимо предусмотреть:

- организацию специализированных геоэкологических исследований масштаба 1:200 000 – 1:100 000;
- создание сети мониторинга на наиболее опасных участках (п. Харп, Полярный, железная дорога, районы обрабатываемых месторождений) с составлением карт периодического контроля за состоянием природной среды;
- детальное изучение почвогрунтов, донных осадков, снежного покрова на участках выделенных локальных экологических аномалий;
- проведение комплекса мероприятий по снижению воздействий техногенных процессов на геологическую среду.

1. Троцкий В.М. Климатический атлас СССР. - М.: Наука, 1980. – 127 с.
2. Оберман Н.Г. Отчет о мерзлотно-гидрогеологических работах на территории геолого-поисково-съёмочных и разведочных работ ПГО “Полярноуралгеология” на Урале и Пай-Хое за 1976-77 гг. - Воркута, 1978.
3. Оберман Н.Г. Специализированные мерзлотно-гидрогеологические работы на Урале и Пай-Хое при производстве поисковых и съёмочных работ на твердые полезные ископаемые. - Воркута, 1980.
4. Оберман Н.Г. Геоэкологическая съёмка территории деятельности ГПП “Полярноуралгеология” масштаба 1:1 000 000. - Воркута, 1999.

УДК 911.53:550.4

А.И. Семячков

НОРМИРОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ МЕТАЛЛОНОСНЫХ ПОТОКОВ НА ПОЧВЫ

Несмотря на то, что антропогенное загрязнение почвенного покрова в городах приобретает угрожающие размеры, не выработана целостная концепция этого, по существу, геологического явления. В рамках этой проблемы особое значение приобретает нормирование воздействия на почвенный покров в различных природных обстановках, которое включает разработку предельно допустимых антропогенных нагрузок на почвы с целью сохранения его генофонда.

По мнению И. Г. Важенина [1], под нормированием следует понимать такую антропогенную нагрузку, которая при длительном (многолетнем) воздействии на почву не вызывает каких-либо патологических изменений в почвенной биоте и в свойствах ее абиотической части, особенно в почвенном поглощающем комплексе. Нормирование антропогенных нагрузок на почвы, содержащие металлы, предусматривает установление их предельно допустимых количеств (ПДК). Под ПДК металлов следует понимать такие их концентрации, которые при длительном воздействии на почву и произрастающие на ней растения не вызывают каких-либо патологических изменений или аномалий в ходе биологических почвенных процессов, а также не приводят к накоплению токсичных элементов в сельскохозяйственных культурах и, следовательно, не могут нарушить биологический оптимум для животных и человека. Нормирование содержания любого ингредиента для почвенного покрова встречает огромные трудности в связи с тем, что, в отличие от сравнительно гомогенных водной и воздушной сред, почва является гетерогенным компонентом в пространстве и во времени. В связи с этим допустимые концентрации по различным нормативным документам имеют различные значения (табл.1).

Таблица 1

Предельно допустимые концентрации элементов в почвах, мг/кг

Источник информации	Zn	Cr	Pb	Ni	Cd	Hg	Cu	Co	As
Гигиенические нормативы ГН 2.1.7-94, утвержденные ГКСЭН 27.12.94 г. (ОДК) рН=7	220	-	130	80	2,0	-	132	5,0	10,0
Санитарные нормы допустимых концентраций (ПДК) химических веществ в почве. СН 4433-87	-	6,0	32,0	-	-	2,1	-	5,0	2,0

Медики-гигиенисты проводят нормирование не только по общему содержанию, но и по концентрации их подвижных форм (табл. 2). Согласно принятой ими схеме нормирование подразделяется на транслокационное (переход нормируемого элемента в растение), миграционное воздушное (переход в воздух), миграционное водное (переход в воду) и общесанитарное, гигиеническое (влияние на самоочищающую способность почвы и почвенный микробиоценоз).