

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ГЕОМОРФОЛОГИЯ

УДК 551.4:574.2

© 1996 г. С.Ф. БОЛТРАМОВИЧ

**ЭКОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
РУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ В АРИДНОЙ ЗОНЕ**

В 1991 г. в соответствии с "Временными требованиями..." [1] проводились комплексные геоэкологические исследования в районах разведки и эксплуатации рудных месторождений в Центральном Казахстане. Целью ставилось прогнозирование воздействия на окружающую среду планируемого к эксплуатации карьерным способом золоторудного месторождения Абыз, а также апробирование методики полевых эколого-геоморфологических исследований.

Для количественной оценки размеров предполагаемых негативных явлений, нарушающих природный баланс в результате будущей эксплуатации, были проведены работы как на самом планируемом к разработке месторождении, так и на двух модельных объектах, находящихся в схожих физико-географических условиях, – Карагайлы и Сувенир, из которых один является действующим рудником с горно-обоганительным комбинатом, а другой – оработанным месторождением. Сводка данных по последнему объекту (Сувенир) является темой настоящего сообщения. Обобщение результатов по объектам Абыз и Карагайлы опубликовано ранее [2].

В основу проводившихся эколого-геоморфологических исследований были положены следующие теоретические предпосылки: основные элементы-загрязнители входят в состав рудообразующих минералов; преобладающим в аридной зоне является ветровой перенос элементов-загрязнителей, литодинамический и гидродинамический переносы играют подчиненную роль; помимо особенностей миграции химических элементов важнейшее значение имеют геоморфологическое строение территории, а также ее ландшафтные условия, исходя из тезиса, что "рельеф... является ведущим ландшафтообразующим компонентом" [3].

Методика исследований включала геоморфологическое районирование на основе аэрофотоснимков и космических снимков территорий объектов, полевые эколого-геоморфолого-ландшафтные исследования, эколого-геохимическое опробование почв и воды.

Геоморфологическое районирование участков было выполнено на основе комплексного анализа результатов дешифрирования высотных аэрофотоснимков и космических снимков, приведенных к масштабу 1:50 000, и опубликованных тектонических карт. На полученную геоморфологическую схему выносили техногенные и антропогенные объекты (разделение терминов согласно Ю.П. Селиверстову [4]) и проводили первичную оценку экологической ситуации, позволяющую организовать целенаправленные полевые исследования и опробование. Тем самым исключалась традиционная схема эколого-геохимического опробования "по сетке".

При проведении полевых исследований фиксировали признаки нарушения естественного ландшафта, состояние растительного и почвенного покрова; естественный состав рыхлых отложений, степень трещиноватости коренных пород и их литолого-петрографический состав, наличие разрывных нарушений и их проявление в рельефе, наличие зон разгрузки трещинных вод и др.

Геохимическое опробование почв и воды проводили с учетом интенсивности техногенного воздействия. На месторождении Сувенир взято 97 почвенных и 6 водных проб. Расположение точек опробования по площади объектов планировалось таким образом, чтобы была охарактеризована различная обстановка как вблизи источников загрязнения, так и на удалении от них. Принимались во внимание относительная высота точек опробования, их расположение на формах рельефа и их элементах, экспозиция склонов гравитационная, инсоляционная и циркуляционная (терминология А.Н. Ласточкина [5]), геологические и ландшафтные особенности места опробования.

Вес почвенных проб составил около 100 г, размер фракций 0,1–0,5 мм, глубина отбора 3–5 см. Пробы после просушки и квартования истирались механическим способом и подвергались полуколичественному спектральному анализу на 25 элементов. Водные пробы объемом 0,5 л проанализированы на 6 элементов. Интерпретация аналитических данных о миграционных способностях элементов проводилась в соответствии с публикациями [6, 7].

По описанной выше методике для участка Сувенир была составлена геоморфологическая схема (рис. 1). Единицами картографирования или геоморфологической схемы приняты морфогенетические типы рельефа, которые в данном масштабе соответствуют элементарным ландшафтам. Геоморфологическая схема послужила основой для проведения полевого эколого-геохимического опробования почв на участке в целях выявления степени загрязнения и корреляции между рельефом и распределением загрязнения.

В результате анализа геохимических проб получена схема экологической напряженности участка Сувенир (рис. 2), на которой выделены три таксона. К зоне высокой степени загрязнения отнесены площади, на которых содержание в пробах трех или четырех основных элементов-загрязнителей (свинец, барий, цинк, медь) выше средних значений для территории. К зоне средней степени загрязнения отнесены участки с пробами, в которых содержание одного-двух элементов выше среднего. Зона низкой степени загрязнения выделена там, где содержание всех четырех главных элементов-загрязнителей ниже среднего для территории. Схема экологической напряженности участка Сувенир удовлетворяет требованиям локального геоэкологического картографирования [8].

Месторождение Сувенир расположено на юге Павлодарской области Республики Казахстан, в 25 км к северо-востоку от г. Баянаул. Согласно геоморфологическому районированию Казахстана по З.А. Сваричевской, эта местность относится к Ерментау-Баянаульскому району [9]. В геологическом отношении данный геоморфологический район представляет собой восточную окраину Северного Казахстана, где складчатые каледонские структуры, тектонически обновлявшиеся в герцинское и альпийское время и слагающие палеозойский фундамент, постепенно погружаются под плстовую равнину – чехол молодой платформы. Палеозойские вулканогенно-осадочные породы интенсивно дислоцированы и интродированы главным образом гранитоидами. Коренные породы окрестностей месторождения частично перекрыты мало-мощным чехлом озерных, аллювиальных и делювиально-пролювиальных четвертичных отложений.

В пределах участка Сувенир рельеф представлен мелкосопочником и цокольными равнинами, покрытыми прерывистым чехлом четвертичных образований с общим уклоном на северо-восток. Относительные высоты не превышают первых десятков метров. Выделено 5 морфогенетических типов рельефа участка [10] (рис. 1). Характерны обводненные, активизированные в новейшее время дизъюнктивные нарушения ортогональной и диагональной систем.

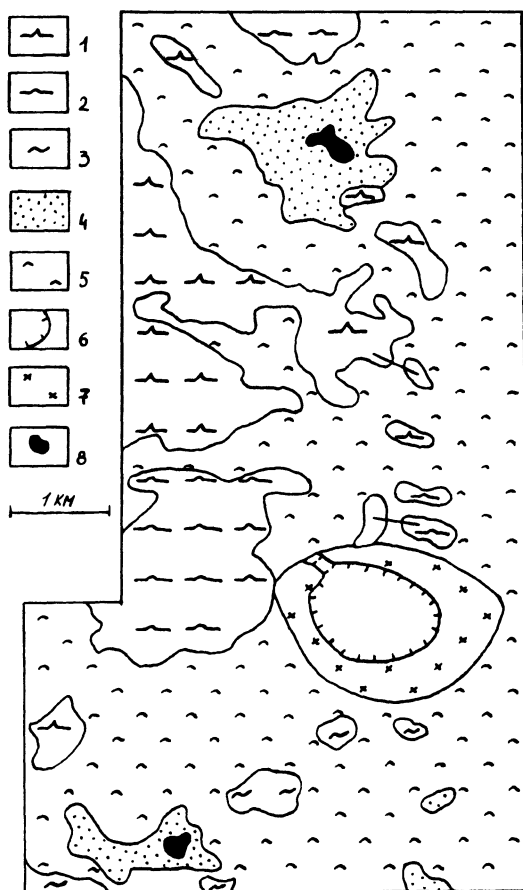


Рис. 1. Геоморфологическая схема участка Сувенир

1 – мелкосопочник скалистый на гранитах, 2 – мелкосопочник пологосклонный на андезитобазальтовых порфиритах и туфах андезитового состава, 3 – мелкосопочник холмисто-грядовый на консолидированных осадочных отложениях, 4 – участки цокольной равнины с аккумулятивным чехлом озерных и аллювиальных отложений, 5 – цокольная равнина с аккумулятивным чехлом делювиально-пролювиальных отложений, 6 – карьер, 7 – отвалы, 8 – озера

В естественной растительности преобладают ковыльно-злаковые и полынные сообщества сухих степей. Почвенный покров представлен комплексами каштановых почв. Роза ветров характеризуется преобладанием южного и юго-западного переноса воздушных масс. Годовая сумма осадков составляет около 250 мм [11].

Сувенир – отработанное карьерным способом колчеданное золоторудное месторождение, эксплуатация которого прекращена ввиду снижения выхода полезного компонента ниже уровня рентабельности. Техногенный ландшафт месторождения включает гигантский карьер, окаймленный полукольцевой грядой вскрышной породы, высота которой составляет более 100 м при ширине свыше 300 м. Руду из карьера вывозили по грунтовой дороге самосвалами на горно-обогатительный комбинат. В окрестностях расположены пашни и пастбищные угодья, в связи с чем была поставлена дополнительная задача оценки степени загрязнения токсичными элементами придорожной полосы и примыкающих к отработанному карьере сельскохозяйственных земель.

Эколого-геохимическое опробование проводили в соответствии с упомянутой мето-

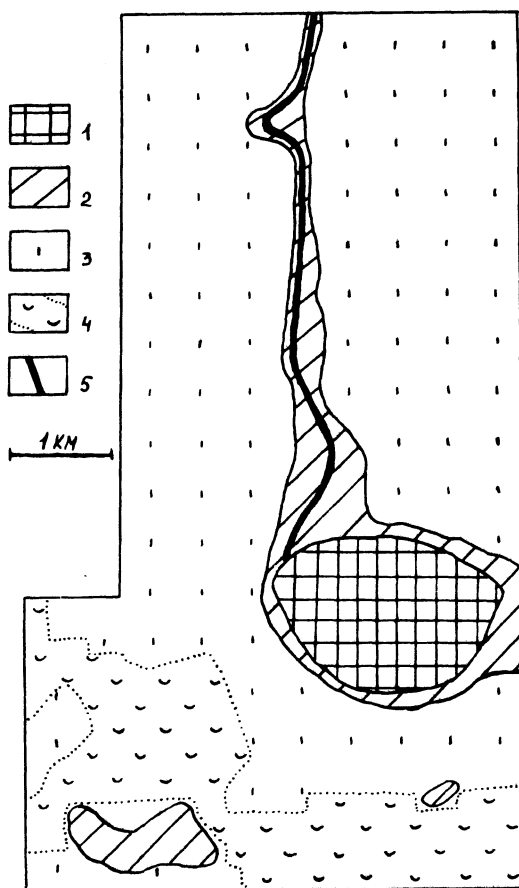


Рис. 2. Схема экологической напряженности участка Сувенир

1 – зона высокой степени загрязнения, 2 – зона средней степени загрязнения, 3 – зона низкой степени загрязнения; 4 – пашни, 5 – дорога на горно-обогатительный комбинат

дикой в ближайших окрестностях карьера, вдоль дороги на горно-обогатительный комбинат, и на сельскохозяйственных угодьях, расположенных в основном к югу и востоку от рудника. Забор проб проводили также непосредственно со дна карьера.

Результаты анализов показали соотношения, близкие ранее установленным для модельного объекта Карагайлы [2]. Однако наблюдаемые на участке Сувенир повышенные содержания свинца, меди, висмута, бария, серебра, вольфрама, стронция концентрируются в непосредственной близости от рудника и коммуникаций, не переносятся на окружающие равнины и пашни.

Серебро и свинец тесно связаны с дорогой на горно-обогатительный комбинат и 200-метровой загрязненной "полосой отчуждения" по ее сторонам. Обращает на себя внимание факт накопления стронция на участках с луговой растительностью. Однако учитывая низкие величины ПДК стронция (0,3–0,4 для 7% проб) [12], следует отметить, что на данный момент присутствие стронция не представляет экологической опасности. Аномалии вольфрама и висмута приурочены непосредственно к месторождению, тогда как ореол бария имеет максимальные размеры, что объясняется миграционной способностью данных элементов [7].

Проводя корреляцию между результатами эколого-геохимического опробования и геоморфологическими особенностями изучаемой местности, нельзя не отметить, что в

данном случае безусловно доминирующим является рудно-техногенный фактор экологической ситуации. Геоморфологический фактор выступает явно подчиненным. Несмотря на длительную эксплуатацию рудного месторождения, загрязнение элементами, входящими в состав рудообразующих минералов, распространилось лишь в ближайших окрестностях карьера, вдоль дороги на горно-обогатительный комбинат, а также в близлежащих озерных котловинах (рис. 2). Все окружающие сельскохозяйственные угодья могут рассматриваться как экологически чистые.

Наблюдаемая дискорреляция рельефа и площадей загрязнения объясняется тем не менее геоморфологически, хотя и в несколько ином аспекте: месторождение Сувенир занимает гипсометрически наиболее низкое положение по сравнению с окружающими территориями, являясь центростремительным пунктом для литодинамических потоков, но не центробежным. Другим фактором столь благоприятной обстановки следует назвать засушливый климат аридной зоны, препятствующий эрозии отвалов и распространению площади загрязнения в направлении общего уклона местности – на северо-восток.

Сказанное выше позволяет рекомендовать размещение горнопромышленных предприятий в экологических коллекторах, обусловленных рельефом, как это имеет место на месторождении Сувенир.

Как видим, основа ландшафта – рельеф оказывает влияние на экологическую ситуацию и контролирует распространение техногенных загрязнений даже тогда, когда, казалось бы, прямой зависимости между геоморфологическим строением местности и ореолами загрязнения не наблюдается. Это еще раз подчеркивает необходимость рассмотрения геоэкологических проблем и с геоморфологической точки зрения, равно как с метеорологической, гидрологической и т.п. [13].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Временные требования к геологическому изучению и прогнозированию воздействия разведки и разработки месторождений полезных ископаемых на окружающую среду. М., 1991. 12 с.
2. Скублова Н.В., Будько В.М., Малюшкин А.В. Оценка и прогноз экологической ситуации в районах горно-рудной промышленности // Геоэкологические аспекты хозяйствования, здоровья и отдыха. Ч. 2. Пермь: Изд-во Пермск. ун-та, 1993. С. 270–274.
3. Ландшафтная география и геоэкология. Вильнюс, 1986. 46 с.
4. Селиверстов Ю.П. Экологическая геоморфология – проблемы становления // Тез. докл. на Всесоюз. совещ. "Новые методы и технологии в геоморфологии для решения геоэкологических задач". Л., 1991. С. 46–48.
5. Ласточкин А.Н. Геотопологическая основа выделения экологически однородных элементарных природных комплексов // Там же. С. 6–9.
6. Белякова Т.М., Гусейнов А.Н. Геохимия тяжелых металлов в степных ландшафтах // Вестн. МГУ. 1985. № 3.
7. Геохимия тяжелых металлов в природных и техногенных ландшафтах. М., 1983. 132 с.
8. Скублова Н.В. Геоэкологическое картирование на основе системного подхода (методология, принципы, легенды) // Тез. докл. Всесоюз. совещ. "Новые методы и технологии в геоморфологии для решения геоэкологических задач". Л., 1991. С. 18–20.
9. Сваричевская З.А. Древний пенеппен Казахстана. Л.: Изд-во ЛГУ, 1961. 296 с.
10. Скублова Н.В. Геоморфологический анализ при прогнозно-металлогенических исследованиях. Л.: Недра, 1991. 192 с.
11. Казахстан: общая физико-географическая характеристика. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950. 320 с.
12. Предельные допустимые концентрации химических веществ в почве. М.: Минздрав СССР, 1985. 24 с.
13. Федоров Б.Г., Сваричевская З.А., Николаева Т.В. Роль геоморфологии в решении геоэкологических задач // Тез. докл. Всесоюз. совещ. "Новые методы и технологии в геоморфологии для решения геоэкологических задач". Л., 1991. С. 45–46.

S u m m a r y

Geomorphological approach is shown to be useful in solving geocological problems. A correlation between the topography and pollution dispersal is found in a case study of a worked-out mine in Central Kazakhstan.

УДК 551.4.01

© 1996 г. Н.В. КУЦЕНКО

**ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЕЛЬЕФА
ДЛЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЗЕМЕЛЬ**

Рекультивация земель проходит технический и биологический этапы. Технический этап включает изъятие верхнего слоя почвы, укладку вскрышных пород, формирование рельефа и нанесение гумусированного слоя. Основное внимание уделяется биологическому этапу рекультивации, который связан с восстановлением почвенного плодородия и подбором растений, дающих максимальный экологический и экономический эффекты. При формировании рельефа учитываются экономическая эффективность земляных работ, механическая устойчивость откосов, общие требования по выравниванию поверхности и главной ее стыковке с ненарушенным рельефом [1]. При сельскохозяйственном освоении территории ее поверхности рекомендуется придавать небольшой уклон.

На нарушенных территориях не в полной мере учитываются закономерности проявления современных геоморфологических процессов. Техногенный рельеф изучается в основном в связи с разработкой классификаций и легенд для геоморфологических карт [2, 3]. Такая информация недостаточна для обоснования конкретных проектов техногенного рельефа.

Многолетние наблюдения показали, что формируемый согласно указанным выше требованиям рельеф не позволяет оптимально использовать рекультивированные земли, в основном, из-за эрозионно-аккумулятивных и просадочных процессов. За один сезон интенсивного снеготаяния на откосах отвалов вскрышных пород нередко образуются овраги длиной до 200 м и глубиной более 5 м. Продукты смыва и дефляции засоряют и загрязняют земли и воды ненарушенных прилегающих территорий. Общая экологическая ситуация обостряется тем, что породы отвальной смеси нередко содержат ядовитые соединения, или такие соединения формируются в новой для них геохимической обстановке под действием воздуха, воды и органических кислот, выделяемых живыми организмами. Борьба с последствиями эрозионно-аккумулятивных процессов, а не с их причинами мало эффективна, а порой наносит вред. Например, промоины и овраги на откосах отвалов, как правило, стремятся засыпать с помощью бульдозеров за счет материала, слагающего площадки искусственных террас. В таких местах не уменьшается, а увеличивается вероятность появления новых оврагов, поскольку здесь площадки террас будут концентрировать поверхностный сток. Такую картину автор наблюдал на внешних отвалах Морозовского углеразреза Кировоградской области. Выравнивание просадок и всей поверхности техногенной формы не обеспечивает оптимальный водный баланс и не исключает концентрированный сток поверхностных вод на откосы.

Вышесказанное убеждает в том, что проблема формирования рельефа для рекультивации земель является, прежде всего научной, а не технической. Техническому