

И.А. Морозова

О КАРТАХ РАЙОНИРОВАНИЯ ПО УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ГЕОХИМИЧЕСКИХ РАБОТ

В 1936 году Н.И. Сафроновым впервые в мире сформулированы принципы геохимических методов. Их научной основой стало учение о миграции, рассеянии и концентрации химических элементов в земной коре. Большое разнообразие и высокая изменчивость физико-химических обстановок миграции элементов и разделяющих их геохимических барьеров в зоне гипергенеза со всей очевидностью указывают на то, что эффективное применение геохимических методов требует обязательного учета реальных природных условий проведения работ.

Увязку поисков с определенными географическими районами А.Е. Ферсман (1939 г.) выделял как одну из главных задач поисков. Однако начавшаяся Великая Отечественная война отодвинула на время полномасштабное внедрение в производственную практику геологических поисков, как самих геохимических методов, так и сопровождающих их карт районирования природных условий.

Массовое применение геохимических съемок началось с 1955 г. и потребовало совершенствования аппаратуры анализа литохимических проб на широкий круг химических элементов (причем с докларковой чувствительностью), автоматизации процесса анализа проб, расшифровки результатов, обработки данных с применением вычислительной техники. А уже в 1957 г. создана первая обзорная карта ландшафтно-геохимического районирования территории СССР по условиям ведения геохимических поисков. Авторы этой карты - А.И. Перельман и Ю.В. Шарков опирались не только на теоретические основы применения геохимических методов, но и на свой недавний опыт работы в военно-геологических отрядах по составлению специальных карт природных условий, синтезировавших в себе разнообразный справочный и картографический материал о рельефе, геологическом строении, характере почв, растительности и обеспечивавших командование фронтов инженерно-геологической информацией о проходимости местности для разных видов войск в районах боевых действий, возможности водоснабжения, особенностях маскировки и др. вопросов. Такие карты составлялись отрядами треста «Спецгео» с 1933 г. В первые же месяцы Великой Отечественной войны эти отряды были преобразованы в военно-геологические и доукомплектованы известными учеными, крупными специалистами, преподавателями и студентами МГУ, МГРИ, ВСЕГЕИ, Главгидростроя и др. Специальные карты природных условий, составляемые путем комплексного анализа большого числа природных факторов и нацеленные на выделение районов, однородных по условиям решения конкретных практических вопросов, можно считать ближайшими прототипами карт условий ведения геохимических поисков (применения геохимических методов, проведения геохимических работ, ландшафтно-геохимического районирования по условиям ведения геохимических работ).

На карте ландшафтно-геохимического районирования по условиям ведения геохимических поисков (А.И. Перельман, Ю.В. Шарков, 1957) главным звеном, контролирующим образование вторичных ореолов рассеяния, явились биоклиматические особенности миграции элементов. В тундровых ландшафтах образуются преимущественно грубообломочные механические ореолы рассеяния. Лесную зону отличает промывной режим почв и кор выветривания, вынос многих металлов из верхних горизонтов почв и формирование ослабленных (в классификации А.П. Соловова - выщелоченных и предельно-разубоженных) остаточных ореолов. Напротив, слабая миграция большинства элементов характерна для ландшафтов сухих степей и пустынь.

Почти одновременно (1959 г.) появляется обзорная карта районирования СССР по природным условиям ведения геологопоисковых работ (В.И. Красников, О.А. Глико). В этой карте решающее значение отводилось: геолого-структурному положению исследуемого района, определяющему типовой комплекс полезных ископаемых; условиям эрозионного вскрытия геологических формаций и связанных с ними месторождений полезных ископаемых; характеру четвертичных отложений.

Опираясь на сходные принципы, указанные карты органично дополняли друг друга, что давало возможность в практических целях совмещать их содержание в едином документе: карте районирования по условиям ведения геохимических работ.

К настоящему времени районирование по условиям применения геохимических методов поисков месторождений полезных ископаемых оформилось в самостоятельное направление, основы которого и методические аспекты картографирования изложены в трудах А.И. Перельмана (1955, 1957, 1966), В.И. Красникова и Ю.В. Шарова (1958), М.А. Глазовской (1962, 1964), В.В. Добровольского (1962), А.М. Ивановой (1974), Б.Ф. Мицкевича и Ю.Я. Сущика (1981), В.А. Алексеенко (1986,1990) и др.

Состояние ландшафтно-геохимического картографирования для целей поисков полезных ископаемых охарактеризовано А.В. Гедыминым (1967), Н.П. Солнцевой (1975), Б.Ф. Мицкевичем и Ю.Я. Сущиком (1981), И.П. Гавриловой (1985). Однако за рамками внимания перечисленных авторов обычно оставался огромный производственный опыт.

За истекшие 50 лет со времени первого опыта содержание карт районирования по условиям проведения геохимических работ претерпело ряд существенных изменений, вызванных объективными причинами:

- уровнем геохимической изученности;
- разработкой и внедрением новых геохимических методов;
- изменением конъюнктуры минерального сырья;
- расширением круга задач, решаемых с помощью геохимических методов;
- переходом к существенно новому информационному обеспечению.

1. Динамика и уровень разработок по районированию в производственных организациях определялись в значительной мере степенью геолого-геохимической изученности территорий. Несмотря на то, что в различных регионах такого рода работы были начаты в разное время, переход от мелкомасштабных исследований к среднемасштабным, а затем и к углубленному изучению природных факторов, влияющих на поисковые возможности геохимических методов, происходил закономерно, в первую очередь на наиболее изученных территориях. Так, например, когда работы по ландшафтно-геохимическому районированию территории Казахстана охватили практически все масштабы, эти работы только начинались на Камчатке.

До 1990 г. можно наметить три этапа развития районирования по условиям проведения геохимических работ, каждый из которых сыграл определенную роль в повышении эффективности геохимических поисковых методов.

В 1950-1960 годы составлялись, в основном, обзорные и мелкомасштабные карты районирования. Таково районирование Узбекистана по условиям ведения геохимических поисков масштаба 1:500 000 (М.А. Абатурова, 1967); Казахстана для рационального направления геохимических поисков в масштабе 1:1 500 000 (А.С. Савадская и В.З. Фурсов, 1968); ландшафтно-геохимическое районирование территории Украинского щита в масштабе 1:500 000 (О.М. Лепилин, 1969); Урала в масштабе 1:2 500 000 (Г.А. Вострокнутов и И.В. Бабушкин, 1970); районирование Алтая по условиям формирования вторичных ореолов рассеяния сульфидных месторождений и применимости геохимических методов поисков (Б.А. Воротников и др., 1971). Первую ландшафтно-геохимическую карту Бурятии в масштабе 1:1 000 000 составили Т.Т. Тайсаев и Е.Р. Ендрихинская (1965). В Читинской области работы по районированию начались в 1963 г., когда в управлении была организована геохимическая партия. Карта геохимических ландшафтов в масштабе 1:2 500 000 была составлена Б.В. Щекиным. В 1969 г. на всю территорию области М.П. Безверхним подготовлена собственно карта районирования по условиям ведения геохимических поисков масштаба 1:500 000.

В 50-60-е годы основная доля геохимических исследований в Иркутской области была сосредоточена в горных районах, и практически отсутствовали такие работы на платформенной

ее части. На территорию горноскладчатого обрамления Иркутского амфитеатра (Восточный Саян и Западное Прибайкалье) А.А. Мясниковым и др. (1964, 1968) были составлены первые карты районирования в масштабе 1:1 000 000 и 1:500 000. Карты районирования Хабаровского края и Амурской области составлены в масштабе 1:2 500 000 Л.Ф. Федоренко (1970). Районирование территории Якутии по условиям ведения геохимических поисков выполнено в масштабе 1:2 500 000 И.А. Морозовой, В.И. Морозовым, В.Н. Макаровым, Н.П. Чибисовым (1971).

В результате первого этапа показана неоднородность территории страны и ее крупных регионов в отношении условий применения геохимических методов поисков, доказана в связи с этим необходимость организации геохимических работ на базе карт ландшафтно-геохимического районирования.

Число исследований по проблеме, нашедших нередко отражение только в производственных отчетах, резко возросло после выхода «Инструкции по геохимическим методам поисков рудных месторождений (1965), в которой было указано на необходимость увязки работ по геохимическому опознанию территорий с ландшафтно-геохимическими условиями, оговорены в общих чертах границы применения ведущих геохимических методов. С этого времени начинается новый этап в составлении карт районирования, которые с начала 70-х годов из тематических исследований переходят в производственный режим.

Карты составляются в масштабах 1:2 500 000 - 1:10 000 (Б.А. Досанова, С.В. Ершова, И.А. Иванова, В.Д. Инин, Ю.А. Костин - Казахстан; Э.Г. Байрамалибейли - Азербайджан; К.В. Хуродзе - Грузия; П.М. Каплянян, Э.Г. Халатян - Армения; В.А. Талалова, Л.М. Кубракова, В.Ф. Скрябин - Узбекистан; С.В. Колесников, Т.Г. Швец - Северный Кавказ; Г.И. Семенов - Киргизия; Т.М. Егорова, А.С. Войновский, Н.И. Боев, В.Н. Жужома - Украина; В.Г. Легкова, Л.И. Кравцова, И.С. Постнов, Т.А. Куликова, А.П. Никитичев - Карело-Кольский регион; Г.А. Вострокнутов, А.М. Сухоруков, В.Б. Черняков, О.Б. Гранович, Е.А. Потанина - Урал; В.К. Мостовой, В.Т. Старожилов - Приморье; В.Г. Малоглавец, В.И. Панасенко - Амурская область и Хабаровский край; Ю.Ф. Нехорошков - Северо-Восток; В.З. Тойбин, И.А. Морозова, В.М. Васильев - Центральные районы; Е.И. Загоскина, С.М. Лавров, В.М. Шамес, Э.М. Рябых, Г.Н. Тихомиров, В.И. Щеголев, А.М. Немчин, Н.М. Лохтина, Ю.А. Новиков - Иркутская область; А.Т. Бахаев, А.Н. Паутов - Читинская область А.А. Селезнев, Б.П. Подъячев, А.И. Дьячковский - Якутия; Э.Ф. Жбанов, Т.Т. Тайсаев, Е.И. Батурина - Бурятия и др.

Основные факторы, определяющие условия гипергенной миграции элементов, уточнялись, дополнялись, детализировались, а карты районирования все более концентрировались на специфических особенностях выявления геохимических объектов ранга рудопроявлений, месторождений, рудных тел.

Главным результатом второго этапа явился вывод о том, что лишь простые природные условия проведения поисковых геохимических работ определяют устойчивые корреляционные связи между составом и строением первичных ореолов и вторичных ореолов рассеяния. В ландшафтных же условиях, предопределяющих активное гипергенное рассеяние (или, напротив, эпигенетическую аккумуляцию), решение интерпретационных задач поисковой геохимии на базе вторичных геохимических ореолов рассеяния не может быть обеспечено полностью, и нередко в этих условиях можно лишь оконтурить аномальные участки без объяснения их природы.

Переход геологической службы на хозрасчетные отношения, а затем к рынку ужесточил требования к планированию и проектированию затрат на геохимические поисковые работы.

С 1990 г. ландшафтно-геохимические карты районирования введены как обязательные в проекты работ на геохимические поиски. По таким картам выполняется непосредственный расчет стоимостных затрат (методом прямого расчета, укрупненных расценок или предельных нормативных стоимостей единицы опознания территорий).

2. Существенные коррективы претерпело содержание карт районирования по мере разработки и внедрения новых геохимических методов поисков. Во время войны и в послевоенные годы производственное применение получил только металлометрический

(литохимический) геохимический метод (первый по времени возникновения), ориентированный, как известно, на выявление повышенных содержаний элементов, образующих связанные с месторождениями ореолы рассеяния в рыхлом покрове и почвах.

Эти работы были выполнены впервые в Казахстане, Забайкалье, на Чукотке (Н.И. Сафронов, А.И. Соловов, А.М. Виноградов и др.). Соответственно и карты районирования были нацелены на выявление ограничений проявляемости только вторичных литохимических ореолов рассеяния. На территории Казахстана хорошо изучены древние коры выветривания, роль эпигенетических процессов в преобразовании вторичных ореолов рассеяния. Основой систематики этих процессов стало учение о зонах выщелачивания и геохимических барьерах в условиях различных классов водной миграции элементов. Сибирские исследователи акцентировали внимание на выяснении роли (широко здесь распространенных) курумных и солифлюкционных четвертичных отложений; процессов, связанных с многолетней мерзлотой.

В последующие годы шла активная разработка новых геохимических методов, основанных на опробовании вод, растительности, воздуха, донных отложений, уточнялись природные факторы, контролирующие их эффективное применение. В работах по Северо-Востоку и Дальнему Востоку детально анализировались природные факторы, определяющие формирование литохимических потоков рассеяния: фаза развития речных долин, расчлененность рельефа, литология коренных пород. В Приморье, Якутии, Западной Сибири широкое распространение получил гидрохимический метод, применение которого требовало учета щелочно-кислотных условий среды, характера распространения многолетнемерзлых пород, гидрогеологического режима водотоков.

Таким образом, по мере появления новых геохимических методов круг информационных признаков (наличие или отсутствие которых определяет проявляемость рудных объектов во вторичных геохимических ореолах и потоках рассеяния) постоянно расширялся, порождая массу вариантов решений карт районирования. Систематизация накопленного материала выполнена в 1981 – 1985 гг. сотрудниками ИМГРЭ (И.А. Морозова, Ю.В. Шарков, В.З. Тойбин) совместно со специалистами ЦГХП ПГО «Дальгеология», «Читагеология», «Бурятгеология», «Иркутскгеология», «Якутскгеология» и ДВИМСа (Г.Б. Аносова, Р.А. Баумштейн, А.Т. Бахаев, Б.И. Бурдэ, Н.И. Грехнев, Е.И. Загоскина, В.Н. Макаров, А.В. Палагин, В.И. Панасенко, А.А. Селезнев, В.А. Тимченко и др.), обслуживавшими геологоразведочные работы в притрассовой зоне БАМ, которая являлась опытным полигоном.

В результате этой работы обосновано преемственное содержание и назначение карт районирования разных масштабов, выработан единый методический подход к оценке территорий в отношении применения комплекса геохимических методов, предложены унифицированные легенды.

В один район объединяются природные обстановки, характеризующиеся одинаковым сочетанием проявляемости литохимических, гидрохимических и биогеохимических ореолов. Для каждого района определяется рациональное сочетание геохимических методов поисков, обеспечивающее в конкретных природных условиях выполнение геологической задачи соответствующей стадии геологоразведочных работ.

Такое районирование позволяет: осуществлять перспективное планирование и проектирование геохимических поисковых работ; оценить достоверность ранее выполненных работ, а, следовательно, и более надежно судить о степени геохимической опосредованности территории; правильно интерпретировать результаты работ.

3. Применимость различных геохимических методов неодинакова не только в разных природных обстановках, но и по отношению к разным видам минерального сырья, так как искомые объекты в зоне гипергенеза образуют продукты выветривания, обладающие разной интенсивностью механической и водной миграции, участия в биологическом круговороте.

Например, при геохимических поисках нефти и газа основная роль принадлежит атмосферическому методу. Наиболее благоприятными объектами для выявления гидрохимическим методом являются сульфидные месторождения. Шлихогеохимический метод

наиболее эффективен при оценке ореолов и потоков рассеяния, связанных с оруденением, содержащим тяжелые минералы.

Это нашло отражение в серии карт районирования, специализированных на поиски золота, свинца, фтора и др. Ярким примером конъюнктурно ориентированных карт являются карты категорий трудности опоскования (КТО) - карты условий геохимических поисков месторождений радиоактивных руд (а также руд цветных металлов, парагенетически связанных с радиоактивными элементами). Их создание активно стимулировалось производственной необходимостью поисков урановых месторождений по вторичным ореолам рассеяния. Содержание карт отражает применимость метода гамма-съемки и разработано сотрудниками ВИМСа (О.А. Глико, З.П. Зайцева, Ю.В. Шарков, А.С. Миляев и др.). В качестве отправной точки при составлении карт КТО используются три понятия: о критической мощности рыхлых образований (при которой формируются открытые ореолы рассеяния); о представительном горизонте (наиболее близкий к дневной поверхности горизонт максимального площадного развития контрастных вторичных ореолов рассеяния); о достоверном поисковом уровне (уровень верхних ослабленных частей вторичных ореолов рассеяния). В соответствии с этими понятиями выделяются четыре главных КТО, различающиеся мощностью четвертичных отложений, типами вторичных ореолов рассеяния и техническими особенностями гамма-съемки для их обнаружения. К I КТО относятся площади с мощностью четвертичного покрова до 2 м, благоприятные для формирования открытых ореолов рассеяния, доступных для обнаружения методом пешеходной гамма-съемки. К II КТО относятся площади с мощностью четвертичного покрова от 2 до 3 м, в пределах которых формируются неглубоко погребенные и ослабленные у поверхности ореолы рассеяния. Поиски рекомендуется проводить по достаточному поисковому уровню методом шпуровой гамма-съемки. К III КТО относятся участки с мощностью четвертичного покрова от 3 до 20 м. Здесь формируются погребенные ореолы рассеяния. К IV КТО относятся участки с мощностью четвертичного покрова от 20 до 150 м и более. Здесь формируются глубоко погребенные ореолы. В пределах III и IV КТО рекомендуется проводить глубинные радиометрические поиски по представительному горизонту с применением бурения.

4. В начале 1990 г. вышло постановление коллегии Мингео СССР (от 21.03.90 г. № 10-1) «О развитии работ по геологическому изучению территории СССР», где была сформулирована задача обновления государственных геологических карт с повышением их информационных и прогностических свойств. Эффективность применения геохимических методов для расширения минерально-сырьевой базы страны и решения задач геологического картирования уже являлась бесспорной. Кроме того, работами, начатыми ИМГРЭ, к этому времени была доказана эффективность геохимических методов также для выявления техногенного загрязнения в различных природных средах, геохимической специализации агроландшафтов, при геомедицинских исследованиях заболеваемости населения.

На значительных по площади территориях перечисленные задачи требовалось решать одновременно. Только такой подход мог обеспечить рациональное природопользование и сохранить удовлетворительное качество окружающей среды. Таким единым технологическим циклом стало многоцелевое геохимическое картирование (МГХК), опирающееся на классические труды В.И. Вернадского, А.Е. Ферсмана, Н.И. Сафронова, Л.Н. Овчинникова, А.И. Перельмана, А.П. Соловова, Ю.Е. Саета и других ученых и соединившее в себе многолетний опыт российской прикладной геохимии в области прогноза полезных ископаемых и эколого-геохимической оценки состояния окружающей среды. Возможность комплексного решения разнообразных задач в рамках МГХК во многом обеспечивается использованием ландшафтно-геохимического метода сопряженного опробования и анализа различных природных сред (пород, почв, вод, донных отложений) как компонентов единого целого — геохимического ландшафта. Этот метод был предложен Б.Б. Польновым. Ранее данные о водах, породах, почвах, растениях, рыхлых образованиях и отложениях получались в разное время при проведении отдельных видов геохимического изучения территории и не были совмещены пространственно. Только одновременное сопряженное опробование природных сред, составляющих геохимический ландшафт, позволяет выявить не только частные характеристики отдельных природных

объектов, но и, главное, установить миграционные связи, существующие между ними, тем самым охарактеризовать интегральное геохимическое поле, отдельные участки которого возникли и существуют под влиянием определенных природно-геологических или техногенных процессов. Зная эти закономерности внутриландшафтных связей, можно прогнозировать и формирование вторичных геохимических ореолов рассеяния в разных природных условиях, и протекание процесса техногенного загрязнения. Образование комплексного геохимического ореола рассеяния начинается с разрушения рудного тела и его первичного ореола, а затем формирования «вторичных» признаков различной степени удаления, охватывающих рыхлые образования и отложения, почвы, донные отложения, воды, растения. Вследствие всеобщей миграции химических элементов и непрерывного обмена между геосферами как единая система реагирует ландшафт и на техногенное воздействие: загрязнение даже одной среды опосредованно начинает негативное воздействие на все компоненты ландшафта.

Таким образом, сопряженное опробование обеспечивает возможность расширения круга задач, решаемых с помощью геохимических методов в рамках одного проекта, существенно экономя затраты. Карта районирования в таких проектах отражает четыре главных аспекта:

- доступность коренных пород для прямого опробования с целью оценки геохимической специализации геологических образований;
- эффективность геохимических методов поисков и их рациональное комплексирование для прогноза минерально-сырьевого потенциала изучаемой территории;
- характер ответной реакции конкретного ландшафта на загрязнение;
- ориентировочный уровень потенциала плодородия почв.

5. Достаточно высокая площадная представительность опробования; генетическая однородность (при большом разнообразии сред) проб выборки; единовременный отбор и анализ проб; единая аналитическая база - это те отличительные особенности МГХК, которые не только повысили точность результирующих карт, но и радикально изменили информативность карт условий проведения геохимических работ.

Если ранее такие карты составлялись преимущественно камеральным путем, а полевые исследования выполнялись в отдельных случаях и, как правило, лишь как заверочные, ограничивались закладкой региональных профилей, то *внедрение МГХК как самостоятельного вида работ представило совершенно новое информационное обеспечение для карт районирования, открыло возможность их перевода из морфологических (морфо-генетических) в непосредственно геохимические*, обеспеченные расчетными характеристиками специальных коэффициентов и показателей, отражающих различные геохимические процессы, их направленность, интенсивность (коэффициенты водной миграции, донной аккумуляции, радиальной и вертикальной дифференциации элементов, биологической активности, природной потенциальной экологической опасности и многие другие).

Анализ результатов МГХК, выполненного в масштабе 1:1 000 000 на территории первых пяти опытных полигонов, расположенных в разных (и в то же время типичных) металлогенических, ландшафтных и хозяйственных обстановках, позволил сделать важные выводы:

- наличие прямой корреляции металлогенических зон и специализированных структурно-формационных комплексов с их геохимической специализацией;
- отчетливое отражение региональной геохимической специализации литогенной основы во всей группе природных сред в пределах открытых районов, а в полузакрытых районах - только по ведущему элементу и преимущественно в потоках рассеяния;
- заметная роль в формировании уровня экологической опасности территории (вплоть до формирования азональных биогеохимических провинций) принадлежит природно-повышенному фону элементов в геологических образованиях;
- снижение интенсивности и контрастности перераспределения элементов в почвах открытых районов в результате биоклиматических зональных геохимических процессов. Напротив, в закрытых районах зональный эффект перераспределения элементов может приводить к формированию зональных биогеохимических провинций;

- неуверенное оконтуривание в закрытых районах региональных техногенных аномалий по элементному составу. Необходимость привлечения с этой целью средозадающих универсальных показателей (например, рН). В районах горнодобывающего профиля техногенные геохимические аномалии трудно отличаются от природных (рудных);

- необеспеченность достоверного прогноза в обзорном масштабе устойчивости ландшафтов (как системы сложного взаимодействия различных природных тел) к техногенному воздействию. Такой прогноз требует расчета баланса поступающих, уже поступивших и удаляемых из системы элементов, и может быть реализован лишь при крупномасштабных исследованиях;

- поисковая и, особенно, экологическая геохимическая изученность России остается неравномерной, а значительная часть ранее проведенных съемок не соответствует современным требованиям аналитики, обработки информации, формы итоговых карт;

- представления о высоких иерархических рангах объектов полезных ископаемых (рудное поле, узел, район, металлогеническая зона) опираются, главным образом, на компилятивные, часто априорные данные.

Уникальная геохимическая фактографическая информация, полученная при проведении МГХК в масштабе 1:1 000 000, база данных, отражающая результаты систематического комплексного сопряжения опробования и последующего спектрального анализа горных пород, почв, донных отложений, поверхностных вод, представила реальную возможность выявления главных направлений актуализации обзорной карты районирования территории России по условиям проведения геохимических работ, предусмотренную геологическим заданием на «Создание геохимической карты территории России масштаба 1:2 500 000» (2008 г.)

Разработана концепция карты районирования территории России М 1:2 500 000 по условиям проведения геохимических работ, предназначенная для принятия стратегических управленческих решений в сфере недропользования, опережающего планирования региональных геохимических работ, направленных на комплексное геологическое изучение крупных регионов страны.

Карта районирования по условиям проведения геохимических работ является частью комплекта базовых геохимических карт нового поколения (геохимической изученности, геохимической специализации структурно-формационных комплексов и др.) и составляется на единой для всего комплекта картографической основе; максимально согласована в используемом понятийном аппарате и конкретном геохимическом содержании.

Цель карты - выявление районов целесообразного проведения геохимических работ для решения различных прикладных задач: оценки геохимической специализации геологических образований; прогноза минерально-сырьевого потенциала; оценки эколого-геохимической обстановки.

Новое концептуальное решение содержания карты районирования территории России в масштабе 1:2 500 000 по условиям проведения геохимических работ предполагает создание трех главных блоков.

Первый блок нацелен на характеристику источников АГХП (природных и техногенных).

В качестве природных источников АГХП рассматриваются геохимически специализированные комплексы геологических образований в ранге мезозона-зона. Эти металлогенические единицы соответствуют региональному масштабу картирования, а одним из определяющих признаков их выделения является геохимический. Конкретный перечень региональных геохимически специализированных комплексов, отражаемых на карте районирования, будет отличаться от собственно металлогенических, охватывая укрупненные комплексы, формализованные по главному полезному компоненту. Степень формализации определяется в соответствии с информативностью геохимических методов по отношению к объектам оценки и прогноза. Важнейшее значение традиционные геохимические методы имеют при поисках, в первую очередь, рудных полезных ископаемых, для разных типов которых сложились рациональные комплексы. Требуют уточнения специальные геохимические методы для выявления нефтегазоносности недр. Практически не разработаны (не привлекаются) геохимические методы для оценки перспектив на нерудное сырье (асбест, тальк, хрусталь и т.п.).

В районах повсеместного вскрытия коренных пород, повышенное в них содержание ряда главных полезных компонентов могут провоцировать развитие азональных биогеохимических

провинций. В частности, эндемические заболевания зафиксированы (известны) в районах «породных» аномалий (геохимически специализированных геологических комплексов) ртути, мышьяка, свинца, сурьмы, урана, хрома, кадмия, серебра.

В качестве техногенных источников рассматриваются промышленные зоны, понимаемые как территории с ярко выраженной индустриально-производственной специализацией. Выделяются две категории промышленных зон: промзоны, основой которых служит горнодобывающая промышленность и обогащение полезных ископаемых; промзоны сильноурбанизированных территорий с выраженным профилем разнообразной обрабатывающей промышленности. Для промзон первой категории могут быть обозначены ведущие процессы техногенного преобразования окружающей среды (например, сернокислородное выщелачивание при добыче и переработке сульфидных руд). Промзоны второй категории отличаются большим разнообразием и высокой изменчивостью в пространстве техногенных процессов. В силу того, что сложившаяся индустриально-производственная специализация во многом определяется своеобразием и высокой концентрацией минерально-сырьевых ресурсов, в качестве границ промзон (по крайней мере, промзон первой категории) могут служить границы металлогенических зон.

Второй блок охватывает главные природные факторы (в ранге зон, регионов, рядов, групп), существенно определяющих трансформацию первичного геохимического состава АГХП в зоне гипергенеза: степень эрозионного вскрытия дочетвертичных геологических комплексов и длительно протекающие зонально-региональные гипергенные геохимические процессы.

Степень эрозионного вскрытия продуктивных толщ определяется сочетанием геоморфологических особенностей и характером четвертичных образований. В горных областях и областях аккумулятивных равнин между этими факторами существует жесткая корреляция. Поэтому выделение «открытых» и «закрытых» районов обычно не вызывает затруднений у составителей. В открытых районах оба признака благоприятны для формирования АГХП: глубокое и интенсивное расчленение территории, сопровождаемое маломощным чехлом автохтонных четвертичных образований. В закрытых районах, напротив, оба признака неблагоприятны для формирования АГХП: слабо и неглубоко расчлененные и нерасчлененные территории характеризуются мощным аллохтонным покровом четвертичных отложений.

«Открытые» и «закрытые» районы характеризуют крайние ситуации проведения геохимических работ, нацеленных на оценку геохимической специализации геологических комплексов и прогноз минерально-сырьевого потенциала. В первом случае эффективен весь арсенал геохимических методов в наземном варианте. Во втором - применение всех геохимических методов требует вскрытия разреза техническими средствами.

Районы промежуточного типа («полузакрытые» или частично открытые) достоверно оконтуриваются только по сочетанию геоморфологического признака и характеру четвертичного покрова, один из которых относится к категории благоприятных, а другой - к неблагоприятным, например, области слаборасчлененных эрозионно-денудационных равнин и плато с маломощным чехлом автохтонных образований или сильно расчлененные возвышенные моренные равнины, существенно переработанные последующими эрозионными процессами. В таких районах применение отдельных геохимических методов имеет ограничение.

Разнообразие гипергенных геохимических процессов определяется, прежде всего, биоклиматической зональностью. Каждой зоне присущи свои гипергенные процессы. Например, для лесной зоны характерно кислое выщелачивание и глеегенез, а степную зону отличает гуматогенез и кальцитогенез. Длительно протекающие геохимические процессы могут приводить к дисбалансу биологически активных микроэлементов (меди, цинка, молибдена, кобальта и др.), дефицит или избыток которых выражается в формировании зональных биогеохимических провинций. Это должно учитываться при проведении эколого-

геохимических исследований. Существенную роль играют гипергенные процессы при формировании АГХП рудной природы. В общей геохимии широко используется классификация элементов В.М. Гольдшмидта на атмофильные, литофильные, халькофильные и сидерофильные. Однако в зоне гипергенеза элементы одной такой группы могут вести себя по-разному в зависимости от способности образовывать разновалентные, летучие, воднорастворимые соединения, органические комплексы, концентрироваться на геохимических барьерах и т.д. Поэтому очень важно представлять себе пространственную неоднородность длительно протекающих главных гипергенных процессов и определяемые ими особенности миграции элементов в современном ландшафте.

Контрастность и интенсивность перераспределения элементов в связи с зональными биогеохимическими и физико-геохимическими процессами максимально проявляются в равнинных районах и существенно снижаются в горных, где решающую роль в перераспределении элементов играют механические процессы (гравитация, суффозия, тиксотропия и др.).

Третий блок, аналитическо-рекомендательный, отражает реальные сочетания информации первых двух блоков - районы условий проведения геохимических работ для решения различных прикладных задач. Предельная единица районирования характеризуется одинаковой доступностью для прямого опробования коренных пород; целесообразностью и эффективностью геохимических методов поисков по вторичным ореолам и потокам рассеяния; однонаправленностью гипергенных геохимических процессов и их сочетанием (совместимостью) с техногенными потоками; природной предрасположенностью территории к формированию биогеохимических азональных и зональных провинций, т. е. природной экологической опасностью.

Таким образом, актуализация содержания обзорной карты районирования по условиям проведения геохимических работ представляется целесообразной в следующих направлениях:

- восстановление принципа иерархичности, а именно приведение в соответствие размерности природных факторов с размерностью объектов геохимического изучения - АГХП в ранге провинция, область, зона;
- переход от морфогенетической характеристики геологических источников АГХП к геохимической, а именно использование в качестве основы карты районирования элементов геохимической специализации геологических комплексов;
- повышение информативности карты за счет анализа природных источников экологической опасности (инициирующих формирование биогеохимических зональных и азональных провинций), а также предварительного прогноза обратимости (необратимости) в обозримом будущем техногенного воздействия на основании сопоставления совместимости (несовместимости) техногенных процессов с природными.

Опыт проведения МГХК (М 1:1 000 000) показал, что информационный прорыв во всех перечисленных направлениях может быть реально обеспечен только результатами по систематическому комплексному региональному опробованию территории России.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гаврилова И.П.* Ландшафтно-геохимическое картирование. - М.: МГУ, 1985, 149 с.
2. *Красников В.И.* Рациональные поиски рудных месторождений. - М: Госгео- лтехиздат, 1959.
3. *Морозова И. А.* Геохимия ландшафтов и поиски полезных ископаемых. - М.: ИМГРЭ, 1992, 133 с.
4. *Поиски урановых месторождений в условиях горной тайги.* - М.: Атомиздат, 1971.
5. *Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых.* / Под ред. А.И. Соловова. - М.: Недра, 1990, 335 с.
6. *Татарчук Ю.С., Шевченко В.К.* Ратные подвиги военных геологов. // Геологи на фронтах Великой Отечественной. - Тверь: ГЕРС, 2005, 360 с.

7. *Методические* рекомендации по составлению карт районирования М 1:500 000 по условиям применения геохимических методов поисков месторождений полезных ископаемых. - М.: ИМГРЭ, 1985, 32 с.

8. *Концепция* многоцелевого геохимического картирования территории СССР масштабов 1: 1 000 000 - 1:200 000 - 1:50 000. /А.А. Головин, И.А. Морозова, Г.М. Беляев, Э.А. Ландэ, Б.И. Бурдэ. - М.: ИМГРЭ, 1991, 36 с.

-
МОРОЗОВА Ирина Александровна окончила географический факультет МГУ им. МВ. Ломоносова (1973 г.). Кандидат геол.-мин. наук. Специалист в области геохимии ландшафтов. Автор более 80 научных работ. Ведущий научный сотрудник ИМГРЭ.