

## Принципы и методика обработки материалов мелкомасштабных комплексных геохимических съежек

Омельченко Михаил Михайлович, кандидат геолого-минералогических наук, доцент  
Санкт-Петербургский горный университет (г. Санкт-Петербург)

Рассмотрены принципы и методика обработки геохимических данных при проведении мелкомасштабных комплексных поисковых работ по стоку малых рек. Целевое назначение работ обнаружение крупных рудных объектов – рудных районов, рудных полей или их частей. Для территорий, где подобные объекты уже выявлены, но в достаточной степени еще не изучены, комплексные мелкомасштабные поисковые работы по стоку малых рек могут дать дополнительные материалы для общей металлогенической оценки территории.

Опробование комплексное – отбор проб твердого стока (литохимическое опробование), отбор проб воды из русла реки (гидрохимическое опробование), отбор шлиховых проб с последующим спектральным определением содержаний компонентов (шлихогеохимическое опробование), отбор проб природных концентраторов (гидроокислов железа – «терромагнитный геохимический метод» [1], водных мхов – «бриогеохимический» метод [2]), отбор проб типовых разновидностей коренных вмещающих пород. Анализ проб – спектральный эмиссионный на широкий круг элементов, спектральный атомно-абсорбционный на отдельные компоненты. Анализ микроэлементного состава природных вод по методу ЛТИ-ВИТР на основе соосаждения с сульфидом кадмия [3], окончание спектральное. Пробы водных мхов подготавливаются и анализируются по стандартной методике, принятой при проведении биогеохимических работ [4, с.131-133]. Плотность сети отбора проб 1 точка на 50-100 кв. км.

Согласно инструкции по геохимическим методам поисков рудных месторождений [4, с.83] «пробы, отобранные при литохимических поисках, подлежат анализу на химические элементы, перечень которых зависит от геолого-геохимических особенностей и металлогении территории поисков, назначения и содержания работ соответствующей стадии геологоразведочного процесса, а также от требований к оперативности и экономичности получения информации. При работах на I (региональной) стадии этого процесса, а также если в данном районе литохимические поиски производятся впервые, обязательному определению в пробах спектральным методом подлежат следующие химические элементы (в порядке возрастания их атомных номеров): бериллий, бор, фосфор, титан, ванадий, хром, марганец, кобальт, никель, медь, цинк, мышьяк, стронций, цирконий, ниобий, мо-

либден, серебро, олово, сурьма, барий, лантан, вольфрам, свинец, висмут. Кроме того, каждый раз особо должна быть рассмотрена целесообразность применения специальных методик анализа на фтор, золото, ртуть, уран, литий, рубидий, цезий, калий, натрий и некоторые другие элементы».

Общим требованием ко всем аналитическим работам, выполняемых при любых геохимических поисках, является достаточный предел обнаружения анализа, позволяющий получать значимые цифры содержаний всех химических элементов во всех точках геохимического поля.

Мелкомасштабные поисковые работы по стоку малых рек выполнены в одном из районов Восточной Сибири за один полевой сезон. Изучена площадь около 30 000 кв. км. Особенности обработки полученных аналитических данных связаны со следующими обстоятельствами.

Значительная площадь (50-100 кв. км.) бассейна водосбора на точку отбора комплексной геохимической пробы приводит к незначительному повышению концентраций рудных элементов в пробе даже при наличии крупного рудного объекта на рассматриваемой территории. Это вызывает необходимость надежного выделения даже очень слабых геохимических аномалий. Выделение таких аномалий требует «более точной оценки местного геохимического фона путем вариационно-статистической обработки данных» [4, п.239]. При этом число проб для такой обработки должно быть не менее 100 [4, п.240], что для условий рассматриваемых работ задача невыполнимая, так как количество проб для сходным по геологическим условиям соседним бассейнам редко превышает 10. Кроме того чувствительность спектрального анализа для ряда изучаемых элементов недостаточна, в связи с чем преобладающая часть результатов по отдельным элементам представлена значениями «не обнаружено». Вариационно-статистическая обработка таких данных становится невозможной.

Второе обстоятельство связано с различным диапазоном изменения аномальных концентраций рудных элементов в различных видах опробования. Так в «терромагнитной» фракции литохимических проб содержания халькофильных (по В.М.Гольдшмидту) элементов изменяются в пределах 2-х порядков, в то время как в литохимических части этих же проб диапазон

изменения содержаний не превышает 2-3 единиц. При совместной комплексной обработке этих методов (посторенные «аддитивных» или «мультипликативных» аномалий [5, с.171]) информативность литохимической составляющей незначительна.

Основной принцип, использованный нами для выделения перспективных площадей на участке мелкомасштабных поисковые работы по стоку малых рек, заключался в комплексном использовании всех видов опробования и выделении комплексных (по нескольким элементам) аномалий. Такое «двойное» комплексирование методов и элементов позволяет существенно увеличить достоверность выделяемых перспективных площадей.

Кратко обработка материалов опробования на основе этого принципа заключается в следующем. С учетом геологического строения для каждого элемента в каждом виде опробования составляются выборки проб, для которых определяется закон распределения содержаний элементов [4, п.239]. При составлении выборок можно руководствоваться структурно-формационной картой территории, поскольку проведенные исследования показали, что значимые различия в средних содержаниях элементов, как по литохимическому, так и по гидрохимическому опробованию определяются только для отдельных геологических формаций. Так в гидрохимических пробах для мезозойской угленосной аргиллит-песчаниковой осадочной формации наблюдаются значимые увеличения средних содержаний молибдена, серебра, свинца и мышьяка по сравнению с кембрийской известняк-доломитовой осадочной формацией. В целом занижены средние содержания многих элементов для кембрийской известняк-доломитовой осадочной формации по литохимическому опробованию.

С учетом закона распределения все содержания делятся на 5 классов. Для логнормального закона, которому, как правило, не противоречат распределения содержаний всех рассмотренных элементов, расстояние между классами определяется как  $1,16^* \varepsilon$ , где  $\varepsilon$  стандартный множитель - антилогарифм стандартного отклонения логарифмов концентраций от математического среднего [4, п.241]. Число классов выбрано нечетным, для того чтобы медиана распределения и содержания близкие к ней, попадали в один класс. Общее число классов для любого распределения всегда одно и то же и равно пяти. Выбрать большее число, например семь, не всегда статистически оправдано, так как при небольшой выборке в этой случае может оказаться, что число классов больше числа интервалов объединения содержаний элементов в пробе, а при уменьшении числа классов до трех затруднительно использовать в дальнейшем корреляционный анализ.

Таким образом, от исходных содержаний в весовых процентах, г/т, или мкг/л для любого вида опробования мы переходим к условным единицам: пробам с самыми низкими содержаниями попавшим в 1-й класс придается единое условное содержание - 1 балл, во второй - два балла и т. д., пробы с наиболее высокими содержаниями в такой «бальной» системе имеют пять баллов. Полученные условные содержания в баллах свободны от влияния литологического фактора и систематических погрешностей анализа, даже если обработка материалов ведется параллельно на соседних площадях, а анализ проб в различных лабораториях. Любой из методов опробования, как и любой элемент, равноправны (равно информативны).

Для элементов с недостаточной пороговой чувствительностью анализа кодирование проводится в обратном порядке - самое большое из встреченных значений ( $S_{max}$ ) кодируется 5 балами, далее определяются значения содержаний  $S_{max}/\varepsilon_{an}$ , где  $\varepsilon_{an}$  - случайная погрешность используемого аналитического метода. Эти содержания кодируются 4 баллами. Далее снижением содержанием на величину  $\varepsilon_{an}$  определяется следующая цифра, которая кодируется 3 баллами и т.д. Все значения «не обнаружено» кодируются 1 баллом.

Предложенная схема обработки позволяет создавать комплексные (по всем видам опробования) карты по одному их изучаемых элементов, комплексные (по группе элементов) карты по определенному виду опробования и, наконец, комплексные карты по всем видам опробования и по некоторой группе элементов одновременно. Для построения такого рода карт достаточно в каждой точке опробования суммировать полученные баллы, а далее вести обработку полученных цифр, пользуясь известными приемами [4]. Так, для построения моноэлементной карты в каждой точке опробования суммируются баллы данного элемента по видам опробования, например,  $(Pb_{л}/x + Pb_{г}/x)$  или  $(Pb_{л}/x + Pb_{г}/x + Pb_{ш}/x + Pb_{термо})$ . Для построения полиэлементной карты по определенному виду опробования в каждой точке суммируют баллы для различных элементов, например,  $(Pb_{л}/x + Zn_{л}/x + Cu_{л}/x)$  по литохимическому опробованию или те же элементы  $(Pb_{г}/x + Zn_{г}/x + Cu_{г}/x)$  по гидрохимическому опробованию. При дальнейшей обработке определяется закон распределения полученной суммы и его параметры (среднее, стандартный множитель  $\varepsilon$  в случае логнормального закона или среднее и стандартное отклонение в случае нормального закона). Далее выделяются аномальные (с заданной доверительной вероятностью) значения суммы баллов, которые и выносятся на карты.

Полученные цифровые данные могут быть вовлечены в обработку с использованием различных программ комплексной многоэлементной обработ-

ки данных (факторный анализ, многомерный анализ [6]) с построением различных интерполяционных карт.

#### **Литература:**

1. Ворошилов Н.А., Ворошилова Л.Н., Применение термоманнитного геохимического метода (ТМГМ) при поисках рудных месторождений / Методы интерпретации результатов литохимических поисков. М., Наука, 1987, с.135-141.
2. Лапаев Г.П. Бриогеохимический метод поисков рудных месторождений - 27-й Международный геологический конгресс, тезисы 1, т.5. М.: Наука, 1984, с.330-331
3. Миллер, А. Д. Спектральное определение микроэлементов в водах и вытяжках на основе соосаждения с сульфидом кадмия / А. Д. Миллер, П. А. Степанов // Труды ВИТР, 1959, Вып. 17, 25 с.
4. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений / М-во геологии СССР. М., Недра, 1983. 191 с.
5. Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых / А.П.Соловов, А.Я.Архипов, В.А.Бутров и др. М.: Недра.1990. 335 с.
6. Евдокимова В.Н. Автоматизированная система обработки геолого-геохимической информации методом многомерных полей. В кн.: Геохимические методы поисков рудных месторождений в Сибири и на Дальнем Востоке. Новосибирск, Наука, 1978, с.3-26.