

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ОПРОБОВАНИЮ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД СЛОЖНОГО СОСТАВА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ СВЯЗЕЙ В КОМПЛЕКСЕ С ЯДЕРНО-ГЕОФИЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ КАРОТАЖА

В.А. Красноперов, Д.Р. Сейфуллин
Университет им. Сулеймана Демиреля, ТОО «NTD Services LTD»,
Алматы, Республика Казахстан

Определенные преимущества ядерно-геофизических методов каротажа, по сравнению с керновым опробованием, расширяют возможности комплексного исследования руд и вмещающих пород. В случаях, когда необходимо оценить содержания элементов, не обладающих благоприятными ядерными свойствами, используются эмпирические зависимости между химическими или минеральными компонентами изучаемых геологических сред, которые по своей природе могут быть кристаллохимическими и парагенетическими. Первые дают устойчивую, практически функциональную зависимость химических элементов в соединении (минерале), вторые объединяют минералы, образующиеся в одних геологических условиях, дают менее устойчивую корреляционную связь, зависящую от размеров элементов опробования, местоположения изучаемого участка и т.д. Наиболее устойчивыми из парагенетических являются связи минеральных компонентов в закрытых системах, характеризующихся постоянством их суммы. К таким системам относятся, в частности, кварц-карбонат-флюоритовые руды, пластовые фосфориты, фосфато-карбонаты, фосфато-кремнистые породы, карбонатно-терригенные образования.

Более чем вековая история развития учения о парагенезисе свидетельствует о неослабевающем интересе исследователей к этому разделу геологических знаний, оцененному В.И. Вернадским как крупнейшее обобщение прошлого века, сыгравшее принципиально важную роль в создании основ генетической минералогии и современной геохимии. Отражая одну из закономерностей природы – устойчивое сонахождение определенных минералов и химических элементов, парагенезис широко используется как мощное средство теоретического познания многокомпонентных минералогических и геохимических систем. В многочисленных публикациях, посвященных парагенезису, чаще всего исследуются закономерные сообщества минералов и значительно реже – химических элементов. Необходимость системного подхода в геологии обосновывалась в работах Ю.А. Косыгина, В.А. Соловьева, П.Ф. Иванкина, И.П. Шарапова, Р.А. Жукова,

В.И. Оноприенко, Б.И. Смирнова и др. Характер системообразующих связей определяется, если рассматривать систему с наиболее общих позиций, как взаимодействие элементов системы и взаимодействие системы и среды. Единство компонентного состава и структурная однородность определяют целостность системы. Выбор методов обнаружения и описания связей между системными элементами существенно облегчается, если принять следующие определения системы: «...система – это множество объектов, на котором реализуется отношение с заранее заданным свойством».

Таким образом, содержания элементов являются единственным объективно фиксируемым результатом эволюции любого геохимического объекта, и прикладная математика располагает достаточно мощным аппаратом для количественного анализа геохимических систем, в частности для выявления, оценки и количественного выражения зависимостей между компонентами состава сложных сред. При изучении состава геологических объектов как геохимических систем используется принцип относительной элементарности, представляющий собой общий методологический прием научного исследования материального мира. В соответствии с этой концепцией, объект исследования рассматривается в качестве сложной системы, состоящей из множества условно неделимых элементов, объединенных между собой совокупностью внутренних связей. При более детальных исследованиях геологических объектов в рамках каждого качественного однородного уровня появляется необходимость выделения уровней, различающихся по совокупности количественных критериев (состав и свойства). Подобную элементарность Л.И. Четвериков назвал «количественной элементарностью» и отметил, что она определяется не только состоянием вещества сложной системы, но и зависит от задачи исследований и детальности наблюдений. Изучение связей между компонентами должно выполняться на каждом уровне опробования с учетом конкретных задач в соответствии с этапами изучения объекта. Причем сила и характер связей, особенно парагенетических, могут меняться в зависимости от уровня опробования.

В частности, выравнивание средних содержаний происходит по закону «больших чисел» за счет резкого увеличения общего количества входящих в пробу элементов неоднородности. Зависимость частных значений изучаемых признаков от густоты сети наблюдений и от размеров отбираемых проб свидетельствует о том, что задача полноценного и всестороннего количественного описания природной изменчивости свойств геологических образований практически невыполнима. Природная изменчивость

существует объективно, отражая комплекс геологических и физико-химических условий формирования изучаемого объекта, и представляет собой явление весьма сложного и многопланового характера. При решении конкретных геологических задач из всех возможных проявлений природной изменчивости оцениваются только те, знание которых необходимо для решения поставленных задач, и только на тех уровнях строения, которые выявляются при данном масштабе проводимых исследований. Следовательно, понятие наблюдаемой изменчивости принципиально отличается от широкораспространенного понятия природной изменчивости свойств геологических образований. Определение границ геологической совокупности и составляющих ее элементов производится исходя из конкретных задач. Результаты статистических исследований можно распространять только на исследуемую совокупность. Правомерность перенесения полученных выводов на более широкий круг объектов или явлений должна быть обоснована с геологических позиций.

При изучении свойств геологических объектов как пространственных переменных выбор математической модели зависит от размерности пространства. Сложность математического моделирования и вычислительных операций значительно увеличивается при переходе от одномерного пространства (случайные последовательности) к n -мерному (геохимические системы). В процессе моделирования необходимо стремиться к снижению размерности пространства за счет перехода к усредненным числовым характеристикам или разделению общей задачи на несколько частных. Сведение многомерных случайных величин к комбинации трехмерных, а еще лучше двумерных, моделей позволяет, кроме аналитических методов, широко использовать простые графические методы исследования. Для этого простые характеристики свойств объекта заменяются комбинированными (произведение, отношение, сумма). При изучении рудных тел часто в качестве пространственной переменной исследуется произведение мощности рудного тела на содержание полезного компонента (продуктивность или линейный запас). При изучении геохимических систем вместо содержаний отдельных элементов используют отношения содержаний элементов, их групп; содержания минеральных компонентов и соединений. В практике геологические совокупности в силу своих больших размеров и ряда других причин обычно не могут быть исследованы полностью. О свойствах геологической совокупности судят по ее части, доступной для получения информации. Все сказанное выше свидетельствует о том, что пространственная стабильность

полученных корреляционных зависимостей между компонентами требует осторожного их использования и постоянного контроля при малейших признаках изменения геологической обстановки. При наличии на изучаемых объектах достаточно тесных эмпирических корреляционных связей между химическими или минеральными компонентами возможен случай комплексной количественной оценки необходимых компонентов через другие, определяемые с помощью ядерно-геофизических методов каротажа. Точность полученного уравнения регрессии определяется: ошибками определения компонентов за счет анализа, обработки и отбора проб; величиной обрабатываемой выборки (геологической совокупности); ошибками аппроксимации при подборе зависимости; геологическими факторами (уровень изучения объекта, геометрические характеристики сети наблюдений и проб).

Полные материалы с подробной библиографией см. на сайте: SciTecLibrary.ru от 22 апреля 2003 года и в журналах «Известиях Национальной академии наук Республики Казахстан. Серия геологическая» (2008. № 4. С. 56–68) и НТВ «Каротажник» (2007. Вып. 7. С. 60–85).