

А. Б. РОНОВ и А. И. ЕРМИШКИНА

**МЕТОДИКА СОСТАВЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ
ЛИТОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЙ КАРТЫ**

(Представлено академиком Д. С. Белянкиным | 27 V 1953)

Первые мысли о методике составления геохимических карт высказаны А. Е. Ферсманом (7). Предложенная им методика, будучи вполне пригодной для изучения региональной геохимии районов развития изверженных пород, не вполне удовлетворяет требованиям геохимического картирования территорий, сложенных осадочными образованиями, так как за основу для построения геохимической карты берется карта литолого-петрографическая, не учитывающая возрастных соотношений пород.

Авторы данной статьи продолжили методические исследования А. Е. Ферсмана, но в применении исключительно к областям распространения осадочных формаций. Работа велась на конкретном материале осадочных толщ Русской платформы с привлечением многих сотен последних литологических разрезов и тысяч химических анализов отдельных образцов и установленных средних проб (2, 3, 5). Была поставлена задача отобразить с помощью серии карт количественные закономерности пространственного распределения и сочетания некоторых важнейших химических элементов в толщах различного состава и возраста так, чтобы охватить без перерыва весь разрез осадочных пород от кристаллического фундамента по четвертичные наносы. Этим определился стратиграфический принцип построения карт: каждая карта составляется для определенного стратиграфического интервала (отдел, ярус, слои), величина которого зависит от сложности разреза. В литологически однородных толщах интервал больше, в сложных меньше. Основа для карт была принята иная, чем у А. Е. Ферсмана. Геохимические карты должны отражать историю химических элементов, закономерности их распределения, сочетания и миграции в пределах исследуемой территории. В силу этих требований они не могут ограничиваться сведениями только о площадях современных выходов на поверхность тех или иных осадочных формаций, а должны заключать в себе также данные об их подземном распространении и о территориях, служивших источником обломочного материала и растворов, шедших на образование этих формаций. Вследствие этого в качестве основы для построения геохимических карт была принята литолого-фациальная карта бассейнов накопления осадков в комбинации с палеолитологической и палеогеографической картами древней суши. Внутри бассейнов накопления осадков, как обычно, выделяются зоны распространения пород различного литологического состава и намечаются границы древних областей размыва. Красками показываются фациальные условия бассейнов. В пределах областей размыва, в отличие от имеющих карт, воссоздается картина выходов на поверхность древней суши осадочных и вулканических пород различного состава и возраста, а также массивов кислых и основных изверженных пород, продукты разрушения которых поступали в область осадконакопления. Стрелками

указывается вероятное направление стока речных вод, переноса обломочного материала и растворимых продуктов выветривания.

На этом литолого-палеогеологическом фоне строится количественная геохимическая карта. Для ее построения требуется систематически подобранный массовый экспериментальный материал, представленный большим количеством химических анализов осадочных пород из стратиграфического интервала, для которого составляется карта, с более или менее равномерным размещением на площади точек отбора образцов, пошедших в анализ. Наиболее целесообразно использование для этой цели установленных средних проб, которые позволяют определять средний химический состав толщи по одному химическому анализу (5). В соответствии с распределением цифр на карте проводят линии равного содержания элементов, характерных для данного типа пород (например, изолинии Ca и Mg в карбонатах, изолинии Fe и Al в глинах, изолинии S и Cl в соленосных отложениях и т. д.). Методом изолиний оконтуриваются области повышенной и пониженной распространенности тех или иных элементов относительно их кларков и выявляются закономерности распределения этих элементов в пространстве. Линии равного содержания элементов в сочетании со сведениями о литологическом составе размывавшихся пород древней суши и данными о литологической и фациальной зональности в области осадконакопления позволяют проследить пути миграции этих элементов от их первоисточников к участкам вторичного обогащения. Исключительный практический интерес представляют карты с изолиниями элементов, входящих в состав пластовых полезных ископаемых района (например, карты с изолиниями органического углерода, Fe, Al, Mn, V, P, Na, K и т. д.). С помощью таких карт могут быть оконтурены области повышенной концентрации искомого элемента, давая тем самым руководящие указания для правильного направления поисков и разведки промышленных месторождений этого элемента либо связанного с ним полезного ископаемого.

Одним из авторов (А. Б. Роновым) была составлена серия карт распределения магния в палеозойских карбонатных толщах Русской платформы, из которой мы приведем в качестве примера карту нижнеказанского подъяруса (рис. 1). При ее построении было использовано около 500 анализов карбонатных пород спириферового возраста. Распределение изолиний Mg на этой карте выявляет отчетливую картину закономерного обогащения нижнеказанских карбонатных слоев Mg в направлении с востока на запад, т. е. от Приуралья, где среди терригенных пачек отлагались почти чистые прослои известняков, к Горьковскому и Среднему Поволжью, где происходила преимущественно садка доломитов. В этом же направлении констатируется закономерное уменьшение величины отношения Ca/Mg, свидетельствующее о росте минерализации вод бассейна. Обширность территории, на которой проявилась эта закономерность, а также количественные подсчеты о балансе Mg в палеозойских толщах указывают на то, что вторичная доломитизация почти не нарушила первоначального распределения Mg в осадках спириферового моря. Наблюдаемое на карте распределение отображает различия в геологических и геохимических условиях, существовавших на разных берегах нижнеказанского бассейна. На восточной его периферии морские воды разбавлялись пресными водами рек и потоков, стекавших с Уральских гор и сносивших большие массы обломочного материала (зона красноцветов и терригенных морских осадков). Под распределяющим воздействием кислых уральских вод зона доломитообразования была отнесена к западной мелководной окраине бассейна, где притока пресных вод с соседней наплатформенной суши почти не было, и здесь, в условиях аридного климата и связанного с ним усиленного выпаривания, в щелочной сфере морского раствора создавалась обстановка, благоприятная для выпадения преимущественно доломитовых осадков.

Закономерности сочетания элементов могут быть отображены с помощью изолиний отношения геохимически родственных пар элементов, таких, например, как отношения Ca/Mg , Ca/Sr , J/Br , Fe^{III}/Al , Ni/Co , Th/U и т. д. Величина отношения между такими парами элементов в близких

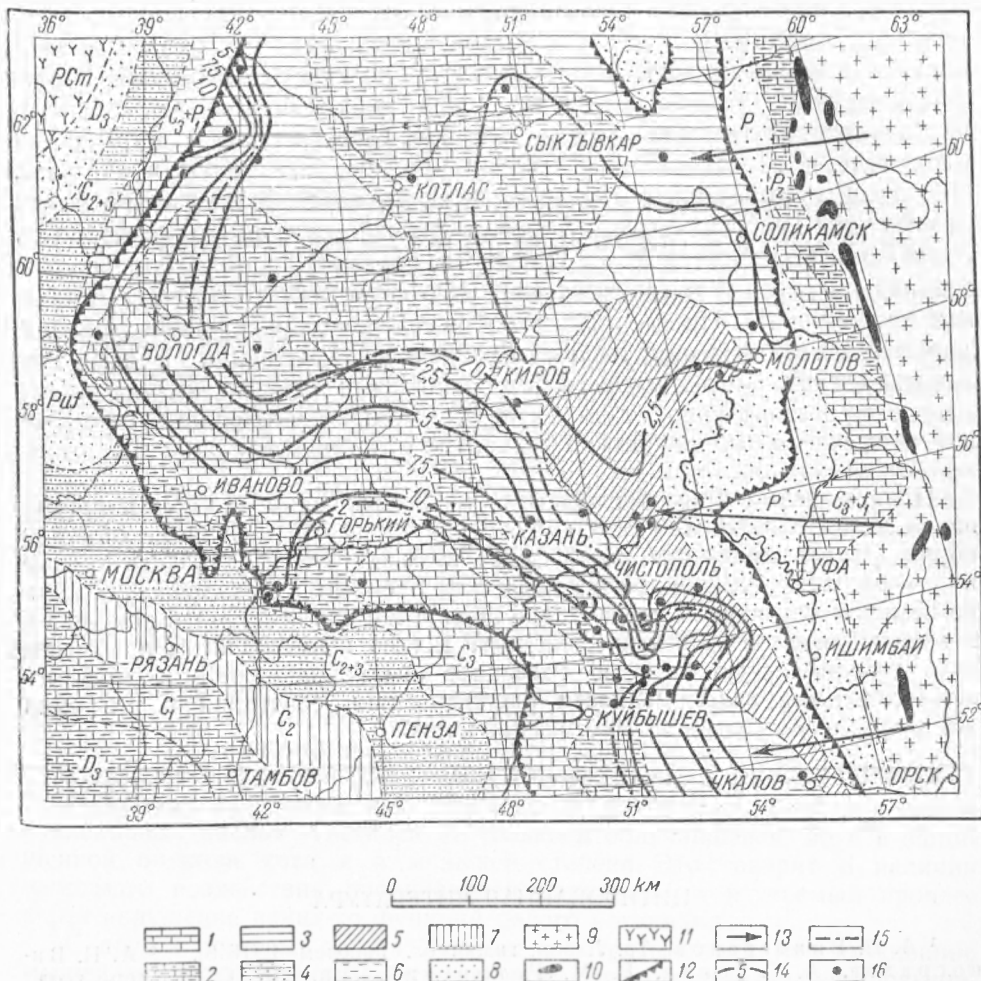


Рис. 1. Схематическая карта распределения магия в нижнеказанских карбонатных отложениях Русской платформы. Условные обозначения: 1 — известняки и доломиты; 2 — известняки и доломиты с подчиненными прослоями обломочных пород; 3 — чередование морских карбонатных и обломочных пород; 4 — известняки с прослоями красноцветных обломочных пород; 5 — чередование морских и континентальных (красноцветных) обломочных пород и подчиненных прослоев известняков; 6 — глины с подчиненными прослоями песков; 7 — пески и глины; 8 — континентальные (красноцветные) обломочные породы; 9 — граниты, зеленокаменные, метаморфические и осадочные породы палеозоя и докембрия Урала; 10 — палеозойские основные и ультраосновные интрузии; 11 — докембрийские породы Балтийского щита; 12 — береговая линия; 13 — вероятное направление стока речных вод и переноса обломочного материала; 14 — изолинии Mg в карбонатах (в %); 15 — изолинии отношения Ca/Mg ; 16 — точки, охарактеризованные химическими анализами

геохимических условиях, как это показал А. П. Виноградов (1), отличается значительным постоянством. Нарушение постоянства отношений по простиранию какой-либо толщи фиксируется изолиниями на карте и указывает на наличие в прошлом процессов, существенно изменявших геохимические условия осадконакопления.

Нами были составлены литолого-геохимические карты Днепровско-Донецкой впадины, на которых в изолиниях показано изменение процентного содержания Fe^{III} и Al , а также отношения Fe^{III}/Al в глинах палеогео-

нового возраста. При построении карт было использовано около 500 химических анализов глин. Рассмотрение карт позволило выявить закономерное возрастание отношения вглубь палеогенового бассейна, по мере удаления от древних областей размыва, сложенных на юге и западе преимущественно кислыми породами Азово-Подольского кристаллического массива, а на северо-востоке осадочными и изверженными породами Воронежского массива. В том же направлении в глинах увеличивается процентное содержание железа и уменьшается количество алюминия. В пределах массивов (преимущественно Азово-Подольского) и поблизости от них накапливались глины, бедные железом. Среди них часто встречаются первичные и переотложенные залежи каолина. Эти глины и каолины, обогащенные алюминием и бедные железом, образовались в результате разрушения кристаллических пород в древней коре выветривания, где, согласно исследованиям И. И. Гинзбурга, основной процесс каолинообразования происходил в условиях влажного и умеренного климата в нижнем палеогене (6). Процесс каолинообразования сопровождался выносом значительного количества железа. Распределение изолиний Fe^{2+}/Al и Fe^{3+} показывает, что миграция растворов с гидратами окислов железа происходила по направлению к центральным, наиболее интенсивно прогибавшимся частям палеогенового бассейна, где отлагавшиеся глинистые осадки обогащались железом.

Приведенными примерами далеко не исчерпываются области применения литолого-геохимических карт. В сочетании с измерениями объемов пород (4) геохимические карты дают возможность производить точные подсчеты распространенности химических элементов в осадочной оболочке земли и слагающих ее свитах. Главное же заключается в том, что с помощью литолого-геохимических карт можно шаг за шагом проследить количественные закономерности распределения, сочетания и миграции элементов в осадочных толщах земной коры.

Институт геохимии и аналитической химии
им. В. И. Вернадского
Академии наук СССР

Поступило
27 V 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. П. Виноградов, Тр. Лабор. гидрогеол. проблем, 1 (1948). ² А. П. Виноградов, А. Б. Ронов, В. М. Ратынский, Изв. АН СССР, сер. геол., № 1 (1952). ³ А. П. Виноградов, А. Б. Ронов, В. М. Ратынский, Советские по осадочным породам, Доклады, в. 1, Изд. АН СССР, 1952. ⁴ А. Б. Ронов, Тр. Геофизич. ин-та АН СССР, № 3 (130) (1949). ⁵ А. Б. Ронов, В. М. Ратынский, ДАН, 86, № 4 (1952). ⁶ В. Ф. Самойлов, И. И. Мельников, Каолин, М., 1951. ⁷ А. Е. Ферсман, Геохимия, 2, 1934.