

А. Б. ВИСТЕЛИУС и В. Т. БЕЛОУСОВА

**О ПРИМЕНЕНИИ КОЭФФИЦИЕНТА КОРРЕЛЯЦИИ
ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ПАРАГЕНЕЗИСОВ МИНЕРАЛОВ
В ТЕРРИГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ**

(Представлено академиком Ф. П. Саваренским 6 VII 1946)

1. При изучении парагенезисов минералов в терригенных толщах весьма существенно знание связи между минералами. В настоящее время исследование ее сводится к чисто визуальному сравнению поведения минеральной ассоциации при колебаниях в содержании одного (или нескольких) минералов, входящих в нее. Между тем существует ряд методов для количественного изучения силы и формы связи⁽¹⁾. Настоящая работа ставит целью продемонстрировать эффективность применения для данного случая коэффициента корреляции r в качестве одной из простейших мер силы связи.

Материалом для исследования послужили анализы тяжелых фракций (0,25—0,01 мм) образцов, взятых из кемских и ящерских слоев среднедевонских отложений Ленинградской области*. Указанные образцы были отобраны в обнажениях по р. Луге (д. Клескуши), притоках ее Сабе, Обнове и Лемовже, а также в обнажениях по р. Оредеж (д. Сиверская и д. Вырица).

Отложения кемского цикла представляют пачку красных мелкозернистых, косослоистых песков с редкими, маломощными прослоями красных глин и обломками красных мергелей суммарной мощностью около 15 м. Отложения ящерского цикла, залегающего непосредственно над кемскими слоями, состоят из белых, мелко- и среднезернистых косослоистых песков с включениями белых глинистых галек. Мощность ящерских слоев в разрезе по р. Луге равна 30 м.

2. Как известно, коэффициентом корреляции называется величина, характеризующая силу связи между случайными переменными при линейной форме ее. Как доказано в математической статистике⁽¹⁾, величина коэффициента корреляции лежит между -1 и $+1$. При отрицательных значениях коэффициента корреляции с возрастанием одного компонента вероятно понижение содержания второго компонента.

При положительном r с ростом одного компонента вероятно увеличение содержания второго. При этом вероятность изменения одного компонента при изменении второго тем выше, чем больше коэффициент корреляции, и при $r = |1|$ изменение одного переменного обязательно приводит к изменению другого. Если связь мало отклоняется от линейной формы, то r сохраняет свое значение⁽¹⁾. При малом

* Выделение в толще среднего девона кемских и ящерских слоев произведено на основании стратиграфической схемы, предложенной Л. Б. Рухиным⁽²⁾.

числе наблюдений (менее 30—50) форму связи изучить не удастся и поэтому приходится пользоваться r вместо других мер связи. При этом при малом числе измерений для определения r удобно пользоваться следующей формулой *

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{i=n} (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^{i=n} (y_i - \bar{y})^2}}$$

где n — число наблюдений.

3. Исследованию подверглось 40 анализов тяжелых фракций из кемских слоев D_2 и 13 — из ящерских слоев D_2 . При этом в образцах из кемских слоев изучалась связь между рудными минералами (магнетитом), гранатом Gr и цирконом Zr. В ящерских слоях, кроме того, была исследована связь магнетита (Mgt) со ставролитом St.

Результаты анализа связи приведены в таблице.

Название слоев	Mgt		Gr		Mgt Gr	Zr		Mgt Zr	St		Mgt St
	\bar{x}	σ_x	\bar{x}	σ_x	r	\bar{x}	σ_x	r	\bar{x}	σ_x	r
Ящерские .	80,0	8,2	0,4	0,5	+0,5	7,5	4,6	+0,4	5,7	6,0	-0,6
Кемские . .	73,8	12,2	10,6	11,9	-0,9	9,7	6,2	-0,5	—	—	—

Как видно из приведенной таблицы, содержание магнетита и циркона в обоих циклах примерно одинаковое, гранат специфичен для кемского и ставролит для ящерского цикла. Таким образом, без изучения связи только гранат и ставролит имеют маркирующее значение. Единственный вывод, который из этого можно сделать, — это то, что в кемское время размывался источник, дающий гранат, а в ящерское — ставролит. При этом при переходе от кемского к ящерскому времени источник, поставлявший гранат, почти перестал действовать.

Анализ параметров связи позволяет сделать следующие выводы, недоступные при визуальном наблюдении.

1) В кемском цикле магнетит и гранат являются взаимосвязанными. В то время, когда увеличивался привнос Mgt, уменьшался привнос Gr.

2) Связь Mgt с Gr в кемском и ящерском циклах резко различна. В кемское время привнос Mgt приводит к понижению привноса Gr, в ящерское — с возрастанием количества Mgt возрастает количество Gr. Это наводит на мысль о том, что источники Gr в кемское и ящерское время были различны.

3) Связь Mgt с Zr слабее, чем связь Mgt с Gr. При этом в кемское время увеличение Mgt приводит к падению содержания Zr, а в ящерское — к росту его. Связь Mgt с Gr настолько различна в кемское и ящерское время, что может быть использована для маркирующих целей.

4) Появляющийся в ящерское время ставролит заметно связан с Mgt. При этом связь Mgt — St носит отрицательный характер. Так как St появляется в горизонте, резко обедненном Gr, и связь St с Mgt в ящерское время имеет то же направление, что связь Gr с Mgt в кемское время, то кажется вероятным предположение о том, что St

* Обозначения везде общепринятые в статистике.

замещает ту часть Gr, которая исчезла в ящерское время. Таким образом, тот фактор, который давал в кемское время Gr, в ящерское дает St. Вопрос о поведении Gr ящерских слоев в кемское время неясен, но, скорее всего, он без применения специальных методов не поддается выделению в общей массе Gr кемского цикла.

Приведенный анализ простейшего случая связи с очевидностью показывает преимущество аналитических методов и необходимость их внедрения в геологическую работу.

Всесоюзный нефтяной научно-
исследовательский институт,
Ленинград

Поступило
6 VII 1946

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ В. И. Романовский, Математическая статистика, 1939, стр. 360². Л. Б. Рухин, Научн. бюлл. Лен. гос. ун-та, № 10, 23 (1946).