

А. Б. ВИСТЕЛИУС

**О КОРРЕЛЯЦИОННОЙ СВЯЗИ МЕЖДУ АПАТИТОМ  
И НЕФЕЛИНОМ В КУКИСВУМЧОРР-ЮКСПОРСКОМ СФЕНОВОМ  
МЕСТОРОЖДЕНИИ (ХИБИНСКИЕ ТУНДРЫ)**

*(Представлено академиком Д. С. Белянкиным 19 XI 1946)*

1. При изучении минеральных парагенезисов чрезвычайно важно установление фактов двух групп: а) хронологической последовательности выделения минералов и б) силы связи между минералами, т. е. степени обязательности изменения распределения одного из них при изменении распределения в ассоциации других минералов. Первая задача легко решается путем наблюдений над псевдоморфозами, взаимопересечениями минеральных тел, пойкилитовыми структурами и т. д. Вторая задача может быть решена только с помощью аналитических приемов, входящих в общую теорию связи между случайными переменными<sup>(6)</sup>.

Настоящая работа ставит своей целью изложение основных принципов исследования связи между минералами на материале, собранном автором на гг. Кукисвумчорр и Юкспор в Хибинских тундрах летом 1946 г.

2. Как было показано ранее на геологическом материале, сила связи между минералами определяется вероятностью изменения закона распределения одного минерала при изменении закона распределения другого (других) минерала<sup>(2)</sup>. При этом, если связь имеет линейную форму или приближается к таковой<sup>(5)</sup>, то в качестве меры силы связи может быть использован коэффициент корреляции  $r$ . Положительный знак  $r$  означает, что с ростом содержания одного минерала содержание второго минерала возрастает. Отрицательные значения  $r$  указывают на падение содержания одного минерала при росте содержания другого в исследуемой ассоциации. Для выяснения пространственных соотношений между интенсивностью связи в различных частях исследуемого минерального тела строятся карты изолиний коэффициентов корреляции. Для этого в те точки на карте, где изучалась сила связи, наносятся величины  $r$ , между этими точками проводятся изолинии, и таким образом получают карты силы связи, дающие в изолиниях картину ее изменения на площади месторождения.

3. Изученное месторождение сфена располагается на западном склоне г. Юкспор, откуда протягивается в длину р. Лопарской и далее на восточный склон Апатитового отрога г. Кукисвумчорр. Месторождение залегает над мощным телом апатитовых руд, которые книзу постепенно переходят в ийолит-уртиты с отчетливо видимой трахитоидностью. Выше сфеновых руд, образуя их кровлю, залегает рихсчорриты, слагающие также кровлю апатитовой залежи там, где отсутствуют сфеновые месторождения. На контакте между сфеновым

№№ вы- рабо- ток	С к в а ж и н ы										Горизонты			
	5	38	40	16	18,8 37	17	20	24	22/2 *	39	15/1 бис	410	420	432
Пара- метры														
<i>n</i>	10	15	19	28	12	24	19	22	54	11	12	74	29	70
<i>x<sub>ap</sub></i>	4,92	7,57	25,98	12,42	26,22	11,30	17,70	15,32	17,63	20,19	60,91	14,27	14,55	7,14
<i>σ<sub>ap</sub></i>	7,51	15,51	13,89	11,55	22,79	12,13	16,46	13,03	7,82	15,87	16,14	11,88	12,66	8,03
<i>x<sub>Nph</sub></i>	39,42	44,81	16,23	28,71	28,35	28,24	26,58	34,27	13,61	23,87	26,93	26,00	37,10	41,57
<i>σ<sub>Nph</sub></i>	22,96	23,67	9,10	17,23	24,57	26,04	16,81	21,98	3,74	15,82	11,13	20,83	22,98	22,41
<i>r<sub>ap-Nph</sub></i>	-0,39	-0,67	-0,26	-0,50	-0,77	-0,32	-0,36	-0,43	-0,85	-0,20	-0,87	-0,49	-0,42	-0,33

\* Для скважины 22/2 параметры относятся последовательно к P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

рудным телом и апатитовой залежью часто располагается брекчиевидная зона из неправильной и округлой формы апатитовых блоков, погруженных в сфеновую породу или в присутствующие здесь местами ийолит-уртиты. Переход от сфеновых руд к брекчиевидным образованиям и от последних к апатитовым породам постепенен. Изучение линий истечения в апатитовой залежи по ориентировке игольчатого апатита показало, что направление их отличается от общей ориентировки в тех местах, где расположено сфеновое месторождение. Сама сфеновая залежь представляет линзовидное тело, падающее согласно с падением апатитовой залежи на ССВ и выклинивающееся на СЗ.

Сфеновая руда состоит в основном из сфена, апатита, нефелина и эгирина. Эти минералы, образуя подавляющую часть руды, содержатся в среднем в одинаковых количествах. В отдельных участках рудного тела ассоциация иногда резко обогащается одним или несколькими из этих минералов, что приводит к сравнительно резким колебаниям в их содержании в различных частях месторождения. Кроме четырех главных минералов, в месторождении присутствуют: полевой шпат, титаномагнетит, ильменит, астрофиллит, лампрофиллит, арфведсонит, эвдиалит, юкспорит, цеолиты и более редкие минералы. Размер зерен главных минералов ассоциации, по данным Антонова, колеблется в среднем от 0,02 до 3,00 мм, причем наиболее распространены индивиды от 0,1 до 0,8 мм.

4. Для установления силы связи между апатитом и нефелином нами был вычислен коэффициент корреляции для количественно-минералогического состава сфеновых пород, полученного путем подсчета

в шлифах под микроскопом. Данные эти были переданы автору В. Н. Годовиковым, заимствовавшим их из рукописных работ Антонова и Ушаковой.

Данные Антонова охватывали разрезы по скважинам №№ 5, 8, 19, 37, 24, 40, 39, 16, 38, 20. Состав руд в этих данных был охарактеризован весовыми процентами. Данные Ушаковой относились к 410, 420 и 438 горизонтам сфенового рудника и были даны в объемных процентах.

В дополнение к указанным данным были использованы химические определения  $P_2O_5$  и  $Al_2O_3$  по скв. 22/2 и физико-химические определения минералогического состава, сделанные по методу Мелентьева (3) на Кольской базе Академии Наук (скв. 15/1 бис).

Химические данные оказались возможным привлечь вследствие того, что в районе скв. 22/2 породы практически содержали весь фосфор в апатите, а алюминий — в нефелине. Материал Ушаковой был выделен при общей обработке и изучался отдельно для погоризонтной характеристики рудного тела.

Вычисления  $r$ , проведенные по схеме, разработанной для малого числа наблюдений (2), даны в табл. 1. В этой таблице  $n$  — число наблюдений, по которому вычислена величина  $r$ ,  $ap$  — апатит,  $Nph$  — нефелин,  $\bar{x}$  — среднее значение,  $\sigma$  — стандартное отклонение и  $r$ , — как и везде ранее, — коэффициент корреляции.

Все приведенные в таблице величины  $r$  по скважинам были нанесены на карту (см. рисунок), и на последней проведены изолинии через 0,3. Интервал в 0,3 превышает возможную ошибку между соседними значениями  $r$ , как в этом легко убедиться по методу Фишера (4). Кроме того, схема на рисунке преследует чисто принципиальные цели, и поэтому густота изолиний может считаться достаточно обоснованной.

5. Анализ данных, приведенных в таблице и на рисунке, указывает на следующие факты:

а) Содержание в сфеновых рудах апатита и нефелина взаимосвязано; при этом с ростом содержания апатита количество нефелина падает.

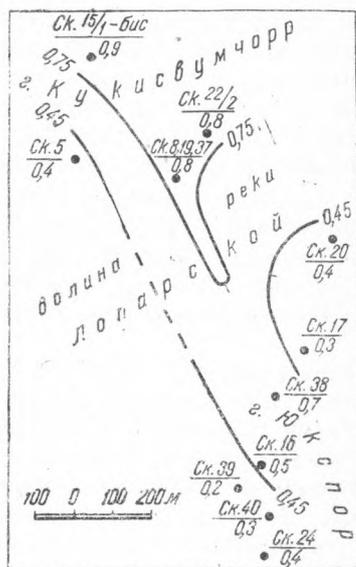
б) Сила связи между апатитом и нефелином в различных частях месторождения различна и не зависит от среднего содержания в руде изучаемых компонентов.

в) Все месторождения в исследованной части делятся на две половины зоной повышенной силы связи между апатитом и нефелином. Эта зона проходит с СЗ на ЮВ, имеет тенденцию к расширению в северной и к выклиниванию в южной части месторождения.

г) Участки с минимальной силой связи между апатитом и нефелином располагаются на северо-востоке и юго-западе месторождения.

д) При переходе от более глубоких горизонтов сфенового рудника к менее глубоким сила связи обнаруживает систематическую тенденцию к падению.

6. Резюмируя изложенное, необходимо отметить, что изучение силы связи между апатитом и нефелином на площади сфенового месторождения дало новые факты, характеризующие парагенезис и позволяющие использовать их для его генетической трактовки. При



решении генетических вопросов изучение силы связи необходимо дополнять качественной характеристикой исследуемых ассоциаций путем прямых геологических наблюдений и химико-минералогических исследований (1).

Всесоюзный нефтяной научно-исследовательский геолого-разведочный институт  
Ленинград

Поступило  
19 XI 1946

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> А. Б. Вистелиус, ДАН, 49, № 1, 44 (1945). <sup>2</sup> А. Б. Вистелиус и В. Т. Белоусова, ДАН, 55, № 4 (1947). <sup>3</sup> Б. Н. Мелентьев, Фазовый анализ как метод петрологического исследования. Тезисы кандидатской диссертации. Петрозаводск (1946). <sup>4</sup> В. И. Романовский, Математическая статистика, стр. 411, 1938. <sup>5</sup> А. А. Чупров, Основные проблемы теории корреляции, 1926. <sup>6</sup> J. Blakeman, Biometrika, 4, 1905.