Записки Ленинградского ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LXIV, вып. 2, 1974 г.

К МЕТОДИКЕ ОЦЕНКИ ФОНОВЫХ И АНОМАЛЬНЫХ СОДЕРЖАНИЙ НИКЕЛЯ В ОСНОВНЫХ—УЛЬТРАОСНОВНЫХ ПОРОДАХ

М. Л. Сахновский, В. К. Паламарчук

Одним из наиболее перспективных критериев никеленосности основных—ультраосновных массивов естественно считать содержание в неоруденелых породах главного компонента медно-никелевых руд — никеля [14]. Основным затруднением на пути применения этого критерия является неравномерность фонового содержания никеля, которое в ряду основных—ультраосновных пород увеличивается от наиболее кислых представителей ряда к наиболее основным. Впервые это явление учел Д. В. Полферов. В качестве одного из критериев никеленосности он предложил использовать коэффициент концентрации никеля — содержание никеля в породе, деленное на его кларк в данном петрографическом типе пород [11].

Т. И. Нюппенен [9], справедливо указывая, что каждая из петрографических разностей характеризуется широким интервалом основности, и, следовательно, имеет большой диапазон изменчивости фоновых содержаний, предложил считать потенциально никеленосными те массивы, где содержание никеля в породах повышено по сравнению с фоновым, определяемым из уравнения

$$\lg SiO_2 = \lg 30 - 0{,}125 \lg Ni.$$

Обе методики часто не обеспечивают однозначного заключения о рудоносности массива. В настоящей работе предпринята попытка уточнить фоновые содержания никеля в породах основного—ультраосновного ряда.

Исходя из хорошо известной зависимости содержания никеля в основных—ультраосновных породах от содержаний магния [13, 16], фоновые содержания окиси никеля в ряду этих пород мы рассчитали как функцию от содержания в породе кремнекислоты и окиси магния. Исходными данными служила выборка из 71 силикатного анализа пород Кавказа, Урала, Приморья [8], Алтае-Саянского региона [10], США, Гренландии [15]. Вычисления произведены на ЭВМ по программе для выявления тренда, составленной Киргизской геофизической экспедицией. Пространственные координаты X и Y заменены содержаниями кремкислоты и окиси магния.

Исходные значения аппроксимировались последовательно полиномами от 1-й до 6-й степени согласно условию

$$\Sigma P_i[z_i - f(x, y)]^2 = \min,$$

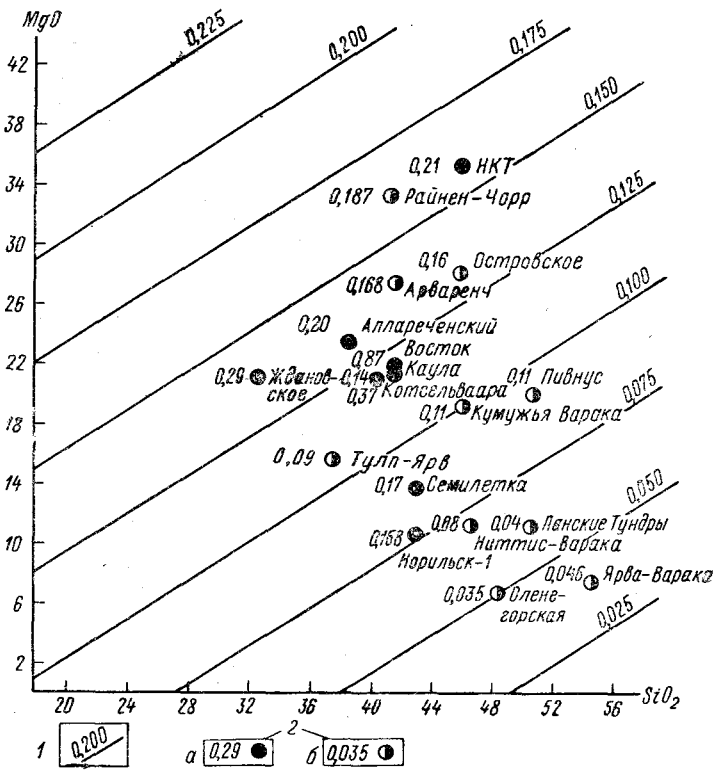
где z — наблюденное значение содержания окиси никеля; $f(x, y)$ — теоретическое содержание окиси никеля; P_i — вероятность квадрата отклонения i-го значения z от теоретического.

Таким образом, резко аномальные значения, присутствующие в исходной совокупности, программа учитывает с малым весом.

Анализ полученных результатов показал, что удовлетворительное решение получается уже при аппроксимации полиномом 1-й степени. Уравнение связи между содержаниями окислов, вычисленное по сглаженным значениям, имеет вид

$$NiO_{\text{фоновое}} = 36 \cdot 10^{-4}\ MgO - 23 \cdot 10^{-4}\ SiO_2 + 13{,}75 \cdot 10^{-2}.$$

Для предварительной проверки возможности использования полученной зависимости для прогнозирования никеленосности интрузий были рассмотрены данные по 8 ультраосновным и основным массивам, вмещающим промышленные месторождения медно-никелевых руд (Кольский полуостров и Сибирская платформа), и по 10 детально опоискованным безрудным массивам (Центральная часть Кольского полуострова).



Номограмма для определения фоновых содержаний окиси никеля в породах основного—ультраосновного ряда: *1*—изолинии фоновых значений NiO; *2*—содержание NiO, MgO и SiO_2 в породах основных—ультраосновных массивов никеленосных *а* и безрудных *б*

При этом учтены работы И. А. Богачева и В. И. Кочнева-Первухова [1], М. Н. Годлевского [4], В. И. Кочнева-Первухова [7], В В. Проскурякова [12] и фондовые материалы СЗТГУ.

Данные, характеризующие содержания окиси никеля, окиси магния и кремнекислоты в этих массивах, показаны на приведенной номограмме. Коэффициенты концентрации никеля (K) в этих массивах получены делением средних содержаний окиси никеля на фоновые, вычисленные графически с помощью приведенной номограммы,

$$K = \frac{NiO}{36 \cdot 10^{-4}\ MgO - 23 \cdot 10^{-4}\ SiO_2 + 14{,}75 \cdot 10^{-2}},$$

Массив	K	Массив	K
Никеленосные		Безрудные	
НКТ	1,33	Райнен-Чорр	1,15
Аллареченский	1,5	Арваренч	1,22
Восток	7,3	Тулп-Явр	0,85
Ждановское	2,1	Кумужья Варака	
Каула	1,18	(массив III)	1,08
Котсельваара	1,63	Пивнус	1,19
Семилетка	1,95	Ниттис-Варака	1,13
Норильск-1	2,05	Панские тундры	0,69
		Оленегорская	0,70
		Ярва-Варака	1,22
		Островское	1,20

Для безрудных массивов K заключены в интервале 0,69—1,22, для никеленосных 1,18—7,3.

Для группы рудоносных массивов рассчитаны средние значения K и доверительные интервалы по методу, рекомендуемому для малых выборок [5], в предположении, что распределение коэффициентов концентрации: а) нормальное и б) логнормальное. В первом случае среднее арифметическое значение K составляет $2{,}38 \pm 1{,}69$, во втором среднее геометрическое равно 1,97 при доверительном интервале (1,23—3,42). Уровень значимости в обоих случаях принимался равным 0,05.

Таким образом, по имеющимся данным можно утверждать, что с вероятностью 95% среднее геометрическое значение коэффициента концентрации никеля для группы никеленосных массивов значимо превышает 1. Среднее арифметическое и среднее геометрическое значения коэффициентов концентрации никеля для группы безрудных массивов составляет соответственно 1,04 и 1,01, т. е. содержания никеля для этой группы в среднем практически равны фоновым. Тем не менее не исключено, что для некоторых районов безрудные массивы будут характеризоваться в среднем K, большими или меньшими 1. Это необходимо учитывать при прогнозировании. Применение установленной зависимости для прогнозирования никеленосности основных—ультраосновных массивов может осложняться процессами метаморфизма, если они приводят к изменению содержаний любого из трех окислов, входящих в уравнение связи. Количественная оценка этого изменения с необходимой точностью представляется весьма сложной задачей.

Следовательно, рекомендуемый критерий сам по себе не может обеспечить полную достоверность при пригнозировании никеленосности массивов, поэтому применять его необходимо в совокупности с другими критериями никеленосности, используя те или иные алгоритмы распознавания по комплексу признаков [2, 3].

Интересен и практически важен вопрос о природе аномальных содержаний никеля в неоруденелых породах никеленосных массивов. Т. И. Нюппенен [9] эту аномальность рассматривает как одно из необходимых условий рудообразования. Однако нам представляется возможным другое объяснение этого явления. При формировании месторождений богатых медно-никелевых руд наряду с процессами, происходящими в магматической камере, большую роль играют процессы, связанные с глубинным магматическим очагом [6]. В соответствии с этими представлениями В. К. Котульского аномально высокие содержания никеля в породах рудоносных интрузий можно объяснить внедрением порций силикатного расплава, обогащенных сульфидами в результате дифференциации, происходившей в глубинном очаге. Решение этого вопроса необходимо для правильной интерпретации данных о коэффициентах концентрации никеля в основных—ультраосновных массивах при прогнозировании их никеленосности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богачев А. И., Кочнев-Первухов В. И. О некоторых петрохимических критериях никеленосности гипербазитовых интрузий (на примере Аллареченского района). Советская геология, 1965, № 11.
2. Боровко Н. Н., Мишин Л. Г., Литикайнен В. И. Простейшие приемы оценки информативности признаков и разбраковка признаков при прогнозировании оловорудных месторождений в масштабе 1 : 50000 (методические рекомендации). Изд. ВИРГ, 1970.
3. Высокоостровская Е. Б., Зеленецкий Д. С. О количественной оценке перепектив территории при поисках месторождений рудных полезных ископаемых. Советская геология, 1968, № 8.
4. Годлевский М. Н. Траппы и рудоносные интрузии Норильского района. Госгеолиздат, 1959.
5. Длин А. М. Математическая статистика в технике. Советская наука, 1958.
6. Котульский В. К. Современное состояние вопроса о генезисе медно-никелевых сульфидных месторождений. Советская геология, 1948, № 29.
7. Кочнев-Первухов В. И. Ультраосновные интрузии Аллареченского района. Тр. Ин-та геологии КАФ АН СССР, 1968, вып. 1.
8. Морковкина В. Ф. Химические анализы изверженных горных пород и породообразующих минералов. Наука, 1964.
9. Нюппенен Т. И. Первичные ореолы сульфидных медно-никелевых месторождений Кольского полуострова и их поисковое значение. Автореф. канд. диссерт. ЛГИ, 1966.
10. Пинус Г. В. и др. Гипербазиты Алтае-Саянской складчатой области. АН СССР, 1958.
11. Полферов Д. В. Геохимические поиски месторождений медно-никелевых сульфидных руд. Бюлл. науч.-техн. инф. ОНТИ МГ и ОН, 1962, № 1(35).
12. Проскуряков В. В. Геологическое строение и особенности дифференциации основной интрузии Панских высот на Кольском полуострове. В сб.: Основные и ультраосновные породы Кольского полуострова. Наука, 1967.
13. Соловьев С. П. Химизм магматических горных пород и некоторые вопросы петрохимии. Наука, 1970.
14. Софронов Н. И. Основы геохимических методов поисков рудных месторождений. Ч. II. Изд. ВИТР, 1962.
15. Уэйджер Л., Браун Г. Расслоенные изверженные породы. Мир, 1970.
16. Vogt J. H. W. Econ. Geol. 1923, v. XVIII, № 4.