

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНИМОСТИ МЕТОДОВ ВРАЩЕНИЯ ФАКТОРОВ ДЛЯ АНАЛИЗА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СПЕКТРОВ

Алымова М.Г.

Научный руководитель — доцент Сиротин Э.Е.

*Сибирский федеральный университет*

Для определения состава породы на предприятии ООО «Радос», которое занимается разработкой рудосортировочного оборудования, используется рентгенофлуоресцентный метод.

Суть этого метода состоит в том, что в процессе облучения рентгеном различные химические элементы испускают разное по интенсивности вторичное излучение, на основании чего выдается гистограмма (рис.1), представляющая собой набор спектров распределения квантов от их энергий, зарегистрированных за единицу времени.

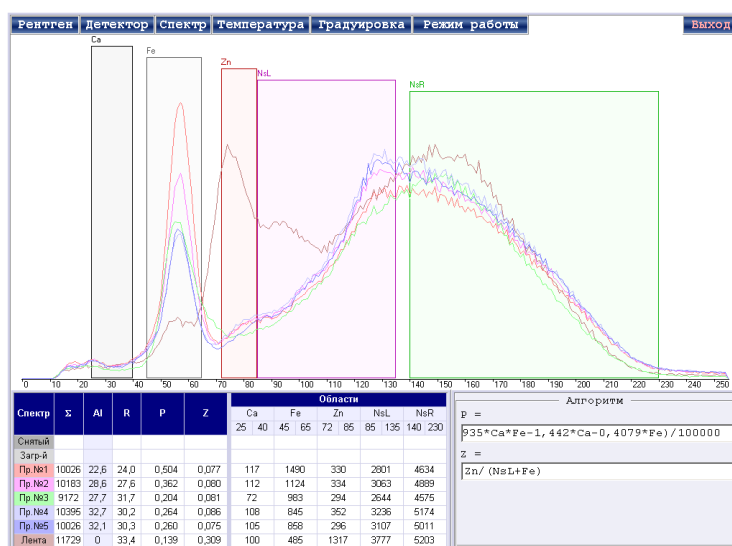


Рис. 1. Энергетические спектры нифелиновых руд АГК с различным содержанием  $Al_2O_3$ .

Сейчас выделением наиболее значимых каналов энергетического спектра (которые тесно связаны с величиной содержания интересующего химического элемента) определяются высококвалифицированными специалистами ООО «РАДОС», путем визуального наблюдения множества каналов энергетического спектра от исследуемых образцов на основе экспериментальных знаний специалистов. Также возможно проведение лабораторного химического анализа.

Если автоматизировать выявление значимых каналов энергетического спектра, используя методы вращения факторов, т. е. применить факторный анализ, то это позволит увеличить точность определения процентного содержания интересующих элементов в рудах металлов.

В ходе предыдущих исследований с применением одного из основных методов факторного анализа, а именно метода главных компонент, было показано что количество значимых каналов энергетического спектра не превышает пяти (рис.2). Однако однозначно интерпретировать эти данные можно только после процедуры вращения.

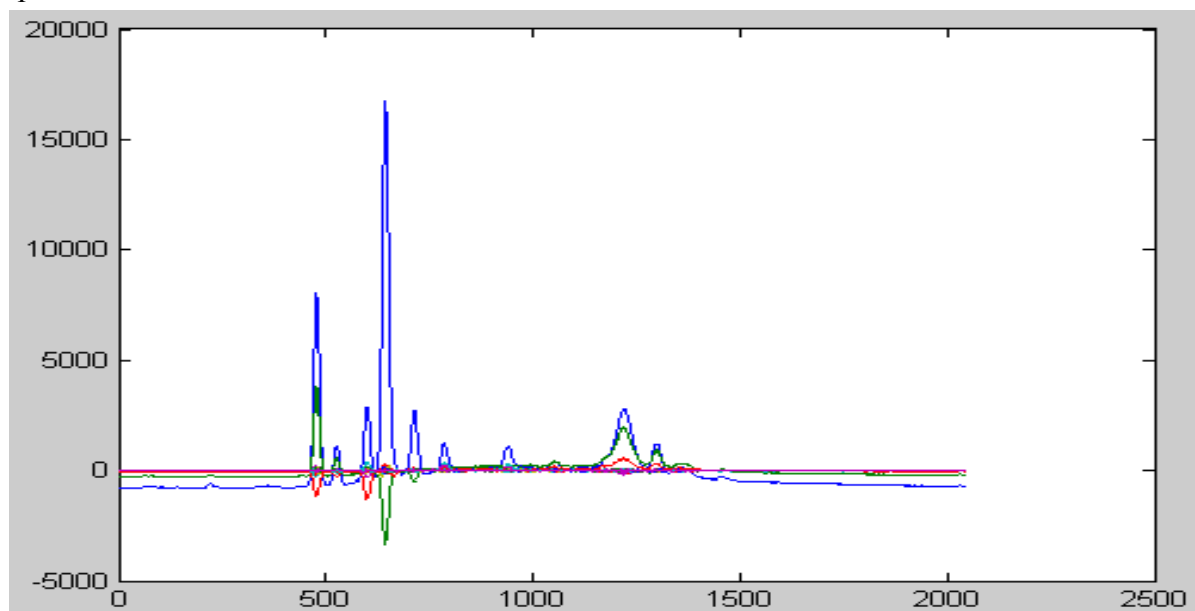


Рис. 2. Главные компоненты, выделенные в ходе анализа полиметаллических руд Зырянского ГОК.

Существуют три различных подхода к проблеме вращения.

Первый подход – графический. Вращение заключается в проведении новых осей, которые соответствуют некоторому критерию простой, легко интерпретируемой структуры. Если в пространстве факторов есть явные скопления (кластеры) точек (переменных), легко отделяемые друг от друга, простая структура получается в том случае, когда оси проведены через эти скопления. Но если такое разделение не очевидно или число факторов велико, графический метод неприменим.

Второй подход связан с аналитическими методами. В этом случае выбирается некоторый объективный критерий, которым надо руководствоваться при выполнении вращения. В рамках этого подхода различают два вида вращения – ортогональное и косоугольное. А они в свою очередь имеют многочисленные вариации.

Третий подход заключается в задании априорной целевой матрицы. Цель вращения – нахождение факторного отображения, наиболее близкого к некоторой заданной матрице. Так как при задании целевой матрицы делаются определенные предположения о факторной структуре, третий подход схож с конфирматорным факторным анализом, в котором проверяются гипотезы о матрице факторного отображения.

Целью всех вращений является получение наиболее простой факторной структуры.

В качестве метода вращения на данном этапе работы был взят метод называемый варимакс, так как он дает лучшее разделение факторов.

Суть этого метода заключается в следующем: простота фактора  $p$  определяется дисперсией квадратов его нагрузок, т. е.

$$s_p^2 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (b_{jp}^2)^2 - \frac{1}{n^2} \left( \sum_{j=1}^n b_{jp}^2 \right)^2 \quad (p=1,2,\dots,m)$$

Где  $b_{jp}$  – факторная нагрузка  $p$ -го фактора на  $j$ -ю переменную. Если эта дисперсия максимальна, то фактор наилучшим образом интерпретируем, поскольку при этом его нагрузки близки в основном к единице или к нулю. Критерий максимизации простоты полной факторной матрицы сводится, следовательно, к максимизации суммы величин по всем факторам, т. е.  $s^2 = \sum_{p=1}^m s_p^2 = \max$ .

После применения этого метода вращения на главных компонентах энергетических спектров полиметаллических руд Зырянского ГОК, был получен результат, представленный на рис.3.

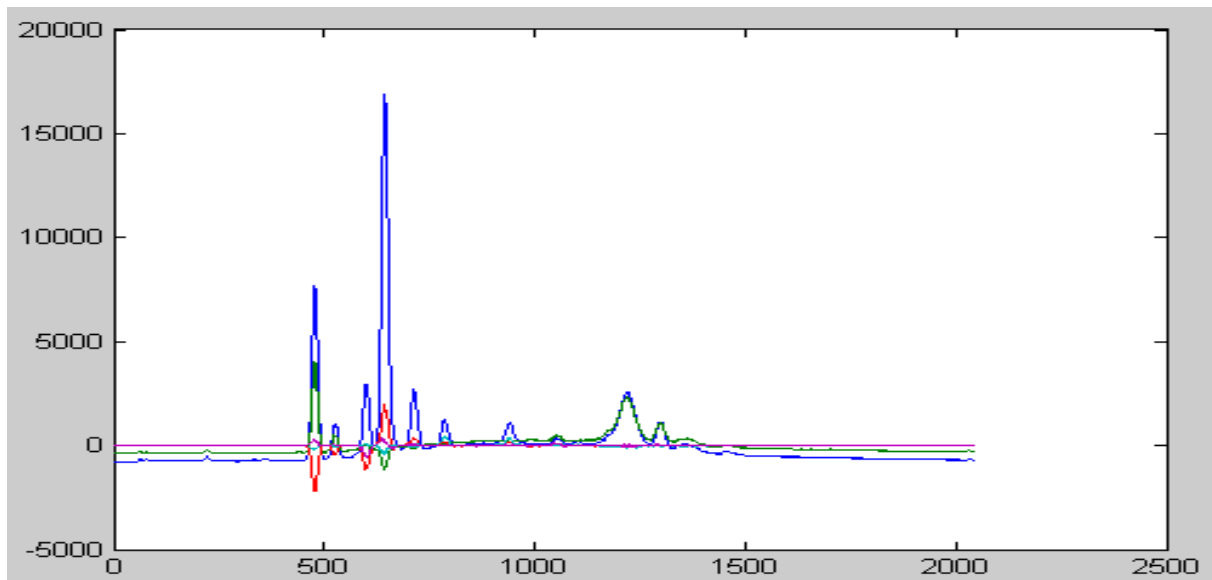


Рис. 3. Главные компоненты энергетических спектров полиметаллических руд Зырянского ГОК после операции вращения.

Итак, анализируя полученные данные на первом этапе можно сделать вывод, что методы вращения, а в частности метод вращения варимакс, можно использовать для решения поставленной задачи, так как исходя из результата видно что количество значимых переменных удалось сократить, по сравнению с их количеством, при использовании метода главных компонент без вращения, и теперь оно равно четырем.

В дальнейшем необходимо проводить апробацию других методов вращения и интерпретировать полученные данные. И на основе всех наблюдений в итоге всей работы, можно будет выбрать наиболее подходящий критерий для сокращения количества значимых спектров.