

# РАЦИОНАЛЬНЫЙ КОМБИНИРОВАННЫЙ ВЫБОР ПРОЦЕССА ИЗЫСКАНИЯ ЗОЛОТА ЭКОНОМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ

Кан Х.Н.<sup>1</sup>, Ри К.Х.<sup>2</sup>, Хо Ч.М.<sup>3</sup>, Кан Х.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Кан Хё Нам - кандидат технических наук, преподаватель;

<sup>2</sup>Ри Кван Хек - кандидат технических наук, преподаватель;

<sup>3</sup>Хо Чун Мин - кандидат технических наук, преподаватель;

<sup>4</sup>Кан Хо - кандидат технических наук, преподаватель,

кафедра обогащения полезных ископаемых,

Чонжинский горно-металлургический институт,

г. Чонжин, Корейская Народно-Демократическая Республика

**Аннотация:** добились определенного успеха во время исследования для установления рациональной технологии обогащения и эффективной системы изыскания соответствующей руды и развивали и завершали технологию обогащения в золотосодержащих рудах, которую применяли раньше.

Выбранная руда для исследования - это руда, которая содержит в основном магнетит и сульфидную руду с малым процентом золота.

Руда состоит из 40~55% магнетита и 3~5% сульфидной руды.

Количество золота 2.2~3.5 грамм в тонне. Особенность нахождения золота: в виде пирита и в магнетите золото находится самородным видом.

В результате исследования изыскания соответствующей руды выбрали следующую рациональную технологию методом экономического принятия решения.

**Ключевые слова:** золото - экономический метод принятия решения.

## 1. Подготовка для принятия экономического решения

На основе исследования изыскания соответствующей руды выбранные возможные процессы сортировки показаны в таблице 1.

Таблица 1. Возможные процессы сортировки

Варианты	Процессы
первый	дробление – гравитационное обогащение – магнитное обогащение – вторичное дробление - флотация
второй	дробление — магнитное обогащение - вторичное дробление - флотация - гравитационное обогащение
третий	дробление - флотация - магнитное обогащение - гравитационное обогащение
четвёртый	дробление - магнитное обогащение - гравитационное обогащение - вторичное дробление - флотация - гравитационное обогащение

Основная цель метода экономического принятия решения - выбор наилучшего процесса из вышеизложенных возможных комбинированных процессов сортировки.

Основные показатели сравнения выбора рационального процесса - это первоначальная стоимость затрат на оборудование и реагент, процент извлечения, содержание концентрата и сложность процесса

Показатели сравнения по процессам обогащения показаны в таблице 2.

Таблица 2. Сравнение показателей для принятия экономического решения

Показатели Варианты	Стоимость оборудования (руб.)	Стоимость затраты реагентов (руб./час)	Процент извлечения (Au,%)	Содержание концентрата (Au,g/t)	Сложность процесса
первый	146 450	383.30	71.5	34.7	5
второй	138 875	386.33	85.4	35.1	5
третий	174 225	699.17	80.3	34.9	4

четвёртый	146 450	374.31	85.7	35.2	6
-----------	---------	--------	------	------	---

## 2. Нахождение весового коэффициента по каждому показателю

Надо установить каждый показатель, что этот показатель действительно полезен, и себестоимость.

Из вышеуказанных показателей стоимость оборудования, затраты реагента и сложность процесса - это себестоимостные показатели, а показатели действительной полезности - процент извлечения и содержание концентрата.

На основе таблицы 2 составим следующую матрицу показателей.

$$x_{ij} = \begin{pmatrix} 2900000 & 7590 & 71.5 & 34.7 & 5 \\ 2750000 & 7650 & 85.4 & 35.1 & 5 \\ 3450000 & 13845 & 80.3 & 34.9 & 4 \\ 2900000 & 7412 & 85.7 & 35.2 & 6 \end{pmatrix}$$

Где  $x_{ij}$  - это значение показателя  $i$ -го процесса и  $j$ -й очереди

### - Составление безразмерной матрицы показателей.

Вычисляем безразмерную матрицу показателей выражением 1.<sup>[1]</sup>

В случае показателей действительной полезности  $R_{ij} = \frac{x_{ij}}{f_j^*}$

В случае себестоимостных  $R_{ij} = \frac{f_j^\nabla}{x_{ij}}$  (1)

Где  $R_{ij}$ : Безразмерное количество  $j$ -й очереди показателя в  $i$ -м процессе.

$i$ : обозначает вариант

$j$ : обозначает показатель

$x$ : положительное значение показателей

$f_j^*$ : максимальное значение показателей  $j$

$f_j^\nabla$ : минимальное значение показателей  $j$

Значение вычисления  $R$ -й матрицы следующее.

$$R_{ij} = \begin{pmatrix} 0.94828 & 0.97655 & 0.83431 & 0.98580 & 0.80000 \\ 1.00000 & 0.96889 & 0.99650 & 0.99716 & 0.80000 \\ 0.79710 & 0.53536 & 0.93699 & 0.99148 & 1.00000 \\ 0.94828 & 1.00000 & 1.00000 & 1.00000 & 0.66667 \end{pmatrix}$$

### - Составление нормированной матрицы.

Вычисляем нормированную матрицу выражением 2.

$$\text{При } q_j = \sum_{i=1}^m R_{ij} \Rightarrow p_{ij} = \frac{R_{ij}}{q_j} \quad (2) \text{ m: число вариантов}$$

Результат вычисления  $P$ -й матрицы следующий.

$$P_{ij} = \begin{pmatrix} 0.25673 & 0.28055 & 0.22143 & 0.24803 & 0.24490 \\ 0.27073 & 0.27835 & 0.26366 & 0.25089 & 0.24490 \\ 0.21580 & 0.15380 & 0.24792 & 0.24946 & 0.30612 \\ 0.25673 & 0.28729 & 0.26459 & 0.25161 & 0.20408 \end{pmatrix}$$

### - Вычисление энтропии

Вычисление энтропии по показателям проводят выражением 3.

$$E_j = -K \sum_{i=1}^m P_{ij} \ln P_{ij} \Rightarrow K = (\ln m)^{-1} = (\ln 4)^{-1} = 0.72 \quad (3)$$

Вычисленное значение по показателям будет:

$$E_j = (0.99563 \quad 0.97835 \quad 0.99567 \quad 0.99812 \quad 0.99058)$$

- Найдем значение отклонения (d).

$$d_j = 1 - E_j \quad (4)$$

Значение отклонения, вычисленное выражением 4, следующее:  $d_j = (0.00437 \quad 0.02165 \quad 0.00433 \quad 0.00188 \quad 0.00942)$

- Решение весового коэффициента (w) по каждым показателям.

Весовой коэффициент по каждым показателям вычисляем выражением 5.

$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j} \quad n: \text{число показателей} \quad (5)$$

Весовой коэффициент будет.

$$W_j = (0.10486 \quad 0.52000 \quad 0.10399 \quad 0.04512 \quad 0.22610)$$

Как показано выше, весовой коэффициент каждого показателя будет: стоимость затрата реагента > сложность процесса > стоимость оборудования > процент извлечения > содержание концентрата.

### 3. Выбор процесса рациональной сортировки идеологическим способом.

- Решение нормированной матрицы (k).

Вычисление элемента нормированной матрицы производится выражением 6.

$$\text{Пусть } z_j = \sqrt{\sum_{i=1}^m R_{ij}^2}, \text{ то } K_{ij} = \frac{R_{ij}}{z_j} \quad (6)$$

$$K_{ij} = \begin{pmatrix} 0.51174 & 0.54771 & 0.44174 & 0.49606 & 0.48468 \\ 0.53965 & 0.54255 & 0.52762 & 0.50178 & 0.48468 \\ 0.43015 & 0.29978 & 0.49611 & 0.49892 & 0.60584 \\ 0.51174 & 0.55997 & 0.52948 & 0.50321 & 0.40390 \end{pmatrix}$$

Вычисление матрицы принятия решения (V).

Значение матрицы принятия решения выражением 7 следующее.

$$V_{ij} = K_{ij} W_j \quad (7)$$

$$V_{ij} = \begin{pmatrix} 0.05366 & 0.28481 & 0.04594 & 0.02238 & 0.10959 \\ 0.05659 & 0.28213 & 0.05487 & 0.02264 & 0.10959 \\ 0.04511 & 0.15589 & 0.05159 & 0.02251 & 0.13698 \\ 0.05366 & 0.29118 & 0.05506 & 0.02270 & 0.09132 \end{pmatrix}$$

- Выбираем идеологические матрицы  $A^*$ ,  $A^\nabla$ .

$A^*$ -это максимальное значение j ряда (показателей) в нормированной матрице весовой суммы, а  $A_j^\nabla$ -это минимальное значение того же.

То есть идеологические точки  $A^*$ ,  $A^\nabla$  будут:

$$A_j^* = (0.05659 \quad 0.29118 \quad 0.05506 \quad 0.02270 \quad 0.13698)$$

$$A_j^\nabla = (0.04511 \quad 0.15589 \quad 0.04594 \quad 0.02238 \quad 0.09132)$$

- Вычисляем расстояние каждого процесса сортировки.

Расстояние  $S^*$  каждого варианта определяется выражением 8, но расстояние  $S^\nabla$  - выражением 9.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - A_j^*)^2} \quad (8) \quad S_i^\nabla = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - A_j^\nabla)^2} \quad (9)$$

Матрица расстояния каждого варианта следующая:

$$S_i^* = \begin{pmatrix} 0.02972 \\ 0.02885 \\ 0.13582 \\ 0.04575 \end{pmatrix} \quad S_i^\nabla = \begin{pmatrix} 0.13049 \\ 0.12838 \\ 0.04601 \\ 0.13587 \end{pmatrix}$$

**- Вычисляем схему относительного приближения.**

Вычисляем схему относительного приближения выражением 10.

$$C_i = \frac{S_i^\nabla}{S_i^* + S_i^\nabla} \quad (10)$$

Результат вычисления схемы относительного приближения.

$$C_i = \begin{pmatrix} 0.81451 \\ 0.81649 \\ 0.25303 \\ 0.74809 \end{pmatrix}$$

При рассмотрении схемы относительного приближения самая большая схема - это схема второго процесса сортировки, то есть 0,8164.

Поэтому рациональный комбинированный процесс сортировки золота - это измельчение - магнитное обогащение - повторное измельчение – флотация - гравитационное обогащение.

#### ***Список литературы***

1. *Бодров В.И., Лазарева Т.Я., Мартемьянов Ю.Ф.* Математические методы принятия решений. М. Издательство ТГТУ, 2004. 81 с.