

6. Критерий удаленности (энергетического "расстояния") системы от базовой

$$K_3(\omega) = \|E(\omega)\|_E - \|E_b(\omega)\|_E, \quad (16)$$

где $E_b(\omega)$ — матрица базовой системы той же размерности.

Критерий удобен для сравнения семейства многосвязных систем, в которых варьируются параметры в результате их неопределенности (семейство робастных систем), с помощью энергетического "расстояния", отсчитываемого от базовой системы.

Автор предлагает проводить исследование многосвязных систем управления, используя энергетические матрицы, которые, в отличие от амплитудно-фазовых матриц, описывают многосвязную систему, где сигналы характеризуются их спектральными плотностями. При этом элементы энергетических матриц являются квадратами модулей элементов амплитудно-фазовых матриц.

Предложены шесть типовых энергетических матриц, с помощью которых может проводиться дальнейший анализ многосвязных систем, и шесть новых критериев, которые оценивают многосвязные системы с разных сторон в энергетико-частотных областях. Указан физический смысл предложенных критериев.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воеводин В.В., Кузнецов Ю.А. Матрицы и вычисления.-М.: Наука, 1984.-318 с.

ГИУА

22.03.1996

Изв. НАН и ГИУ Армении (сер. ТН). т. XLIX. № 1, 1996, с. 36-41.

УДК 622.7:50/52

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Б. БЕЙМ, Г.Т. КИРАКОСЯН

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Հիմնվելով «Ծախսեր-արտադրանք» վերլուծության բնորոշիչ, բազմաշափանհշային գծային օպտիմիզացիոն STEM մեթոդի և լավագույն տեխնոլոգիայի տարբերակի ընտրման ELECTRE մեթոդի վրա, առաջարկված են էկոնոմիկամաթեմատիկական մոդել և քվային օրինակի լուծում հումքի հաճախը վերամշակման ընտրվող տեխնոլոգիական շղթայի օպտիմալ չափանիշների որոշումը:

На основе теории анализа "затраты-выпуск", методов многокритериальной линейной оптимизации STEM и окончательного выбора лучшего технологического варианта ELECTRE предложены экономико-математическая модель и решение числового примера выбора оптимальных показателей технологической схемы комплексной переработки минерального сырья.

Табл. 2. Библиогр.: 5 назв.

An economical mathematical model and a solution of the numerical example with optimal indices selection of a technological circuit for complex machining of mineral raw material are proposed on the bases of an "expenditure-production" analysis, methods of multicriterion linear optimization STEM and final selection of the best technological version of ELECTRE.

Tables 2. Ref. 5.

В некотором промышленном регионе имеется горно-перерабатывающее предприятие, для реконструкции которого разработано m различных технологических вариантов и можно организовать производство по выпуску n дефицитных стройматериалов (силикатный кирпич, портландцемент, песок, гравий, щебень и др.). Необходимо выбрать оптимальный вариант технологической схемы комплексной переработки минерального сырья на горно-перерабатывающем предприятии с определением основных технико-экономических показателей.

Решение поставленной задачи можно разделить на две взаимосвязанные подзадачи:

а) определение оптимальных технико-экономических показателей для каждого варианта технологической схемы комплексной переработки минерального сырья реконструируемого горно-перерабатывающего предприятия с учетом экологического фактора (решение методом STEM [1]);

б) выбор оптимальной технологической схемы комплексной переработки минерального сырья реконструируемого горно-перерабатывающего предприятия (решение методом ELECTRE [2]).

Для решения первой подзадачи введем необходимые обозначения взаимосвязей основных входных и выходных технико-экономических показателей i -го варианта технологической схемы комплексной переработки минерального сырья на реконструируемом горно-перерабатывающем предприятии: Q_k , Q_j — годовые объемы выпуска k -го основного продукта (концентрата) и текущих отходов; q_j — годовой объем выпуска j -го стройматериала; KQ_k — удельная себестоимость выпуска k -го основного продукта; V — годовые суммарные вредные выбросы от производства основного продукта и всех стройматериалов; Y , Y_1 — суммарное годовое значение времени работы машин и механизмов, а также рабочих и служащих, занятых в производстве; A — суммарное значение капиталовложений на реконструкцию технологического процесса производства.

Y_1 , Y_2 , Y_3 и A являются входными переменными подзадачи, и Q_k ($k=1, m$), KQ_k ($k=1, m$), Q_j ($j=1, n$), K_j ($j=1, n$) и V — выходными, которые должны быть оптимизированы.

Математическая модель первой подзадачи с учетом сказанного, основываясь на теории анализа "затраты-выпуск" и принимая $m=2$ и $n=4$, может быть описана при помощи следующих линейных уравнений:

$$\begin{aligned} Q_1 &= a_{11}Y_1 + a_{12}Y_2 + a_{13}Y_3 + a_{10}, \\ Q_2 &= a_{21}Y_1 + a_{22}Y_2 + a_{23}Y_3 + a_{20}, \\ Q_3 &= Y_1 - Q_1 - Q_2, \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned}
q_1 &= d_{11}Q_1 + d_{12}Y_2 + d_{13}Y_3 + d_{10}, \\
q_2 &= d_{21}Q_1 + d_{22}Y_2 + d_{23}Y_3 + d_{20}, \\
q_3 &= d_{31}Q_1 + d_{32}Y_2 + d_{33}Y_3 + d_{30}, \\
q_4 &= d_{41}Q_1 + d_{42}Y_2 + d_{43}Y_3 + d_{40},
\end{aligned}
\tag{2}$$

$$V = C_1Q_1 + C_2Q_2 + C_3q_1 + C_4q_2 + C_5q_3 + C_6q_4 + C_0, \tag{3}$$

$$\begin{aligned}
KQ_1 &= M_0 + M_{11}Q_1, \text{ если } Q_1 \leq Q_1^*, M_{11} < 0, \\
KQ_1 &= M_1 + M_{12}Q_1, \text{ если } Q_1 \geq Q_1^*, M_{12} > 0, \\
KQ_2 &= M_2 + M_{21}Q_2, \text{ если } Q_2 \leq Q_2^*, M_{21} < 0, \\
KQ_2 &= M_3 + M_{22}Q_2, \text{ если } Q_2 \geq Q_2^*, M_{22} > 0,
\end{aligned}
\tag{4}$$

$$\begin{aligned}
K_1 &= B_0 + B_{11}g_1, \text{ если } g_1 \leq g_1^*, B_{11} < 0, \\
K_1 &= B_1 + B_{12}g_1, \text{ если } g_1 \geq g_1^*, B_{12} > 0, \\
K_2 &= B_2 + B_{21}g_2, \text{ если } g_2 \leq g_2^*, B_{21} < 0, \\
K_2 &= B_3 + B_{22}g_2, \text{ если } g_2 \geq g_2^*, B_{22} > 0, \\
K_3 &= B_4 + B_{31}g_3, \text{ если } g_3 \leq g_3^*, B_{31} < 0, \\
K_3 &= B_5 + B_{32}g_3, \text{ если } g_3 \geq g_3^*, B_{32} > 0, \\
K_4 &= B_6 + B_{41}g_4, \text{ если } g_4 \leq g_4^*, B_{41} < 0, \\
K_4 &= B_7 + B_{42}g_4, \text{ если } g_4 \geq g_4^*, B_{42} > 0,
\end{aligned}
\tag{5}$$

$$A \geq B_0 + B_1Q_1 + B_2Q_2 + B_3q_1 + B_4q_2 + B_5q_3 + B_6q_4, \tag{6}$$

$$\begin{aligned}
S &= B_{01}/Q_1 + B_{02}/Q_2 + B_{03}/q_1 + B_{04}/q_2 + B_{05}/q_3 + \\
&+ B_{06}/q_4 + B_1 + B_2 + B_3 + B_4 + B_5 + B_6,
\end{aligned}
\tag{7}$$

где a_{ki} , d_{ji} — коэффициенты выхода k -го и j -го стройматериала основного продукта из единицы i -го входного переменного; a_{10} , d_{j0} — коэффициенты свободного члена балансового уравнения при производстве k -го основного продукта и j -го стройматериала; C_1 , C_2 — коэффициенты вредных выбросов при производстве единиц всех четырех стройматериалов; C_0 , B_0 — значения коэффициентов свободного члена балансового уравнения суммарных вредных выбросов при производстве стройматериалов по данной технологии переработки сырья и ограничения капиталовложений при организации производства переработки сырья; B_1 , B_2 и $B_3 - B_6$ — коэффициенты значений при организации производства единиц основных продуктов и всех четырех стройматериалов; B_{01} , B_{02} и $B_{03} - B_{06}$ — коэффициенты значений издержек капиталовложений при производстве всех объемов основных продуктов и стройматериалов; S — суммарное значение издержек капиталовложений при организации и производстве единицы продукции на реконструируемом горно-

перерабатывающем предприятии, причем уравнение (7) рассматривается только по второй подзадаче: M_i ($i=\overline{0, 3}$), M_{it} ($t=\overline{1, 2}$, $i=\overline{1, 2}$) и B_i ($i=\overline{0, 7}$), B_{ij} ($j=\overline{1, 4}$, $i=\overline{1, 2}$) — коэффициенты уравнений удельных себестоимостей при производстве основных продуктов и стройматериалов. Причем зависимости $KQ_k(q_i)$ ($k=\overline{1, 2}$) и $K_j(q_i)$ ($j=\overline{1, 4}$) нелинейные [3]. Однако в практических экономических расчетах зависимости удельных себестоимостей от объемов выпуска рассматриваются как линейные. Поэтому после их аппроксимации линейные значения удельных себестоимостей основных продуктов и стройматериалов должны рассчитываться как по первой ветви, так и по второй, в зависимости от значения выбранных объемов, которые могут быть рассчитаны по следующим формулам:

$$KQ_k = K'_k Q_k - M_{ik}(Q_k - Q_{k-1}), \quad k=\overline{1, 2}, \quad i=\overline{1, 2}, \quad (8)$$

$$K_j = K'_j - B_{ij}(q_i - q_{i-1}), \quad j=\overline{1, 4}, \quad i=\overline{1, 2}, \quad (9)$$

где KQ_k , K_j — значения удельных себестоимостей k -го основного продукта и j -го стройматериала по данной i -й ветви; Q_k , q_i — текущие значения объемов выпуска k -го основного продукта и j -го стройматериала; M_{ik} , B_{ij} — алгебраические значения коэффициентов при Q_k и q_i из (4), (5). В качестве критериев оптимизации первой подзадачи выбраны все выходные переменные:

- максимизация годовых объемов выпуска k -го основного продукта ($\max Q_k$, $k=\overline{1, 2}$) и j -го стройматериала ($\max q_j$, $j=\overline{1, 4}$);
- минимизация годовых суммарных вредных выбросов ($\min V$), удельных себестоимостей выпуска k -го основного продукта ($\min KQ_k$, $k=\overline{1, 2}$) и j -го стройматериала ($\min K_j$, $j=\overline{1, 4}$).

Минимальное значение удельных себестоимостей k -го основного продукта и j -го стройматериала ($\min KQ_k$ и $\min K_j$) достигается при таких Q_k^m и q_j^m , когда абсолютные значения разностей $K^m Q_k$ и $K^m q_{k2}(\Delta Q_k)$, а также K_j^m и $K_j^m(\Delta_j)$ минимальны:

$$\Delta Q_k = \min |K^m Q_{k1} - K^m Q_{k2}|, \quad k=\overline{1, 2}, \quad (10)$$

$$\Delta_j = \min |K_j^m - K_j^m|, \quad j=\overline{1, 4}.$$

В первой подзадаче значения входных переменных задаются в виде интервалов:

$$Y_1 \leq Y_1 \leq \bar{Y}_1, \quad Y_2 \leq Y_2 \leq \bar{Y}_2, \quad Y_3 \leq Y_3 \leq \bar{Y}_3, \quad (11)$$

где Y_1 , $\bar{Y}_1$ — нижний и верхний пределы годовых объемов переработки минерального сырья; Y_2 , $\bar{Y}_2$ и Y_3 , $\bar{Y}_3$ — нижний и верхний пределы суммарных годовых значений времени работы машин и механизмов, используемых при комплексной переработке минерального сырья, а также

рабочих и служащих, занятых в производстве рассматриваемой технологической схемы.

Таблица 1

Оптимальные технико-экономические показатели вариантов технологических схем

Номера вариантов	Годовые объемы выпуска продукции при переработке руды на комбинате, 10 ³ т						Суммарные годовые вредные выбросы, 10 ³ т
	медный промпродукт	молибденовый концентрат	цемент	кирпич млн. шт	щебень	песок	
1	188,5	199,3	368,5	40	928	94,6	445,7
2	189,3	200,2	359,7	51	895	72,0	592,8
3	189,1	202,6	224,1	40	948	85,7	396,1

Многокритериальная оптимизационная модель первой подзадачи рассчитывается с помощью пакета IAO, который разработан в Венском Техническом Университете для персональных компьютеров ряда AT [4]. Во второй подзадаче в качестве критериев оптимизации, кроме используемых критериев первой подзадачи, рассматривается также суммарное значение издержек капиталовложений при организации и производстве единицы продукции на реконструируемом горно-перерабатывающем предприятии (S), которое необходимо минимизировать.

Таблица 2

Ранжирование технологических вариантов

Номера вариантов	Р а н ж		
	верхний	нижний	средний
1	1	1	1,0
2	2	1	1,5
3	3	3	3,0

Результаты оптимальных технико-экономических показателей для всех трех вариантов технологических схем комплексной переработки минерального сырья реконструируемого горно-перерабатывающего предприятия приведены в табл. 1. На основе приведенных в табл. 1 результатов выбирается оптимальная технологическая схема комплексной переработки минерального сырья реконструируемого комбината, которая проводится пакетом программ VMZ [5]. Сравнительные результаты по уровню значимости вариантов приведены в табл. 2.

ЛИТЕРАТУРА

1. Benayoun R., de Montgolfier J., Tergny J., Larichev O. Lineal Programming with Multiple Objective Functions: Step Method (STEM) // Mathematical Programming. - 1971. - V. 1, N 3. - P. 381-387.
2. Benayoun R., Sussmann B. Manuel reference du programme ELEKTRE // Note de Synthèse et Formation. SEMA Direction Scientifique. - 1966. - N 25. - P. 173-181.
3. Кузнецов Г.И. О характере зависимости себестоимости продукции от масштабов производства // Вестник статистики. - 1962. - № 10. - С. 18-30.

4. Böhm B., Brandner P. Manul for the lao Program Package. Version 1.x. mineo. - 1988 / TU Wien. - 39 p.

5. Böhm B., Brandner P., Fielachmann A., Luptack M., Muller P. Interaktive Optimierung der Wirtschaftspolitik. Projektbericht zum Teil II des Projektes Ökonometrische Studien zur Quantifizierung wirtschaftspolitischer Maßnahmen in Österreich. - 1988 / TU Wien. - 42 p.

ГИУА

10.10.1994

Изв. НАН и ГИУ Армении (сер. ТН), т. XLIX, № 1, 1996, с. 41- 44

УДК 539.1.07

РАДИОЭЛЕКТРОНИКА

А.М. СИРУНЯН, С.С. СТЕПАНЯН

Q-МЕТР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЯДЕРНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ФАЗОЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ДЕТЕКТОРА

Ֆազազգայուն դետեկտորի հիման վրա մշակվել է Q-մետրի սխեմայի նոր տարբերակ: Այդ սխեմայում օգտագործված երկու ազդանշանների բազմապատկման մեթոդը (ազդանշանը տրվում է ֆազային դետեկտորի մուտքին հիմնային հաճախությամբ և կրկնակի փոքրացված) թույլ տվեց լավացնելով միջուկային մագնիսական ռեզոնանսի ազդանշանների գրանցման արդյունավետությունը, կրկնակի լավացնել ազդանշան/աղմուկ հարաբերակցությունը: Սարքը ապահովում է չափման ճշգրտությունը $\pm 1\%$ սահմաններում:

Описан Q-метр на основе фазочувствительного детектора для измерения ядерной поляризации мишеней. Применение метода перемножения двух сигналов, подаваемых на вход фазового детектора с опорной частотой и вдвое уменьшенных, позволило повысить эффективность регистрации сигналов ядерных магнитных резонансов и вдвое улучшить отношение сигнал/шум. Прибор обеспечивает точность измерения не хуже $\pm 1\%$.

Ил. 2. Библиогр.: 6 назв.

A new version of Q-meter scheme based on a phase sensitive detector has been developed. The method of multiplication of two signals used in this scheme (the signal is fed to the phase detector input with the basic frequency and reduced twice), enabled to improve the registration efficiency of NMR-signals. The device provides a measurement accuracy within $\pm 1\%$.

Ил. 2. Ref. 6.

Для измерения ядерной поляризации используются различные Q-метры, регистрирующие сигналы ядерного магнитного резонанса (я.м.р.) в веществе мишеней [1 - 6]. Из них наиболее предпочтительны Q-метры на основе фазочувствительного детектора [2], которые имеют следующие достоинства:

- а) более узкая полоса частот на выходе детектора, что облегчает выделение низкочастотного сигнала;
- б) линейная характеристика (в случае диодного детектирования регистрация малых сигналов связана с дополнительными трудностями [3]);