

СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНИХ СТРАТЕГІЙ ВИКОРИСТАННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ЛАБОРАТОРІЙ

к.т.н. О.О. Морозов
(подав д.т.н., проф. Б.М. Ланецький)

Пропонується метод та алгоритм синтезу оптимальних стратегій використання сил та засобів метрологічних лабораторій для метрологічного обслуговування територіально рознесених об'єктів з урахуванням пріоритетності їх обслуговування, обсягів робіт та виробничих можливостей лабораторій.

Підвищення ефективності метрологічного обслуговування (МЛО) можливо при оптимальному використанні сил і засобів метрологічних лабораторій (МЛ). В умовах обмеженості сил і засобів МЛ, необхідності виконання певних обсягів робіт з метрологічного обслуговування (ремонт, повірки чи калібрування) засобів вимірювань актуальною є задача оптимального розподілу зусиль МЛ для обслуговування територіально рознесених об'єктів. Тоді задачу синтезу оптимальних стратегій використання сил та засобів МЛ для обслуговування групи територіально рознесених об'єктів (об'єктів МЛО) можливо сформулювати так: для множини об'єктів метрологічного обслуговування \mathbf{R} , що складається з N підмножин об'єктів МЛО \mathbf{R}_i , $i = 1, \dots, N$, $\mathbf{R} = \mathbf{R}_1 \cup \mathbf{R}_2 \cup \dots \cup \mathbf{R}_N$, необхідно визначити такі групи концентрації зусиль МЛ - $\{G_{jn}\}$, $n = 1, 2, \dots, f, \dots, n$, для яких виконуються умови:

$$F(\mathbf{R}, \mathbf{j}, \delta) = \text{exstr} \sum_{j=1}^r \sum_{i^n=i_n}^{N_n} \omega_{i^n j}, \quad (1)$$

$$G(\mathbf{R}, \mathbf{j}, \delta) = \max \bigcup_{i^n=i_n}^{N_n} R_{i^n}, \quad r \rightarrow \min, \quad (2)$$

$$\text{exstr} \left[\forall_i \forall_j \arg \omega_{i^n j}(\mathbf{R}) \cdot \forall_i \forall_j \arg \omega_{i^n j}(\mathbf{R}) \right], \quad (3)$$

$$\delta_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } i \in \Omega_j, \\ 0, & \text{якщо } i \notin \Omega_j. \end{cases} \quad (4)$$

Умова (1) є основним критерієм оптимізації, що робить екстремальними суми значень функції ω_{ij} . Функція ω_j характеризує пріоритетність МЛО об'єктів, віддаленість об'єктів метрологічного обслуговування від МЛ, трудомісткість, обсяги робіт та ін. Основною вимогою до такої функції є умова (1) яка відповідає цільовій функції задачі лінійного програмування [1]. Умова (2) забезпечує отримання максимальних розмірів кожної групи G_{ij} та виконується внаслідок застосування спеціального алгоритму ітерацій. Вираз (3) робить екстремальним граничні умови для окремо вибраних аргументів функції ω_{ij} , а вираз (4) встановлює "зовнішні" умови та обмеження.

Стосовно задачі оптимізації стратегії використання МЛ реалізація такого формалізованого підходу здійснюється наступним чином. Відоме розташування об'єктів метрологічного обслуговування. Кожний об'єкт вимагає метрологічного обслуговування певних обсягів засобів виміральної техніки (ЗВТ) k - го виду (наприклад, радіовимірювальні та електровимірювальні прилади, спеціальні ЗВТ та інші) - W_k^i , $k = 1, 2, \dots, n$, МЛ характеризуються виробничими можливостями - V_j^k , $j = 1, 2, \dots, n$. Вибираючи довільно будь - який тип МЛ - A'_j , з тих, що залучаються до МЛО, а також можливе місце її розташування, визначаються відношення A'_j - і МЛ до кожного об'єкта МЛО через функцію ω'_{ij} , яка розраховується за формулою [2]:

$$\omega_{ij} = (t_{ij}/\rho_i) \sum_{k=1}^K (W_i^k / V_j^k), \quad (5)$$

де t_{ij} - показник доступності i - го об'єкту МЛО для j - і МЛ;

ρ_i - показник пріоритетності обслуговування i - го об'єкту МЛО;

W_i^k - трудовитрати на відновлення ЗВТ k - го виду i - го об'єкту МЛО;

V_j^k - виробничі можливості j - і МЛ щодо відновлення ЗВТ k - го виду.

При цьому розрахунок показника t_{ij} виконується згідно формули:

$$t_{ij} = \eta \cdot S_{ij} / V_{ij}, \quad (6)$$

де η - коефіцієнт зростання маршруту руху МЛ до об'єктів МЛО;

S_{ij} - відстань i - го об'єкту МЛО до j - і МЛ ;

V_{ij} - середня швидкість руху МЛ до об'єктів МЛО .

Визначення показника пріоритетності виконується згідно формули:

$$\rho_i = \prod_{i^n=i_n}^4 \rho_{i^n} , \quad (7)$$

де $\rho_{i,1}$ - коефіцієнт, який залежить від завдань, що вирішує i - й об'єкт;

$\rho_{i,2}$ - коефіцієнт, який залежить від переважаючого характеру метрологічних щодо ЗВТ робіт на i - му об'єкті МЛО;

$\rho_{i,3}$ - коефіцієнт, який залежить від характеристик місцевості, на якій розташовані об'єкти МЛО;

$\rho_{i,4}$ - коефіцієнт, який залежить від інтенсивності метрологічних робіт.

Розрахунок трудовитрат на відновлення ЗВТ здійснюється:

$$\sum_{k=1}^K W_i^k = \sum_{k=1}^K X_i^k t^{-k} , \quad (8)$$

де X_i^k - кількість ЗВТ k - го виду у i - му об'єкті МЛО;

t^{-k} - середня тривалість метрологічного обслуговування ЗВТ k - го виду.

Виробничі можливості j - ї МЛ щодо обслуговування k - го виду ЗВТ розраховуються за формулою:

$$\sum_{k=1}^K v_j^k = \sum_{k=1}^K y_j^k \Phi_j , \quad (9)$$

де y_j^k - кількість фахівців - метрологів з метрологічного обслуговування ЗВТ k - го виду;

Φ_j - виробничий фонд робочого часу фахівців - метрологів j - ї МЛ.

Значення ω'_{ij} визначається відношенням A'_j до всіх об'єктів МЛО та представляється у вигляді матриці - стовпця $\{\omega'_j\}$. Далі вибирається наступне місце можливого розташування МЛ - A''_j та розраховується значення ω''_{ij} для тих же об'єктів МЛО. Процедура здійснюється по усіх можливих місцях розташування.

Оптимальний вибір місця розташування МЛ відповідає мінімальному значенню ω_{ij} , яке розраховується у відповідності до наступного алгоритму:

1) Розраховуються елементи матриці $\{t_{ij}\}$ виходячи із формули:

$$t_{ij} = \eta \cdot S_{ij} / V_{ij} .$$

2) Розраховуються значення ρ_i та $\sum_{k=1}^K w_i^k$.

3) Задаються значення $\sum v_j^k$.

4) Розраховуються та подаються у матричному вигляді значення ω_{ij} .

5) Вибирається матриця - стовпець з мінімальним значенням ω_{ij} .

6) Розраховується середнє значення $\bar{\rho}_i$ для вибраного j' - го стовпця матриці.

7) Для кожного i - го об'єкту МЛО вибраного j' - го стовпця перевіряється виконання умови (3) :

$$\forall_i \forall_j \bar{\rho}_i(\mathbf{R}) \geq \forall_i \forall_j \rho_i(\mathbf{R}). \quad (10)$$

8) У відповідності з умовою (2) з матриці виключаються всі i - ті строки, які відповідають умові (10).

9) Отримана A_j' та МЛ фіксується як така, що утворює групу та задовольняє усім перерахованим умовам для i - х об'єктів МЛО.

10) Аналогічні процедури повторюються для елементів матриці $\{\omega_{ij}\}$, які залишились (виключених у відповідності з пунктом 8), до отримання наступної A_j'' - ї МЛ, яка утворює групу і так далі.

Якщо з'ясується, що деякі об'єкти МЛО можна віднести до декількох МЛ, то перевага дається той з них, яка має вищі виробничі можливості.

Основною перевагою алгоритму оптимізації стратегії використання сил та засобів МЛ, що пропонується, є можливість оптимізації за 3 - 4 критеріями, простота розрахункової схеми, відсутність обмежень на розмір задачі, швидка збіжність та стійкість рішень. Алгоритм може бути застосованим до широкого класу задач, в основу яких покладена реалізація принципу максимальної концентрації зусиль та доступність об'єктів метрологічного обслуговування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ногин В.Д., Протодьяконов И.О., Евлампиев И.И. Основы теории оптимизации. - М.: Высшая школа, 1986. - 384 с.

2. Математические модели технико - экономических процессов: - М.: Труды МЭСИ, 1975. - 158 с.