

## МЕТОДИКА РОЗПОДІЛУ ЗАСОБІВ ПРИ НАЯВНОСТІ ОДНОРІДНИХ ФАКТОРІВ - ЗАБРУДНЮВАЧІВ І НЕОДНОРІДНОЇ ТЕРИТОРІЇ

к.т.н. С.Т. Черепков, к.т.н. С.Л. Орехов, к.т.н. Ю.І. Кушнерук, Л.А. Пісня  
(подав д.т.н., проф. Е.Ю. Прохач)

Розглядається задача розподілу засобів екологічної експертизи за умови однорідності факторів-забруднювачів з урахуванням важливості окремих районів території військового об'єкта та вартості аналізів.

Базовою задачею екологічної оцінки будь-якої території є оптимізація розподілу коштів та засобів екологічної експертизи на проведення досліджень [1].

Розглянемо задачу визначення максимальної кількості аналізів/проб за однорідними факторами-забруднювачами (ФЗ) з урахуванням важливості окремих районів території військового об'єкта (ВО) і вартості аналізів/проб. Під "однорідними" слід розуміти ФЗ, які мають однакові показники важливості, стосовно їхнього впливу на довкілля, або такий ФЗ єдиний. Наприклад, необхідно визначити рівні гамма-випромінювання радіаційного забруднення території ВО, коли районами, що підлягають обмеженню є жилий, технічний та польовий райони.

Відповідно до запропонованої математичної моделі в [2], кількість ФЗ за новою умовою задачі  $n = 1$ , але розглядаються  $m$  районів ВО з відомими коефіцієнтами важливості  $w_j (j = \overline{1, m})$ , причому

$$\sum_{j=1}^m w_j = 1, \quad w_j \geq 0, \quad j = \overline{1, m}. \quad (1)$$

Вартість проведення одного аналізу дорівнює  $c$  при бюджеті  $C_0$ . Тобто потрібно знайти оптимальний план проведення аналізів по єдиному ФЗ у різних районах військового об'єкта за критерієм максимуму сумарної кількості аналізів з урахуванням важливості районів і обмежень на сумарну вартість аналізів.

Побудуємо математичну модель задачі. Хай  $y_j (j = \overline{1, m})$  – шукана кількість аналізів за ФЗ у  $j$ -му районі;  $w_j y_j (j = \overline{1, m})$  – зважена кількість

аналізів за ФЗ у  $j$  - му районі;  $W(y) = \sum_{j=1}^m w_j y_j$  – середньозважена сумарна кількість аналізів за ФЗ у всіх районах, де  $y = [y_1, y_2, \dots, y_m]^T$  – план аналізів.

Відповідно запишемо обмеження, щодо сумарної вартості всіх проб та цілочисельності і невід'ємності шуканих перемінних:

$$\sum_{j=1}^m y_j \leq \frac{C_0}{c}, y_j = [y_j] \geq 0, j = \overline{1, m}, \quad (2)$$

а математична модель оптимального розподілу аналізів прийме вигляд:

$$\begin{aligned} W(y) &= \sum_{j=1}^m w_j y_j \rightarrow \max; \\ \sum_{j=1}^m y_j &\leq \frac{C_0}{c}; \\ y_j &= [y_j] \geq 0, j = \overline{1, m}. \end{aligned} \quad (3)$$

Як і раніше, при вимогах на границі (знизу й зверху) проведення числа аналізів у кожному районі одержимо таку модель:

$$\begin{aligned} W(y) &= \sum_{j=1}^m w_j y_j \rightarrow \max; \\ \sum_{j=1}^m y_j &\leq \frac{C_0}{c}; \\ \alpha_j &\leq y_j = [y_j] \leq \beta_j, j = \overline{1, m}. \end{aligned} \quad (4)$$

У випадку, коли сумарний бюджет для проведення аналізів не визначений, але задана середньозважена сумарна кількість аналізів за ФЗ у всіх районах, становить практичний інтерес постановка наступної задачі.

Потрібно знайти оптимальний план проведення аналізів за ФЗ у всіх районах військового об'єкта за критерієм мінімуму сумарних вартісних витрат з урахуванням важливості районів і обмеженні на середньозважену кількість усіх аналізів. Цільова функція математичної моделі даної задачі має вигляд

$$C(y) = c \sum_{j=1}^m y_j,$$

а нерівність

$$\sum_{j=1}^m w_j y_j \geq W_0$$

визначає обмеження на мінімальне значення середньозваженої кількості аналізів у всіх районах за ФЗ. Тоді математична модель даної задачі запишеться у вигляді:

$$\begin{aligned} C(y) &= c \sum_{j=1}^m y_j \rightarrow \min ; \\ \sum_{j=1}^m w_j y_j &\geq W_0 ; \\ y_j &= [y_j] \geq 0, \quad j = \overline{1, m}. \end{aligned} \quad (5)$$

При додаткових вимогах на граничні значення (знизу й зверху) числа аналізів у кожному районі одержимо модель такого вигляду:

$$\begin{aligned} C(y) &= c \sum_{j=1}^m y_j \rightarrow \min ; \\ \sum_{j=1}^m w_j y_j &\geq W_0 ; \\ \alpha_j &\leq y_j = [y_j] \leq \beta_j, \quad j = \overline{1, m}. \end{aligned} \quad (6)$$

Очевидно, що величини  $c y_j$  являють собою сумарні вартісні витрати проведення аналізів у  $j$ -му районі об'єкта за ФЗ. Тому моделі (5) і (6) можна розглядати як моделі оптимального розподілу засобів бюджету для проведення аналізів у всіх районах за ФЗ. Відзначимо також, що значення додаткових обмежень  $\alpha_j$ ,  $\beta_j$  ( $j = \overline{1, m}$ ) у моделях (4), (6) отримують директивно або шляхом розрахунків.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Протасов В.Ф., Молчанов А.В. Экология, здоровье и природопользование в России. – М.: Финансы и статистика, 1995. – 528 с.
2. Черепков С.Т., Орехов С.Л., Кушнерук Ю.І., Пісня Л.А. Методика розподілу засобів при наявності неоднорідних факторів-забруднювачів і однорідної території // Системи обробки інформації. – Харків: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. – 2001. – Вип. 4(14). – С. 56 - 58.

*Надійшла до редколегії 13.08.2001*