

МЕТОДИКА РОЗПОДІЛУ ЗАСОБІВ ПРИ НАЯВНОСТІ НЕОДНОРІДНИХ ФАКТОРІВ - ЗАБРУДНЮВАЧІВ І ОДНОРІДНОЇ 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 випадок проведення екологічної експертизи, коли різні райони території військового об'єкта "екологічно однорідні" і піддаються впливу неоднорідних факторів - забруднювачів.

Як показує практика, необхідна кількість коштів для проведення повної екологічної експертизи у багато разів перевищує бюджет, що фактично виділяється для її проведення [1]. В наслідок цього, однією з базових задач екологічної експертизи (а саме, обстеження) території військового об'єкта є задача визначення максимальної кількості аналізів/проб за факторами - забруднювачами з урахуванням їх важливості і вартості.

Поняття "екологічна однорідність" слід розуміти, як якісний показник екологічної рівноважливості території, що аналізується. Тобто, розглядається ситуація, коли вся територія військового об'єкта (ВО) має однакову (однорідну) екологічну цінність і не потребує призначення обов'язкового пріоритету певним районам у порівнянні з іншими.

Нехай C_0 – бюджет, який виділяється для проведення спостережень за екологічним станом об'єкта, що піддається впливу n факторів - забруднювачів (ФЗ). Причому, вартість проведення одного аналізу за i - м фактором дорівнює c_i ($i = \overline{1, n}$). Відомі також коефіцієнти важливості v_i ($i = \overline{1, n}$) ФЗ із погляду екологічної небезпеки чи ризику, причому

$$\sum_{i=1}^n v_i = 1, \quad v_i \geq 0, \quad i = \overline{1, n}.$$

Потрібно знайти оптимальний план проведення аналізів/проб за ФЗ на території військового об'єкта за критерієм максимуму сумарної кількості аналізів/проб з урахуванням важливості ФЗ і обмеженні на сумарну вартість.

Побудуємо математичну модель даної задачі. Хай x_i ($i = \overline{1, n}$) – шукана кількість аналізів/проб за i - м ФЗ; $v_i x_i$ ($i = \overline{1, n}$) – зважена кількість аналі-

зів/проб за i - м ФЗ; $V(x) = \sum_{i=1}^n v_i x_i$ – середньозважена сумарна кількість ана-

лізів/проб за ФЗ, де $\mathbf{x} = [x_1, x_2, \dots, x_n]^T$ – план проведення аналізів / проб.

Розглянемо обмеження на змінні величини задачі. Обмеження

$$\sum_{i=1}^n c_i x_i \leq C_0$$

означає, що вартість проведення всіх аналізів/проб не повинна перевищувати виділеного бюджету C_0 . Співвідношення

$$x_i = [x_i] \geq 0, \quad i = \overline{1, n}$$

є обмеженнями на цілочисельність і невід'ємність шуканих перемінних.

Таким чином, математична модель задачі визначення максимальної необхідної кількості оптимального плану проведення аналізів/проб за ФЗ для повної екологічної експертизи території має вигляд:

$$\begin{aligned} V(\mathbf{x}) &= \sum_{i=1}^n v_i x_i \rightarrow \max ; \\ \sum_{i=1}^n c_i x_i &\leq C_0 ; \end{aligned} \quad (1)$$

і є задачею лінійного цілочисельного програмування.

Якщо існують вимоги проведення деякої мінімальної кількості аналізів/проб \mathbf{a}_i за i -м ФЗ (наприклад, обов'язкове вимірювання рівня радіації у кожному районі), то в модель (1) повинні бути включені обмеження $x_i \geq a_i$. Аналогічно, при обмеженнях на проведення деякої максимальної кількості аналізів/проб \mathbf{b}_i за i -м ФЗ (наприклад, на здійснення аналізів проб води, якщо відомо, що вони належать до одного водоносного горизонту, чи коли вартість аналізів/проб за певним ФЗ суттєво впливає на загальну сумарну їх кількість) одержимо нерівності $x_i \leq b_i$.

З урахуванням останніх розглянутих обмежень модель оптимального розподілу аналізів/проб прийме наступний вигляд:

$$\begin{aligned} V(\mathbf{x}) &= \sum_{i=1}^n v_i x_i \rightarrow \max ; \\ \sum_{i=1}^n c_i x_i &\leq C_0 ; \end{aligned} \quad (2)$$

$$a_i \leq x_i = [x_i] \leq b_i, \quad i = \overline{1, n}.$$

Відзначимо також, що величини $c_i x_i$ являють собою сумарні вартісні витрати проведення аналізів/проб за i -м ФЗ. Тому моделі (1), (2) можна розглядати як моделі оптимального розподілу засобів бюджету для проведення аналізів/проб за кожним ФЗ.

Актуальною також є задача, зворотна даній. Тобто необхідно визначити

суму коштів, необхідних для проведення екологічної експертизи ВО. Така задача актуальна при інспектуванні чи оцінці екологічного стану в умовах аварії чи надзвичайного стану.

Потрібно знайти оптимальний план проведення аналізів/проб за ФЗ на території військового об'єкта за критерієм мінімуму сумарних вартісних витрат з урахуванням важливості ФЗ і обмеженні на середньозважену сумарну кількість усіх проведених аналізів/проб. З обліком уведених вище позначень цільова функція даної моделі може бути представлена у вигляді

$$C(x) = \sum_{i=1}^n c_i x_i$$

і являти собою сумарну вартість проведення всіх аналізів/проб, а нерівність

$$\sum_{i=1}^n v_i x_i \geq v_0$$

є обмеженням на мінімальне значення середньозваженої кількості аналізів/проб за всіма ФЗ. Тоді математична модель даної задачі може бути представлена так:

$$\begin{aligned} C(x) &= \sum_{i=1}^n c_i x_i \rightarrow \min ; \\ \sum_{i=1}^n v_i x_i &\geq v_0 ; \\ x_i &= [x_i] \geq 0, \quad i = \overline{1, n}. \end{aligned} \quad (3)$$

При додаткових обмеженнях на проведення числа аналізів/проб за кожним ФЗ математичному модель запишеться у вигляді:

$$\begin{aligned} C(x) &= \sum_{i=1}^n c_i x_i \rightarrow \min ; \\ \sum_{i=1}^n v_i x_i &\geq v_0 ; \\ a_i \leq x_i &= [x_i] \leq b_i, \quad i = \overline{1, n}. \end{aligned} \quad (4)$$

Відзначимо також, що значення додаткових обмежень a_i , b_i ($i = \overline{1, n}$) у моделях (2), (4) 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.

