

УДК 504.064

Попов О.О., Артемчук В.О., Ковач В.О., Сметанін К.В. (Україна, Київ)

ПОБУДОВА КОМПЛЕКСНИХ ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ ОЦІНКИ СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА В ЗОНАХ ВПЛИВУ ПОТЕНЦІЙНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Побудова карт, картограм для окремо взятого показника є найпростішим елементом аналізу інформації. Для узагальнення екологічної інформації актуальним є побудова комплексних показників із сукупності вже наявних. Авторами розроблено ряд алгоритмів, що дозволяють будувати комплексні показники для оцінки стану навколишнього природного середовища в зонах впливу потенційно небезпечних об'єктів.

Алгоритм «Комплекс» («Сумація») забезпечує отримання за бажанням дослідника будь якої множини різних комплексних показників з довільного набору вже наявних в базі даних показників. Отримуваний комплексний показник представляє собою вектор тієї ж розмірності, що і базовий, кожний i -й компонент якого обчислюється за однією з формул:

$$X_i = \sum_{j=1}^p B_{ij} \text{ - проста сума; } X_i = \sum_{j=1}^p B_{ij} / p \text{ - просте середнє;}$$

$$X_i = \sum_{j=1}^p K_j \cdot B_{ij} \text{ - зважена сума; } X_i = \left(\sum_{j=1}^p K_j \cdot B_{ij} \right) / \sum_{j=1}^p K_j \text{ - зважене середнє,}$$

де B_{ij} – компоненти j -го вектора, який породжує підмножини з p показників, виражені в нормованій (бальній) шкалі; K_j – вагові коефіцієнти, які відображають відносну значимість j -го показника в конструкції узагальненого показника.

Алгоритм «Оцінка» не накладає обмежень на вид розподілів показників та враховує взаємозв'язок з поняттям «екологічний стан». Згідно даного алгоритму по кожному показнику виконується нормування за наступною формулою:

$$\tilde{X}_i = (X_i - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min}), \quad \tilde{X}_i \in [0;1].$$

Далі реалізується стандартна процедура обчислення відстаней кожної i -ої ділянки до Y_{\min} та Y_{\max} по Евклідовій метриці:

$$R_i^{Y_{\min}} = \sqrt{\sum_{j=1}^p (x_j - Y_{\min_j})^2} \quad \text{чи} \quad R_i^{Y_{\max}} = \sqrt{\sum_{j=1}^p (x_j - Y_{\max_j})^2},$$

а також відстань R від Y_{\min} до Y_{\max} . У наведених формулах $(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj})$ – вектор значень j -го показника; n – кількість ділянок досліджуваної території; Y_{\min} – вектор координат в p -мірному просторі, який характеризує мінімальний рівень (початок відліку); Y_{\max} – вектор координат в p -мірному просторі, який характеризує максимальний рівень (кінцева точка).

Далі здійснюється проєціювання координат кожної ділянки на відрізок $[Y_{\min}; Y_{\max}]$:

$$Rn_i = \left((R_i^{Y_{\min}})^2 - (R_i^{Y_{\max}})^2 + R^2 \right) / (2R).$$

Отримані значення нормуються на діапазон $[0; 1]$.

Алгоритм «Згортка» базується на використанні методів факторного аналізу. Вся підмножина узагальнюючих показників згортається до декількох головних компонент (для відображення на площині – до двох). Значення комплексного показника визначається як зважена відстань від зміщеного початку координат до кожної аналізуючої точки:

$$x_{pi} = \sqrt{\left[\lambda_1 (f_{i1} - f_1^{\min}) \right]^2 + \left[\lambda_2 (f_{i2} - f_2^{\min}) \right]^2},$$

де f_{i1} та f_{i2} – координати i -го досліджуваного регіону в просторі двох головних компонент; f_1^{\min} та f_2^{\min} – мінімальні значення відповідних факторних оцінок; λ_1 та λ_2 – значення власних чисел.