

УДК 631.6 + 504.06
© 2003

О.М. Климчик

Державний
агроекологічний
університет

*Науковий керівник —
кандидат технічних наук
Б.А. Шелудченко

ИНТЕГРАЛЬНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ТА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ *

Обґрунтовано формалізований метод
інтегральної оцінки екологічного стану
гідрологічних систем та створення
їхніх прогнозних моделей.

Формалізація оцінки поверхневих водних об'єктів (річка, меліоративний канал та ін.) на територіях сільськогосподарського використання неможлива без аналізу числової інформації про стан та динаміку параметрів цих екологічних систем. Для збору числової інформації, як правило, використовують такі методи: статистичний (одержання, обробка та аналіз первинної статистичної інформації); балансовий (зіставлення природних ресурсів з обсягами їх використання); порівняльний (вивчення об'єктів через порівняння їх з аналогами); дистанційний (оцінка динаміки процесів, які відбуваються в локальному, регіональному чи глобальному масштабах).

Під впливом природних гідрологічних і гідробіологічних умов, чинників формування стоку та антропогенного впливу фізико-хімічні, біологічні параметри, які характеризують стан водного об'єкта, постійно змінюються в часі. Динамічна складова цих процесів має ймовірнісний характер. Нестационарний випадковий процес змін можна навести у вигляді (А.В. Примак, В.В. Кафаров, К.И. Качишвили, 1991):

$$S_p(t) = m_s^p(t) + x_p(t), p = 1, \dots, m, \quad (1)$$

де $S_p(t)$ — значення p -го контрольованого параметра водного об'єкта; m_s^p — детермінована складова процесу; $x_p(t)$ — стохастична складова; m — кількість контрольованих параметрів.

При формалізації динаміки досліджуваних водних об'єктів з точки зору узагальнення параметрів m формула (1) набуде вигляду:

$$S_p(*) (t) = \sum_{t=0}^t m_s^p(*) + \int_{t=0}^t x_p(*) dt, \quad (2)$$

де (*) — позначка узагальнення параметрів.

Якщо порівнювати кілька систем, у загальному випадку вони матимуть різні значення однотипних характеристик. Водночас за деякими показниками може бути кращою одна система, за деякими — друга, за деякими — третя і т.д. Виникає питання: яка ж з цих систем краща в цілому?

Для обґрунтування комплексної оцінки в подібних випадках слід використати інтегральну

властивість системи (показник її якості), значення якої збільшується у разі збільшення додатних і зменшення від'ємних показників. Для того, щоб це визначення можна було застосувати для оцінки гідроекосистем, його розв'язок наводимо у вигляді функціональної залежності:

$$K = f \left(\begin{matrix} \Pi_1^+, \dots, \Pi_a^+, \Pi_{a+1}^+, \dots, \Pi_{b+1}^+, \\ \Pi_{b+1}^-, \dots, \Pi_c^-, \dots, \Pi_{c+1}^-, \dots, \Pi_d^- \end{matrix} \right), \quad (3)$$

де K — показник якості системи; f — функція якості; Π_1^+, \dots, Π_a^+ — додатні лінійні показники системи; $\Pi_{a+1}^+, \dots, \Pi_{b+1}^+$ — додатні точкові показники; $\Pi_{b+1}^-, \dots, \Pi_c^-$ — від'ємні лінійні показники; $\Pi_{c+1}^-, \dots, \Pi_d^-$ — від'ємні точкові показники.

Щоб скористатись цією функцією для оцінки реальних гідрологічних екосистем, їй потрібно надати конкретнішого вигляду. Очевидно, найпростішою конкретною функцією буде:

$$K = \omega \left(\Pi_1^+, \dots, \Pi_d^- \right) \left(\sum_{a=1}^b K_a^+ + \sum_{d=b+1}^d K_d^- \right). \quad (4)$$

Отже, виникає потреба в розробці системи узагальнюючих показників (інтегральних екологічних індексів, індикаторів) для комплексної оцінки якості та екологічного стану поверхневих водних об'єктів (Розробка інтегрованих показників стану навколишнього середовища та механізмів їхнього впровадження в Національні плани дій щодо охорони природи. — К.: НАН України, 1998). Для розкриття механізму впровадження інтегрованих показників фундаментальним є поняття інформаційної піраміди. Її основу становить первинна інформація про стан довкілля (статистична інформація, дані моніторингу), яка підлягає обробці та аналізу на наступному рівні. На підставі первинного матеріалу ґрунтується, в свою чергу, розробка екологічних показників (індикаторів), що репрезентують модель реальності — основи для розробки інтегральних (узагальнюючих) індексів.

Інтегровані індикатори (II) навколишнього середовища є кількісними цільовими показниками, які використовуються для оцінки його стану та мають відповідати тенденції його трансформа-

ції. Вершиною інформаційної піраміди є індекс (I) як найбільш агрегований показник для визначення заходів екологічного прогнозування та прийняття відповідних рішень. Він є співвідношенням реального стану (S) доквілля і оптимального (Opt): $I = S/Opt$.

Отже, для оцінки якості досліджуваної системи функцію /"рівняння (3) можна навести у вигляді (Ф.С. Новик, Я.Б. Арсов, 1980):

$$D = \sqrt[q]{d_1 d_2 \dots d_q} = \sqrt[q]{\prod_{i=1}^q d_i}, \quad (5)$$

де D — формалізована узагальнена інтегральна оцінка якості K об'єкта; d_j — індивідуальні оцінки якості досліджуваних параметрів, відповідних показникам $\Pi_1^{-1}, \dots, \Pi_d^{-1}$ і обчислених за формулою:

$$d = \exp[-\exp(-y_j)], \quad (6)$$

де y_j — масштабоване значення відповідного оцінюваного параметра П.

У нашому випадку D є узагальненою критеріальною оцінкою екологічного стану оцінюваного поверхневого водного об'єкта меліорованих

територій, тобто комплексним інтегральним показником або інтегральним екологічним індексом I.

За цим методом формалізовану оцінку стану поверхневого водного об'єкта можна звести до простої нормованої шкали рівнів якості:

| Показники якості d | Рівень якості |
|--------------------|--------------------------|
| 1,00..... | максимально можливий |
| 1,00—0,80..... | допустимий, дуже високий |
| 0,80—0,60..... | » достатньо високий |
| 0,60—0,37..... | » і достатній |
| 0,37—0..... | недопустимий |
| 0..... | максимально небажаний |

Запропонований метод формалізованої оцінки якості води поверхневих водних об'єктів дає змогу дати комплексну оцінку екологічного стану будь-якої водойми, абстрагуючись від окремих індивідуальних показників, різних за характером і розмірністю. Загальний алгоритм пропонуваного методу узагальненої комплексної оцінки реального стану та якості водних об'єктів наведений нижче:

Цикл оцінки:

| | |
|---------------------|---|
| попередній | Переведення екстенсивних показників властивостей в однотиповий інтервальний ряд Оцінка значення i-го параметра об'єкта (властивості) за шкалою рівнів якості в інтенсивній формі |
| внутрішній | Одержання узагальненої оцінки Аналіз оцінок та формування банків даних |
| зовнішній (прогноз) | Побудова статистичних моделей динаміки екологічного стану поверхневих водних об'єктів Прогнозування екологічного стану гідрологічних систем |

Висновки

Пропонований метод узагальнення критеріальної оцінки екологічного стану поверхневих водних об'єктів меліорованих територій перед-

бачає можливість комплексної оцінки реального стану поверхневих водних об'єктів і одержання даних для його динамічного прогнозування.