

УДК 613.1: 614.777

І. В. Дубовик, асп.;

Т. Ф. Козловська, к. х. н., доц.

## МАТЕМАТИКО-ПРОГНОСТИЧНА ОЦІНКА РІВНІВ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ПРИРОДНИХ ВОД ЯК ПРИКЛАДНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ

*Запропоновано оцінку шкідливого впливу різноманітних хімічних речовин природних поверхневих вод на прикладі Кременчуцького та Дніпродзержинського водосховищ шляхом розрахунку відповідних показників шкідливого впливу. На основі комплексної обробки медико-статистичних даних встановлено кореляційні зв'язки між рівнями захворюваності та змінами концентрацій окремих хімічних забруднювачів.*

### Вступ

Сучасна виробнича, економічна та інша діяльність людини пов'язана з використанням величезної кількості енергії та різноманітних речовин, хімічних сполук, інших матеріалів. Це викликає значне навантаження на навколишнє середовище, пов'язане зі скороченням життєвого простору для незайманої, дикої природи, проникненням у біосферу речовин, невластивих для їх природного кругообігу, порушенням енергетичного балансу тощо. Потужність цього навантаження досягла такого рівня, що воно цілком здатне викликати серйозні екологічні кризи та катастрофи.

Математичне моделювання природних процесів і явищ в екології — це один з головних засобів дослідження переносу й перетворення енергії та речовини між організмами чи їх популяціями, що відрізняється максимальною глибиною абстрагування і здатністю точного врахування найскладніших форм взаємостосунків. Воно сприяє глибшому їх розумінню і, насамкінець, дозволяє отримати максимально точну кількісну інформацію про структуру та механізми функціонування реального світу. Ця інформація стимулює становлення нових наукових проблем і розвиток методів їх вирішення, а також служить основою для прийняття рішень при реалізації конкретних проектів [1].

### Аналіз попередніх літературних даних

Інтенсивне скидання забруднених стічних вод різноманітного типу виробництв в останні 30—40 років сприяв накопиченню шкідливих речовин у природних водах. Деякі з них мають канцерогенні та мутагенні властивості [2]. Зокрема, на формування якості природних поверхневих вод впливає високий рівень урбанізації певних територій зі значним промисловим потенціалом. До останніх належить й м. Кременчук Полтавської області, з кількістю мешканців близько 232 тис. чоловік, постачання питною водою якого відбувається за рахунок вод з Кременчуцького водосховища й р. Дніпро. Таким чином, для міста постала загальна проблема водопідготовки та водопостачання.

У попередніх дослідженнях [3, 4] у природних водах Кременчуцького та Дніпродзержинського водосховищ було визначено стійкий рівень забруднення органічними речовинами різноманітної природи. У роботі [5] запропоновано підхід щодо визначення впливу забруднення Кременчуцького та Дніпродзержинського водосховищ специфічними органічними речовинами на стан здоров'я людини. Таким чином, актуальним є необхідність вивчення хімічних механізмів перетворення органічних, а також неорганічних розчинних сполук у техногенно змінених природних поверхневих водах і прогнозування їх стану на перспективу.

Мета роботи — на основі раніше проведених досліджень провести математичну обробку всього отриманого масиву даних та на цій базі детально проаналізувати причини можливих змін у стані водних екосистем. Шляхом вивчення механізмів квазірівноважних процесів у природних поверхневих водах спробувати створити об'єднану модель для нерівноважних водних екосистем.

### Матеріал і результати досліджень

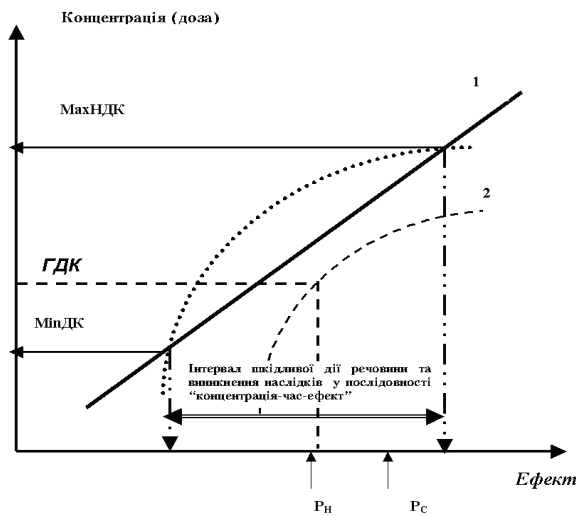


Рис. 1. Установлення інтервалів шкідливої дії забруднювачів поверхневих вод:

- 1 — залежність «концентрація-ефект»; 2 — нижні довірчі межі;
- P<sub>н</sub> — частота, яка відповідає нижній довірчій межі,
- P<sub>с</sub> — частота «спонтанного» шкідливого впливу речовини

чись на цьому інтервалі величин (залежність «концентрація-шкідливий ефект»), можна прогнозувати як часто виникають певні групи захворювань, пов'язаних з використанням людиною, зокрема, питної води (рис. 2).

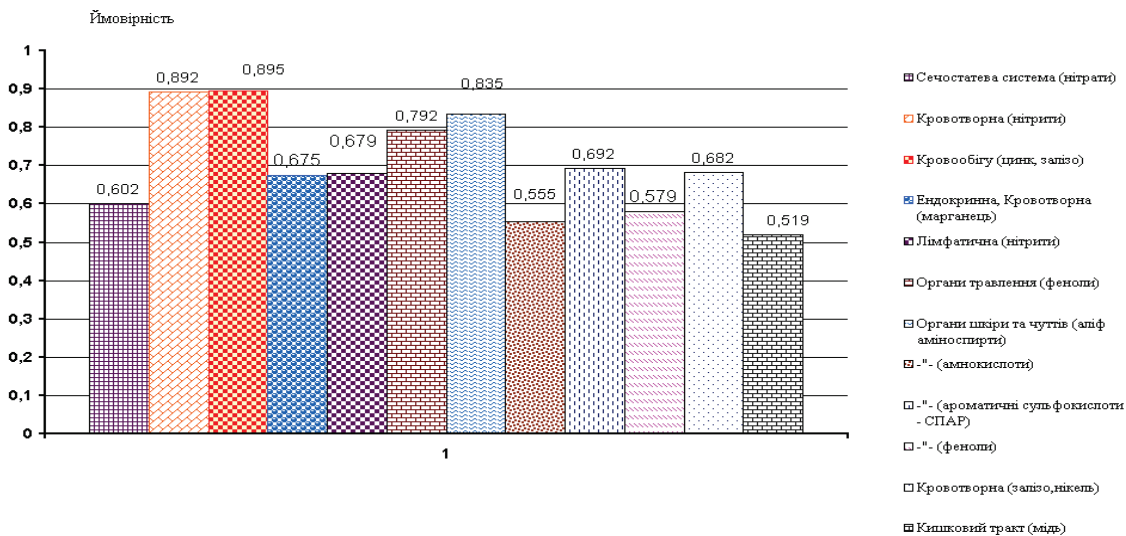


Рис. 2. Ймовірність виникнення хвороб залежно від забруднювачів природної та питної води

Тоді, з урахуванням максимальної недіючої концентрації [2] нами пропонується визначати ступінь шкідливого впливу забруднювальних хімічних речовин через відповідні показники (1) або рівні захворюваності за певними нозологічними групами, зміни максимальних недіючих концентрацій та кількість населення, яка постійно піддається шкідливому впливу (2)

$$\lambda = \frac{1}{\lg MHK} \frac{1}{e^{\Delta C \beta}}; \tag{1}$$

$$\gamma = \frac{T}{t_{50} T_1 \lg MHK} \frac{\chi}{(1 - \chi) e^{\Delta C \beta}}, \tag{2}$$

де  $T$  — кількість населення, яке зазнало впливу речовини;  $T_1$  — кількість населення, що мешкає на території, яка досліджується;  $t_{50}$  — час, за який можуть з'явитись перші ознаки захворювання;  $\lg MHK$  — логарифм максимальної недіючої концентрації впливу в компонентах довкілля;  $\chi$  — рівень захворюваності за відповідною нозологічною групою за рік;  $\Delta C$  — зміни рівня концентрацій окремих речовин;  $\beta$  — частка зазначених хімічних речовин у загальному об'ємі забруднення.

Запропоновані математичні моделі були апробовані на цілому масиві даних замірів концентрацій шкідливих хімічних речовин в Кременчуцькому та Дніпродзержинському водосховищах, що дозволило в деяких випадках отримати відповідні прогностичні моделі змін концентрацій (табл.).

Прогностичні математичні залежності змін концентрацій у природних поверхневих водах

Речовина	Математична залежність
Нафтопродукти	$y = -0,2468x^4 + 3,4372x^3 - 17,318x^2 + 37,348x - 29,2; R^2 = 1$
Іони міді (II)	$y = -0,0042x^4 + 0,0585x^3 - 0,2943x^2 + 0,642x - 0,572; R^2 = 1$
Розчинний амоній ( $NH_4^+$ )	$y = -0,0364x^4 + 0,5326x^3 - 2,8426x^2 + 6,4284x - 4,865; R^2 = 1$
Фосфати ( $PO_4^{3-}$ )	$y = -0,0575x^3 + 0,6009x^2 - 2,1256x + 2,866; R^2 = 0,9793$
Загальне залізо (III)	$y = -67,875x^4 + 543895x^3 - 2E+09x^2 + 2E+12x - 1E+15; R^2 = 1$
Нітрити ( $NO_2^-$ )	$y = 11,258x^4 - 90216x^3 + 3E+08x^2 - 4E+11x + 2E+14; R^2 = 1$
Нітрати ( $NO_3^-$ )	$y = -1,9586x^4 + 15692x^3 - 5E+07x^2 + 6E+10x - 3E+13; R^2 = 1$
Феноли	$y = 8E+11x^4 + 5E+09x^3 - 2E+08x^2 + 954316x - 1448,4; R^2 = 0,9882$
о-, м-, п-толуоли	$y = 0,0039\ln(x) + 0,0129; R^2 = 0,9862$
Сірководень	$y = 4E+11x^{5,4768}; R^2 = 0,9998$
Оцтова кислота	$y = 7E+13x^{5,6142}; R^2 = 0,9982$
Іони марганцю (II)	$y = -0,0001x^4 + 0,0053x^3 - 0,0749x^2 + 0,2766x + 9,1603; R^2 = 1$
Аліфатичні спирти	$y = -6E-06x^5 + 0,0003x^4 - 0,0057x^3 + 0,0473x^2 - 0,1578x + 0,4671; R^2 = 1$
Амінокислоти	$y = -6E-06x^6 + 0,0005x^5 - 0,0156x^4 + 0,2311x^3 - 1,656x^2 + 5,1919x + 2,5613; R^2 = 0,9972$
Ароматичні сульфокислоти (СПАР)	$y = 9E-06x^6 - 0,0006x^5 + 0,0159x^4 - 0,2016x^3 + 1,2727x^2 - 3,5623x + 4,2467; R^2 = 0,9892$

## Висновки

В результаті проведених досліджень та відповідного математичного моделювання було встановлено можливість оцінювання шкідливого впливу різноманітних хімічних речовин природних поверхневих вод на прикладі Кременчуцького та Дніпродзержинського водосховищ, зробивши розрахунки відповідних показників шкідливого впливу. На основі комплексної обробки медико-статистичних даних встановлено кореляційні зв'язки між рівнями захворюваності та змінами концентрацій окремих хімічних забруднювачів.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Принципи моделювання та прогнозування в екології / В. В. Богобоящий, К. Р. Курбанов, П. Б. Палій, В. М. Шмандій. — К., 2004. — 216 с.
2. Общая токсикология / Под ред. Б. А. Курляндского, В. А. Филова. — М.: Медицина, 2002. — 608 с.
3. Дубовик И. В. Перспективы применения пероксида водорода для очистки природных вод от специфических ароматических соединений // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Харьков, — 2004. — Вып.4(10). — С. 154—156.
4. Дубовик И. В. Методи покращення якості поверхневих вод в умовах природно-техногенного хімічного забруднення // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури: Інженерні системи та техногенна безпека в будівництві. — 2005. — № 2(50). — С. 104—107.
5. Козловська Т. Ф. взаємозв'язок хімічних чинників оточуючого середовища та стану здоров'я населення // Тр. II з'їзду токсикологів України. — Київ, 2004. — С. 81.

*Дубовик Іван Валерійович* — аспірант; *Козловська Тетяна Федорівна* — доцент.

Кафедра екології, Кременчуцький державний політехнічний університет