

ЗРОШЕННЯ — ОСУШЕННЯ

УДК 631.03:004

УПРАВЛІННЯ ХІМІЧНИМ СКЛАДОМ ВОД ДНІПРА

М.І. РОМАЩЕНКО, Ю.О. МИХАЙЛОВ, В.А. СТАШУК,
С.М. ЛЮТНИЦЬКИЙ, А.Б. КОРДЮМ, А.В. ЧЕРНОКОЗИНСЬКИЙ

Інститут гідротехніки і меліорації УААН

Дано короткий опис методу управління хімічним складом води у дніпровських водосховищах.

Нашими багаторічними дослідженнями доведено, що гідрохімічний спектр на сьогодні є найбільш інформативним показником (індикатором) хімічного складу поверхневих вод, використання якого, зважаючи на наявність емпіричних залежностей, що описують процес зниження концентрації хімічних елементів та їхніх сполук, пропорційно зростанню водогосподарського навантаження на водойми, дає можливість не тільки контролювати хімічний склад водойм, а й управляти ним [1]. Останні дослідження дали змогу уточнити вид і параметри таких залежностей для дніпровських водосховищ і запропонувати метод управління хімічним складом води в них на основі корегування структури водогосподарського балансу та інтенсивності водообміну в водосховищах.

Особливості формування та управління хімічним складом води дніпровських водосховищ проілюстровано результатами

© М.І. Ромашенко, Ю.О. Михайлов,
В.А. Сташук, С.М. Лютницький,

А.Б. Кордюм, А.В. Чернокозинський, 2009

Меліорація і водне господарство. 2009. Вип. 97

досліджень на Кременчуцькому та Каховському водосховищах, які є найбільшими у дніпровському каскаді. Перше водосховище, корисний об'єм якого на чверть більший другого, є водоймою сезонного регулювання, друге – багаторічного.

Як раніше показано нашими публікаціями [1], індикатором хімічного складу води є коефіцієнт a у формулах (1)–(2), які апроксимують розподіл основних аніонів і катіонів у порядку убутання їхньої концентрації у воді, що, власне, і є її гідрохімічним спектром.

Для основних аніонів гідрохімічний спектр апроксимується, як правило, кривою

$$C_i = ae^{-bk_i}, \quad (1)$$

для основних катіонів –

$$C_i = ak_i + b, \quad (2)$$

де C_i – концентрація i -го елемента гідрохімічного спектра; a і b – емпіричні коефіцієнти; k_i – порядковий номер елемента у даній (аніони, катіони) спектральній групі.

Показником (індикатором) водогосподарського навантаження на водойму є коефіцієнт, який розраховують за формулою:

$$\alpha = \frac{Q_{zn}}{(Y_{\text{в}} - Y_{\text{н}}) + X_{\text{вн}} + Y_{\text{бн}}}, \quad (3)$$

що випливає з рівняння водного балансу:

$$Y_{\text{в}} + X_{\text{вн}} + Y_{\text{бн}} + Y_{\text{зв}} = E_{\text{вн}} + Q_{\text{zn}} + Y_{\text{н}} + \Delta V, \quad (4)$$

де $Y_{\text{в}}$ – стік води через верхній створ ділянки водосховища; $X_{\text{вн}}$ – атмосферні опади на водну поверхню; $Y_{\text{бн}}$ – боковий приток; $Y_{\text{зв}}$ – зворотні води; $E_{\text{вн}}$ – випаровування з водної поверхні; Q_{zn} – забір води на господарські потреби; $Y_{\text{н}}$ – стік води через нижній створ ділянки водосховища; ΔV – накопичен-

ня, а за умов від'ємного «—» значення — спрацьовування води у водосховищі.

Для Кременчуцького водосховища, особливістю якого є те, що відбір води на господарські потреби здійснюється не з нього самого, а з нижче розташованих за ним Дніпродзержинського і Дніпровського водосховищ, тобто $Q_{zn}=0$, коефіцієнт водогосподарського навантаження більш коректно розраховувати за формулою:

$$\alpha_2 = \frac{Y_n}{Y_e + X_{zn} + Y_{bn}}. \quad (5)$$

Управління хімічним складом води пропонується здійснювати, використовуючи емпіричні залежності $a = \Psi(a)$ шляхом підбору структури водного балансу, в результаті якого значення a стає мінімальним. З метою побудови таких залежностей для Кременчуцького та Каховського водосховищ використано результати наших досліджень, що наведені в таблиці.

Як свідчать дані таблиці, параметри гідрохімічного спектра аніонів характеризуються значно більшою варіабельністю у часі та по акваторії водосховищ порівняно з катіонами і важкими металами. Це можна пояснити більшою рухливістю аніонів у воді, а також тим, що катіони зв'язуються органічними сполуками, яких багато у мілководних і теплих водоймах.

Емпіричну залежність $a = \Psi(a)$ для спектральної групи аніонів показано на рис. 1, а для спектральної групи катіонів — на рис. 2. За нашими дослідженнями виділяти групу важких металів немає необхідності, тому що для неї варіація значень a за роками дуже незначна, а коефіцієнт детермінації залежності становить $a = \Psi(a)$ лише 0,45.

Режим функціонування водосховищ за період досліджень характеризується зміною коефіцієнта водогосподарського навантаження від 0,4 до 1,20, що сприяє сталому зменшенню базових параметрів та концентрації у воді всіх елементів гідрохімічних спектрів аніонів і катіонів. У сукупності цей процес приводить до зниження сумарної мінералізації води, що сприяє поліпшенню її якості.

Індикатори хімічного складу та водогосподарського навантаження за роками

| Водосховище | Спектральні групи та індикатори | 2001 | | 2002 | | 2003 | | 2004 | | 2008 | | 2009 | |
|--------------|---------------------------------|---|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| | | Значення параметрів гідрохімічних спектрів по спектральних групах та коефіцієнтів водогосподарського навантаження | | | | | | | | | | | |
| | | a | b | a | b | a | b | a | b | a | b | a | b |
| Каховське | Аніони | 10300 | 2,43 | 9000 | 2,43 | 10800 | 2,32 | 11300 | 2,27 | 956 | 1,26 | 1300 | 1,53 |
| | Катіони | -10,9 | 52,3 | -11,6 | 54,3 | -12,8 | 61,5 | -11,7 | 54,6 | -10,9 | 51,3 | -11,1 | 51,8 |
| | Важкі метали | 3,77 | 1,67 | 3,32 | 1,51 | 5,6 | 1,43 | | | | | 1,68 | 1,1 |
| | Навантаження | 0,71 | | 0,8 | | 0,39 | | 0,66 | | 1,19 | | 1,11 | |
| Кременчуцьке | Аніони | | | 4694 | 2,1 | 3150 | 2,0 | 4087 | 2,2 | | | 2589 | 1,7 |
| | Катіони | -10,4 | 46,9 | -10,2 | 46,6 | -10,3 | 46,3 | -11,4 | 50,5 | | | -9,91 | 49,1 |
| | Важкі метали | 6,6 | 1,7 | 6,3 | 1,5 | 10,4 | 1,2 | | | | | 1,07 | 1,17 |
| | Навантаження | | | 1,17 | | 1,09 | | 0,96 | | | | 0,96 | |

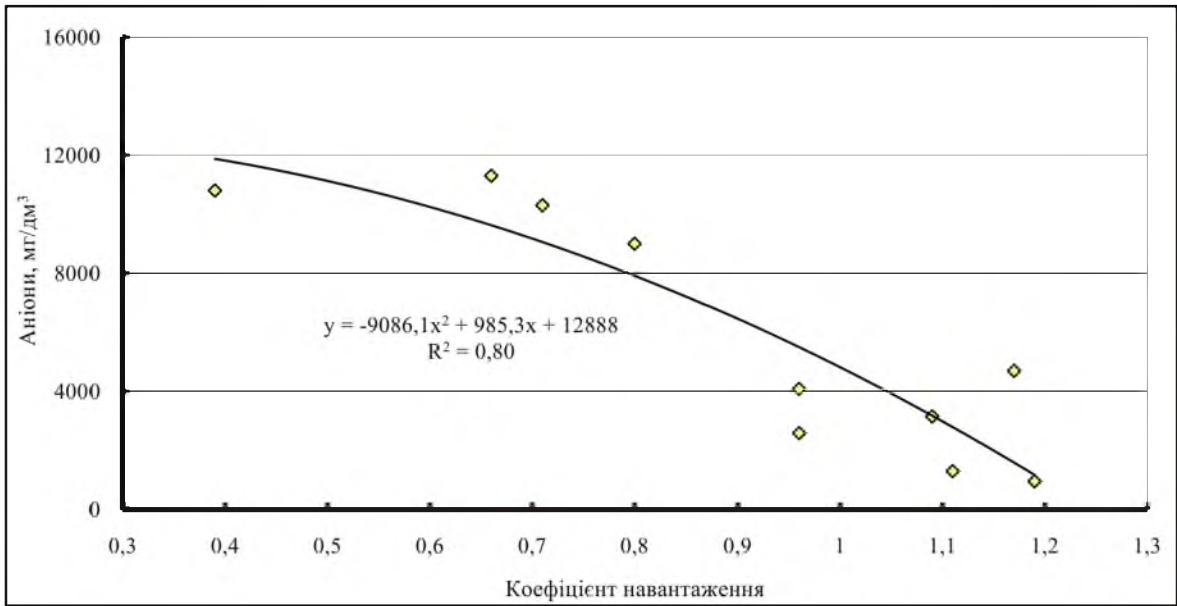


Рис. 1. Залежність $a = \Psi(a)$ для спектральної групи аніонів

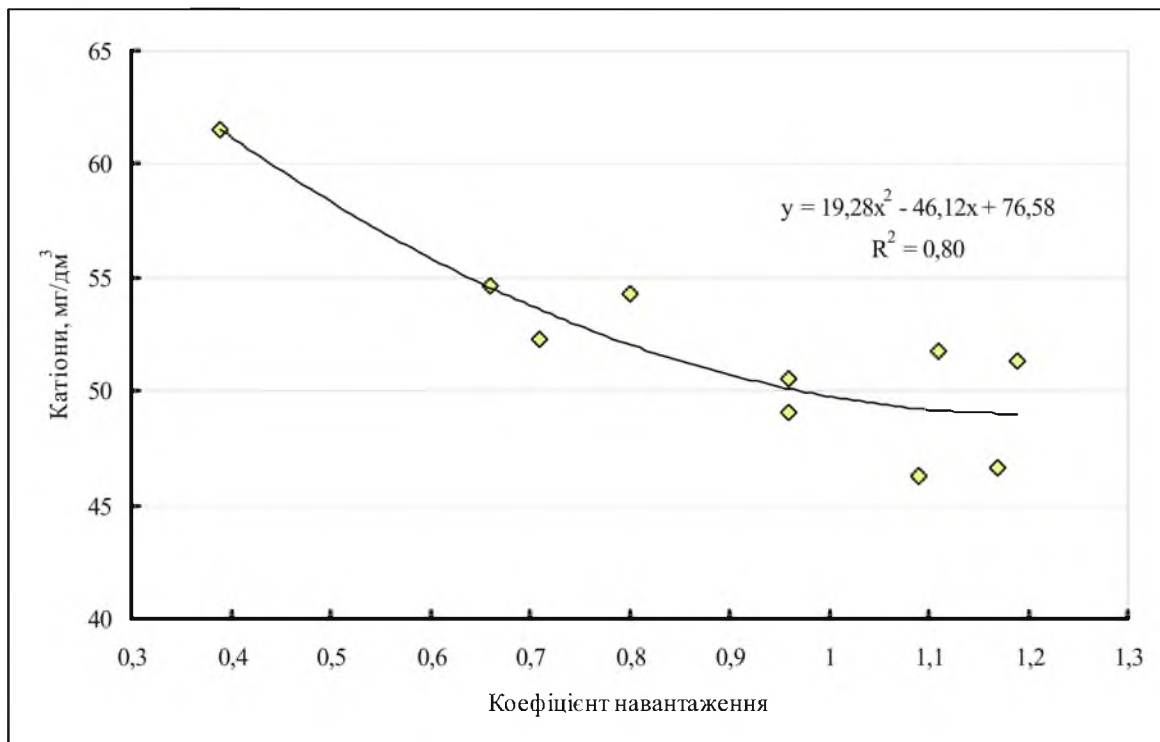


Рис. 2. Залежність $a = \Psi(a)$ для спектральної групи катіонів

Криві на рис. 1, 2 свідчать, що для процесу формування хімічного складу водосховищ найбільш впливовим є фактор відбору з них води, тоді як тип регулювання водного режиму, а також розмір корисного об'єму досліджуваних водосховищ впливають на характер зміни базових параметрів спектрів основних аніонів і катіонів значно менше. Встановлено, що за умови наближення величини коефіцієнта водогосподарського навантаження до 1,2–1,3, тобто коли водовідбір сягає 20–30% загального надходження води у водосховища, мінералізація води в них наближається до свого мінімуму.

Доказом цього є криві, що характеризують водний баланс водосховищ (рис. 3). З року в рік залежність відпливу води з водосховищ від її припливу в них описується одними і тими самими функціями, з тією лише різницею між ними, що місячний відтік води з Кременчуцького водосховища майже в десять разів більший, ніж з Каховського. Останній фактор сприяє тому, що базова концентрація основних аніонів у Кременчуцькому водосховищі у три рази, а катіонів – на 10%, менша, ніж у Каховському.

За такого впливу водогосподарського навантаження на хімічний склад води управління ним полягає в тому, що за формулами (3) і (5) за відомими середніми багаторічними значеннями атмосферних опадів і притоку річкових вод у водосховища розраховують оптимальне співвідношення між водовідбором та величиною поповнення запасів води у призмі регулювання ($Y_g - Y_{\text{н}}$) за умов, що $a=1,2-1,3$. Далі за формулою (4) складають оптимальний водогосподарський баланс водосховища, критерієм якого є збереження оптимального значення коефіцієнта водогосподарського навантаження з травня по вересень, коли хімічні процеси у водоймах є найбільш інтенсивними. Додержання саме такого водогосподарського балансу дає змогу підтримувати мінералізацію води у водосховищах на мінімальному рівні.

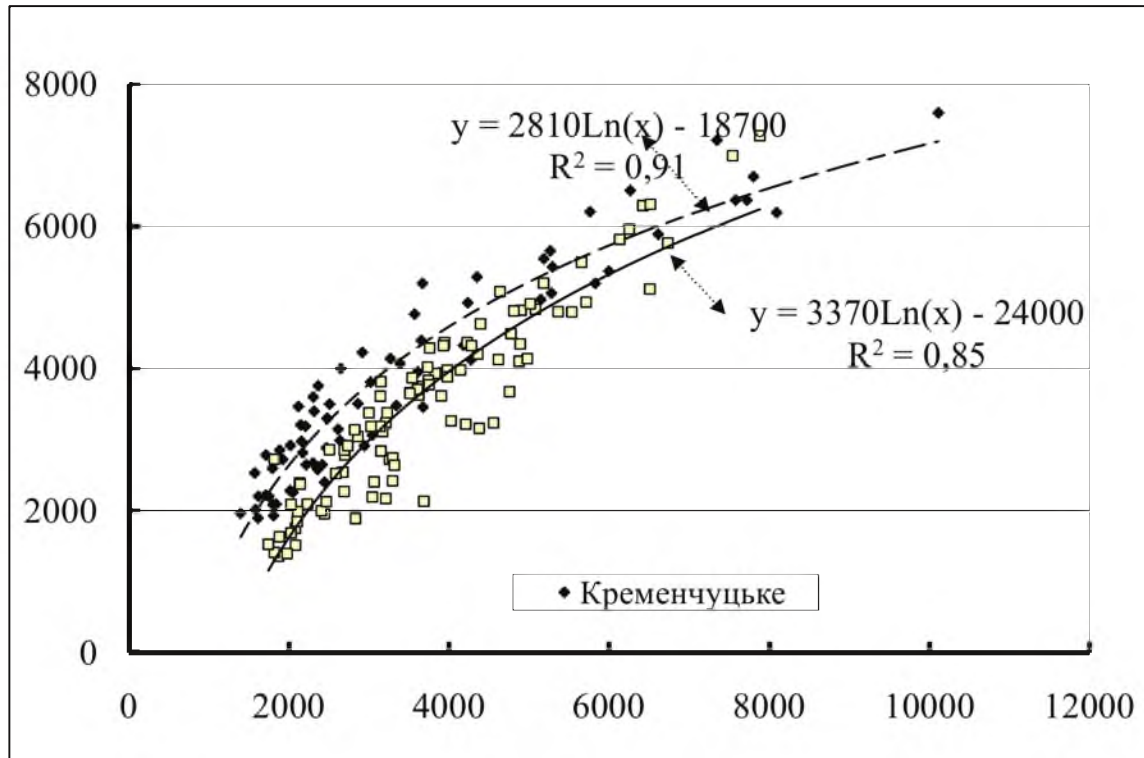


Рис. 3. Щомісячний водний баланс Кременчуцького і Каховського водосховищ (у графічній формі за [2])

Таке управління, по суті, є превентивним і ґрунтується на прогнозі ймовірних змін базового параметра гідрохімічного спектра залежно від наперед заданих змін коефіцієнта водогосподарського навантаження.

Контроль якості управління хімічним складом води полягає у ретроспективній, а саме за минулий місяць, оцінці коефіцієнта водогосподарського навантаження a . За допомогою залежностей (рис. 1, 2) встановлюють базові параметри гідрохімічних спектрів і далі за формулами (1)–(2) визначають концентрацію у воді основних аніонів та катіонів, що входять у дану спектральну групу. Отримані концентрації порівнюють з результатами спостережень за гідрохімічним режимом поверхневих вод, які здійснюються в рамках державного моніторингу вод. Різниця не повинна перевищувати $\pm 15\%$.

Обернену задачу оцінки водогосподарського навантаження за фактичними гідрохімічними спектрами розв'язують за допомогою тих самих залежностей на рис. 1–2 за даними спостережень щодо концентрації у поверхневих водах основних аніонів і катіонів.

Висновок. Метод управління хімічним складом поверхневих вод, який базується на використанні гідрохімічних спектрів і показника водогосподарського навантаження, є перспективним. Подальше його удосконалення полягає в експериментальному встановленні закономірностей, що описують вплив структури водного балансу водойм на гідрохімічний спектр їхніх вод.

1. *Наукові основи охорони та раціонального використання зрошуваних земель України / за ред. С.А. Балюка, М.І. Ромашенка, В.А. Сташука. – К.: Аграр. наука, 2009. – 624 с.*

2. *Коваленко П.І., Михайлов Ю.О. Раціональне використання води при зрошенні. – К.: Аграр. наука, 2000. – 215 с.*

Дано краткое описание метода управления химическим составом воды днепровских водохранилищ.

The short describe of management method of water chemical composition in reservoirs of river Dnipro is given.