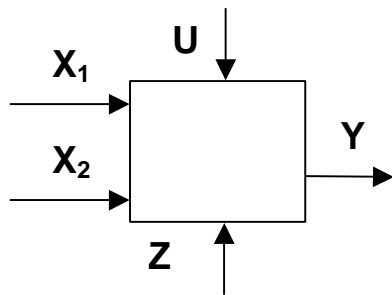


УДК: 626.80: 631.67: 631.95 (477.7)

АНАЛІЗ ДИНАМІКИ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПОЛИВНОЇ ВОДИ ІНГУЛЕЦЬКОЇ ЗРОШУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ¹

Є.Г.ВОЛОЧНЮК – аспірант, Херсонський ДАУ

Проблема покращення якості поливної води є актуальною для зрошуваних масивів півдня України. Особливо гостро це питання постає для Інгулецької зрошувальної системи (ІЗС), яка являє собою унікальний комплекс за формуванням якості води, функціонування якого можна представити у вигляді "чорної скрині" (рис. 1).



Y – якість води в магістральному каналі;
 X_1 , X_2 – якість та витрати джерел зрошення (річок Дніпро та Інгулець);
 U – враховані фактори, що впливають на якість води в магістральному каналі;
 Z – невраховані фактори;

Рисунок 1. Схема формування якості поливної води на ІЗС

Якість поливної води (Y) утворюється шляхом змішування вод річок Дніпро (X_1) та Інгулець (X_2). Вона залежить від процентного співвідношення витрат води, на яке впливають стік Інгульця, режим роботи Головних насосних станцій (U) та кліматичні умови (атмосферні опади, дефіцит вологості повітря, напрямок і потужність вітру), промислові і комунальні скиди, які відносяться до неврахованих факторів (Z).

Хімічний склад поливної води коливається в значних межах. Для виявлення схожості змін між аніонно-катіонною частиною та іригаційними показниками зрошувальної води Інгулецького масиву нами вперше проведено кластерний аналіз, задачею якого є групування показників на основі їх схожості і класифікація за комплексом ознак [1]. При цьому розбивка об'єктів проведена не за одним параметром, а за набором ознак. Крім того, кластерний аналіз на відміну від більшості математико-статистичних методів не обмежує вид об'єктів що розглядаються, та дозволяє аналізувати велику кількість даних при різних умовах формування води. За ритерій оптимальності обрана функція Евклідової відстані [1]:

¹ Науковий керівник роботи – Морозов В.В. канд. с.-г. наук, доцент, завідуючий проблемної науково-дослідної лабораторії еколого-меліоративного моніторингу Херсонського ДАУ

$$d_{ij} = \left[\sum_{h=1}^m (X_{ih} - X_{jh})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

де X_{ih} , X_{jh} – значення h -го для i -го та j -го об'єктів;
 m – кількість характеристик.

Для порівняння даних проведено нормування окремих показників відносно середнього значення за окремі роки. Проведено дослідження корелятивності змін показників в окремі періоди функціонування Інгuleцької зрошувальної системи.

Згідно з дендрограмами у 1973...1986 рр. із змінами величин іонного складу у поливній воді відзначаються кластери найтіснішого зв'язку між концентраціями іонів натрію та загальної кількості солей зі значенням відстані у 3,7 одиниці (рис. 2). Виділяється кластер до якого належать іони натрію, хлору та загальна мінералізація. При цьому значення дистанції між іонами натрію та хлоридами становить 4,0. За значного корелятивного зв'язку до них, але на підвищеній відстані знаходяться іони магнію (5,1) та іони кальцію (6,9). Максимально ізольовані гідрокарбонат-іони, які більш схожі із мінералізацією, але значення відстані при цьому складає 11,0 одиниць.

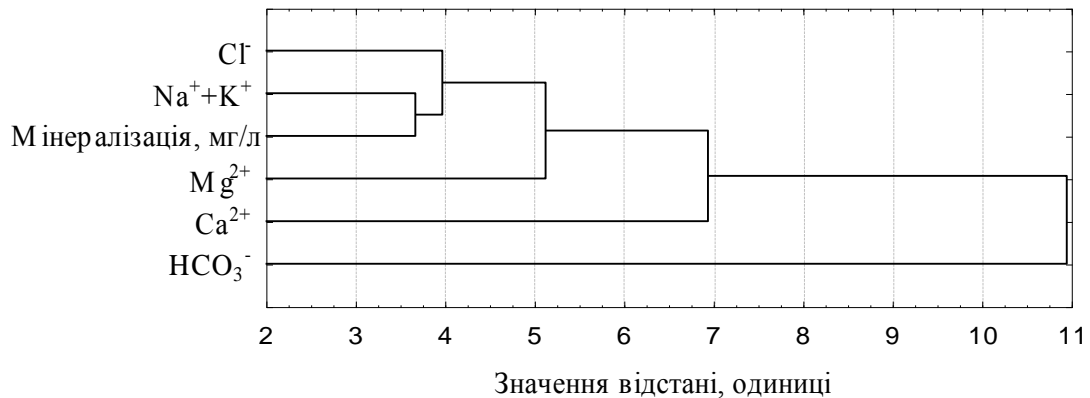


Рисунок 2. Дендрограма евклідових відстаней зв'язків іонного складу поливної води за 1973...1986 рр.

Період 1996...2001 рр. відрізняється від попереднього тим, що змінився порядок розташування двовалентних катіонів при розподілі на кластери (рис. 3). Так, найбільш схожими із аніонами та мінералізацією стали іони кальцію (4,5). Відстань між аніонами та іонами магнію становила 4,9, що на 9 % більше, ніж у іонів кальцію.

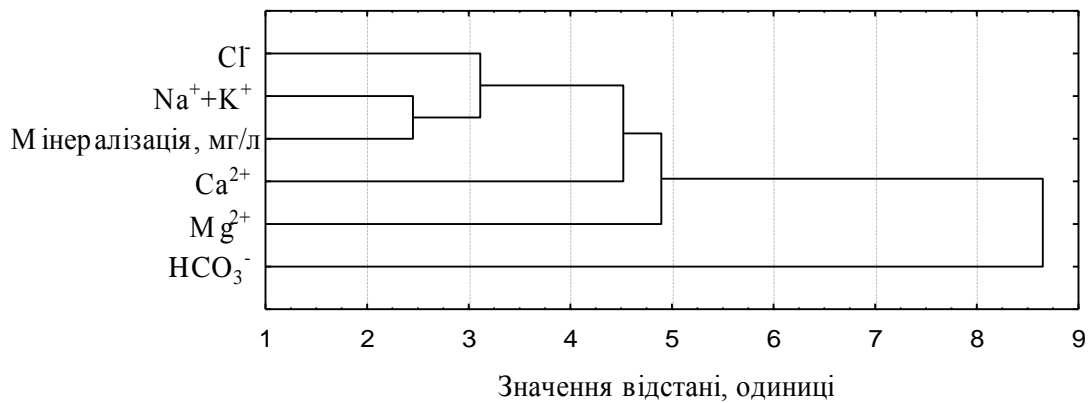


Рисунок 3. Дендрограма евклідових відстаней зв'язків іонного складу поливної води за 1996...2001 рр.

До меліоративних показників із їх кластеризацією за періодами функціонування системи додані хлориди. Розрахунки показали, що у поливній воді найбільш схожі між собою хлориди та вміст токсичних солей, мінералізація та сума солей у мекв/л, коефіцієнти іонного обміну солей, мінералізація та сума солей у мекв/л, коефіцієнти іонного обміну та іригаційний (рис. 4...5). Між останнім кластером та попередніми значення відстані максимальне, що вказує на низьку кореляцію. Розбивання років досліджень на періоди функціонування комплексу дозволило скоротити значення Евклідових відстаней як між іонами, так і меліоративними показниками.

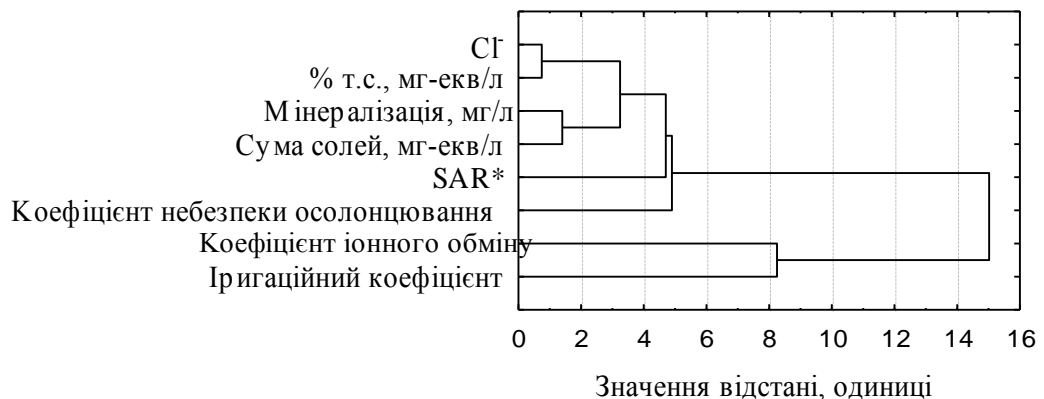


Рисунок 4. Дендрограма евклідових відстаней між меліоративними показниками в поливній воді за 1973...1986 рр.

Згідно з розрахунками, відзначається збільшення у 1996...2001 рр. зв'язку між токсичними солями та загальною кількістю солей на 41% (від 3,2 одиниці у 1973...1986 рр. до 1,9 у 1996...2001 рр.). Значення відстані цих кластерів із показником SAR* підвищилося на 6%. Взаємозв'язок між основною групою показників і коефіцієнтів іонного обміну та іригаційного залишився низьким (15,0 одиниць у 1973...1986 рр. та 13,7 у сучасний період).

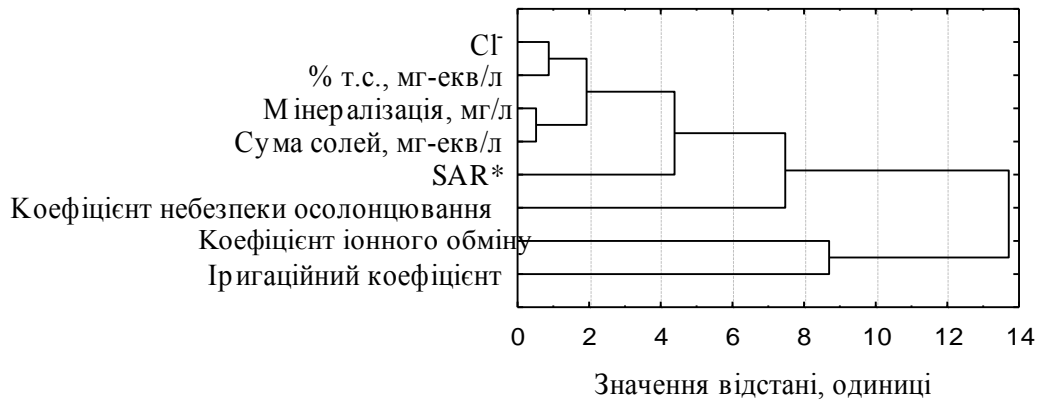


Рисунок 5. Дендрограма евклідових відстаней між меліоративними показниками в поливній воді за 1996...2001 рр.

Для виділення окремих груп використовувався метод кластеризації К-середніх, який дозволяє утворити вказану кількість кластерів, що максимально відрізняються один від одного. Цей метод аналогічний методу "дисперсійного аналізу навпаки" в тому значенні, що критерій значущості в дисперсійному аналізі порівнює міжгрупову мінливість із внутрішньогруповою при перевірці гіпотези про відмінності між середніми в групах. Кластеризацією передбачено переміщення об'єктів із одних кластерів до інших для отримання найбільш значущих результатів дисперсійного аналізу.

Аналіз сучасного періоду функціонування Інгулецької зрошувальної системи вказує, що від загальної кількості найбільше відокремлені коефіцієнти іонного обміну та іригаційний (табл. 2).

Таблиця 2 – Результати кластерного аналізу складових інгредієнтів та іригаційних показників поливної води

Показники	два кластера		три кластера		
	1	2	1	2	3
Cl ⁻	+		+		
HCO ₃ ⁻	+		+		
Na ⁺ +K ⁺	+		+		
Сума солей, мекв/л	+		+		
Ca ²⁺	+		+		
Mg ²⁺	+		+		
Мінералізація	+		+		
Коефіцієнт іонного обміну		+		+	
Коефіцієнт небезпеки осолонцювання	+		+		
Іригаційний коефіцієнт		+			+
% токсичних солей, мекв/л	+		+		
SAR*	+		+		
Разом по кластеру:	10	2	10	1	1

При розбивці на три групи схожість першої групи була досить значною, щоб дані залишилися в одному кластері. Формування до-

даткового кластера відбувається за рахунок розподілу показників, які належали до другого при попередній розбивці. Відзначається, що останніми роками кореляція між факторами підвищилася. Це відзначається між іонним складом та іригаційними показниками, що підтверджує можливість проведення комплексної оцінки якості поливної води за вмістом іонів хлору, який виступає "експрес-показником" такого аналізу.

Висновки:

1. Джерело зрошення Інгулецької зрошувальної системи річка Інгулець характеризується нестаціонарними гідрологічним і гідрохімічним режимами, пов'язаними з антропогенним впливом Кривбасу та р. Дніпро. У вегетаційний період на ділянці Кривий Ріг – ГНС інгулецька вода формується за рахунок ненормованого скидання стічних вод (комунально-побутові, високомінералізовані шахтні, промислові води) та санітарного попуску витрат із Карачунівського водосховища. Це викликає значні коливання гідрохімічних показників якості поливної води ІЗС.

2. Результати кластерного аналізу вказують, що із меліоративних показників та іонного складу поливної води менше корелюють коефіцієнти іонного обміну та іригаційний. Додаткові кластери формуються за рахунок розподілу означених показників. Належність до різних кластерів або низька корелятивність цих показників вказує на необхідність проведення аналізу якості поливної води за ними.

3. Останніми роками кореляція між іонним складом та іригаційними показниками підвищується. Це підтверджує можливість проведення комплексної оцінки якості поливної води за вмістом хлор-іону, який може виступати "експрес-показником" такого аналізу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Комп'ютерні методи в сільському господарстві та біології. Навчальний посібник. О.М. Царенко, Ю.А. Злобін, В.Г. Скляр, С.М. Панченко. – Суми: "Університетська книга", 2000. – 203 с.
2. Морозов В.В., Волочнюк Є.Г. Формування якості зрошувальної води та її вплив на еколого-меліоративний стан агроландшафту Інгулецької зрошувальної системи // Таврійський науковий вісник: Збірник наукових праць. Додаток до вип. 21. – Херсон: Айлант, 2002. – 100 с.
3. Морозов В.В., Нежлукченко В.М., Волочнюк Є.Г. Нестационарність формування якості води в магістральному каналі Інгулецької зрошувальної системи // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції "Динаміка наукових досліджень". Том 17. Екологія і охорона навколишнього середовища. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2002. – С. 30-33.