

РЕГІОНАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ  
ЛАНДШАФТОЗНАВСТВА ТА ГЕОМОРФОЛОГІЇ

УДК 556.114

Курило С. М.

Київський національний університет  
імені Тараса Шевченка

ОСОБЛИВОСТІ БАГАТОРІЧНИХ ЗМІН ХІМІЧНОГО СКЛАДУ  
РІЧКОВИХ ВОД УКРАЇНИ

Ключові слова: гідрохімічний режим, мінералізація, підземний стік, поверхневий стік

**Вступ.** Показник мінералізації води та вміст головних іонів у річкових водах України схильні до трансформації як під впливом антропогенного навантаження, так і в результаті дії природних факторів, зокрема коливання водності річок, яке пов'язане з кліматичними змінами [1]. Як кліматичні умови так і антропогенне навантаження на навколишнє природне середовище не є сталими в часі процесами тож цікаво прослідкувати яким чином їх зміни відбиваються на елементах гідрохімічного режиму поверхневих вод.

**Постановка завдання.** У цьому зв'язку дослідження за багаторіччя (1946-2012 рр.) стосувалися низки правобережних (Десна, Случ, Тетерів, Рось) та лівобережних (Сула, Псел, Ворскла) приток Дніпра, а також річки Західний Буг та Південний Буг. Оцінка трансформації хімічного складу і мінералізації річкових вод за багаторіччя виконувалася за модернізованою в 2006 р. В. К. Хільчевським та С. М. Курилом класифікацією О. О. Альюкіна. Модернізація класифікації полягає у введенні до існуючих трьох рівнів ознак (клас, група, тип) четвертої ознаки - підтипу, який виділяється за відносним внеском класоутворюючих аніонів, а також додаванні до групи другого катіона, за умови його зростаючої ролі (понад 25 %-екв.) [2].

**Результати досліджень.** Для лівобережних приток Дніпра (Сула, Псел, Ворскла) протягом багаторіччя спостерігалася зростання середньорічної мінералізації води, для якого можна виділити три характерні періоди. Перший період (умовного гідрохімічного фону, 1946-1979 рр.) - найменша мінералізація і постійний гідрокарбонатно-кальцієвий склад води -  $C_{116}^{Ca}$ . Другий період

(трансформаційний, 1980 - 1993рр.) - підвищення мінералізації і відчутні зміни її складових на рівні груп і типів: для р. Десна р. Псел -  $C_{116}^{Ca}$  на  $C_{116}^{CaNa}$ ; для р. Ворскла і р. Сула -  $C_{116}^{Ca}$  на  $C_{116}^{NaCa}$ . Середньорічне значення мінералізації збільшилося у два рази. Третій період (сучасний, 1994-2012 рр.) - стабілізація хімічного складу річкових вод. [3]

Аналіз трансформації гідрохімічних характеристик для різних фаз водного режиму лівобережних приток Дніпра показав найбільші зміни для весняної повені: на рівні груп - з групи кальцію на групу натрію; типів (з I і II, які характерні для води більшості річок України, на III тип - який є змішаним і метаморфізованим, що формується в результаті катіонного обміну при взаємодії води та ґрунту); підтипів - вміст класоутворюючого гідрокарбонатного аніону зменшується (іноді становить менше 50%), що пов'язано із зростанням вмісту сульфатів і хлоридів. Під час весняної повені за весь період спостережень відбувалося зростання мінералізації води: р. Сула – з 440 до 832 мг/дм<sup>3</sup>; р. Псел – з 370 до 840 мг/дм<sup>3</sup>; р. Ворскла – з 300 до 685 мг/дм<sup>3</sup>.

Для правобережних приток Дніпра (Случ, Тетерів, Рось) спостерігається не така однозначна картина у виділенні трансформаційних періодів хімічного складу води, як у лівобережних приток.

Так, для р. Случ виділяється два характерні періоди. Перший період (умовного гідрохімічного фону, 1960-1974 рр.) - найменша мінералізація і постійний гідрокарбонатно-кальцієвий склад води ( $C_{1a}^{Ca}$ ,  $C_{16}^{Ca}$ ). Другий період (трансформаційний, 1975–2008 рр.) – значне стрибкоподібне підвищення мінералізації води з максимумом у 2005–

2008 рр. Мінімальна середня річна мінералізація становить 126 мг/дм<sup>3</sup> (1968р), а максимальне середньорічне значення 546 мг/дм<sup>3</sup> (2008 р.).

Найбільш значне зростання мінералізації води р. Случ характерне для періоду весняної повені. Якщо для початку періоду спостереження характерними показниками мінералізації води весною були значення 140-160 мг/дм<sup>3</sup>, то починаючи з 1970-х років вміст головних іонів починає стрімко зростати, сягаючи свого максимуму у період 1990–1994 рр. – 440-460 мг/дм<sup>3</sup>.

Найбільш відчутне збільшення мінералізації води р. Случ у меженні періоди зафіксоване у середині 1970-х років минулого століття для фази зимової межені, коли абсолютні значення показника сягнули (осереднені за 5-річчя) величини 450 мг/дм<sup>3</sup>. Ступінь мінералізації води для періоду літньо-осінньої межені поступово збільшувалася з 330 до 466 мг/дм<sup>3</sup>.

Для р. Тетерів виділяється три періоди. Перший період (умовного гідрохімічного фону, 1965-1979 рр.) - найменша мінералізація і гідрокарбонатно-кальцієвий склад води -  $C_{IIb}^{Ca}$ ,  $C_{IIb}^{CaNa}$ . Другий період (трансформаційний, 1980 – 1994 рр.) - підвищення мінералізації і відчутні зміни її складових на рівні груп і типів. Середньорічне значення мінералізації збільшилося у два рази – з 290-350 мг/дм<sup>3</sup> до 550-676 мг/дм<sup>3</sup> Третій період (сучасний, 1995-2012 рр.) – спостерігається стабілізація хімічного складу річкових вод.

Аналіз багаторічних змін мінералізації води р. Тетерів у різні фази водного режиму виявив наступні тенденції. Значне зростання мінералізації води характерне для періоду весняної повені. Якщо на початку періоду дослідження характерні показники мінералізації води весною коливалися у межах 230-300 мг/дм<sup>3</sup>, то починаючи з 1970-х років вміст головних іонів починає стрімко зростати, сягаючи свого максимуму у період 1990-1994 рр. з показниками 630 мг/дм<sup>3</sup>.

Для межених періодів колювання вмісту розчинених мінеральних речовин у воді р. Тетерів не зазнавали великих змін, хоч і спостерігалася стала тенденція до зростання мінералізації. Абсолютні значення мінералізації води річки коливалися в межах 600-800 мг/дм<sup>3</sup>.

Для р. Рось виділяється два характерні періоди. Перший період (1946-1994 рр.) –

незначні циклічні колювання мінералізації води і постійний гідрокарбонатно-кальцієвий склад води ( $C_{Ia}^{CaNa}$ ,  $C_{Ib}^{Ca}$ ). Другий період (1995 – 2008 рр.) – помітне зменшення мінералізації води (за рахунок гідрокарбонатів і кальцію) при зростанні вмісту сульфатів, хлоридів, натрію і калію. В цілому мінімальна річна мінералізація становить 270 мг/дм<sup>3</sup> (2006 р), а максимальне середньорічне значення 627 мг/дм<sup>3</sup> (1954 р).

Так, найбільш значне зростання мінералізації води р. Рось характерне для періоду весняної повені. Якщо на початку періоду спостереження характерні показники мінералізації води коливалися у межах 225-440 мг/дм<sup>3</sup>, то починаючи з 1970-х років вміст головних іонів починає зростати, сягаючи свого максимуму у період 1970-1985 рр. з показниками 500-600 мг/дм<sup>3</sup>.

Для межених періодів характерна дещо інший характер багаторічних змін показника мінералізації води р. Рось. Абсолютні значення мінералізації води річки коливалися в межах 480-520 мг/дм<sup>3</sup>. Найбільш відчутне збільшення мінералізації у меженні періоди зафіксоване у періоди 1990-1994 рр., коли абсолютні величини цього показника сягнули 529 мг/дм<sup>3</sup>. Для періоду зимової межені характерне повільне падіння мінералізації із мінімумом в останньому періоді – 339 мг/дм<sup>3</sup>.

Подібні дослідження були виконані і для річок *Західний Буг* та *Південний Буг*, які показали схожі закономірності стосовно змін мінералізації води та вмісту головних іонів, а також сезонних відмінностей у трансформації хімічного складу річкових вод [4-5].

Окремо проведені розрахунки по виявленню взаємозв'язку між часткою підземного стоку та мінералізацією води річок. Дослідження показали пряму залежність між цими характеристиками гідрологічного режиму річок.

Так при аналізі змін внутрірічного розподілу стоку за складовими живлення річок та мінералізації води для р. Південний Буг зафіксована пряма значуща залежність між мінералізацією води та об'ємами підземного стоку (таб.1, рис.).

Як ми можемо бачити на графіку значення мінералізації має значну залежність залежить від об'єму підземного стоку. При зростанні об'ємів підземного

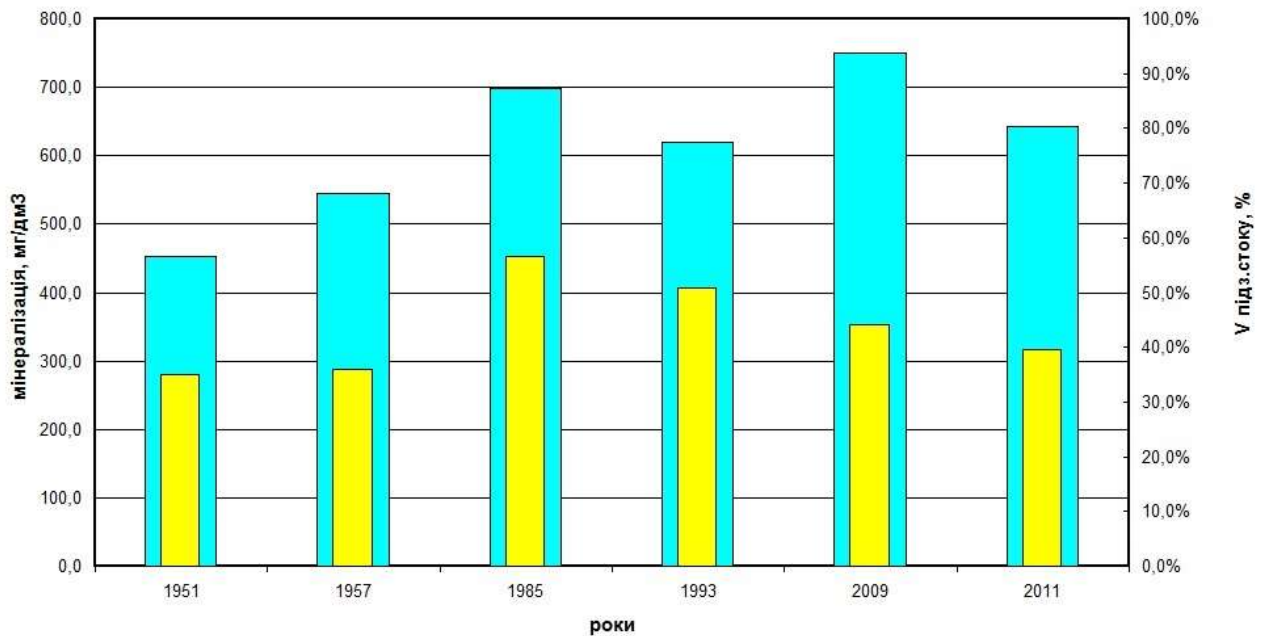
стоку спостерігається і тенденція до збільшення мінералізації. У періоди де відсоток підземного стоку зменшується – мінералізація також починає зменшуватися. Мінімальним об'ємам мінералізації відповідають і мінімальні об'єми підземного

стоку. Коефіцієнт кореляції між двома масивами даних становить  $r=0,7$ , що відповідає значним залежностям.

Подібні результати отримані і для річок Західний Буг, Десна та Тетерів (табл. 2).

**Таблиця 1 – Залежність мінералізації від об'єму підземного стоку для р. Південний Буг – смт Олександрівка**

Рік	Об'єм підз.стоку, км <sup>3</sup>	Об'єм підз.стоку, %	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>
1951	0,70	35,1%	452,7
1957	0,79	36,0%	545,5
1985	2,35	56,5%	699,0
1993	0,62	50,8%	620,0
2009	1,05	44,2%	750,5
2011	0,88	39,5%	641,8



**Рис. – Співвідношення між зміною мінералізації та об'єму підземного стоку р. Південний Буг – смт Олександрівка**

**Таблиця 2 – Залежність мінералізації від об'єму підземного стоку для р. Тетерів – м. Житомир**

Рік	Підземне живлення, %	Середня річна мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	Кореляція «підземний стік-мінералізація»
1967	24,4	380,2	0,78
1973	25,7	434	
1980	33,8	588,9	
1990	26,8	528	
1996	37	676,3	
1997	27,9	556,2	
2002	29	429	
2010	31,1	475,1	

Для них при збільшенні величини підземного стоку спостерігається зростання показника мінералізації води. Найменші значення мінералізації відповідають найменшим значенням об'єму підземного стоку.

**Висновки.** Виявлені гідрохімічні зміни можна пояснити зменшенням обсягу поверхневого водного стоку під час весняної повені і зростанням його в меженні періоди, що пов'язано з кліматичними змінами. Відповідно, зростає роль підземного живлення в цей час. При зростанні об'ємів підземного стоку спостерігається і тенденція до збільшення мінералізації. У періоди де відсоток

підземного стоку зменшується – мінералізація також починає зменшуватися.

Як відомо, підземні води мають більшу мінералізацію, ніж поверхневі, що й позначається на хімічному складі річкових вод. Зрозуміло, що зростає також і середньорічна мінералізація води. Отже зростання мінералізації річкових вод відбувається в основному за рахунок збільшення вмісту сульфатних, хлоридних іонів та іонів натрію. Але не завжди це можна інтерпретувати як ознаку зростання антропогенного впливу, велику роль відіграють процеси внутрірічного розподілу стоку і зміна частки різних видів живлення у внутрірічному балансі стоку.

#### **Список літератури**

1. Гребінь В. В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) / В.В. Гребінь. – К. : Ніка-Центр, 2010. – 316 с. 2. Хільчевський В. К. Основи гідрохімії : Підручник / Хільчевський В. К., Осадчий В. І., Курило С. М. – К. : Ніка-центр, 2012. – 312 с. 3. Хільчевський В. К. Аналіз багаторічних змін мінералізації і вмісту головних іонів у воді лівобережних приток басейну Дніпра / Хільчевський В. К., Курило С. М. // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2012. – Т.24. – С. 9-17. 4. Жовнір В. В. Аналіз багаторічних змін мінералізації і вмісту головних іонів у воді річки Південний Буг – смт. Олександрівка / В. В. Жовнір, С. М. Курило // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2014. – Т. 1(32). – С. 64-69. 5. Шипілова А. В. Зміни багаторічних значень мінералізації і вмісту головних іонів у воді р. Західний Буг – п. Кам'янка Бузька / А. В. Шипілова, С. М. Курило // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2013. – Т.4(31). – С. 17-28.

#### **Курило С. М. Особливості багаторічних змін хімічного складу річкових вод України.**

Проаналізовано багаторічні зміни гідрохімічного режиму річок України. Встановлено основні тенденції трансформації хімічного складу річкових вод, а так само їх зв'язок з глобальними кліматичними змінами.

*Ключові слова:* гідрохімічний режим, мінералізація, підземний стік, поверхневий стік.

**Kurilo S. Features perennial the chemical composition of river water Ukraine.** The article researched the long-term changes in the chemical composition of rivers in Ukraine. The trend of increasing salinity of river water is detection. Main changes are taking place in the spring. The main factor there is an increased part of groundwater flow.

*Keywords:* hydrochemical regime, salinity, groundwater runoff, surface runoff.

#### **Курило С. М. Многолетнее изменение химического состава речных вод Украины.**

Проанализированы многолетние изменения гидрохимического режима рек Украины. Установлены основные тенденции трансформации химического состава речных вод, а так же их связь с глобальными климатическими изменениями.

*Ключевые слова:* гидрохимический режим, минерализация, подземный сток, поверхностный сток.

**Надійшла до редколегії 03.09.2015**