

УДК 556.531.4(477.85-25)

## РЕЖИМ ГОЛОВНИХ ІОНІВ МАЛИХ РІЧОК УРБАНІЗОВАНОЇ ТЕРИТОРІЇ

*Николаєв А.М., Шевчук Ю.Ф.**Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича*

Встановлені основні риси режиму головних іонів малих річок урбанізованої території і його змін для водотоків з різними рівнями антропогенного навантаження на басейн. Проаналізовано детермінованість водністю вмісту і сезонної динаміки головних іонів.

**Ключові слова:** головні іони, водність річки, гідрологічні сезони, мінералізація і хімічний склад води.

**Вступ.** Походження головних іонів визначається хімічним складом гірських порід і ґрунтів, з якими контактує вода і з яких вони вилугуюються. Головні іони утворюють основну частину мінерального складу природних вод. Внаслідок антропогенного впливу, зокрема – скидання в річки стічних вод, збагачених іонами техногенного походження, хімічний склад води річок змінюється. Особливо значних змін зазнає хімічний склад води малих річок урбанізованої території, в які скидаються об'єми стічних вод, часто сумірні з об'ємами їх меженого стоку.

**Аналіз попередніх досліджень.** Хімічний склад води малих річок урбанізованих територій постійно привертає увагу дослідників, які відмічають такі наслідки антропогенного впливу, як високі рівні хімічного і теплового забруднення, докорінні і, часто незворотні, зміни гідрологічного і гідрохімічного режимів. Режим головних іонів і його антропогенні зміни зазвичай розглядаються як важливий показник екологічного стану річок [1-3; 5; 7-14].

**Метою роботи** є встановлення основних рис режиму головних іонів малих річок урбанізованої території та виявлення його антропогенних змін.

**Методика досліджень.** Режим головних іонів досліджений на прикладі малих річок міста Чернівці. Оскільки на малих річках Чернівців у період до початку інтенсивного антропогенного втручання гідрологічні та гідрохімічні спостереження не проводились, природний режим головних іонів був встановленим за методом гідрологічної аналогії. Як природний аналог обрана річка Дерелуй, стік якої формується в умовах, характерних для території Чернівців, малі лівобережні притоки цієї річки дренують південно-східну частину міста. На річці Дерелуй у створі с. Коровія протягом 1953-1975 років проводилися систематичні гідрологічні спостереження, результати яких опубліковані у гідрологічних щорічниках. На малих річках міста Чернівці – ріки Клокучка, Мольниця і Шубранець (Задубрівка) протягом 2008-2011 років проводилися гідролого-гідрохімічні спостереження. На кожній з них проби води на хімічний аналіз відбирались на двох

створах – фоновому (у верхів'ях річок) і контрольному (на гирлових ділянках). На контрольних створах при відборі проб на хімічний аналіз вимірювались витрати води.

**Виклад основного матеріалу.** Режим головних іонів фонових ділянок малих річок м.Чернівці, у цілому, зберігав риси природного, основною з яких є визначеність концентрацій іонів і, відповідно, мінералізації – водністю. Найбільші значення мінералізації (до 920 – 950 мг/дм<sup>3</sup>) були характерними для зимової межени, коли річки живились, переважно, підземними водами. Протягом цього сезону формувались гідрокарбонатно-кальцієві води другого типу. В окремі періоди низької зимової межени спостерігалися зміни хімічного складу вод руслового стоку. Так, на усіх досліджуваних річках формувались гідрокарбонатно-натрієві води другого типу з мінералізацією 0,8 – 0,9 г/дм<sup>3</sup>. За дещо вищої водності на річках Задубрівка і Мольниця спостерігалися гідрокарбонатно-магнієві води другого і третього типів з мінералізацією 0,7 – 0,8 г/дм<sup>3</sup>. Найменші (в окремих випадках – до 0,4 – 0,5 г/дм<sup>3</sup>) значення мінералізації спостерігалися під час весняного водопілля при розбавленні руслового стоку слабомінералізованими талими сніговими водами. У цей гідрологічний сезон склад води постійно був гідрокарбонатно-кальцієвим, другого типу, з середньою мінералізацією в межах 0,7 – 0,8 г/дм<sup>3</sup>. Дещо менші величини мінералізації були характерними для періодів літньо-осінніх паводків, коли, в окремих випадках, вона знижувалась до 0,5-0,6 г/дм<sup>3</sup>, хімічний склад води був гідрокарбонатно-кальцієвим, другого типу. Помітне підвищення мінералізації було характерним для сезону літньо-осінньої межени, протягом якої її значення зростали до 820 – 945 мг/дм<sup>3</sup>, на усіх досліджуваних річках формувались гідрокарбонатно-кальцієво-натрієві та гідрокарбонатно-натрієві води другого типу. На річках Клокучка і Задубрівка в одиничних випадках формувались сульфатно-гідрокарбонатно-кальцієві та сульфатно-кальцієві води другого типу, які не спостерігалися на річці з гідрохімічним режимом,

близьким до природного (р. Дерелуй-с. Коровія).

Порівняння варіацій сезонних величин мінералізації води малих річок, стік яких повністю формується в межах міста (рр. Клокучка і Мольниця), з такими для річки з природним гідрохімічним режимом показало, що їх руслові води значно меншою мірою розбавляються поверхневим стоком у багатководні сезони. Встановлено, що, по-перше, розбавлення руслових вод водами поверхневого стоку більше для річки з більшою площею басейну, табл.1. Так, площа басейну р. Дерелуй зі створом с. Коровія перевищує площі басейнів річок Клокучка і Мольниця, відповідно, у 17 і 27 разів. По-друге, ступінь розбавлення руслових вод більший для річок з нижчим рівнем техногенного навантаження на басейн. Фонові ділянки річок Клокучка і Мольниця дренують різні райони житлової зони м.Чернівці. Перша з них – територію мало-поверхової індивідуальної житлової забудови з присадибними ділянками, друга – територію старої багатоповхової житлової забудови та майданчиків промислових підприємств, нині непрацюючих (радіоелектроніка, машинобудування), де рівень техногенного навантаження був значно вищим.

Для фонових ділянок малих річок міста характер залежності мінералізації води від концентрацій головних іонів також, як і для річки Дерелуй, був лінійним. У табл. 2 наведені рівняння залежності мінералізації від концентрацій головних іонів і значення коефіцієнтів кореляції зв'язків.

Дані табл. 2 показують, що тіснота залежності мінералізації води від вмісту окремих іонів значно слабша для малої річки урбанізованої території (р.Мольниця-вул.В.Винниченка) з вищим рівнем техногенного навантаження на басейн. Виявлена особливість підтверджується і значно меншою, ніж для річок з природним гідрохімічним режимом, тісністю зв'язків між концентраціями головних іонів у водах руслового стоку, табл.3, 4.

Так, коефіцієнти парної кореляції зв'язків концентрацій головних іонів, розраховані для фонових ділянок річок Клокучка і Задубрівка, є близькими до їх значень, отриманих для води р.Дерелуй-с.Коровія з гідрохімічним режимом, близьким до природного.

У зимовий межений період спостерігалась нестабільність хімічного складу води нижньої частини течії річки Клокучка. Гідрокарбонатно-кальцієві води другого типу з мінералізацією 0,7 – 0,8 г/дм<sup>3</sup> формувались тільки за умов відносно підвищеної (до 0,3 м<sup>3</sup>/с) водності. З її зниженням послідовно формувались гідрокарбонатно-кальцієво-натрієві та гідрокарбонатно-натрієві води другого типу з мінералізацією 0,8 – 0,9 г/дм<sup>3</sup>, при

найменших витратах – хлоридно-натрієві води третього типу з мінералізацією до 1,4 г/дм<sup>3</sup>(табл.5). Подібна ситуація спостерігалась і під час весняного водопілля, лише в окремі багатководні періоди якого формувались гідрокарбонатно-кальцієві води другого типу з мінералізацією до 0,7 – 0,8 г/дм<sup>3</sup>. Унаслідок надходження з поверхневим стоком у руслові води хлоридів, іонів натрію і калію формувались хлоридно-натрієві води другого типу з мінералізацією до 1,0 г/дм<sup>3</sup>. Зауважимо, що при зниженні концентрацій гідрокарбонатів, іонів магнію і кальцію за умов додаткового надходження хлоридів та іонів натрію і калію техногенного походження мінералізація вод руслового стоку річки в періоди весняного водопілля була дещо вищою за її значення під час зимової межени. Під час літньо-осінніх паводків надходження розчинних солей з поверхневим стоком, у порівнянні з сезоном весняного водопілля, значно зменшувалося, наслідком чого було зниження мінералізації води. У цей гідрологічний сезон формувались, переважно, гідрокарбонатно-кальцієві води другого типу з мінералізацією 0,6 – 0,8 г/дм<sup>3</sup>, в окремі маловодні періоди – гідрокарбонатно-натрієві води другого типу з мінералізацією до 0,9 г/дм<sup>3</sup>.

Під час літньо-осінньої межени мінералізація руслового стоку підвищувалась, при сезонному зменшенні об'ємів поверхневого стоку основна кількість хімічних речовин надходила в русло з підземними і стічними водами. У багатководні періоди цього гідрологічного сезону формувались гідрокарбонатно-кальцієві, при менших витратах – гідрокарбонатно-магнієві і гідрокарбонатно-натрієві води другого типу з мінералізацією 0,7 – 0,8 г/дм<sup>3</sup>. У маловодні меженні періоди формувались гідрокарбонатно-кальцієві води другого типу з мінералізацією до 0,9 г/дм<sup>3</sup>, при найменших витратах спостерігалися хлоридно-натрієві води другого - третього типів з мінералізацією до 1,2 г/дм<sup>3</sup> (табл. 5).

Менш помітні зміни під впливом антропогенних чинників спостерігались в хімічному складі і режимі мінералізації руслових вод річки Мольниця. Для усіх головних іонів було характерним зниження концентрацій при зростанні водності. Помітно вища мінералізація води спостерігалась під час зимової межени, у багатководні періоди якої формувались гідрокарбонатно-кальцієві води другого типу. Зі зменшенням водності послідовно формувались гідрокарбонатно-кальцієво-натрієві і гідрокарбонатно-натрієві води другого типу з мінералізацією до 0,9-1,0 г/дм<sup>3</sup> (табл.5).

Під час весняного водопілля мінералізація руслового стоку зменшувалась, при витратах, близьких до 0,4 м<sup>3</sup>/с, формувались гідрокарбо-

Таблиця 1

**Зменшення мінералізації води р. Дерелуй-с. Коровія та фононих ділянок малих річок м.Чернівці під час весняного водопілля та літньо-осінніх паводків у порівнянні з сезоном зимової межні**

Річка, створ спостережень	Зменшення мінералізації води у порівнянні із зимовим межнім сезоном, %	
	весняне водопілля	літньо-осінні паводки
Дерелуй-с. Коровія	45	52
Клокучка-вул. Вижницька	27	22
Мольниця-вул. В. Винниченка	12	13

Таблиця 2

**Залежність мінералізації води від концентрацій головних іонів для фононих створів річок Клокучка, Мольниця і Задубрівка**

Головний іон	Річка, створ спостережень	Діапазон концентрацій, мг/дм <sup>3</sup>	Рівняння залежності $M=f(C_i)$	Коефіцієнт кореляції
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Клокучка, вул.Вижницька	280-490	$M = 0,9439 C_i + 400,84$	0,77
	Мольниця, вул.В.Винниченка	330-490	$M = 1,0227 C_i + 492,86$	0,64
	Задубрівка, вул.Учительська	260-650	$M = 1,1972 C_i + 266,17$	0,85
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Клокучка, вул.Вижницька	95-210	$M = 0,9261 C_i + 632,75$	0,35
	Мольниця, вул.В.Винниченка	90-250	$M = 0,7635 C_i + 798,12$	0,42
	Задубрівка, вул.Учительська	40-190	$M = 1,0293 C_i + 709,54$	0,38
Cl <sup>-</sup>	Клокучка, вул.Вижницька	25-60	$M = 6,1919 C_i + 544,51$	0,77
	Мольниця, вул.В.Винниченка	70-120	$M = 1,6292 C_i + 1078,6$	0,27
	Задубрівка, вул.Учительська	30-80	$M = 1,2678 C_i + 754,42$	0,58
Ca <sup>2+</sup>	Клокучка, вул.Вижницька	35-150	$M = 1,5238 C_i + 630,25$	0,81
	Мольниця, вул.В.Винниченка	70-190	$M = 0,66114 C_i + 843,93$	0,31
	Задубрівка, вул.Учительська	40-140	$M = 3,0131 C_i + 432,18$	0,75
Mg <sup>2+</sup>	Клокучка, вул.Вижницька	20-45	$M = 5,3992 C_i + 587,32$	0,56
	Мольниця, вул.В.Винниченка	10-52	$M = 4,2559 C_i + 1060$	0,42
	Задубрівка, вул.Учительська	20-55	$M = 6,1203 C_i + 630,11$	0,50
Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>	Клокучка, вул.Вижницька	30-185	$M = 1,0738 C_i + 701,16$	0,68
	Мольниця, вул.В.Винниченка	30-220	$M = 0,6298 C_i + 867,38$	0,33
	Задубрівка, вул.Учительська	20-180	$M = 2,2763 C_i + 641,05$	0,77

натно-кальцієві води другого типу з мінералізацією 0,6 – 0,7 г/дм<sup>3</sup>. Зі зниженням водності послідовно формувались гідрокарбонатно-кальцієво-натрієві і гідрокарбонатно-натрієві води другого типу з мінералізацією 0,7–0,8 г/дм<sup>3</sup>. Аналогічний характер формування хімічного складу був характерним і для

періодів дощових паводків з тією різницею, що гідрокарбонатно-натрієві води другого типу, які формувались при низьких паводках, були більш (до 1,0 г/дм<sup>3</sup>) мінералізованими (табл. 5).

У період літньо-осінньої межні відбувались помітніші, ніж в інші гідрологічні сезони, зміни

Таблиця 3

## Коефіцієнти кореляції концентрацій головних іонів у воді р. Клокучка-вул. Вижницька

	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,71	0,62	0,66	0,24	0,76
Cl	0,68	0,51	0,75	0,17	
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,30	0,53	0,52		
	Mg <sup>2+</sup>	0,79	0,41		
		Ca <sup>2+</sup>	0,35		

Таблиця 4

## Коефіцієнти кореляції концентрацій головних іонів у воді р.Задубрівка-вул.Учительська

	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,68	0,72	0,59	0,20	0,67
Cl	0,64	0,47	0,70	0,12	
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,21	0,50	0,45		
	Mg <sup>2+</sup>	0,72	0,38		
		Ca <sup>2+</sup>	0,30		

Таблиця 5

## Осереднений хімічний склад води річок Клокучка, Мольниця та Шубранець у гирлових контрольних створах в різні гідрологічні сезони

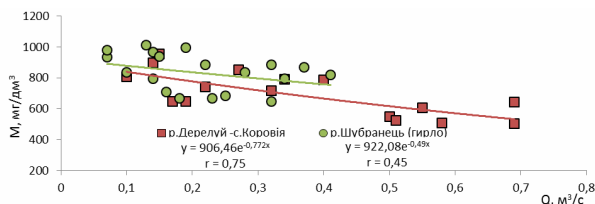
Гідрологічний сезон	Річка, створ спостережень	Концентрація, мг/дм <sup>3</sup>						
		Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Cl	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sup>-</sup>	Σ <sub>i</sub>
Зимова межень	Клокучка - гирло	119	26,8	114	271	111	407	1049
	Мольниця - гирло	100	27,1	102	137	144	412	922
	Шубранець - гирло	91,0	30,8	105	67,3	126	421	841
Весняне водопілля	Клокучка - гирло	162	24,5	97,2	284	138	370	1075
	Мольниця - гирло	97,4	23,1	92,7	126	131	372	842
	Шубранець - гирло	59,1	22,8	92,3	50,0	134	388	746
Літньо-осінні паводки	Клокучка - гирло	128	24,3	85,3	110	138	381	867
	Мольниця - гирло	86,2	22,3	91,3	114	118	359	791
	Шубранець - гирло	84,7	26,0	99,7	46,2	91,8	371	719
Літньо-осіння межень	Клокучка - гирло	107	29,9	98,4	185	99,5	392	912
	Мольниця - гирло	115	26,7	93,1	119	134	381	869
	Шубранець - гирло	88,2	27,3	105	55,4	106	415	797

хімічного складу води р. Мольниця. У багатоводні періоди літньої межени формувалися гідрокарбонатно-кальцієві та гідрокарбонатно-магнієві води другого типу, мінералізація яких складала близько 0,7 г/дм<sup>3</sup>. У маловодні меженні періоди формувалися гідрокарбонатно-кальцієво-натрієві і гідрокарбонатно-натрієві води другого типу з мінералізацією 0,7–0,8 г/дм<sup>3</sup>. В окремих випадках спостерігалось формування хлоридно-натрієвих вод третього типу з мінералізацією 0,9–1,0 г/дм<sup>3</sup> (табл. 5).

Найвища (0,7–0,8 мг/дм<sup>3</sup>) мінералізація води річки Шубранець спостерігалась під час зимової межени, у багатоводні періоди якої формувались, переважно, гідрокарбонатно-кальцієві води другого типу. У маловодні зимові меженні періоди при більших витратах формувались гідрокарбонатно-магнієві, менших – гідрокарбонатно-натрієві води другого типу з мінералізацією 0,7–0,8 г/дм<sup>3</sup> (табл. 5). Під час весняного водопілля мінералізація

помітно (в окремих випадках до 0,5 г/дм<sup>3</sup>) знижувалася, склад води був гідрокарбонатно-кальцієвим, другого типу. Руслові води під час літньо-осінніх паводків дещо менше, ніж під час весняного водопілля, розбавлялись поверхневим стоком, мінералізація при стабільному гідрокарбонатно-кальцієвому складі не була нижчою за 0,6–0,7 г/дм<sup>3</sup>. Під час літньо-осінньої межени зміни хімічного складу води спостерігались тільки у маловодні періоди, коли при витратах, що не перевищували 0,1 м<sup>3</sup>/с, формувались гідрокарбонатно-кальцієво-натрієві води з мінералізацією близько 0,8 г/дм<sup>3</sup>. Дещо вищі, ніж для річок Клокучка і Мольниця, концентрації сульфатів, іонів кальцію і натрію у водах річки Шубранець формувалися, ймовірно, за рахунок надходження високомінералізованих (до 5,1 г/дм<sup>3</sup>) сульфатно-кальцієво-натрієвих підземних вод, поширених у межах його басейну [4].

Унаслідок змін гідрологічного режиму досліджуваних малих річок і порядку надходження у них хімічних речовин зазнав змін і характер залежності мінералізації від водності [6]. Близьким до природного він залишився тільки для р. Шубранець, хоча тіснота зв'язку мінералізації з витратами води суттєво знизилась. На рис. 1 показані залежності мінералізації від витрат води р. Дерелуй - с. Коровія і р. Шубранець – гирло, з якого видно, що у дослідженому для р. Шубранець діапазоні витрат ( $0,1 - 0,4 \text{ м}^3/\text{с}$ ) інтенсивність зниження мінералізації при зростанні водності була значно меншою, ніж для р. Дерелуй. Для гирлових ділянок річок Мольниця і Клокучка збереглася лише тенденція зменшення мінералізації при зростанні водності, дещо краще виражена для р. Мольниця ( $r=0,25$ ), і слабше – для р. Клокучка ( $r=0,15$ ).



**Рис. 1. Залежність мінералізації від витрат води р. Дерелуй - с. Коровія і р. Шубранець - гирло**

Для вод гирлових ділянок досліджуваних малих річок зберігся лінійний характер залежності мінералізації від концентрацій головних іонів. Тіснота зв'язку мінералізації води гирлових ділянок малих річок з вмістом головних іонів збільшилась, у порівнянні з фоною, для концентрацій сульфатів, хлоридів, іонів натрію та калію, що мали значну складову техногенного походження. Для концентрацій гідрокарбонатів і іонів кальцію не спостерігалось односпрямованої тенденції змін тісноти зв'язку з мінералізацією, для вмісту іонів магнію вона не зазнала помітних змін (табл. 2, 6).

Порушення природного режиму надходження в малі річки хімічних речовин призвело, по-перше, до загального послаблення зв'язків між концентраціями головних іонів і витратами води. По-друге, у деяких випадках відбувалося зростання мінералізації при збільшенні водності. Зокрема, на гирловій ділянці річки Клокучка спостерігалось підвищення концентрацій хлоридів, сульфатів і іонів натрію та калію при збільшенні витрат води на початку весняного водопілля і в періоди дощових паводків. Наявність зворотних і прямих зв'язків між концентраціями головних іонів і витратами води підтверджена рядом дослідників, зокрема С. І. Сніжком [14].

Зміни характеру надходження хімічних речовин у води малих річок, що дрениують

урбанізовану територію, призвели до послаблення зв'язків між концентраціями головних іонів (табл. 7, 8).

Найбільш суттєво знизилась значення коефіцієнтів парної кореляції концентрацій більшості головних іонів у воді гирлової ділянки р. Клокучка. Зауважимо, що тіснота зв'язків концентрацій сульфатів з гідрокарбонатами і хлоридами у воді цієї річки дещо підвищилася. Менш послабилася тіснота зв'язків між концентраціями головних іонів у воді гирлової ділянки р. Шубранець, антропогенний вплив на басейн якої у період проведення досліджень був найменшим (табл. 8).

**Висновки. Гідрохімічний режим фонових ділянок малих річок урбанізованої території, у цілому, зберігав основні риси природного, водночас спостерігалися його початкові антропогенні зміни:**

- води річок відносились, переважно, до гідрокарбонатного класу групи кальцію, другого типу. У меженні періоди, зі зниженням водності, формувалися гідрокарбонатно-кальцієво-натрієві другого та гідрокарбонатно-магнієві і гідрокарбонатно-натрієві води другого і третього типів;

- мінералізація руслових вод була дещо вищою і складала  $0,7 - 0,8 \text{ г}/\text{дм}^3$  під час весняного водопілля та  $0,8 - 0,9 \text{ г}/\text{дм}^3$  у меженні періоди року;

- руслові води значно меншою мірою розбавлялися поверхневим стоком у багатоводні сезони. Ступінь зменшення розбавлення визначався рівнем урбанізованості басейну;

- між мінералізацією води і концентраціями головних іонів спостерігалася пряма лінійна залежність, тіснота якої була меншою для ділянок річок з вищим рівнем антропогенного впливу на басейн. Тіснота зв'язків між концентраціями головних іонів була дещо меншою, ніж у воді річки з природним гідрохімічним режимом.

**Гідрохімічний режим гирлових ділянок малих річок урбанізованої території зазнав суттєвих змін, глибина яких визначалась рівнем антропогенного впливу на басейни:**

- води гирлових ділянок річок також належали до гідрокарбонатного класу групи кальцію, другого типу. Водночас сезонні зміни хімічного складу руслових вод, характерні для природного гідрохімічного режиму району досліджень, повною мірою збереглися тільки для гирлової ділянки річки з низьким рівнем антропогенного впливу на басейн;

- на гирлових ділянках річок з середнім і високим антропогенним навантаженням на басейн гідрокарбонатно-кальцієві води другого типу спостерігалися тільки при високій водності. У міру її зниження спостерігались гідрокарбонатно-кальцієво-натрієві та гідрокарбонатно-натрієві води другого типу. При низькій водності під час зимової

Таблиця 6

**Залежність мінералізації води від концентрації головних іонів для гирлових ділянок малих річок м. Чернівці**

Головний іон	Річка, створ спостережень	Діапазон концентрацій мг/дм <sup>3</sup>	Рівняння залежності $C=f(Q)$	Коефіцієнт кореляції
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Клокучка-гирло	300-470	$M = 3,0159 C_i - 204,44$	0,62
	Мольниця-гирло	350-500	$M = 1,5424 C_i + 294,99$	0,76
	Задубрівка-гирло	330-510	$M = 1,853 C_i + 26,873$	0,68
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Клокучка-гирло	80-150	$M = 7,8916 C_i - 0,5184$	0,69
	Мольниця-гирло	80-270	$M = 1,3875 C_i + 708,42$	0,64
	Задубрівка-гирло	40-180	$M = 1,7058 C_i + 644,21$	0,74
Cl <sup>-</sup>	Клокучка-гирло	60-250	$M = 3,8158 C_i + 436,13$	0,82
	Мольниця-гирло	50-120	$M = 2,50 C_i + 609,09$	0,77
	Задубрівка-гирло	40-80	$M = 2,7768 C_i + 680,08$	0,58
Ca <sup>2+</sup>	Клокучка-гирло	40-150	$M = 5,9871 C_i + 312,49$	0,60
	Мольниця-гирло	80-110	$M = 6,2093 C_i + 317,16$	0,56
	Задубрівка-гирло	60-140	$M = 2,8887 C_i + 512,48$	0,53
Mg <sup>2+</sup>	Клокучка-гирло	15-35	$M = 1,7698 C_i + 897,7$	0,60
	Мольниця-гирло	15-46	$M = 5,7201 C_i + 782,86$	0,58
	Задубрівка-гирло	20-37	$M = 1,052 C_i + 801,06$	0,48
Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>	Клокучка-гирло	50-210	$M = 4,1527 C_i + 451,64$	0,78
	Мольниця-гирло	90-160	$M = 3,7191 C_i + 433,64$	0,74
	Задубрівка-гирло	30-130	$M = 2,5772 C_i + 612,9$	0,72

Таблиця 7

**Коефіцієнти кореляції концентрацій головних іонів у воді р. Клокучка - гирло**

	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,26	0,17	0,24	0,50	0,22
Cl <sup>-</sup>	0,20	0,20	0,33	0,33	
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,17	0,10	0,43		
	Mg <sup>2+</sup>	0,32	0,24		
		Ca <sup>2+</sup>	0,17		

Таблиця 8

**Коефіцієнти кореляції концентрацій головних іонів у воді р. Шубранець - гирло**

	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,49	0,61	0,69	0,33	0,54
Cl <sup>-</sup>	0,51	0,41	0,53	0,10	
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,37	0,39	0,48		
	Mg <sup>2+</sup>	0,54	0,29		
		Ca <sup>2+</sup>	0,14		

і літньо-осінньої межени формувались хлоридно-натрієві води другого-третього типів;

- мінералізація води гирлових ділянок річок була вищою, ніж руслових вод річки з природних гідрохімічним режимом;

- у цілому, спостерігалось зменшення мінералізації води гирлових ділянок річок зі збільшенням водності. Разом з тим, внаслідок антропо-

генного впливу, для ділянки річки з низьким рівнем антропогенного впливу тіснота такого зв'язку суттєво знижувалась (значення коефіцієнта кореляції зв'язку мінералізації з водністю складало 0,45 проти 0,75 для річки з природним гідрохімічним режимом). Для річок з високим рівнем антропогенного впливу на басейн спостерігалось лише загальна тенденція зниження мінералізації зі

збільшенням водності (коефіцієнти кореляції зв'язків склали 0,15 – 0,25);

- концентрації головних іонів у водах гірлових ділянок річок у цілому визначались водністю, проте через антропогенний вплив зв'язки між вмістом головних іонів і витратами води стали слабшими;

- в окремі періоди року (на початку весняного водопілля і в періоди дощових паводків) у водах річок з високим рівнем антропогенного впливу на басейн спостерігалось підвищення концентрацій хлоридів, сульфатів і іонів натрію;

- для вод гірлових ділянок зберігся прямий лінійний характер залежності мінералізації від концентрації головних іонів. Тіснота таких зв'язків, у порівнянні з водами річки з природним гідрохімічним режимом, стала більшою для концентрацій хлоридів, сульфатів і іонів натрію, які мали значну складову антропогенного походження;

- тіснота зв'язків між концентраціями головних іонів у водах гірлових ділянок річок, у цілому, знизилась. Помітно слабшими стали зв'язки між концентраціями головних іонів у воді річки з високим рівнем антропогенного впливу на басейн, менших змін вони зазнали у воді річки з низьким рівнем впливу.

### Список літератури

- Гребень В. В. Исследования условий формирования стока химических компонентов в бассейне малой реки / В. В. Гребень // Мелиорация и водное хозяйство. – 1990. – Вып. 73. – С. 37–42.
- Івашкевич К. О. Геоекологічні проблеми малих річок Києва / К. О. Івашкевич // Фіз. географія та геоморфологія. – 2005. – Вип. 49. – С. 254–258.
- Колесникова Е. В. Анализ антропогенной нагрузки малых рек г. Санкт-Петербурга (на примере рек Охта и Фонтанка) / Е. В. Колесникова, В. А. Шелутко // Тез. докл. VI Всерос. гидрол. съезда. Секция 4. Экологическое состояние водных объектов. Качество вод и научные основы их охраны. – СПб : Гидрометеоздат, 2004. – С. 84–85.
- Коржик В. П. Карст і печери Буковини. Проблеми моніторингу, охорони і використання / В. П. Коржик. – Чернівці : Зелена Буковина, 2007. – 304 с.
- Кострова Е. А. Оценка загрязнения вод малых рек промышленных зон / Е. А. Кострова, В. Г. Гутниченко // Тез. докл. VI Всерос. гидрол. съезда. Секция 4. Экологическое состояние водных объектов. Качество вод и научные основы их охраны. – СПб : Гидрометеоздат, 2004. – С. 88–89.
- Николаев А. М. Гідролого-геохімічна оцінка стану річок урбанізованої території (на прикладі м. Чернівці) : монографія / А. М. Николаев. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2011. – 216 с.
- Оценка экологического состояния реки Охта на основе комплексных исследований / В. А. Шелутко, Б. Г. Скакальский, В. В. Гальцова и др. // Тез. докл. VI Всероссийского гидрологического съезда. Секция 4. Экологическое состояние водных объектов. Качество вод и научные основы их охраны. – СПб : Гидрометеоздат, 2004. – С. 284–285.
- Пелешенко В. И. Исследования условий формирования стока химических компонентов в бассейне малой реки / В. И. Пелешенко, Д. В. Закревский, С. И. Снежко // Мелиорация и водное хозяйство. – К. : Урожай, 1990. – Вып. 73. – С. 37–42.
- Пелешенко В. И. Качественная оценка вод водоемов и малых водотоков Киевской области / В. И. Пелешенко, Л. Н. Горев, В. К. Хильчевский // Физ. география и геоморфология. – 1981. – Вып. 25. – С. 102–108.
- Самойленко В. М. Відпрацювання і тестування підходів до моделювання водно-якісної параметрично-інтегральної стійкості малих урболандшафтних басейнових геосистем на прикладі Києва / В. М. Самойленко, К. О. Верес // Фізична географія та геоморфологія. – 2006. – № 51. – С. 156–166.
- Самойленко В. М. Поліпшення екологічного стану басейнових геосистем малих річок Києва / В. М. Самойленко, К. О. Івашкевич // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2005. – Т. 7. – С. 243–251.
- Самойленко В. М. Теоретико-прикладні аспекти моделювання стану малих басейнових геосистем урбанізованих ландшафтів / В. М. Самойленко, К. О. Верес // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2006. – Т. 11. – С. 330–338.
- Смирнова А. В. Оценка антропогенных изменений гидрохимического режима малых рек Северо-Западного региона / А. В. Смирнова // Тез. докл. VI Всерос. гидрол. съезда. Секция 4. Экологическое состояние водных объектов. Качество вод и научные основы их охраны. – СПб : Гидрометеоздат, 2004. – С. 110–111.
- Сніжко С. І. Ймовірність появи небезпечних концентрацій забруднюючих речовин у воді гірських річок під час катастрофічних паводків / С. І. Сніжко // Екологічні та соціально-економічні аспекти катастрофічних стихійних явищ у Карпатському регіоні (повені, селі, зсуви). – Ужгород : Патент. – 1999. – С. 313–316.
- Угрюнов Г. Н. Ранжирование факторов загрязнения поверхностных вод на урбанизированных территориях / Г. Н. Угрюнов, Ф. М. Вакс // Тез. докл. VI Всерос. гидрол. съезда. Секция 4. Экологическое состояние водных объектов. Качество вод и научные основы их охраны. – СПб : Гидрометеоздат, 2004. – С. 43–45.
- Хильчевський В. К. Гідролого-гідрохімічна характеристика малих водотоків м. Києва / В. К. Хильчевський, С. В. Курило // Водне господарство України. – 1999. – № 3/4. – С. 22–27.
- Хильчевський В. К. Гідрохімічна характеристика малих річок м. Києва / В. К. Хильчевський, О. В. Бойко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2000. – Т. 1. – С. 106–112.
- Хильчевський В. К. Оцінка гідролого-гідрохімічного стану водних об'єктів м. Києва / В. К. Хильчевський, С. В. Курило // Вісн. Київ. ун-ту. Географія. – 1999. – Вип. 45. – С. 61–62.
- Чигринцев А. Г. Основные гидрологические характеристики, современное экологическое состояние и охрана малых рек г. Алматы / А. Г. Чигринцев, К. К. Дускаев, Л. П. Мазур // Тез. докл. VI Всерос. гидрол.

- съезда. Секция 4. Экологическое состояние водных объектов. Качество вод и научные основы их охраны. – СПб. : Гидрометеиздат, 2004. – С. 282–283.
20. Шелутко В. А. Оценка экстремальных уровней загрязнения речной сети и водоемов урбанизированных территорий / В. А. Шелутко // Тез. докл. VI

Всерос. гидрол. съезда. Секция 4. Экологическое состояние водных объектов. Качество вод и научные основы их охраны. – СПб. : Гидрометеиздат, 2004. – С. 59–60.

**Николаев А.Н., Шевчук Ю.Ф. Режим главных ионов малых рек урбанизированной территории.** Изучен режим главных ионов малых рек урбанизированной территории с разными уровнями антропогенного влияния на бассейн. Проанализированы зависимости содержания, сезонной динамики главных ионов и химического состава от расходов воды.  
**Ключевые слова:** главные ионы, водность реки, гидрологические сезоны, минерализация и химический состав воды.

**Nikolaev A.N. Shevchuk U.F. Mode of the main ions of the small rivers of the urbanized territory.** The mode of the main ions of the small rivers of the urbanized territory with different levels of anthropogenous influence on the pool is studied. Dependences of the contents, seasonal dynamics of the main ions and chemical composition on water expenses are analysed.

**Key words:** main ions, water content of the river, hydrological seasons, mineralization and chemical composition of water.