

УДК 502/504:[639.11]

*М.В. Басов, канд. техн. наук,  
Л.В. Суса, канд. хім. наук, доцент  
(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)*

### КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ МАЛИХ РІЧОК НА ПРИКЛАДІ ЛІВИХ ПРИТОК РІЧКИ РОСЬ

Стаття присвячена проблемам малих річок України. Основна мета – розробка комплексних критеріїв оцінки якості річкової води. За результатами гідрохімічних та гідробіологічних досліджень розраховано параметри якості води річки Росава (ліва притока річки Рось). Виділено основні забруднювачі річкової води та проаналізовано їх динаміку. Показано, що за комплексним екологічним індексом ця вода належить до категорії «погана». Причинами забруднення річки Росава є діяльність підприємств у її басейні, значна житлова забудова на берегах та, відповідно, збільшення кількості житлово-комунальних стоків.

**Ключові слова:** малі річки, Росава, забруднення, екологічна оцінка, гідрохімічні параметри, гідробіологічні критерії.

*М.В. Басов, Л.В. Суса*

### КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ МАЛЫХ РЕК НА ПРИМЕРЕ ЛЕВЫХ ПРИТОК РЕЧКИ РОСЬ

Статья посвящена проблемам малых рек Украины. Главная цель – разработка комплексных критериев оценки качества речной воды. По результатам гидрохимических и гидробиологических исследований рассчитаны параметры качества воды реки Россава (левая притока реки Рось). Выделены главные загрязнители речной воды и проанализирована их динамика. Показано, что по значению комплексного экологического индекса эта вода относится к категории «плохая». Причинами загрязнения реки Россава являются деятельность предприятий в её бассейне, значительная жилищная застройка на берегах и, соответственно, увеличение количества жилищно-коммунальных стоков.

**Ключевые слова:** малые реки, Россава, загрязнение, экологическая оценка, гидрохимические параметры, гидробиологические критерии.

*М. Basov, L. Sysa*

### COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF WATER QUALITY OF SMALL RIVERS BY THE EXAMPLE OF THE RIVER ROS LEFT TRIBUTARIES

The work deals with the problems of small rivers in Ukraine. The main objective is to develop the complex criteria for assessing the quality of river water. As a result of hydrochemical and hydrobiological studies the parameters of Rosava River (left tributary of the river Ros) water quality have been calculated. The main pollutants of river water have been singled out and their dynamics has been analyzed. Comprehensive environmental index of this water is classified as "bad." The main causes of river pollution are: business activity in the basin, a large residential development on the banks and an increasing number of utility waste.

**Keywords:** small rivers, Rosava, pollution, environmental assessment, hydrochemical parameters, microbiological criteria.

## Вступ

Протягом останніх десятиріч спостерігається значне погіршення гідрохімічного та гідробіологічного стану малих річок України, які, в основному, приймають стічні води підприємств та побутово-комунальної сфери. Вивченню цієї проблеми присвячено чимало робіт – наукових статей, монографій, прикладних дослідницьких проектів тощо [1, 2]. Проте, більшість із них мають розрізнений характер або присвячені вузькоспеціалізованим показникам, а питання комплексної оцінки екологічного стану конкретної річки розроблено недостатньо. Наукові праці, які розглядають річку як цілісну природну систему, досить поодинокі [3, 4].

Класичним прикладом малих річок може служити річка Рось (Київщина), яка, в цілому, вивчена досить ґрунтовно; та її ліві притоки, вивчені значно менше. Серед останніх варто виділити річку Росава, як модельний приклад малих річок: з одного боку – вона є притокою річки Рось, з іншого – має декілька власних приток довжиною більше 10 км (Сухий Кагарлик, Росавка, Суха Ветельня, Шевелуха та інші). Протікає ця річка на стику Кагарлицького та Миронівського районів Київської області та Канівського району Черкаської області.

Мета роботи – спроба співставити окремі гідрохімічні та гідробіологічні критерії, розраховані за результатами хімічних аналізів проб річкової води за певний період часу, з оглядом геологічної, гідрографічної обстановки, стану берегових ґрунтів.

Вихідні дані для виконання розрахунків взято із статистичних звітів екологічних інспекцій та аналогічних установ Київщини; методики розрахунків робочих коефіцієнтів та окремих критеріїв оцінки – з публікацій екологічного напрямку [5]. Для порівняння літературних даних з реальним станом речей та огляду їх динаміки в часі, частину експериментальних досліджень (хімічні аналізи 4-х проб води з р. Росава) виконано в НДЛ екологічної безпеки ЛДУ БЖД (свідоцтво про атестацію № РЛ 097/14 від 28.07.2014 р.).

## Основні гідрографічні характеристики

Довжина річки Росава становить 99 км; сточище – 1800 км<sup>2</sup>; залісненість – 8,1%; заболоченість – 0,3%; розораність – 64%. За витік річки прийнята точка земної поверхні з гіпсометричною висотою 190 м, розташована на північній околиці с. Росавка. Впадає у річку Рось на південь від села Кононча.

Похил річки становить 0,7 м/км. Долина трапецієподібна, асиметрична, з крутим правим берегом і пологим лівим; завширшки до 2,5 км, завглибшки до 50 м. Заплава у верхній течії заболочена. Річище звивисте, його пересічна ширина до 10 м, глибина до 2 м. Частково використовується для водопостачання. Є чимало ставків та водосховищ.

Стан ґрунтів заплави річки Росава розглянуто в одній з попередніх публікацій авторів [6]. З неї можна коротко підсумувати, що в усіх ґрунтах заплави як під лісом, так і під луками, склад водної витяжки однотипний. Серед аніонів переважають гідрокарбонати та сульфати. Кількість хлоридів відносно невелика (0,002–0,006 %). Серед катіонів переважають іони Са<sup>2+</sup>. Кількість іонів Mg<sup>2+</sup> становить 0,03–0,07 %. Вміст одновалентних катіонів К<sup>+</sup> і Na<sup>+</sup> в сумі не перевищує 0,010 %.

## Гідрохімічні показники

Вода річки відноситься до гідрокарбонатно-кальцієвого класу; жорсткість її становить 7,42 мг-екв/л, загальна мінералізація – 658 мг/л, водневий показник (рН) – 7,34 од. (усереднені дані за 2012-2014 р.р.). Числові значення концентрацій головних іонів та інші гідрохімічні параметри води річки Росава подані у табл.1 та на рис. 1.

Таблиця 1

Середньорічні значення основних гідрохімічних характеристик  
якості води у середній течії р. Росава

Характеристики якості води	Одиниці вимірювання	Роки		
		2012	2013	2014
$\text{HCO}_3^-$	мг/дм <sup>3</sup>	305,1	244,1	360,0
$\text{SO}_4^{2-}$	мг/дм <sup>3</sup>	34,0	30,2	72,0
$\text{Cl}^-$	мг/дм <sup>3</sup>	14,0	34,0	60,0
$\text{Ca}^{2+}$	мг/дм <sup>3</sup>	80,2	56,1	100,2
$\text{Mg}^{2+}$	мг/дм <sup>3</sup>	21,9	19,5	24,3
$\text{Na}^+ + \text{K}^+$	мг/дм <sup>3</sup>	5,3	24,8	46,2
Загальна твердість	мг-екв/дм <sup>3</sup>	5,8	4,4	7,0
Завислі речовини	мг/дм <sup>3</sup>	10,0	27,6	20,6
Біогенні компоненти :				
азот амонійний ( $\text{NH}_4^+$ )	мг/дм <sup>3</sup>	0,78	1,70	1,86
азот нітритний ( $\text{NO}_2^-$ )	мг/дм <sup>3</sup>	0,08	0,18	0,44
азот нітратний ( $\text{NO}_3^-$ )	мг/дм <sup>3</sup>	0,78	0,72	1,31
залізо загальне	мг/дм <sup>3</sup>	0,68	0,52	0,22
фосфати ( $\text{PO}_4^{3-}$ )	мг/дм <sup>3</sup>	1,10	0,70	0,50
БСК5	мг/дм <sup>3</sup>	1,70	5,90	5,50
Перманганатна окиснюваність	мг/дм <sup>3</sup>	4,8	9,6	10,4

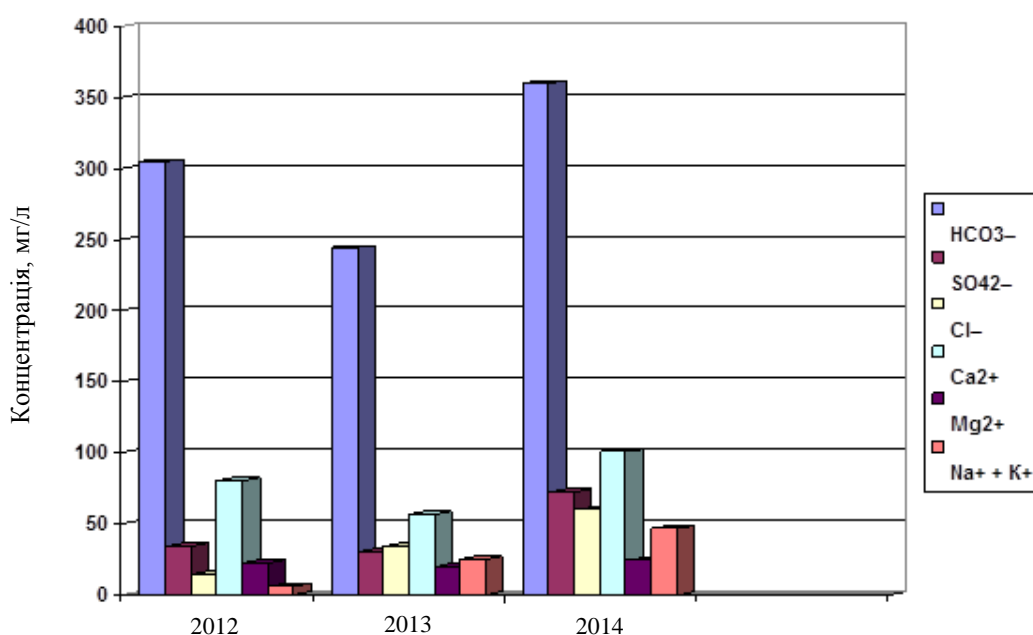


Рисунок 1 – Концентрації головних іонів у середній течії р. Росава

Найбільше навантаження за всіма гідрохімічними показниками припадає на гирло річки. Зокрема, від середньої частини течії (околиці м. Миронівка) до гирла простежується зростання таких показників, як азоту нітритного (з 0,025 мг/дм<sup>3</sup> до 0,45 мг/дм<sup>3</sup>), завислих речовин (з 11,6 мг/дм<sup>3</sup> до 20,6 мг/дм<sup>3</sup>), фосфат-іонів (з 0,60 мг/дм<sup>3</sup> до 0,67 мг/дм<sup>3</sup>), хлорид-іонів (з 32,1 мг/дм<sup>3</sup> до 33,0 мг/дм<sup>3</sup>), перманганатна окиснюваність (з 7,2 мг/дм<sup>3</sup> до 8,7 мг/дм<sup>3</sup>).

Окрім концентрацій головних іонів, визначались також параметри токсичності – вміст у воді важких металів, нафтопродуктів, фенолів тощо. Особлива увага приділялась випадкам перевищення ГДК шкідливих речовин (табл. 2).

**Таблиця 2**

*Перевищення гранично-допустимих концентрацій шкідливих речовин у прибережних водах р. Росава (2012-2014 р.р.)*

Показники	Величини перевищення ГДК, разів		
	2012	2013	2014
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	-	-	-
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-	-	-
БСК5	-	97	83
Перманганатна окиснюваність	-	-	-
Біхроматна окиснюваність	27	40	33
Важкі метали	-	-	-
Пестициди	-	-	-
Нафтопродукти	33	490	433
Феноли	19	119	189

Як видно з таблиці 2, гідрохімічні показники за даними проведеного аналізу мають перевищення норми за вмістом фенолів, нафтопродуктів, карбонатів та сульфатів.

За результатами інструментально-лабораторного контролю із 36 перевірених комплексів очисних споруд області – на 17-ти зафіксовано скид недостатньо очищених стічних вод, що чинить негативний вплив на водойми.

Результати хімічних аналізів проб води з річки Росава, виконаних у НДЛ екобезпеки ЛДУ БЖД (2015 рік), добре корелюють з аналогічними показниками попередніх років, отриманими з відкритих джерел.

### Гідробіологічні показники

У роботі основну увагу приділено таким еколого-санітарним показникам:

- гідробіологічна біомаса фітопланктону, індекс самоочищення-самозабруднення;
- бактеріологічна чисельність бактеріопланктону та сапрофітних бактерій;
- біоіндексація сапробності (індекси сапробності за системами Пантле-Бука і Гуднайта-Уітлея).

Система екологічної оцінки якості поверхневих вод суші та естуаріїв України виділяє вісім категорій якості води, які базуються на узагальнюючих ознаках: I – відмінна, II – добра, III – досить добра, IV – задовільна, V – посередня, VI – погана, VII – дуже погана, VIII – занадто погана [7].

Екологічну оцінку якості вод річки Росава ми здійснювали шляхом обчислення екологічного індексу.

Комплексний екологічний індекс стану річкових екосистем, запропонований у 1991 році Й.В.Грибом [8], визначається залежно від чисельності визначених параметрів (гідрохімічних ( $I_a$ ), трофо-сапробіологічних ( $I_e$ ) й токсикологічних ( $I_c$ )):

$$I_b = \frac{C_{i-факт}/C_{i-опт}}{n} \quad (1)$$

де  $C_{i-факт}$  – фактична концентрація  $i$ -го гідрохімічного або трофо-сапробіологічного фактора;  $C_{i-опт}$  – оптимальна (або ГДК) концентрація  $i$ -го гідрохімічного або гідробіологічного фактора;  $n$  – кількість показників.

Розрахунки гідробіологічних індексів та критеріїв для оцінки якості води річки Росава проводились за даними мікробіологічних аналізів, виконаних санепідемстанціями згаданих адміністративних районів, та опублікованих у відповідних звітах.

Отримано такі результати:

$$\begin{aligned} I_1 (\text{біомаса фітопланктону}) &= 6,0/1,3 & \Rightarrow & I_{b1} = 3,4 * I_{11}/3,6 = 7,0/3,6 = 2,33 \\ I_2 (\text{фіто-планктону}) &= 1,8/1,2 & \Rightarrow & I_{b2} = 1,5 * I_{21}/1,2 = 1,9/1,2 = 1,58 \\ I_3 (\text{Гуднайта – Уїтлея}) &= 50/15 & \Rightarrow & I_{b3} = 3,3 * I_{31}/1,5 = 4,0/1,5 = 3,33 \\ I_4 (\text{загальне мікробне число}) &= 6,4/2,7 & \Rightarrow & I_{b4} = 2,7 * I_{41}/2,7 = 6,4/2,7 = 2,37 \end{aligned}$$

Враховуючи вагу кожного з показників ( $w_1 = 3,6$ ;  $w_2 = 2,8$ ;  $w_3 = 4,1$ ;  $w_4 = 5,1$ ), комплексний екологічний індекс становить:

$$I_{bk} = \frac{2,33 * w_1 + 1,58 * w_2 + 3,33 * w_3 + 2,37 * w_4}{4} = 9,6 \quad (2)$$

Таким чином, за комплексним екологічним індексом стан води річки Росава характеризується 6-ю категорією якості («погана»;  $9,2 < I_{bk} < 10,0$ ).

У гідробіологічних дослідженнях використовується також метод індикаторних організмів Пантле-Бука в модифікації Сладеченка [5].

Метод включає визначення відносної частоти виявлення гідробіонтів ( $h$ ) і їх індикаторної значимості ( $S$ ). Визначення ( $h$ ) проводять за оковимірювальною шкалою: 9,0 – в полі зору багато організмів; 7,0 – часто зустрічаються в кожному полі зору; 5,0 – нерідко; 3,0 – дуже рідко; 1,0 – поодинокі. Індикаторну значимість ( $S$ ) і зону сапробності визначають за списками сапробних організмів.

Індекс сапробності по фітопланктону (від 1-го до  $i$ -го виду-індикатора) в модифікації Пантле і Бука розраховують за формулою:

$$f = \frac{\sum_1^i (S * h)}{\sum_1^i h} \quad (3)$$

Для статичної достовірності необхідно, щоб у пробі було не менше 12 індикаторних видів із загальною сумою виявлення  $h = 30$ .

У роботі дослідження проводились за 14 індикаторними видами річкових рослин. Як наслідок, можна стверджувати: зона сапробності води річки Росава  $\beta$  – мезосапробна (середній ступінь сапробізації).

### Обговорення результатів

Питання стану оздоровлення р. Росава на сьогодні є дуже актуальним. Річка знаходиться в незадовільному гідрологічному, гідробіологічному та санітарному стані, особливо на ділянках, де індивідуальна забудова досить щільно прилягає до річки, а також замулена, на окремих ділянках заросла високою водною рослинністю, що викликає обґрунтовані скарги мешканців міста.

Причиною незадовільного стану р. Росава є також значне захаращення берегів та водного дзеркала річки сміттям та господарсько-побутовими відходами, а також випадки самовільного будівництва у межах прибережних захисних смуг, розташування об'єктів господарської діяльності, житлової забудови, розорювання земельних ділянок в межах водоохоронних зон та прибережних захисних смуг.

Початок погіршенню екологічного стану поклали вирубка лісів у басейні, меліоративні роботи в заплаві верхньої ділянки річки на початку ХХ століття, що призвело до заростання очеретом і зникнення природних озер; скиди стічних вод підприємств та зливових стоків з урбанізованих територій.

За останні 5-6 років дійсно погіршився гідрохімічний стан р. Росава, що пов'язано із значним постійним антропогенним впливом міст і сіл. Щорічно в літній та осінній періоди, внаслідок скиду великої кількості забруднених зливових вод в річку, фіксується зниження розчиненого кисню до критичного рівня, що спричиняє загибель водних живих організмів. Причиною цих явищ може бути і зростання скидання стоків з дорожньо-транспортного покриття внаслідок збільшення кількості автотранспорту.

Зупинити процес деградації р. Росава, її екосистем, можна лише впровадженням комплексу заходів, спрямованих, з одного боку, на зниження антропогенного тиску на річкові та заплавні екосистеми, і з другого – на відтворення природних властивостей русла, заплави і природних систем живлення річки.

### Висновки

1. Проаналізовано результати гідрохімічного та гідробіологічного вивчення якості води річки Росава (ліва притока річки Рось) за останні роки.
2. Опрацьовано численні експериментальні дані, які вказують, що гідрохімічні показники річкової води мають окремі перевищення норми (ГДК) - за вмістом фенолів, нафтопродуктів, карбонатів та сульфатів.
3. За результатами гідробіологічних досліджень розраховано комплексний екологічний критерій, відповідно до якого вода річки Росава у межах вивчених ділянок може бути віднесена до 6-ї категорії якості («погана»).
4. Для відновлення нормального стану річки потрібно зменшити антропогенне навантаження на неї та провести ряд водоохоронних заходів - відтворення природних властивостей русла, заплави і природних систем живлення річки.

### Список літератури

1. Яцик А. В. Водне господарство в Україні / А. В. Яцик, А. М. Хорєв // За ред. А.В. Яцика. – К. : Генеза, 2011. – 146 с.
2. Яцик А. В. Малі річки України : довідник / Яцик А. В., Бишовець Л. Б., Богатов Є. О. та ін. // За ред. А. В. Яцика. – К. : Урожай, 1991. – 365 с.
3. Карабин В. В. Гідрохімія головних іонів р. Білий Черемош / Василь Карабин // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2013. – № 1-2 (162-163). – С. 101-106.
4. Карабин В. В. Закономірності зміни макрокомпонентного хімічного складу вод ріки Білого Черемошу / В. В. Карабин // Зб. наук. пр. УкрДГРІ. – 2015. – № 1. – С. 114-121.
5. Арсан О. М. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / Арсан О. М., Давидов О. А., Дьяченко Т.М. та ін. // За ред. В. Д. Романенка. – НАН України, Ін-т гідробіології. – К. : ЛОГОС, 2006. – 408 с.
6. Рубан В. В. Оцінювання екологічного стану прибережних ґрунтів річки Росава за фізико-хімічними параметрами / В. В. Рубан, Л. В. Сиса // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук. праць. – Львів, 2015. – Вип. 25.2. – С. 124-129.
7. Романенко В. Д. Методика встановлення екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України / Романенко В. Д., Жукинський В. М., Оксінок О. П. та ін. – К. : ВПОЛ, 2001. – 48 с.
8. Гриб Й. В. Відновна гідроекологія порушених річкових та озерних систем (гідрохімія, гідробіологія, гідрологія, управління) : навч. посіб. для екол. спец. ВНЗ / Гриб Й. В., Клименко М. О., Сондак В. В. // 1-е вид. – Рівне : Волинські обереги, 1999. – 347 с.

## References

1. Yatsyk A.V., Horev A.M. (2011). *Water management in Ukraine*. In A. Yatsyk (Ed.). Kyiv: GENESA, 146 (In Ukr.).
2. Yatsyk A.V., Byshovets L.B., Bogatov Ye.O. et al. (1991). *Small rivers of Ukraine: A Handbook*. In A. Yatsyk (Ed.). Kyiv: UROJAY, 365 (In Ukr.).
3. Karabyn V. (2013). *Hydrochemistry of the main ions of the White Cheremosh river*. Lviv: Heologiiia ta heokhimiia horiuchykh kopalyn, № 1-2 (162-163), p. 101-106 (In Ukr.).
4. Karabyn V. (2015). *The regularities of change in the makro component chemical composition of the Bilyi Cheremosh river waters*. Lviv: Zbirnyk naukovykh praz UkrDHRI, № 1, p. 114-121 (In Ukr.).
5. Arsan O.M., Davydov O.A., Dyachenko T.M. et al. (2006). *Methods surveying of surface water studies*. In V. Romanenko (Ed.). *Academy of Sciences of Ukraine*. Kyiv: LOGOS, 408 (In Ukr.).
6. Ruban V.V., Sysa L.V. (2015). *Assessment of river water quality rosava (a tributary of the river ros) for hydrobiological indicators*. Lviv: Scientific Journal of NLTU, part 25.2, p. 124-129 (In Ukr.).
7. Romanenko V.D., Jukynskyy V.M., Oxiyuk O.P. et al. (2001). *Methods of establishing environmental standards as surface water and estuaries Ukraine*. Kyiv: VIPOL, 48 (In Ukr.).
8. Gryb Yo.V., Klymenko M.O., Sondac V.V. (1999). *Restorative hydroecology affected river and lake systems (hydrochemistry, hydrobiology, hydrology, management): A Handbook*. Rivne: VOLYNSKI OBEREGY, 347 (In Ukr.).

