

УДК 631.4(100)(072); DOI [10.30970/gpc.2024.2.4558](https://doi.org/10.30970/gpc.2024.2.4558)

## Гідрохімічна характеристика якості води басейну річки Бистриці (Львівська область)

Оксана Бонішко\* (<https://orcid.org/0009-0002-2919-9511>), Лідія Дубіс  
([orcid.org/0000-0003-4155-2779](https://orcid.org/0000-0003-4155-2779)), Олена Луцишин

Львівський національний університет імені Івана Франка,

\*oksana.bonishko@lnu.edu.ua

**Анотація.** Досліджено гідрохімічний склад води в басейні р. Бистриці (Львівська область). Визначено співвідношення головних іонів води. З'ясовано, що вздовж течії гідрохімічна фація води змінюється з  $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}$  на  $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+} - \text{Mg}^{2+}$ . Річкова вода середньої мінералізації, зростає від 391 мг/л до 463 мг/л. Реакція середовища в басейні річки Бистриці здебільшого слаболужна (рН=8,15) та змінюється до нейтральної (рН=7,2) в с. Грушів. Перманганатна окиснюваність води в с. Велика Озимина є вищою, ніж на інших ділянках, та пов'язана з наявністю на досліджуваній території торфовищ низинних, які є джерелом гумінових кислот. Відзначено тенденцію поступового зростання фосфатів  $\text{P} - \text{PO}_4^{3-}$  від витoku річки до її гирла та стрибкові зміни в концентрації нітратів  $\text{N} - \text{NO}_3^-$ . Коефіцієнти контамінації таких біогенних елементів менші 1. У річковій воді басейну р. Бистриці не виявлено іонів амонію, нітритів та багатьох важких металів (Zn, Mn, Cu, Co, Ni, Pb).

Вода в басейні р. Бистриці відповідає I класу за індексом забруднення води (дуже чиста,  $\text{ІЗВ}_{\text{ср}} = 0,02 - 0,16$ ) та в 1,8 раза цей показник нижчий, ніж у р. Дністер. Збільшення значення індексу забруднення води вздовж течії річки зумовлені підвищеннями кратності фосфатів у воді. Показник екологічного стану води в басейні річки Бистриці за допомогою комплексного показника визначено стійким з рисами нестійкості ( $\text{КПЕС}_{\text{мін}} = 0,61$  і  $\text{КПЕС}_{\text{ср}} = 0,87$ ), нестійкість виявлено у водосховищі Новошицької ГЕС, в с. Залокоть та с. Уріж. Від'ємний комплексний показник екологічного стану води на цих ділянках відповідає санітарно-токсикологічним показникам (КПЕС 3) та обумовлений впливом іонів магнію, які домінують над іонами  $\text{Ca}^{2+}$  у річковій воді, формують  $\text{HCO}_3^- - \text{Mg}^{2+}$  або  $\text{HCO}_3^- - \text{Mg}^{2+} - \text{Ca}^{2+}$  гідрохімічні фації та перевищують допустимий вміст.

У р. Дністер та р. Черхавка встановлено також стійкий стан води з рисами нестійкості. За індексом забруднення води дуже чисті, проте мають підвищену мінералізацію (>500 мг/л), вищу твердість (5,8 та 4,7 ммоль-екв/л), сильнішу кислотність (рН=7,2 особливо в р. Дністер), вищу перманганатну окиснюваність (4,2 мг О/л здебільшого в р. Дністер), вищу концентрацію іонів  $\text{Fe}^{3+}$  (4,9 мкг/мл переважно в р. Дністер). Гідрохімічний склад води відмінний:  $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+} - \text{Mg}^{2+}$  у р. Дністер та  $\text{Ca}^{2+} - \text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$  у р. Черхавка.

Ці аналітичні результати були б корисними для побудови гідрологічної концептуальної моделі, що забезпечує краще використання природної водної системи у басейні р. Бистриці.

**Ключові слова:** басейн р. Бистриці; головні іони; біогенні компоненти; хімічне споживання кисню; індекс забруднення води; оцінка якості води за комплексним показником.

## Hydrochemical characteristics of water quality of the Bystrytsia River basin (Lviv region)

Oksana Bonishko\* (<https://orcid.org/0009-0002-2919-9511>), Lidia Dubis (<https://orcid.org/0000-0003-4155-2779>), Olena Lutsyshyn  
Ivan Franko Lviv National University  
\*oksana.bonishko@lnu.edu.ua

**Abstract.** The article investigates the hydrochemical composition of water in the Bystrytsia River basin. The ratio of the main water ions was determined and it was found that along the flow the hydrochemical facies of water changes from  $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}$  to  $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+} - \text{Mg}^{2+}$ . River water has an average mineralization, which increases from 391 mg/l to 463 mg/l. The reaction of the environment in the Bystrytsia River basin is mostly slightly alkaline (pH=8.15) and changes to neutral (pH=7.2) in the village of Hrushiv. Permanganate oxidation of river water in the village of Velyka Ozymyna is higher than in other areas and is associated with the presence of lowland peatlands in this area, which are a source of humic acids. A tendency for a gradual increase in phosphates  $\text{P} - \text{PO}_4^{3-}$  from the river source to its mouth and sudden changes in the concentration of nitrates  $\text{N} - \text{NO}_3^-$  has been noted. The contamination coefficients of such biogenic elements are less than 1. Ammonium ions, nitrites and many heavy metals (Zn, Mn, Cu, Co, Ni, Pb) were not detected in the river water of the Bystrytsia river basin.

The water in the Bystrytsia River basin corresponds to class 1 according to the water pollution index (very clean, IW=0.02-0.16) and this indicator is 1.8 times lower than in the Dniester River. The increase in the water pollution index along the river is due to increases in the multiplicity of phosphates in the water. The ecological state of water in the Bystrytsia River basin using the complex indicator CPES was determined to be stable with features of instability ( $\text{CPES}_{\text{min}} = -0.61$  and  $\text{CPES}_{\text{av}} = 0.87$ ), instability was detected in the Novoshytska HPP reservoir, in the villages of Zalokot and Urizh. The negative complex indicator of the ecological state of water in these areas corresponds to the sanitary and toxicological indicators (CPES 3) and is due to the influence of magnesium ions, which dominate over  $\text{Ca}^{2+}$  ions in river water, form the  $\text{HCO}_3^- - \text{Mg}^{2+}$  or  $\text{HCO}_3^- - \text{Mg}^{2+} - \text{Ca}^{2+}$  hydrochemical facies and exceed the permissible content.

A stable water state with features of instability has been established in the Dniester and Cherkhavka rivers. According to the IZV, the waters are very clean, but have increased mineralization (>500 mg/l), higher hardness (5.8 and 4.7 mmol-eq/l), stronger acidity (pH=7.2 especially in the Dniester), higher permanganate oxidation (4.2 mg O/l mostly in the Dniester), higher concentration of  $\text{Fe}^{3+}$  ions (4.9  $\mu\text{g}/\text{ml}$  mostly in the Dniester). The hydrochemical composition of the water is different:  $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+} - \text{Mg}^{2+}$  in the Dniester and  $\text{Ca}^{2+} - \text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$  in the Cherkhavka.

These analytical results would be useful for building a hydrological conceptual model that ensures better use of the natural water system in the Bystrytsia River basin.

**Key words:** Bystrytsia River basin; main ions; biogenic components; chemical oxygen demand; water pollution index; water quality assessment by a complex indicator.

**Вступ.** Вода є надзвичайно важливим ресурсом, проте найуразливішим до деструктивного антропогенного впливу, тому саме прісні води малих, середніх річок з невеликим басейном потребують постійного моніторингу якості води (Chobotar V.V. et al., 2024). Систематичне управління річковою водою дає надійну, достовірну інформацію про якість води (Державне агентство водних ресурсів, 2023; Департамент екології та природних ресурсів, 2023) та є важливим для здоров'я людини, підтримання сталості прісноводної екосистеми та

соціально-економічного розвитку. Тому поглиблене вивчення гідрохімічних процесів у річках є на часі.

Останніми роками дослідники з якості води запропонували нові методи з її оцінки за допомогою різних індексів якості води: індекс забруднення; індекс забруднення модифікований; комплексний індекс забруднення; узагальнений екологічний індекс (Сніжко С. І., 2001). Проте не всі методики дають змогу адекватно визначити екологічний стан води, оскільки використовують обмежену кількість показників, не враховують ефект сумарної дії речовин та рибогосподарські ГДК (Колісник А. В. та ін., 2009). Головне завдання нашого дослідження – виконати комплексну оцінку якості поверхневих вод у басейні р. Бистриці на основі індексу забруднення води та комплексного показника екологічного стану (КПЕС) та виявити рушійні чинники, що впливають на гідрохімічні компоненти річки.

**Методика досліджень.** Об'єктом дослідження є вода басейну р. Бистриці (Львівська обл.), права притока р. Дністер. Басейн Бистриці (Тисменицької) має невелику площу, однак характеризується різноманітністю природних умов, типів землекористування та особливостей ґрунтових покривів (Хільчевський В. та ін., 2013). Північно-східна (рівнинна) частина басейну р. Бистриці вкрита здебільшого сільськогосподарськими угіддями, серед них трапляються невеликі ділянки широколистяних лісів. У гірській південно-західній частині басейну переважають лісові угіддя, здебільшого хвойні. Ґрунтовий покрив басейну представлений в гірській частині дерново-буроземними, буроземами гірсько-лісовими опідзоленими, які переходять в алювіальні дернові суглинкові, дернові опідзолені, а в рівнинній частині басейн формується на алювіальних лучних.

Дослідження хімічного складу води в басейні р. Бистриці проводили в гірській та рівнинній частині від відмітки 600 м до 201 м н. р. м. (поблизу гирла річки) (рис. 1).

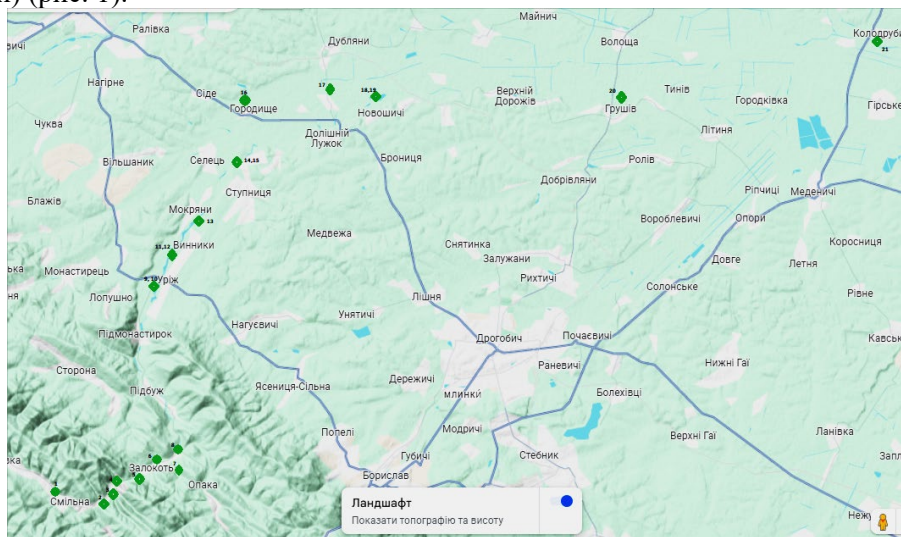


Рис. 1. Картошхема мережі пунктів гідрохімічного моніторингу води в басейні Бистриці (Google map). Fig 1. Map of the network of hydrochemical water monitoring points in the Bystritsia basin

У жовтні 2024 року відібрали 18 проб води з р. Бистриці в межах населених пунктів с. Смільна (3 проби), с. Залокоть (5 проб), с. Уріж (2 проби), с. Винники (2 проби), с. Мокряни (1 проба), с. Селець (1 проба), с. Велика Озимина (1 проба), Новошицької ГЕС (2 проби), с. Грушів (1 проба). Одну пробу води відібрали з її лівої притоки р. Черхавки (після с. Городище), а також з р. Дністер (перед с. Колодруби) (рис. 1). Основним методом дослідження є аналітико-статистичний. Катіонно-аніонний склад річкових вод визначали аналітично за стандартизованими процедурами у стандартизованій навчально-науковій лабораторії аналізу ґрунтів та природних вод кафедри ґрунтознавства і географії ґрунтів географічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка. Оцінку якості води проводили з використанням статистичних методів.

**Результати.** Склад річкових вод динамічний, змінюється в часі та просторі, але характеризується переважанням певних розчинених речовин на певній ділянці русла. Діаграма Пайпера (рис. 2) ілюструє розсіювання катіонів ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) та ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ) у воді р. Бистриці та класифікує її гідрохімічні характеристики (табл. 1). Річкова вода має гідрокарбонатний склад за переважанням аніонів, водночас серед катіонів відбувається зміна катіонного складу залежно від русла річки (рис. 3). Гідрокарбонатно-кальцієва гідрохімічна фація  $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}$  поширена у верхній течії річки, в середній течії переходить у гідрокарбонатно-магнієвий тип  $\text{HCO}_3^- - \text{Mg}^{2+}$ , а у нижній течії вода має змішаний катіонний склад  $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+} - \text{Mg}^{2+}$ . Зазначена гідрохімічна фація розповсюджена доволі широко, зокрема характеризує річку Дністер, де домінують іони кальцію та магнію. Солі кальцію та магнію вказують на твердість води, яка вздовж русла р. Бистриці змінюється від 3,36 до 4,56 ммоль-екв/л. У гірській частині річкова вода є м'якою, а в рівнинній – середньої твердості. Вода в лівій притоці – р. Черхавки та в р. Дністер має вищу твердість, ніж середня твердість води в басейні р. Бистриці (3,9 ммоль-екв/л).

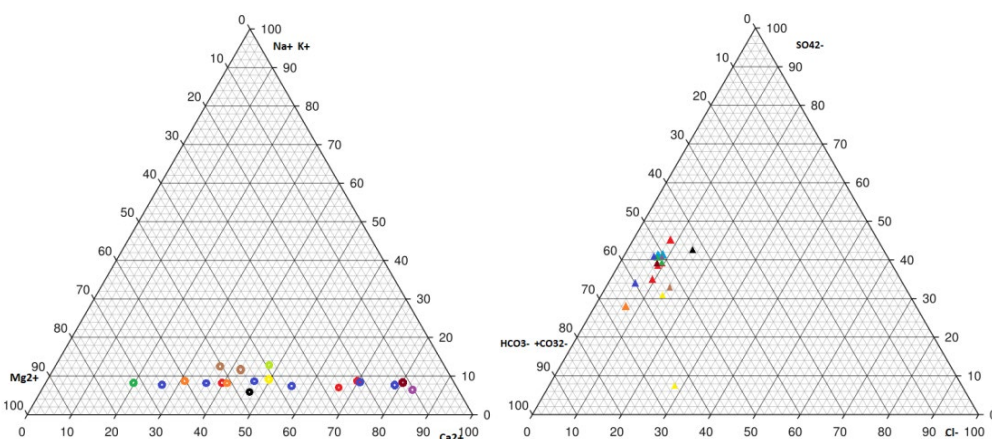


Рис. 2. Діаграма Пайпера катіонно-аніонного складу води в басейні Бистриці  
Fig. 2. Piper diagram of the cation-anion composition of water in the Bystrytsia basin

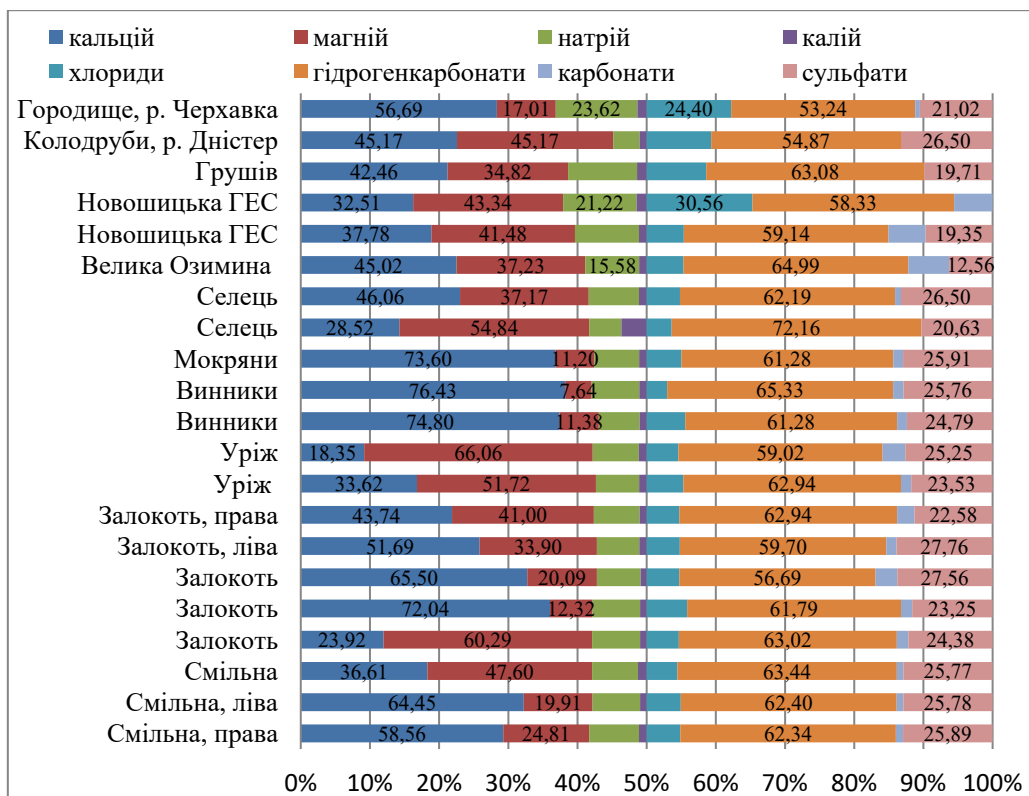


Рис. 3. Відносний еквівалентний вміст головних іонів у воді басейна річки Бистриці від 18.10.2024 року

Fig. 3. Relative equivalent content of major ions in the water of the Bystritsia River Basin as of October 18, 2024.

Середня мінералізація води в річці Бистриці за статистично оціненими даними в осінній період 2024 року становить  $439 \pm 21$  мг/л (рис. 4) і належить до середньої мінералізації. У верхній течії мінералізація річкової води відзначається найменшими одиничними величинами (391 мг/л), а з просуванням водного потоку до її нижньої частини мінералізація поступово зростає і сягає 463 мг/л в с. Грушів. Максимальна одинична величина мінералізації води в річці Бистриці спостерігається у с. Мокряни (488,8 мг/л), а починає зростати у с. Винники, де посилюється сільськогосподарська діяльність. З сільськогосподарських угідь водою виносяться тверді мулисті частинки і розчинні компоненти добрив, що істотно впливають на мінералізацію річкової води. Зокрема, в с. Селець стік води з поля має на 125 мг/л вищий показник, ніж середня мінералізація річки. Зростання мінералізації води у північно-східній частині русла р. Бистриці спричинене підвищеною мінералізацією її лівої притоки р. Черхавки (592 мг/л). Вищу концентрацію солей також встановлено в р. Дністер (619 мг/л) після гирла р. Бистриці у відібраній пробі води в с. Колодруби.

Реакція середовища води у р. Бистриці виявилась слаболужною в гірській (південно-західній) та рівнинній (північно-східній) частині, середня величина рН води становить  $8,12 \pm 0,07$ . За поздовжнім профілем річки різке зниження

кислотності середовища води виявлено у північно-східній частині в с. Грушові ( $pH=7,2$ ) і відзначається після гирла р. Бистриці в р. Дністер ( $pH=6,9$ ) (рис. 5). Оскільки ця частина річки знаходиться в зоні інтенсивного господарського впливу, то надходження кислотних компонентів до річкової води є результатом природних чинників – хімічного складу гірських порід та антропогенної складової – сільськогосподарських угідь. Вода в р. Черхавці також має слаболужну реакцію середовища як і в р. Бистриці, куди впадає, проте її величина  $pH=8,06$  є нижчою за середній показник річки Бистриці.

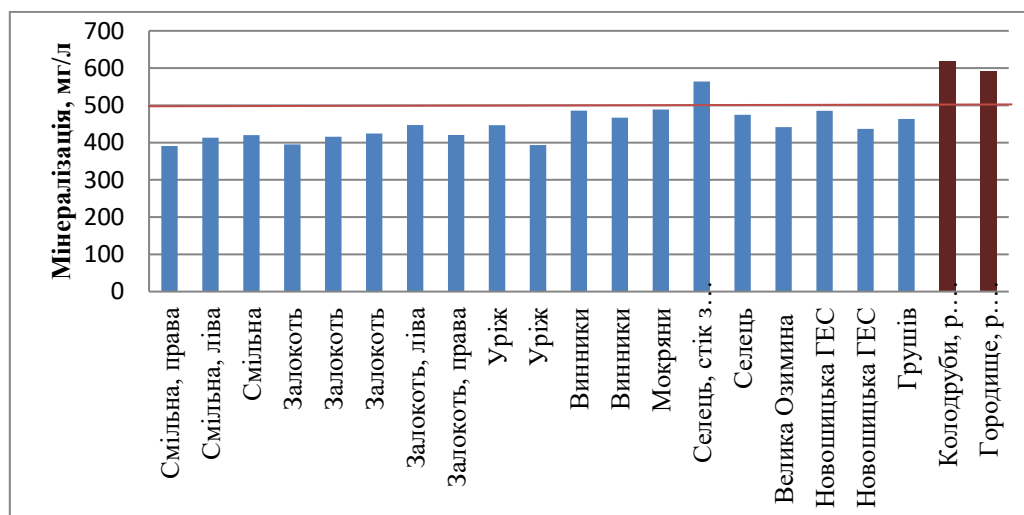


Рис. 4. Мінералізація річкової води басейну р. Бистриці

Fig. 4. Mineralization of river water of the Bystritsia river basin

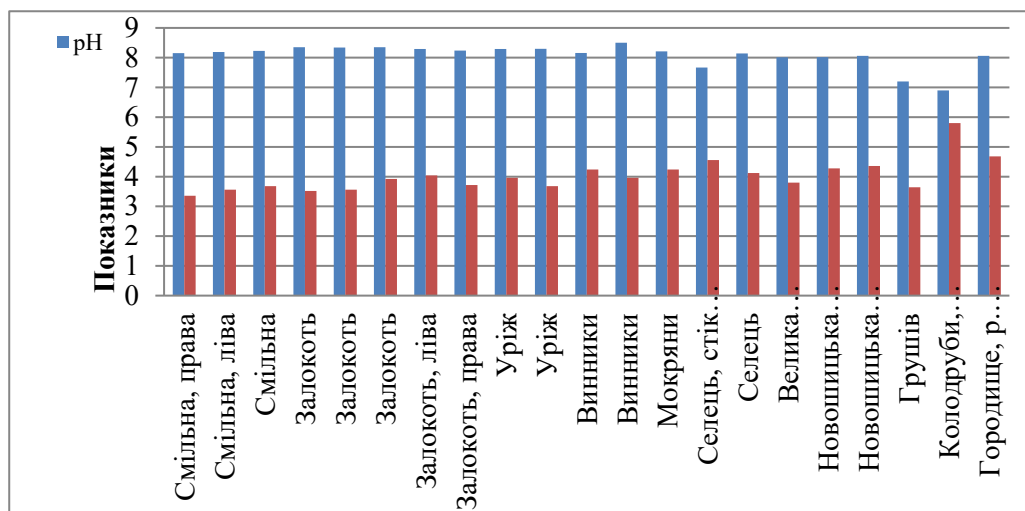


Рис. 5. Кислотність і твердість води (ммоль-екв/л) басейну р. Бистриці

Fig. 5. Acidity and water hardness (mmol-eq/l) of the Bystritsia river basin

У воді р. Бистриці відзначено тенденцію до поступового зростання перманганатної окиснюваності (ПО) від витoku річки до її гирла, яка при цьому



не перевищує норму. Наприклад, найбільший показник перманганатної окиснюваності у воді р. Бистриці виявлено в с. Велика Озимина та у водосховищі в с. Новошичі (табл. 2). Ймовірно, це зумовлено великим ареалом поширення на зазначеній ділянці торфовищ низинних, які є джерелом гумінових та фульвокислот і здатні підвищувати окиснюваність. У Дністрі перманганатна окиснюваність в 4 рази вища, ніж у р. Бистриці.

Таблиця 2. Індекс забруднення води р. Бистриці, р. Черхавки, р. Дністер за біогенними елементами, окиснюваністю  
 Table 2. Water pollution index of the Bystrytsia River, Cherkhavka River, Dniester River by biogenic elements, oxidation

Пункт спостереження	ПО, мгО/л	Fe <sup>3+</sup> , мкг/л	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л	P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , мг/л	Коефіцієнт контамінації				ІЗВ
					К <sub>ПО</sub>	К <sub>Fe<sup>3+</sup></sub>	К <sub>N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup></sub>	К <sub>P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup></sub>	
Смільна, праве	0,22	0,24	0,38	0,002	0,0024	0,03	0,04	0,02	0,02
Смільна, ліве	0,56	0,29	0,46	0,01	0,0029	0,07	0,05	0,15	0,07
Смільна	0,46	0,29	0,43	0,02	0,0029	0,06	0,04	0,16	0,07
Залокоть	0,52	0,24	0,40	0,03	0,0024	0,07	0,04	0,28	0,10
Залокоть	0,54	0,24	0,34	0,01	0,0024	0,07	0,03	0,06	0,04
Залокоть	0,52	0,24	0,32	0,02	0,0024	0,07	0,03	0,23	0,08
Залокоть, праве	0,48	0,20	0,32	0,02	0,0020	0,06	0,03	0,16	0,06
Залокоть, ліве	0,52	0,20	0,26	0,02	0,0020	0,07	0,03	0,22	0,08
Уріж	0,56	0,24	0,34	0,03	0,0024	0,07	0,03	0,26	0,09
Уріж	0,60	0,24	0,58	0,03	0,0024	0,08	0,06	0,31	0,11
Винники	0,60	0,15	0,46	0,04	0,0015	0,08	0,05	0,41	0,13
Винники	0,60	0,15	0,28	0,05	0,0015	0,08	0,03	0,47	0,14
Мокряни	0,50	0,24	0,30	0,01	0,0024	0,06	0,03	0,10	0,05
Селець, стік з поля	0,58	0,37	0,34	0,06	0,0037	0,07	0,03	0,59	0,16
Селець	0,52	0,24	0,34	0,03	0,0024	0,07	0,03	0,27	0,09
Велика Озимина	1,00	0,55	0,74	0,02	0,0055	0,13	0,07	0,38	0,08
Новошичі	0,54	0,46	0,46	0,04	0,0086	0,10	0,05	0,37	0,15
Новошичі	0,82	0,86	0,46	0,04	0,0046	0,07	0,05	0,51	0,13
Грушів	0,52	0,73	0,43	0,05	0,0073	0,07	0,04	0,29	0,16
Городище, р. Черхавка	0,64	0,46	0,30	0,03	0,0046	0,08	0,03	0,20	0,10
Колодрубів, р. Дністер	4,20	4,91	0,18	0,01	0,049	0,53	0,02	0,12	0,18

Оцінку якості води в басейні р. Бистриці проведено за *індексом забруднення*

води (ІЗВ) і виконується за наступними класами: I – дуже чиста ( $IЗВ \leq 0,3$ ); II – чиста ( $0,3 < IЗВ \leq 1$ ); III – помірно забруднена ( $1 < IЗВ \leq 2,5$ ); IV – забруднена ( $2,5 < IЗВ \leq 4$ ); V – брудна ( $4 < IЗВ \leq 6$ ); VI – дуже брудна ( $6 < IЗВ \leq 10$ ); VII – надзвичайно брудна ( $IЗВ > 10$ ) (Сніжко С.І., 2001). Серед біогенних елементів концентрація азоту-нітратів, фосфору-фосфатів, іонів феруму (III) вздовж течії річки Бистриці нестабільна, сильно коливається, що вказує на локальне внесення (табл. 2). Забруднення нітратами, фосфатами та іонами  $Fe^{3+}$  в річці не встановлено; коефіцієнт контамінації, визначений за ГДК, менший 1 (табл. 2, рис. 6). У верхній течії річки вміст фосфору-фосфатів зростає і набуває вищих значень у середній та нижній течії ( $P-PO_4^{3-} = 0,05$  мг/л). Концентрація азоту-нітратів уздовж течії річки формує 3 максимуми: у верхній ( $N-NO_3^- = 0,46$  мг/л, с. Смільна), середній ( $N-NO_3^- = 0,58$  мг/л, с. Уріж) та нижній течії ( $N-NO_3^- = 0,74$  мг/л, с. Велика Озимина).

Вміст іонів  $Fe^{3+}$  у воді р. Бистриці невеликий (0,24 – 0,55 мкг/л) в нижній течії та збільшується у с. Велика Озимина (0,55 мкг/л), у водосховищі в с. Новошичі (0,86 мкг/л) та с. Грушові (0,73 мкг/л). Після впадіння р. Бистриці в р. Дністер концентрація іонів  $Fe^{3+}$  зростає в 6–7 разів до 4,9 мкг/л. Дослідження інших іонів металів (Mn, Co, Ni, Zn, Cu, Pb) у басейні р. Бистриці атомно-абсорбційним методом не виявлено, оскільки їхній вміст у воді знаходиться нижче межі виявлення приладу.

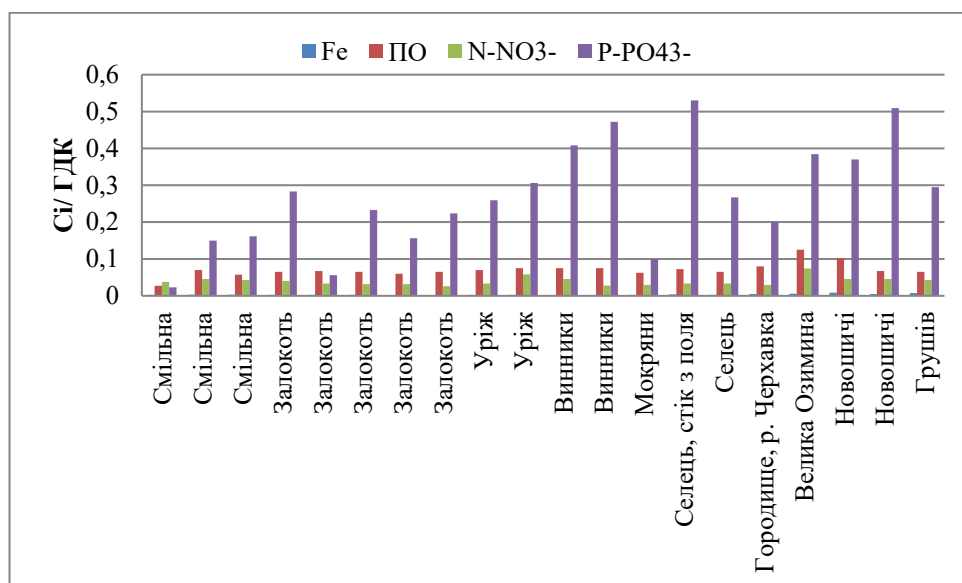


Рис. 6. Кратність перевищення ГДК для іонів  $Fe^{3+}$ ,  $N-NO_3^-$ ,  $P-PO_4^{3-}$ , перманганатної окиснюваності води в р. Бистриці, р. Черхавка

Fig 5. Multiplicity of exceeding the MPC for  $Fe^{3+}$  ions,  $N-NO_3^-$ ,  $P-PO_4^{3-}$ , permanganate oxidation of water in the Bystritsia River, Cherkhavka River

Вода в р. Бистриці за ІЗВ належить до 1 класу (дуже чиста) та в 1,8 раза цей показник нижчий, ніж в р. Дністер (табл. 2). Збільшення значення ІЗВ уздовж течії річки зумовлені підвищеннями кратності фосфатів у воді. За середнім



значенням ( $I_{ЗВ_{сер}} = 0,10$ ) можна виділити в басейні р. Бистриці гідрохімічну область у нижній течії, де показник  $I_{ЗВ}$  вищий за  $I_{ЗВ_{сер}}$ , та область у верхній течії річки, що характеризується найменшим показником  $I_{ЗВ}$  щодо  $I_{ЗВ_{сер}}$ .

Якість води в басейні р. Бистриці також визначали за допомогою комплексного показника КПЕС (табл. 3). Отримано такі результати: середнє значення ( $KПЕС_{сер}$ ) становить  $(0,48+0,39-0,61)/3 = 0,087$ , а мінімальне значення ( $KПЕС_{мін}$ ) дорівнює  $-0,61$ . Екологічний стан води в басейні р. Бистриці, відповідно до методики, визначається як стійкий з рисами нестійкості ( $KПЕС_{мін} < 0$  і  $KПЕС_{сер} > 0$ ). Нестійкий стан води в басейні р. Бистриці встановлений у водосховищі Новошицької ГЕС, в с. Уріж та с. Залокоть. На цих ділянках від'ємний комплексний показник екологічного стану води ( $KПЕС$  3) відповідає санітарно-токсикологічним показникам. Основний вплив на  $KПЕС$  3 здійснюється іонами магнію, коли у річковій воді встановлюється  $НСО_3^- - Mg^{2+}$  або  $НСО_3^- - Mg^{2+} - Ca^{2+}$  гідрохімічні фації, тобто концентрація іонів  $Mg^{2+}$  домінує над іонами  $Ca^{2+}$  та перевищує допустимий вміст 40 мг/л. У випадку комплексного показника  $KПЕС$  2 також встановлено від'ємні значення за токсикологічними показниками в с. Винники, с. Селець, на Новошицькій ГЕС. Однак внесок фосфатів на цих ділянках хоч і зростає, проте  $KПЕС$  2 менший за  $KПЕС$  3, тому суттєво не впливає на середній комплексний показник  $KПЕС_{сер}$ .

У р. Дністер та р. Черхавці також встановлений стійкий стан води з рисами нестійкості, де мінімальний показник менше "0" характерний для  $KПЕС$  3 =  $-0,87$  та  $KПЕС$  3 =  $-0,34$ , а максимальний – для середнього комплексного показника  $KПЕС_{сер} = 0,07$  та  $KПЕС_{сер} = 0,23$ , відповідно. У цьому випадку помічено зниження впливу магнію внаслідок зменшення її відносної еквівалентної частки на гідрохімічну систему води з підвищенням мінералізації ( $M > 500$  мг/л) рік.

**Висновки.** Вода в басейні р. Бистриці (Львівська область) належить до  $НСО_3^- - Ca^{2+}$  гідрохімічної фації в гірській частині та  $НСО_3^- - Ca^{2+} - Mg^{2+}$  гідрохімічної фації в рівнинній частині. Річкова вода середньої мінералізації, що зростає від 391 мг/л до 463 мг/л. Реакція середовища в басейні річки Бистриці здебільшого слаболужна ( $pH = 8,15$ ) та змінюється до нейтральної ( $pH = 7,2$ ) в с. Грушів. У воді не виявлено іонів амонію, нітритів та багатьох важких металів (Zn, Mn, Cu, Co, Ni, Pb) і перевищення знайдених біогенних компонентів (нітратів, фосфатів та феруму). Показник перманганатної окиснюваності води в с. Велика Озимина є вищим, ніж на інших ділянках, та пов'язаний з наявністю на досліджуваній території торфовищ низинних, які є джерелом гумінових кислот. За оцінкою якості води в басейні р. Бистриця використано індекс забруднення води та комплексний показник екологічного стану. З  $I_{ЗВ}$  вода в р. Бистриці відповідає I класу (дуже чиста,  $I_{ЗВ} = 0,06 - 0,18$ ), а збільшення значення  $I_{ЗВ}$  зумовлені зростанням кратності фосфатів у воді. Екологічний стан річки, відповідно до методики, визначається як стійкий з рисами нестійкості ( $KПЕС_{мін} < 0$ ,  $KПЕС_{сер} > 0$ ), особливо помітний у водосховищі Новошицької ГЕС, в с. Уріж та в с. Залокоть.

У р. Дністер і лівій притоці р. Черхавки встановлено також стійкий стан води з рисами нестійкості. За  $I_{ЗВ}$  річкові води дуже чисті, проте мають підвищену мінералізацію ( $>500$  мг/л), вищу твердість (5,8 і 4,7 ммоль-екв/л), сильнішу кислотність ( $pH=7,2$  особливо в р. Дністер), вищу перманганатну окиснюваність

(4,2 мг О/л здебільшого в р. Дністер), вищу концентрацію іонів  $Fe^{3+}$  (4,9 мкг/мл переважно в р. Дністер).

За результатами аналізу зробили висновок про рушійні чинники, що впливають на гідрохімічні компоненти басейну р. Бистриці.

**Подяка.** Дослідження виконано в рамках теми П2-БФ "Географічні основи збалансованого використання басейнових систем в умовах зміни клімату".

#### БІБЛІОГРАФІЧНІ ПОСИЛАННЯ

- Chobotar, V. V., Kopilevich, V. A. & Kravchenko, O. O. Analysis of Natural Water Quality in the Dniester River Basin for Economic Utilization // J. Water Chem. Technol. 2024. V. 46. P. 636–644. <https://doi.org/10.3103/S1063455X24060031>
- Моніторинг поверхневих вод. Дністровське басейнове управління водних ресурсів. Державне агентство водних ресурсів. URL : <https://vodaif.gov.ua/monitoring-poverhnevih-vod-ta-gruntiv/>
- Щорічна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Львівській області в 2023 році. Департамент екології та природних ресурсів. URL : [https://drive.google.com/file/d/1m4JE8MDEsQqGJDkEpOMYQXxHF9xl\\_ohA/view](https://drive.google.com/file/d/1m4JE8MDEsQqGJDkEpOMYQXxHF9xl_ohA/view)
- Хільчевський В. К., Гончар О. М., Забокрицька М. Р. та ін. Гідрохімічний режим та якість поверхневих вод басейну Дністра на території України / За ред. В. К. Хільчевського, В. А. Сташук. Київ : Ніка-Центр, 2013. 256 с.
- Романчук М. Є., Нагасва С. П. Порівняльна характеристика екологічної оцінки якості води р. Дністер та його приток по методиках 1998 та 2012 років // Водні ресурси та аквакультура. 2020. Вип. 2 С. 236–250. <https://doi.org/10.32851/wba.2020.2.19>
- Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. Київ : Ніка Центр, 2001. 262 с.
- Колісник А. В., Юрасов С. Н. Вдосконалення методики комплексної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями // Вісник Одеського державного екологічного університету. 2009. Вип. 7. С. 192–202.

#### REFERENCES

- Chobotar, V. V., Kopilevich, V. A. & Kravchenko, O. O. Analysis of Natural Water Quality in the Dniester River Basin for Economic Utilization. // J. Water Chem. Technol. 2024. V. 46. P. 636–644. <https://doi.org/10.3103/S1063455X24060031>
- Monitorynh poverkhnevyykh vod. Dnistrovske baseinove upravlinnia vodnykh resursiv. Derzhavne ahentstvo vodnykh resursiv. URL : <https://vodaif.gov.ua/monitoring-poverhnevih-vod-ta-gruntiv/> (In Ukrainian).
- Shchorichna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyssha u Lvivskii oblasti v 2023 rotsi. Departament ekolohii ta pryrodnykh resursiv. URL : [https://drive.google.com/file/d/1m4JE8MDEsQqGJDkEpOMYQXxHF9xl\\_ohA/view](https://drive.google.com/file/d/1m4JE8MDEsQqGJDkEpOMYQXxHF9xl_ohA/view) (In Ukrainian).
- Khilchevskiy V. K., Honchar O. M., Zabokrytska M. R. ta in. Hidrokhimichniy rezhym ta yakist poverkhnevyykh vod baseinu Dnistra na terytorii Ukrainy / Za red. V. K. Khilchevskoho, V. A. Stashuka. Kyiv : Nika-Tsentr, 2013. 256 s. (In Ukrainian).
- Romanchuk M. I., Nahaieva S. P. Porivnialna kharakterystyka ekolohichnoi otsinky yakosti vody r. Dnister ta yoho prytok po metodykakh 1998 ta 2012 rokiv // Vodni resursy ta akvakultura. 2020. Vyp. 2 S. 236–250. <https://doi.org/10.32851/wba.2020.2.19> (In Ukrainian).
- Snizhko S. I. Otsinka ta prohnozuvannya yakosti pryrodnykh vod. Kyiv : Nika Tsentr, 2001. 262 s. (In Ukrainian).
- Kolisnyk A. V., Yurasov S. N. Vdoskonalennia metodyky kompleksnoi otsinky yakosti poverkhnevyykh vod za vidpovidnymy katehoriiami // Visnyk Odeskoho derzhavnohekolohichnoho universytetu. 2009. Vyp. 7. S. 192–202. (In Ukrainian).

Таблиця 1. Катіонно-аніонний склад води р. Бистриці, р. Дністер та р. Черхавки в еквівалентній та міліграмовій формах  
 Table 1. Cation-anion composition of water of the Bystritsia River, the Dniester River and the Cherkhavka River in equivalent and milligram forms

п/п	Пункт спостереження	рН	Мінералізація, мг/л	Ca <sup>2+</sup>		Mg <sup>2+</sup>		Na <sup>+</sup>		K <sup>+</sup>		Cl <sup>-</sup>		HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	
				мг/л	ммоль-/л	мг/л	ммоль-/л	мг/л	ммоль-/л	мг/л	ммоль-/л	мг/л	ммоль-/л	мг/л	ммоль-/л	мг/л	ммоль-/л	мг/л	ммоль-/л
1.	Смільна	8,15	390,89	47,2	2,36	12,0	1,0	13,3	0,58	3,5	0,09	19,9	0,56	219,6	3,6	0,1	3,6	71,8	1,50
2.	Смільна	8,19	413,00	54,4	2,72	10,1	0,8	13,3	0,58	3,1	0,08	21,3	0,60	231,8	3,8	0,1	3,6	75,4	1,57
3.	Смільна	8,23	420,07	32,0	1,60	25,0	2,1	13,3	0,58	4,3	0,11	19,9	0,56	244,0	4,0	0,1	3,6	78,0	1,63
4.	Залокоть	8,35	394,94	20,0	1,00	30,2	2,5	13,3	0,58	3,1	0,08	19,9	0,56	231,8	3,8	0,2	6,0	70,6	1,47
5.	Залокоть	8,34	415,50	60,8	3,04	6,2	0,5	13,3	0,58	3,1	0,08	25,6	0,72	231,8	3,8	0,2	6,0	68,6	1,43
6.	Залокоть	8,35	424,40	60,0	3,00	11,0	0,9	13,3	0,58	3,1	0,08	21,3	0,60	219,6	3,6	0,4	12,0	84,0	1,75
7.	Залокоть, права	8,29	447,24	48,8	2,44	19,2	1,6	13,3	0,58	3,9	0,10	22,7	0,64	244,0	4,0	0,2	6,0	89,3	1,86
8.	Залокоть, ліва	8,24	420,63	38,4	1,92	21,6	1,8	13,3	0,58	3,5	0,09	21,3	0,60	244,0	4,0	0,3	9,6	68,9	1,44
9.	Уріж	8,29	446,68	31,2	1,56	28,8	2,4	13,3	0,58	3,9	0,10	25,6	0,72	261,1	4,3	0,2	6,0	76,8	1,60
10.	Уріж	8,30	393,20	16,0	0,80	34,6	2,9	13,3	0,58	3,9	0,10	19,9	0,56	219,6	3,6	0,4	12,0	73,9	1,54
11.	Винники	8,16	485,80	73,6	3,68	6,7	0,6	13,3	0,58	3,9	0,10	28,4	0,80	268,4	4,4	0,2	6,0	85,4	1,78
12.	Мокряни	8,21	488,8	73,6	3,68	6,7	0,6	14,9	0,65	4,3	0,11	25,6	0,72	268,4	4,4	0,2	6,0	89,3	1,86
13.	Селець	8,14	474,67	45,6	2,28	22,1	1,8	16,6	0,72	4,3	0,11	24,1	0,68	268,4	4,4	0,1	3,6	90,0	1,88
14.	Озимина Велика	8,01	441,46	41,6	2,08	20,6	1,7	16,6	0,72	3,9	0,1	25,6	0,72	268,4	4,4	0,8	24,0	40,8	0,85
15.	Новошицька ГЕС	8,02	485,28	40,8	2,04	26,9	2,2	23,0	1,00	4,7	0,12	28,4	0,80	268,4	4,4	0,8	24,0	69,1	1,44
16.	Новошицька ГЕС	8,06	436,83	28,8	1,44	23,0	1,9	21,6	0,94	5,1	0,13	78,1	2,20	256,2	4,2	0,8	24,0	0	0
17.	Грушів	7,20	463,37	40,0	2,00	19,7	1,6	21,6	0,94	5,1	0,13	42,6	1,20	268,4	4,4	0	0	66,0	1,375
18.	Колодуби, р. Дністер	6,90	619,22	58,0	2,90	34,8	2,9	11,3	0,49	5,1	0,13	63,9	1,80	323,3	5,3	0	0	122,9	2,56
19.	Городище, р. Черхавка	8,06	591,55	72,0	3,60	13,0	1,1	34,5	1,5	6,6	0,17	78,1	2,20	292,8	4,8	0,12	3,6	91,0	1,90

Таблиця 3. Оцінка якості води р. Бистриці, р. Дністер, р. Черхавки за комплексним показником КПЕС

(Н<sub>i</sub> – норма, П<sub>i</sub> – показник)Table 3. Assessment of water quality of the Bystrytsia River, the Dniester River, the Cherkhavka River according to the complex indicator of the CPES (N<sub>i</sub> – norm, P<sub>i</sub> – indicator)

№ з/п	Пункт спостереження	Загальні показники (за рН, ПО)			Токсикологічні показники (за Fe <sup>3+</sup> , N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )		Санітарно-токсикологічні (Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Cl <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )		Середній комплексний показник КПЕС <sub>сер</sub>
		Σ(ГДКі-СЕі)	ΣКПЕС = ai(Ni-Пi) / Ni	КПЕС 1	ΣКПЕСi = Pi / Ni	КПЕС 2	ΣКПЕСi = Pi / Ni	КПЕС 3	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Смільна	8,13	1,01	0,51	0,08	0,92	1,46	<u>-0,46</u>	0,32
2.	Смільна	7,75	0,97	0,48	0,25	0,75	1,36	<u>-0,36</u>	0,29
3.	Смільна	7,81	0,97	0,49	0,45	0,55	1,91	<u>-0,91</u>	0,05
4.	<b>Залокоть</b>	7,63	0,95	0,48	0,64	0,36	2,14	<u>-1,10</u>	<b>-0,09</b>
5.	Залокоть	7,62	0,95	0,48	0,24	0,76	1,19	<u>-0,19</u>	0,35
6.	Залокоть	7,63	0,95	0,48	0,43	0,57	1,37	<u>-0,37</u>	0,22
7.	Залокоть, права	7,73	0,96	0,48	0,43	0,57	1,65	<u>-0,64</u>	0,13
8.	Залокоть, ліва	7,74	0,97	0,48	0,43	0,57	1,74	<u>-0,73</u>	0,11
9.	<b>Уріж</b>	7,65	0,95	0,48	0,64	0,36	1,96	<u>-0,96</u>	<b>-0,04</b>
10.	<b>Уріж</b>	7,60	0,95	0,47	0,66	0,34	2,25	<u>-1,25</u>	<b>-0,15</b>
11.	Винники	7,74	0,97	0,48	0,85	0,15	1,19	<u>-0,18</u>	0,15
12.	Винники	7,42	0,93	0,46	1,03	<u>-0,03</u>	1,12	<u>-0,11</u>	0,11
13.	Мокряни	7,79	0,97	0,49	0,23	0,77	1,20	<u>-0,20</u>	0,35
14.	<b>Селець</b>	8,25	1,03	0,51	1,24	<u>-0,24</u>	2,06	<u>-1,06</u>	<b>-0,26</b>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15.	Селець	7,84	0,97	0,49	0,64	0,36	1,71	<u>-0,71</u>	0,05
16.	Городище, р. Черхавка	7,38	0,92	0,46	0,43	0,57	1,34	<u>-0,34</u>	0,23
17.	Озими́на Велика	7,49	0,93	0,47	0,87	0,12	1,58	<u>-0,58</u>	0,002
18.	<b>Новошицька ГЕС</b>	7,66	0,95	0,48	0,85	0,15	1,73	<u>-0,73</u>	<b>-0,04</b>
19.	<b>Новошицька ГЕС</b>	7,90	0,98	0,49	1,05	<u>-0,05</u>	1,66	<u>-0,66</u>	<b>-0,07</b>
20.	Грушів	8,78	1,09	0,54	0,65	0,35	1,64	<u>-0,65</u>	0,08
21.	Колодруби, р. Дністер	5,40	0,66	0,33	0,27	0,73	1,87	<u>-0,87</u>	0,07
		КПЕС 1 = (1/n) Σ ПЕСі <b>0,48</b>			КПЕС 2 = 1 - Σ (Πі / Ні) <b>0,39</b>		КПЕС 3 = 1 - Σ (Πі / Ні). <b>-0,61</b>		<b>0,089</b>