

УДК 504.453

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2021.1.2>

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ РІЧКИ ІРША

*Єльнікова Т.О. – к.т.н., доцент,*

*Коцюба І.Г. – к.т.н., доцент,*

*Герасимчук О.Л. – к.п.н., доцент,*

*Скиба Г.В. – к.т.н., доцент,*

*Державний університет «Житомирська політехніка»,*

*kpn\_shto@ztu.edu.ua*

В сучасний період нерегульованих взаємин між людським суспільством і навколишнім природним середовищем антропогенний вплив на екосистеми водного середовища спричиняє екологічні проблеми. Зокрема, забруднення комунальними і промисловими стічними водами, погіршення якості води, евтрофікація, заболочування, пересихання, збіднення видового складу біоти тощо.

Основною метою дослідження є оцінка екологічного стану річки Ірша, лівої притоки р. Тетерева (басейн Дніпра). Об'єктом дослідження у даній роботі є оцінка якості води річки Ірша, апредметом – набір гідрохімічних та гідрологічних показників екологічного стану річки Ірша у межах питного водозабору смт Нова Борова та Малинського водосховища, питний водозабір м. Малина за період 2018-2019 рр.

Для досягнення поставленої мети виконано наступні задачі: охарактеризовано басейн річки Ірша у межах території дослідження; виконано комплексну оцінку якості поверхневих вод річки Ірша на основі графічного методу; оцінено рівень забруднення р. Ірша за модифікованим індексом. За результатами комплексної оцінки якості поверхневих вод на основі графічного методу виявлено, що у 2018-2019 рр. в цілому річкові води в обох створах спостереження у межах річки Ірша не відповідають вимогам якості, спостерігалися високі значення показників кратності перевищення ГДК для показника ХСК, розчиненого кисню, заліза загального та перманганатної окиснюваності в обох створах. За модифікованим індексом забруднення виявлено, що найвищий рівень забруднення спостерігається у Малинському водосховищі (р. Ірша, 31 км), а найменш забрудненим є водне середовище Іршанського водосховища (р. Ірша, 93 км).

Актуальність теми визначається важливістю використання води річки Ірша для різних цілей: джерело питного водопостачання, енергії, як рекреаційний об'єкт, для зрошення, риболовлі та ін.

Ключові слова: малі річки, річка Ірша, індекс забрудненості води (ІЗВ), екологічна оцінка, антропогенний вплив.

---

**Постановка проблеми.** Використання річкових екосистем у сучасних екологічних умовах носить екстенсивний та руйнівний для них характер. Це проявляється у надмірному антропогенному використанні річкових басейнів (вирубання лісів, розорювання понад 80 % території, житлово-комунальна і промислова забудова тощо), зростанні обсягів

надходження у річкові води забруднених господарсько-комунальних та виробничих стічних вод, руйнуванні річкового русла внаслідок інтенсифікації водно-ерозійних процесів [1]. Однак, саме малі річки формують гідрохімічний склад та якість води середніх і великих річок, а в їхніх басейнах формується понад 60 % водних ресурсів України [2; 3]. Проте, через незначні площі водозбірних басейнів вони є найбільш вразливими до деструктивного антропогенного впливу, тому потребують постійного моніторингу якості води.

Існуюча наразі державна система моніторингу якості води зорієнтована на спостереження за гідрохімічним складом води великих і середніх річок, тоді як малі річки практично не залучені до мережі спостережень. Не є виключенням і Житомирська область, де гідрохімічні спостереження здійснюються відділом лабораторно-інструментального контролю Державної екологічної інспекції в Житомирській області у 23 контрольних створах, тільки три з яких розташовані на малих річках Полісся, та Житомирським обласним управлінням водних ресурсів Держводагентства України у 10 контрольних створах, лише два з яких розташовані на малих річках Полісся. Відсутність достовірних даних про якісний склад води малих річок унеможливує проведення комплексної оцінки екологічного стану їхніх басейнів та розроблення заходів щодо його оптимізації. Виходячи зі сказаного, актуальності набуває вивчення хімічного складу вод малих річок при комплексному і поглибленому аналізі спрямованості гідрохімічних процесів, що відбуваються у них, як результату сукупного впливу природних та антропогенних чинників на відкриту гідрохімічну систему.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Оцінюванню якості поверхневих вод річок присвячено багато наукових досліджень. Вагомий внесок у методологію комплексного інтегрального оцінювання екологічного стану річок зробили Й. Гриб [4], А. Яцик [5–6], М. Клименко [8], В. Романенко [5] та В. Хільчевський [3]. Оцінку якості річкових вод та основні шляхи покращення екологічного стану малих річок Житомирщини, зокрема басейну річки Тетерів, висвітлено у наукових працях А. Колісника [7], І. Кота [10] та ін.

**Формулювання цілей статті.** Основними завданнями даної статті було виконати комплексну оцінку якості поверхневих вод річки Ірша на основі графічного методу та оцінити рівень забруднення р. Ірша за модифікованим індексом.

**Матеріали і методи дослідження.** Основними забруднювачами річки Ірша залишаються підприємства житлово-комунального господарства (4 підприємства). Їх частка становить 90 % забруднених зворотних вод. Комплекси очисних споруд каналізації комунальних підприємств

застарілі і працюють неефективно, тому потребують реконструкції з впровадженням сучасних технологій очистки стічних вод [9].

Вихідними матеріалами слугували інформаційні матеріали Державного агентства водних ресурсів та Державного управління охорони навколишнього природного середовища у Житомирській області. В якості вихідної інформації для дослідження якісного стану річки Ірша були використані дані гідрохімічних спостережень з двох контрольних створів річкової мережі Житомирської області. Моніторинг якісного стану вод р. Ірша здійснювався на затвердженому пункті державного моніторингу якості вод за 93 км від гирла, Іршанське водосховище, питний водозабір смт. Нова Борова та у пункті за 31 км від гирла питний водозабір м. Малина.

Для дослідження якості та рівня забрудненості поверхневих вод річки Ірша застосовані графічний метод комплексної оцінки якості поверхневих вод та модифікований індекс забруднення.

Графічний метод комплексної оцінки якості поверхневих вод базується на складанні графічної моделі якості поверхневих вод, яка є круговою діаграмою з шкалами-радіусами, що відповідають певному гідрохімічному показнику. Ціна ділення кожного радіусу дорівнює максимальному значенню концентрації показника, що визначає придатність води для певного виду водокористування, тобто гранично допустимим концентраціям (ГДК) забруднювальних речовин (ЗР) у водному об'єкті. Графічна модель складається з двох діаграм. Одна з діаграм є кругом з одиничним радіусом, а друга – багатокутник з кількістю вершин, рівною числу гідрохімічних показників. Межа круга є межею екологічного оптимуму – тобто такого екологічного стану водного об'єкту, коли вміст усіх ЗР не перевищує ГДК [6; 7].

Оцінка якості води за індексом забруднення (ІЗВ) проводиться за обмеженим числом показників. Визначається середнє арифметичне значення результатів хімічних аналізів по кожному зпоказників. Знайдене середнє арифметичне значення кожного з показників порівнюється з їх ГДК. Розрахунок ІЗВ виконували за формулою:

$$ІЗВ = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК_i} \quad (1)$$

де  $ГДК_i$  – гранично допустима концентрація (значення)  $i$ -го показника;  $C_i$  – фактична концентрація (значення)  $i$ -го показника;  $n$  – кількість показників.

Дана методика оцінки якості води полягає у розрахунку індексу забруднення води за гідрохімічними показниками, а потім за величинами розрахованих ІЗВ воду, яку досліджують, відносять до відповідного класу якості. За результатами оцінки встановлюються такі класи якості води [6]: I – дуже чиста ( $ІЗВ < 0,3$ ); II – чиста ( $0,3 < ІЗВ < 1$ ); III – помірно забруд-

нена ( $1 < IЗВ < 2,5$ ); забруднена ( $2,5 < IЗВ < 4$ ); IV – брудна ( $4 < IЗВ < 6$ ); V – дуже брудна ( $6 < IЗВ < 10$ ); VI – надзвичайно брудна ( $IЗВ > 10$ ).

У роботі застосовано модифіковану методику розрахунку IЗВ, коли частина показників є постійною, а в якості інших беруть показники з найбільшими відношеннями до ГДК. Це дозволяє більш повно використовувати наявну гідрохімічну інформацію [6].

**Результати досліджень.** Оцінка якості поверхневих вод у річці Ірша виконана на основі графічного методу за 2018-2019 роки у двох контрольних створах: р. Ірша, ліва притока р. Тетерів, 93 км від гирла, Іршанське водосховище, питний водозабір смт. Нова Борова; р. Ірша, 31 км від гирла, Малинське водосховище, питний водозабір Малина. На рисунках 1–2 представлені результати за 2019 р.

Виявлено, що якість річкових вод у межах регіону протягом 2018-2019 рр. перебувала у задовільному стані. Вимоги до якості річкових вод витримувалися лише за такими показниками якості як: мінералізація, хлориди, завислі речовини, рН, азот амонійний, азот нітритний, азот нітратний, фосфати, розчинений кисень, БСК<sub>5</sub> та марганець.



*Рис. 1. Концентрації речовин в контрольних створах водних об'єктів (Іршанське водосховище, створ 1) за 2019 рік, в одиницях кратності відповідних ГДК*

Показник кратності перевищення ГДК для сульфатів впродовж всього періоду змінювався у межах 1,15 ГДК-1,3 ГДК, найбільше значення показника кратності спостерігалось в 2018 р. у Малинському водосховищі. За показником ХСК (3,18 ГДК-3,44 ГДК) найбільше перевищення ГДК в 3,44 разів було відмічене у воді цього ж створу. Якість води річки Ірша в обох створах незадовільна за вмістом заліза; найбільше значення показ-

ника кратності перевищення ГДК по залізу відмічене в обох створах у воді р. Ірша (3,2 ГДК).



Рис. 2. Концентрації речовин в контрольних створах водних об'єктів (Малинське водосховище, створ 2) за 2019 рік, в одиницях кратності відповідних ГДК

За показником перманганатної окиснюваності води найбільше перевищення ГДК в 5,3 рази спостерігалось в 2018 році у Іршанському водосховищі. Це максимальне перевищення серед всіх гідрохімічних показників.

Аналізуючи графіки з результатами оцінки якості річкових вод в 2019 році, слід відмітити:

- у створі 1 (Іршанське водосховище) вода найменше забруднена марганцем (0,006 ГДК) та хлоридами (0,07 ГДК), а найбільше значення має перманганатна окиснюваність (3,7 ГДК);
- у створі 2 (Малинське водосховище) спостерігається високий рівень забрудненості за показником ХСК (3,18 ГДК) та залізом загальним (3,2 ГДК), та найбільшого значення показника кратності перевищення ГДК набуває перманганатна окиснюваність (4,3 ГДК). У порівнянні з попереднім (2018) роком концентрація сульфатів (1,12 ГДК) у даному створі зменшилася у 2019 році до рівня нижче норми (0,66 ГДК).

За результатами комплексної оцінки якості поверхневих вод на основі графічного методу (табл. 1) виявлено, що у 2018-2019 рр. спостерігалися високі значення показників кратності перевищення ГДК для показників ХСК, розчиненого кисню, заліза загального та перманганатної окиснюваності в обох створах. В цілому річкова вода у двох створах спостереження річки Ірша не відповідають вимогам якості.

**Таблиця 1. Результати оцінки рівня забруднення річкових вод за модифікованим індексом забруднення**

Створи	2019		
	ІЗВ	Клас	Характеристика
р. Ірша, 93 км від гирла, Іршанське водосховище, питний водозабір смт Нова Борова	1,074	III	помірно забруднена
р. Ірша, 31 км від гирла, Малинське водосховище, питний водозабір м. Малина	1,153	III	помірно забруднена

Розрахунок ІЗВ за роками у різних створах за 2018-2019 роки показав зменшення забруднення води в обох створах. Так у Іршанському водосховищі спостерігалось зменшення забруднення на 12 %, а у Малинському водосховищі – на 5,5 %.

**Висновки.** За результатами комплексної оцінки якості поверхневих вод на основі графічного методу виявлено, що у 2018-2019 рр. спостерігалися високі значення показників кратності перевищення ГДК для показників ХСК, розчиненого кисню, заліза загального та перманганатної окиснюваності в обох створах. В цілому річкова вода у двох створах спостереження річки Ірша не відповідає вимогам якості.

За модифікованим індексом забруднення виявлено, що найвищий рівень забруднення спостерігається у Малинському водосховищі (р. Ірша, 31 км). Води річки Ірша в обох створах є «помірно забрудненими» та відносяться до III класу якості води, що свідчить про значний антропогенний вплив, рівень якого близький до межі стійкості екосистем.

Отже, за наявного рівня забруднення річки Ірша першочерговим та пріоритетним завданням до виконання у сфері охорони навколишнього природного середовища, раціонального використання природних ресурсів є реалізація заходів, передбачених державними та регіональними цільовими програмами щодо зниження антропогенного навантаження та поліпшення стану поверхневих водних об'єктів.

## **RESEARCH OF THE ECOLOGICAL CONDITION OF THE IRSHA RIVER**

*Yelnikova T.O. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Kotsyuba I.G. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Gerasimchuk O.L. – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,  
Skyba G.V. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Zhytomyr Polytechnic State University,  
kpn\_shto@ztu.edu.ua*

In the modern period of unregulated relations between human society and the environment, anthropogenic impact on aquatic ecosystems causes environmental

problems. In particular, pollution by municipal and industrial wastewater, deterioration of water quality, eutrophication, waterlogging, drying, depletion of the species composition of a biome, etc.

The main purpose of the study is to assess the ecological status of the river Irsha, the left tributary of the Teterev (Dnieper basin). The object of research in this work is the assessment of water quality of the Irsha river, and the subject – a set of hydrochemical and hydrological indicators of the ecological state of the Irsha river within the drinking water intake of Nova Borova and Malyn reservoir, drinking water intake of Malyn for the period 2018-2019.

To achieve this goal, the following tasks were performed: the Irsha river basin within the study area was characterized; a comprehensive assessment of the surface water quality of the Irsha River was performed based on the graphical method; the level of pollution of the Irsha River was estimated according to the modified index. According to the results of a comprehensive assessment of surface water quality based on the graphical method, it was found that in 2018-2019 in general river waters in both observation sites within the Irsha River do not meet quality requirements, there were high values of MPC for dissolved oxygen, total iron and permanganate oxidation in both alignments. According to the modified pollution index, it was found that the highest level of pollution is observed in the Malyn Reservoir (Irsha River, 31 km), and the least polluted is the aquatic environment of the Irsha Reservoir (Irsha River, 93 km).

The relevance of the topic is determined by the importance of using the water of the Irsha River for various purposes: a source of drinking water, energy as a recreational facility, for irrigation, fishing, etc.

Keywords: small rivers, Irsha river, water pollution index (WWI), ecological assessment, anthropogenic impact.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Ігошин М.І. Проблеми відродження та охорони малих річок і водойм. Гідроекологічні аспекти: навч. посіб. для студ. ВНЗ. Одеса:Астропринт, 2010. 230 с.
2. Горев Л.М., Пелешенко В.І., Хільчевський В.К. Гідрохімія України. Київ: Вища шк., 1995. Т. 4. 307 с.
3. Хільчевський В.К., Маринич В.К., Савицький В.М. Порівняльна оцінка якості річкових вод басейну Дніпра. Київ-Луцьк: РВ ЛДТУ, 2002. С. 167–169.
4. Гриб Й.В., Клименко М.О., Сондак В.В. Відновна гідроекологія порушених річкових та озерних систем (гідрохімія, гідрологія, управління): навч. посіб. Рівне: Рівнен. Держ. Техн. Ун-т, 1999. Т. 1. 348 с.
5. Яцик А.В., Жукинський В.М., Чернявська А.П., Єзловецька І.С. Досвід використання «Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями». Київ: Оріяни, 2006. 44 с.
6. Юрасов С.М., Сафранов Т.А., Чугай А.В. Оцінка якості природних вод: навч. посіб. Одеса: Екологія, 2012. 168 с.
7. Колісник А.В., Романчук М.Є., Воловчук Н.О. Оцінка якості та рівня забрудненості річкових вод у межах Житомирської області на основі

- графічного методу та модифікованого індексу. *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. 2019. № 2 (28). С. 38–43. DOI:10/30929/2073-5057.2019.2.38-43 (дата звернення: 16.11.2020).
8. Клименко М.О., Трушева С.С., Гроховська Ю.Р. Відновна гідроекологія порушених річкових та озерних систем: навч. посіб. Рівне: НУВГП, 2004. Т. 3. 211 с.
  9. Регіональна доповідь «Про стан навколишнього природного середовища Житомирської області у 2019 році». Житомирська обласна державна адміністрація. Управління екології та природних ресурсів URL: <http://ecology.zt.gov.ua/StanDov1.html> (дата звернення: 18.11.2020).
  10. Кот І.С. Особливості формування якості природних вод малих річок басейну р. Ірша. *Вісник ЖНАЕУ*. 2014. № 2 (42). Т. 1. С. 214–223.

### REFERENCES

1. Ihoshyn M.I. (2010). *Problemy vidrodzhennia ta okhorony malykh richok i vodoim* [Problems of revival and protection of small rivers and reservoirs]. *Hidroekolohichni aspekty* [Hydroecological aspects]. Odesa: Astroprint. [in Ukrainian].
2. Horiev L.M., Peleshenko V.I., Khilchevskiy V.K. (1995). *Hidrokhimiia Ukrainy* [Hydrochemistry of Ukraine]. Kyiv: Vyscha shk., Vol. 4. [in Ukrainian].
3. Khilchevskiy V.K., Marynych V.K., Savytskyi V.M. (2002). *Porivnialna otsinka yakosti richkovykh vod baseinu Dnipro*. Kyiv-Lutsk: RV LDTU, 167–169. [in Ukrainian].
4. Hryb Y.V., Klymenko M.O., Sondak V.V. (1999). *Vidnovna hidroekolohiia porushenykh richkovykh ta ozernykh system (hidrokhimiia, hidrolohiia, upravlinnia)* [Restorative hydroecology of disturbed river and lake systems (hydrochemistry, hydrology, management)]. Rivne: Rivnen. Derzh. Tekhn. Un-t. Vol. 1. [in Ukrainian].
5. Yatsyk A.V., Zhukynskiy V.M., Cherniavska A.P., Yezlovetska I.S. (2006). *Dosvid vykorystannia «Metodyky ekolohichnoi otsinky yakosti poverkhnevyykh vod za vidpovidnymi katehoriiami»* [Experience of using «Methods of ecological assessment of surface water quality by relevant categories»]. Kyiv: Oriiany. [in Ukrainian].
6. Yurasov S.M., Safranov T.A., Chuhai A.V. (2012). *Otsinka yakosti pryrodnykh vod* [Assessment of natural water quality]. Odesa: Ekolohiia. [in Ukrainian].
7. Kolisnyk A.V., Romanchuk M.Ye., Volovchuk N.O. (2019). *Otsinka yakosti ta rivnia zabrudnenosti richkovykh vod u mezhakh Zhytomyrskoi oblasti na osnovi hrafichnoho metodu ta modyfikovanoho indeksu* [Estimation of quality and level of river water pollution within Zhytomyr region on the basis



- of graphical method and modified index]. *Naukovyi zhurnal «Ekolohichna bezpeka»*. Vol. 2, no. 28, 38–43. [in Ukrainian]. DOI:10/30929/2073-5057. 2019.2.38-43 (accessed 16 November 2020).
8. Klymenko M.O., Trusheva S.S., Hrokhovska Yu.R. (2004). *Vidnovna hidroekolohiia porushenykh richkovykh ta ozernykh system* [Restorative hydroecology of disturbed river and lake systems]. Rivne: NUVHP. Vol. 3. [in Ukrainian].
  9. *Zhytomyrska oblasna derzhavna administratsiia. Upravlinnia ekolohii ta pryrodnykh resursiv* (2020). *Rehionalna dopovid «Pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha Zhytomyrskoi oblasti u 2019 rotsi»* [Regional report «On the state of the environment of Zhytomyr region in 2019». Zhytomyr Regional State Administration. Department of Ecology and Natural Resources]. Zhytomyr. [in Ukrainian]. URL: <http://ecology.zt.gov.ua/StanDov1.html> (accessed 18 November 2020).
  10. Kot I.S. (2014). *Osoblyvosti formuvannia yakosti pryrodnykh vod malykh richok baseinu r. Irsha* [Features of formation of quality of natural waters of small rivers of the Irsha river basin]. *Visnyk ZhNAEU*, Vol. 2, no. 42, 214–223. [in Ukrainian].