

УДК 574.633

Клименко М. О., д.с.-г.н., професор, Гроховська Ю. Р., к.с.-г.н., доцент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ТА ФІТОІНДИКАЦІЯ СТАНУ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ БАСЕЙНУ ПРИП'ЯТІ

Проведена оцінка екологічного стану водойм та водотоків бас. Прип'яті в межах Рівненської області за гідрохімічними показниками і вищими водними рослинами. Обґрунтовано коефіцієнт екологічної якості поверхневого вод за судинними макрофітами згідно вимог Водної Рамкової Директиви ЄС.

Ключові слова: Водна рамкова директива, екологічна класифікація, коефіцієнт екологічної якості, водні рослини, макрофіти.

Згідно Водної Рамкової Директиви ЄС (ВРД) основною метою водоохоронного менеджменту країн Європейського Союзу, до якого прагне приєднатися й Україна, є досягнення «доброго» стану для всіх вод до 2015 року. Встановлення «доброго» стану насправді включає в себе проведення двох оцінок: екологічного стану і хімічного стану. Цікаво, що гідро-морфологічні елементи, хімічні та фізико-хімічні елементи розглядаються у ВРД як такі, що підтримують біологічні елементи. Тобто первинними вважаються саме біотичні показники [1]. Водна флора і фауна розглядається як елемент якості, у т.ч. макрофіти і фітобентос (табл. 1).

У ВРД виділяють п'ять класів якості води. Опис біологічних елементів трьох кращих класів у табл. 1. Води, які не відповідають задовільному стану, мають класифікуватися як води з *поганим* або *дуже поганим* станом.

Опису екологічних особливостей водних об'єктів та оцінці якості поверхневих вод Рівненської області присвячені ряд публікацій [2-5 і ін.], серед яких слід виділити роботу Мельник В.Й. (2002), де подано загальний аналіз еколого-гідрохімічного стану річок Рівненської області впродовж 1964-2000 років [6]. Моніторинг водної рослинності водойм та водотоків бас. Прип'яті проводиться нами, починаючи з 1997 року [3, 13-16].

Фітоіндикація змін природного середовища за вищими водними рослинами і макроводоростями – це перспективний напрям оцінки гідроекосистем, який активно розвивається у останні десятиріччя [7-12].

Таблиця 1

Біологічні елементи якості (EU Water Framework Directive 2000/60/EC)

<i>Елемент</i>	<i>Відмінний стан</i>	<i>Добрий стан</i>	<i>Задовільний стан</i>
Макрофіти та фітобентос	Таксономічний склад відповідає повністю або майже повністю непорушеним умовам. Немає помітних змін у середній розповсюженості макрофітів та фітобентосу	Існують невеликі зміни у складі та розповсюженості таксонів макрофітів та фітобентосу порівняно з типоспецифічними угрупованнями. Такі зміни не свідчать про будь-який прискорений розвиток фітобентосу або вищих форм рослинності, що могло б призвести до небажаних змін у балансі організмів, які наявні у водному об'єкті, або щодо фізико-хімічної якості води чи осаду. Фітобентосне угруповання не зазнає негативного впливу бактеріальних пучків та оболонки, наявних через антропогенну діяльність	Склад таксонів макрофітів та фітобентосу помірно відрізняється від типоспецифічного угруповання та значно більше деформований, ніж при доброму стані. Наявні помірні зміни в середній розповсюженості макрофітів та фітобентосу. Бактеріальні пучки та оболонки, що з'явилися у результаті антропогенної діяльності, можуть втручатись у фітобентосні угруповання та, у деяких випадках, їх замінювати

Можливості фітоіндикації обмежуються гідрологічними факторами, які впливають на поширення і видову різноманітність макрофітів. Проте, для водойм, а також малих річок рівнинної зони з незначною швидкістю течії, це досить перспективний спосіб оцінки.

Метою роботи була оцінка екологічного стану водойм та водотоків бас. Прип'яті в межах Рівненської області за гідрохімічними показниками і вищими водними рослинами та обґрунтування біотичного коефіцієнта оцінки стану гідроекосистем за судинними макрофітами, згідно вимог ВРД.

Для цього ми використали дані гідрохімічного контролю якості поверхневих вод Департаменту екології та природних ресурсів Рівненської облдержадміністрації за 2009-2013 рр., а також власні дослідження водної рослинності у 2007-2013 рр.

До числа найбільших річок Рівненської області, які підлягають контролю у мережі СЕМ, належать Стир, Горинь, Случ (бас. Прип'яті).

Найвідомішими малими річками регіону є наступні: Устя, Замчисько і Вілія (притоки Горині), Корчик (притока Случі), Льва (притока Ствиги). Серед озер найбільші Нобель (4,99 км²), Біле (4,53 км²), Острівське (1,12 км²), Сосно (1,1 км²) [2].

Результати гідрохімічних аналізів дають можливість визначати класи якості води у вигляді інтегральної характеристики. Нами використано підхід до визначення класів якості за індексом забрудненості води (ІЗВ), залежно від значення якого водні об'єкти розділяють на 7 класів [17].

Як методичну базу для виконання гідроекологічної оцінки застосували «Методику екологічної оцінки поверхневих вод за відповідними категоріями», кількісним узагальненням якої є інтегральний екологічний індекс (I_e), який встановлюється за трьома блоковими індексами (за компонентами сольового складу, трофо-сапробіологічними показниками і специфічними показниками токсичної і радіаційної дії) [18].

Першим завданням гідроекологічних досліджень є з'ясування відповідності гідрохімічних показників водойм та водотоків басейну р. Прип'ять в межах Рівненської області рибогосподарським вимогам і класифікація водних об'єктів за екологічними нормативами.

Відповідність рибогосподарським вимогам. Проведений аналіз та оцінка якості поверхневих вод басейну Прип'яті в межах Рівненської області у 2009-2013 роках за рибогосподарськими нормативами показав, що в усіх створах спостерігалися перевищення за вмістом міді (3-74 ГДК_{риб}) і легкоокиснюваних органічних речовин (1,1-4,0 ГДК_{риб} за БСК₅). У більшості створів зафіксовано перевищення рибогосподарських нормативів за вмістом заліза (1,1-16,4 ГДК_{риб}), марганцю (1,1-18,8 ГДК_{риб}) і цинку (1,1-16 ГДК_{риб}).

Максимальні перевищення рибогосподарських нормативів за вмістом міді у воді (68-74 ГДК_{риб}) зафіксовано на малій річці Стави. Критично високий вміст цього важкого металу у воді Ікви (до 62 ГДК_{риб}), Случі та Усті (до 56 ГДК_{риб}). У створі річки Замчисько нижче скиду з очисних споруд м. Костопіль зафіксовано максимальний показник БСК₅ (4,0 ГДК_{риб}).

Інтегральна оцінка якості поверхневих вод за значенням ІЗВ показала, що практично у всіх контрольних пунктах вода забруднена, а діапазон оцінок лежить у межах III-VII класів (рис. 1). У 13% створів вода надзвичайно брудна (VII клас).

Оцінка якості води за критеріями забруднення компонентами сольового складу показала, що поверхневі води басейну Прип'яті належать до I-II класів за середніми і найгіршими значеннями. За трофо-сапробіологічними критеріями поверхневі води регіону перебувають в

межах II-III класів за середніми і II-V класів за найгіршими значеннями блокового індексу (I_2). Найчастіше найгіршим показником з числа критеріїв блоку (7 категорія) виявлявся вміст фосфатів, дещо рідше нітритів, амонійного азоту і рівень ХСК. За критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії якість поверхневих вод регіону віднесена до 2-3 категорії за середніми і 3-7 категорії за найгіршими значеннями, переважно за високим вмістом міді.

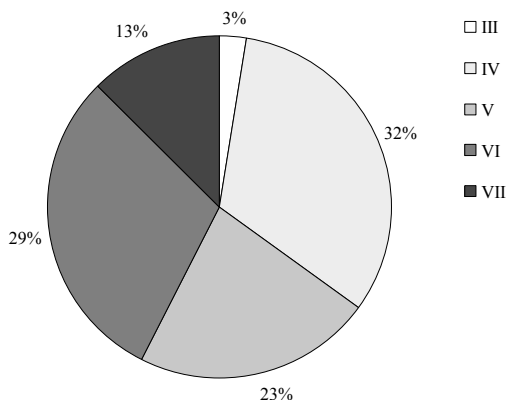


Рис. 1. Інтегральна оцінка якості поверхневих вод Рівненщини

Клас якості води	Оцінка якості (характеристика) води
III	Помірно забруднені
IV	Забруднені
V	Брудні
VI	Дуже брудні
VII	Надзвичайно брудні

За підсумковим інтегральним індексом (I_e) водні об'єкти відносяться до II класу якості води за середніми показниками (2-3 категорії) тобто характеризуються, як «чисті» і «досить чисті». За найгіршими показниками – до II-III класів (3-5 категорії), і характеризуються спектром оцінок: «досить чисті» – «слабко забруднені» – «помірно забруднені». За класифікацією трофності водотоки оцінюються як мезотрофні або евтрофні.

Інтенсивнішого впливу господарської діяльності (промислові підприємства, населені пункти, сільське господарство та ін.) зазнає басейн Горині, що призвело до значного зниження якості води річки у окремих створах – до рівня помірно забруднених (III клас, 5 категорія) за найгіршими показниками.

Найгірша якість води малої річки Устя, яка в Системі екологічного моніторингу (СЕМ) контролюється в 10 пунктах від витоків до гирла (рис. 2). Тут виявлено високі концентрації азоту нітритного, міді, марганцю і цинку, високі значення ХСК і БСК₅. Максимального антропогенного впливу водотік зазнає у середній течії, а саме – шляхом надходження недоочищених стічних вод від очисних споруд міст Рівне та Здолбунів (рис. 2, пункт контролю 8). Тут за чинною методикою оцінки якості вод за відповідними категоріями вода річки відповідала IV класу, 6 категорії, тобто була «поганою», «брудною» при обчисленні I_e за найгіршими значеннями.

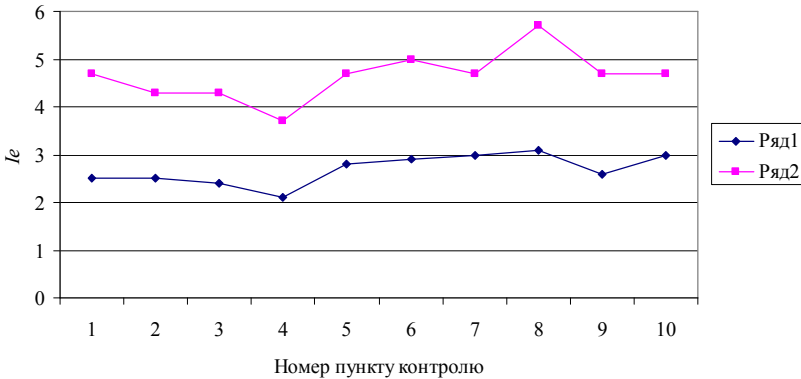


Рис. 2. Гідроекологічний профіль р. Устя за значенням комплексного екологічного індексу (за даними 2009-2011 рр.)

- Ряд 1 – за середніми значеннями
- Ряд 2 – за найгіршими значеннями

Серед водних об'єктів регіону, які підлягають контролю у мережі СЕМ, найкраща якість у озері Білому (Володимирецький район) (табл. 2). Територія озера відноситься до «Білоозерського» відділення Рівненського природного заповідника. Тут унікальне поєднання болотних, озерних і лісових природних комплексів Західного Полісся. Екосистема озера зазнає значного рекреаційного навантаження як улюблене місце відпочинку мешканців міста Кузнецовська і області, база для проведення молодіжного фестивалю.

Таблиця 2

Оцінка якості води о. Біле за екологічною класифікацією (дані 2013 р.)

$I_e/I_{e(\max)}$	Факторні індекси (для I_e)					Клас і категорія якості води	Назва за їх природним станом	
	I_1	Найгірші показники	I_2	Найгірші показники	I_3			Найгірші показники
1,9/4	1 1	SO ₄ ²⁻ Cl	2,6 6	ХСК	2,2 5	Cu	II кл. 2 кат. III кл. 3 кат.	Дуже добрі Добрі

Біоіндикаційні методи оцінки дозволяють комплексно оцінити стан водного середовища, на відміну від гідрохімічних показників, які дають диференційовану картину якості води. Дослідження рослинності має важливе індикаційне значення і використовується для структурно-функціональної характеристики гідроекосистем, визначення загроз антропогенного походження для водного середовища та погіршення якості вод.

Згідно ВРД, для забезпечення порівнянності моніторингових систем, результати систем, з якими працює кожна держава-член, повинні бути виражені як коефіцієнти екологічної якості. Коефіцієнт повинен бути виражений числовим значенням між нулем і одиницею, при цьому відмінний екологічний стан буде представлений величинами, близькими до одиниці, а поганий екологічний стан — значеннями, близькими до нуля [1].

Відповідно до вимог ВРД і на підставі попередніх досліджень індикаційних ознак водної рослинності [1, 3, 13-16], нами запропоновано біотичний коефіцієнт оцінки стану гідроекосистем за судинними макрофітами, який можна обчислити за формулою:

$$k_m = \frac{\sum_{i=1}^n z_i}{sN}, \quad (1)$$

де N – загальне число видів на 10 майданчиках по 50 м² ($N > 10$); n – число занурених видів + число індикаторів (чутливих видів) ($n > 0$); s – коефіцієнт природної сприятливості для розвитку ВВР, введений для можливості порівняння водних об'єктів або їх ділянок, що відрізняються за гідрологічними та гідрофізичними характеристиками; z_i – коефіцієнт значущості індикатора, визначений залежно від чутливості виду до забруднень [3, 13].

Коефіцієнт набуває значень від 0 до 1 з відповідною градацією (табл. 3).

Таблиця 3

Класифікація поверхневих вод за значенням біотичного коефіцієнта

Значення k_m	Стан водного середовища
>0,91	Відмінний
0,61-0,9	Добрий
0,31- 0,6	Задовільний
0,11 – 0,3	Поганий
<0,1	Дуже поганий

Біотичний коефіцієнт (k_m) можна використовувати для оцінки екологічного стану малих річок, озер та штучних і антропогенно змінених водойм. За вимогами ВРД, для біологічних елементів якості моніторинг повинен бути здійснений щонайменше один раз протягом періоду контрольного моніторингу. Для водної флори він складає 3 роки [1].

Для річки Устя (рис. 3) коефіцієнт набуває значень від 0,17 – на найбруднішій ділянці (стан водного середовища поганий) до 0,58 – на ділянці з мінімальним антропогенним забрудненням (стан водного середовища задовільний).

Для порівняння результатів оцінки за гідрохімічними показниками та біотичним коефіцієнтом (k_m) ми використали дані про водойму з найкращою якістю води – о. Біле (Володимирецький р-н). За даними 2013 р., біотичний коефіцієнт за судинними макрофітами для озера становив 0,89 (стан водного середовища добрий).



Рис. 3. Профіль річки Устя за значенням біотичного коефіцієнта

На озері розріджені зарості повітряно-водних рослин із домінуванням очерету звичайного, комишу озерного, ситняка болотяного. З нейстофітів часто трапляється рдесник плаваючий. Серед занурених рослин найпоширеніші кушир, рдесники, водопериця і елодея. На глибині

0,5-1,2 м трапляється рідкісний вид плавушник озерний (*Isoetes lacustris* L.), який занесений до Червоної книги України. Серед вищих водних рослин найчутливішими до екологічного стану водних об'єктів виявляються саме раритетні види та угруповання, які таким чином виступають його індикаторами [16].

Отже, у всіх контрольованих річках Рівненщини спостерігалися перевищення рибогосподарських нормативів якості води за вмістом нітритів, міді, марганцю, заліза, а також за показниками БСК₅ і ХСК. Інтегральна оцінка якості поверхневих вод за значенням ІЗВ показала, що практично у всіх контрольних пунктах вода забруднена, а діапазон оцінок лежить у межах III – VII класів. У 13% створів вода надзвичайно брудна.

За нормативами «Методики екологічної оцінки поверхневих вод за відповідними категоріями» водні об'єкти відносяться до II класу за середніми показниками (2-3 категорії) тобто характеризуються, як «чисті» і «досить чисті». За найгіршими показниками – до II-III класів (3-5 категорії), і характеризуються, як «досить чисті» – «слабко забруднені» – «помірно забруднені».

Обґрунтовано біотичний коефіцієнт оцінки стану гідроекосистем за судинними макрофітами (k_m), який можна використати для оцінки стану малих річок, озер, штучних і антропогенно змінених водойм. Оцінка сучасного екологічного стану водних об'єктів за гідрохімічними показниками і біотичним коефіцієнтом (k_m) співпадають. Зокрема, для найбруднішого водного об'єкта області – р. Устя, біотичний коефіцієнт набуває значень від 0,17 (стан водного середовища поганий) до 0,58 (стан водного середовища задовільний). Для водойми з найкращою у регіоні якістю води – о. Біле, коефіцієнт становив 0,89 (стан водного середовища добрий).

1. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення: Вид. офіційне. – К. : Твій формат, 2006. – 240 с.
2. Коротун І. М. Географія Рівненської області / І. М. Коротун, Л. К. Коротун. – Рівне, 1996. – 274 с.
3. Клименко М. О. Оцінка екологічного стану водних екосистем річок басейну Прип'яті за вищими водними рослинами / М. О. Клименко, Ю. Р. Гроховська. – Рівне : НУВГП, 2005. – 194 с.
4. Клименко М. О. Гідрохімічна характеристика річки Устя / М. О. Клименко, Ю. Р. Гроховська // Вісник НУВГП: Збірн. наук. праць. – 2006. – Випуск 3 (35). – С.10–17.
5. Клименко М. О. Кругообіг важких металів у водних екосистемах / М. О. Клименко, О. О. Бедункова. – Рівне : НУВГП, 2008. – 216 с.
6. Мельник В. Й. Екологічна оцінка та екологічні нормативи якості води річок Рівненської області: автореф. дис. канд. геогр. наук: 11.00.07 / В. Й. Мельник; Київ. нац. ун-т ім. Т. Шевченка. Геогр. ф-т. – Рівне, 2002. – 18 с.
7. Макрофиты – индикаторы изменений природной среды. / [Ду-

бына Д. В., Стойко С. М., Сытник К. М. и др.]. – К. : Наук. думка, 1993. – 434 с. **8.** Newman J. R. Mean Trophic Rank: A User's Manual / J. R. Newman. – Environmental Agency, Bristol, UK. 1999. – 129 pp. **9.** Schaumburg J. Ecological classification of macrophytes and phytobenthos for rivers in Germany according to the Water Framework Directive / J. Schaumburg et al. // *Limnologica*. – (2004) 34. – Pp. 283–301. **10.** Toso E. Metodologie analitiche della componente vegetazionale negli ambienti di acque correnti (Macrofite) / E. Toso *et al.*. – Centro Tematico Acque Interne e Marino Costiere, 2004. – 57 pp. **11.** Зуева Н. В. Характеристики макрофитов в оценке качества воды малых рек Санкт-Петербурга / Н. В. Зуева, М. А. Мостовая, А. И. Лешукова // Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем. Сборник материалов международной конференции. – СПб. : Любавич, 2011. – С. 137–142. **12.** Дідух Я. П. Фітоіндикація екологічних факторів / Я. П. Дідух, П. Г. Плюта. – Київ : Наук. Думка, 1994. – 280 с. **13.** Гроховська Ю. Р. Фітоіндикація антропогенного забруднення водних екосистем: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 03.00.16 «Екологія» / Ю. Р. Гроховська – Рівне, 2002. – 20 с. **14.** Гроховська Ю. Р. Флористичні особливості вищої водної рослинності річки Устя / Ю. Р. Гроховська // Вісник НУВГП: Збірн. наук. праць. – Вип. 2(30). – Рівне, 2005. – С. 200–206. **15.** Клименко М. О. Накопичення важких металів гідрофітами / М.О. Клименко, Ю.Р. Гроховська, О. О. Бедункова // Вісник НУВГП: Збірн. наук. праць. – Вип. 1(33). – Рівне, 2006. – С. 159–164. **16.** Гроховська Ю. Р. Раритетні види та угруповання вищих водних і прибережно-водних рослин Рівненської області / Ю. Р. Гроховська, В. О. Володимирець, С. В. Кононцев // Вісник НУВГП: Збірн. наук. праць. – Вип. 2(62). – Рівне, 2013. – С. 182–197. **17.** Кичигин В. И. Исследование физико-химических характеристик поверхностного стока населенных пунктов / В. И. Кичигин, П. Г. Быкова // ВСТ. – 2002. – № 11. – С. 28. **18.** Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В. Д. Романенко, В. М. Жукинський, О. П. Оксіюк та ін. – К. : СИМВОЛ-Т, 1998. – 28 с.

Рецензент: к.с.-г.н., професор Прищеп А. М. (НУВГП)

**Klymenko M. O., Doctor of Agricultural Science, Professor,
Hrokhovska Y. R., Candidate of Agricultural Science, Associate
Professor** (National University of Water Management and Nature
Resources Use, Rivne)

HYDROECOLOGICAL MONITORING AND PHYTOINDICATION OF PRIPYAT BASIN AQUATIC ECOSYSTEMS

**An assessment of the ecological state of water bodies and watercourses
watershed Pripyat within the Rivne region on hydrochemical indices
and higher aquatic plants is presented. Ecological quality ratio of**

surface waters on vascular macrophytes according to the requirements of the E.U. Water Framework Directive is substantiated.

Keywords: Water Framework Directive, ecological classification, ecological quality ratio, aquatic plants, macrophytes.

Клименко Н. А., д.с.-х.н., профессор, Гроховская Ю. Р., к.с.-х.н., доцент (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И ФИТОИНДИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ БАССЕЙНА ПРИПЯТИ

Проведена оценка экологического состояния водоемов и водотоков бас. Припяти в пределах Ровенской области по гидрохимическим показателям и высшим водным растениям. Обоснован коэффициент экологического качества поверхностных вод по сосудистым макрофитам согласно требованиям Водной Рамочной Директивы ЕС.

Ключевые слова: Водная рамочная директива, экологическая классификация, коэффициент экологического качества, водные растения, макрофиты.
