УДК 504.45: 591.541

Бєдункова О. О., к.с.-г.н., доцент, Мороз Ю., студент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

ОЦІНКА ЕКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД РІЧКИ ЗАМЧИСЬКО

Згідно відповідних методик, оцінено рівень токсичності поверхневих вод річки Замчисько у сучасний період. З'ясовано, що впродовж 2009–2012 років вода відносилась до IV–V класів якості; за вмістом міді та важких металів характеризувалась переважно як гіпертоксична, за вмістом фторидів від мезо- до політоксичної.
***Ключові слова*: поверхневі води, якість води, рівні забруднення, токсичність.**

Вступ. Останніми десятиліттями обов'язковими складовими частинами гідроекологічної оцінки впливу людини на водойми є еколого-токсикологічна характеристика. Це обумовлено тим, що антропогенний вплив на екосистеми, зокрема водні, супроводжується зміною природних хімічних властивостей води, внаслідок збільшення вмісту шкідливих речовин або домішок як неорганічної (важкі метали, мінеральні солі, кислоти, луги та інші шкідливі речовини), так і органічної природи (нафта та нафтопродукти, органічні розчинники, СПАР, пестициди, феноли та ін.) [1]. З появою токсичних речовин вода набуває негативних властивостей. Процес токсикації поширюється на донні відклади, прибережні ґрунти, зависі та водні організми, які накопичують токсичні речовини в органах і тканинах [2]. Крім того, речовини, які потрапляють у гідросферу – від простих елементів до найскладніших хімічних сполук, взаємодіючи між собою, підсилюють токсичну дію один одного (синергізм) або сумують її (адитивність) [3]. Саме тому, існуючі державні норми якості води в різних галузях народного господарства найсуворіше регламентують наявність токсичних речовин.

Аналіз останніх досліджень. Еколого-токсикологічна характеристика водойм передбачає визначення вмісту власне забруднюючих речовин (пестицидів, важких металів, нафтопродуктів, фенолів, СПАР та інших) та оцінку міграції, трансформації й накопичення їх у водних системах, в абіотичній частині (вода та донні відклади) і в гідробіонтах різних трофічних рівнів.

Аналіз літературних джерел, щодо оцінки токсичності поверхневих вод, свідчить, що найбільш розповсюджений у даний час підхід базу-

ється на зіставленні результатів хімічного складу з відповідними нормативними показниками.

Так, після масової загибелі вугра європейського в гідроекосистемі оз. Чорне Велике, еколого-токсикологічні дослідження зводились до визначення вмісту нафтопродуктів та важких металів у воді та донних відкладах. При цьому було встановлено, що вміст нафтопродуктів в озерній воді перевищував $ГДК_{рибгосп}$ у 2,8–8,0 разів, з найвищими концентраціями у придонних шарах води та мілководдях [4].

Визначення особливостей гідроекологічного стану басейну р. Інгулець, яка зазнає регулярного впливу високомінералізованих промислових стічних вод, також зводилось до порівняння гідрохімічних показників поверхневих вод з вимогами, що ставляться до водойм рибогосподарського призначення. Якість води по створах спостережень оцінювалась в межах II-IV класів, з відповідною характеристикою за ступенем чистоти від “досить чиста” та “брудна”[5].

Для оцінки гідроекосистем р. Прут в межах Карпатського національного природного парку за норматив якості також приймались ГДК ОБРВ для водойм рибогосподарського призначення. Автором розроблено градацію оцінки гідроекологічного потенціалу та стану гідроекосистеми р. Прут, на підставі розрахунків перевищення допустимих значень концентрацій речовин у воді над фактичними з діленням результату на кількість використаних показників [6].

Досить цікавим, на наш погляд, є дослідження залежності між узагальненим показником рівня забрудненості води та її токсичними властивостями [7]. Тут порівнюються фактичні значення концентрацій із встановленими нормативами ГДК для води водних об’єктів рибогосподарського призначення Дніпропетровської і Запорізької областей. На основі отриманих даних, автори, розраховували коефіцієнти забрудненості води. Одночасно у тих же пробах води визначали наявність або відсутність гострої летальної токсичності методами біоіндикації. Співставлення рівнів забрудненості і токсичності показало, що тільки у 7 випадках (23,3%) із загальної кількості проб води результати оцінки якості води за обома показниками збігались. Так, всі проби води, що досліджувались, було розподілено на три групи: перша група характеризується більшим рівнем токсичності у порівнянні із рівнем забрудненості води (від 3 до 20 разів), до другої групи належать проби води, в яких практично однакові рівні токсичності і забрудненості води, у третій групі простежується наявна закономірність у перевищенні рівня забрудненості води над рівнем токсичності (від 3 до 18 разів).

Не можна оминути і підходи теоретичної токсикометрії при оцінках стану поверхневих вод. Нагадаємо, що остання є розділом токси-

кології, що розробляє та вдосконалює методи кількісної оцінки токсичності хімічних речовин. Саме завдяки методам токсикометрії було встановлено, що речовини, які містяться в воді в концентраціях у 1,5–2 рази вищих за ГДК, можна вважати чинниками малої інтенсивності, які в результаті тривалого надходження перебування у поверхневих водах чинять на біоту неспецифічний (хронічний) вплив [2, 3].

Отже, в сучасних еколого-токсикологічних дослідженнях поверхневих вод, незмінними лишаються саме методи з використанням нормованих значень забруднюючих речовин. Без сумніву, такий підхід є повністю виправданим. Однак, існує думка про ”уніфікованість” значень ГДК, які не враховують індивідуальні гео- та гідрохімічні особливості водойм [5, 8] (йдеться про фонові концентрації речовин) і тим самим, можуть бути причиною необ’єктивних результатів оцінок. Альтернативою тут виступає використання оптимальних та допустимих екологічних нормативів якості поверхневих вод для окремих регіонів [8] або проведення гідроекологічного районування басейнів водойм, враховуючи особливості формування їх гідрохімічного режиму [9].

Подібні розробки, не зважаючи на свою актуальність, є вкрай мало чисельними, оскільки потребують ретельного опрацювання багаторічних даних гідролого-гідрохімічних спостережень, та не нормовані відповідними керівними документами. Це, певною мірою, відображується на результатах сучасних оцінок якості поверхневих вод, які проводять суто за гідрохімічним параметрами, спираючись на загальноприйняті ГДК [10].

Крім того, більшість дослідників приходять висновку про відсутність до теперішнього часу єдиної, достатньо повної та збалансованої комплексної методики оцінки якості води, що задовольняє вимоги екологів і токсикологів, заснованої на сучасних методах формалізації, позбавленої професійного суб'єктивізму використовуваних критеріїв, технологічною для широкого використання і прийнятої на достатньо авторитетному законодавчому рівні.

Методика досліджень. Для отримання найбільш повної еколого-токсикологічної характеристики, ми скористались декількома методиками оцінки якості поверхневих вод за їх гідрохімічними параметрами, які дозволяють отримати уявлення як про загальний екологічний стан води, так і оцінити виключно її токсичні властивості.

Оцінка екологічної оцінки якості поверхневих вод проводилась згідно КНД 211.1.4.010-94 ”Екологічна оцінка якості поверхневих вод суші та естуаріїв України”, що на основі єдиних критеріїв дозволяє зіставляти якість води на окремих ділянках водних об’єктів [11]. Суть методики полягає у встановленні екологічного індексу (Іе), що вклю-

чає до свого складу три комплексні оцінки (індекси), які базуються на трьох блоках показників за показниками, що мають найгірші значення:

$$Ie = \max\{I_1, I_2, I_3\}, \quad (1)$$

де I_1 – індекс вмісту компонентів сольового складу; I_2 – індекс трофосапробіологічних (санітарно-гігієнічних) показників; I_3 – індекс специфічних показників токсичної і радіаційної дії.

Оцінку вмісту токсичних речовин проводили за коефіцієнтом забруднення згідно КНД 211.1.1.106 – 2003 [12]:

$$\gamma_{ijn} = \begin{cases} C_{ijn}/ГДКi, \text{ якщо ГДКi порушено } (C_{ijn} \rangle ГДКi) \\ I, \text{ якщо ГДКi задовольняє } (C_{ijn} \leq ГДКi) \end{cases}, \quad (2)$$

де *i* – порядковий номер і загальна кількість контрольованих показників; *j* – порядковий номер і загальна кількість пунктів (створів) спостережень; *n* – порядковий номер і загальна кількість вимірювань *i-го* показника в *j-му* пункті (створі) за період часу, що аналізують; *n* – загальне число вимірювань *i-го* показника в усіх пунктах (створах) спостережень.

Отримані числові значення дозволяють оцінити стан води за рівнями забрудненості згідно відповідної градації. Коефіцієнт забруднення (КЗ) є узагальненим критерієм оцінки поверхневих вод, що характеризує рівень забрудненості за певним набором показників, до яких можуть бути віднесені суто специфічні речовини токсичної дії.

Для безпосередньої еколого-токсикологічної характеристики, ми скористались методикою Л.П. Брагінського, який згідно з традиційними принципами гідробіологічної класифікації виокремлює і рівні токсичного забруднення (РТЗ) як водних екосистем, так і поверхневих вод зокрема [13]. Принцип оцінки вмісту токсикантів у воді, до яких методика відносить окремо фториди та всі важкі метали, крім міді, полягає у сумації концентрацій, нормованих на ГДК для водойм рибогосподарського призначення:

$$РТЗ = \sum C_i / ГДК_i \ , \quad (3)$$

де C_i – фактичне значення вмісту токсичних речовин у поверхневих водах; $ГДК_i$ – нормоване значення відповідного показника.

Постановка завдання. Метою представленої статті є оцінка сучасного еколого-токсикологічного стану поверхневих вод річки Замчисько, басейн якої зазнає тривалого впливу сільськогосподарського освоєння, урбанізації та промисловості.

Результати досліджень. Гідрохімічний режим р. Замчисько аналізувався за даними 2009–2012 років по відповідних створах спостережень, які входять до програми моніторингу Рівненської обласної екологічної інспекції: створ № 1 – 4,5 км вище м. Костопіль, в межах с. Мала Любаша; створ № 2 – в межах м. Костопіль, 0,1 км вище скиду

з о/с ТзОВ «СвиспанЛімітед»; створ № 3 – в межах м. Костопіль, 0,15 км нижче скиду з о/с ТзОВ «СвиспанЛімітед»; створ № 4 – м. Костопіль, нище скиду «Костопільводоканал»; створ № 5 – с. Велика Любаша, 9 км нижче м. Костопіль.

Результати проведеної екологічної оцінки якості поверхневих вод річки Замчисько із встановленням блокових та інтегрального індексу якості представлено на рисунку.

Як можна помітити з представлених гістограм, екологічний індекс якості поверхневих вод річки Замчисько за останні чотири роки коливався по дослідних створах в досить широких межах – від 4,88 до 8, що відносило якість води відповідно до III та V класів. Порівняння результатів проведеної оцінки по окремих створах річки дозволяє говорити про найгірші умови для створу № 4, де екологічний індекс характеризував якість води як “занадто погана”, стан водного середовища “незадовільний” – V клас у 2009 році та відповідно, ”погана”, ”перехідний” – IV клас у 2012 році. За виключенням створу № 5, у решті створів результати оцінки за даними 2012 року були найнижчими, щоправда, саме в цей рік кількість гідрохімічних параметрів була значно скорочена програмою моніторингу, передусім для блоку специфічних показників токсичної та радіаційної дії. Визначальним у формуванні якості поверхневих вод річки Замчисько за проаналізований період виявився блок трофо-сапробіологічних показників.

Оскільки для вирішення ряду спеціальних задач дозволяється самостійне використання індексів I_1, I_2, I_3, – що є складовими екологічного індексу I_e [11], згідно поставленої мети, доцільно окремо проаналізувати значення індексів блоку специфічних речовин. Так, його значення були мінімальними (I_3=3,5 – III клас) у 2010 році на витоку річки, а максимальні значення (I_3=6,03 – V клас) мали місце у 2011 р. у створі № 3 та створі № 5. В середньому по річці за дослідний період якість води за блоком специфічних речовин токсичної дії оцінювалась в межах III класу з характеристикою ”посередня”, стан водного середовища – “задовільний”.

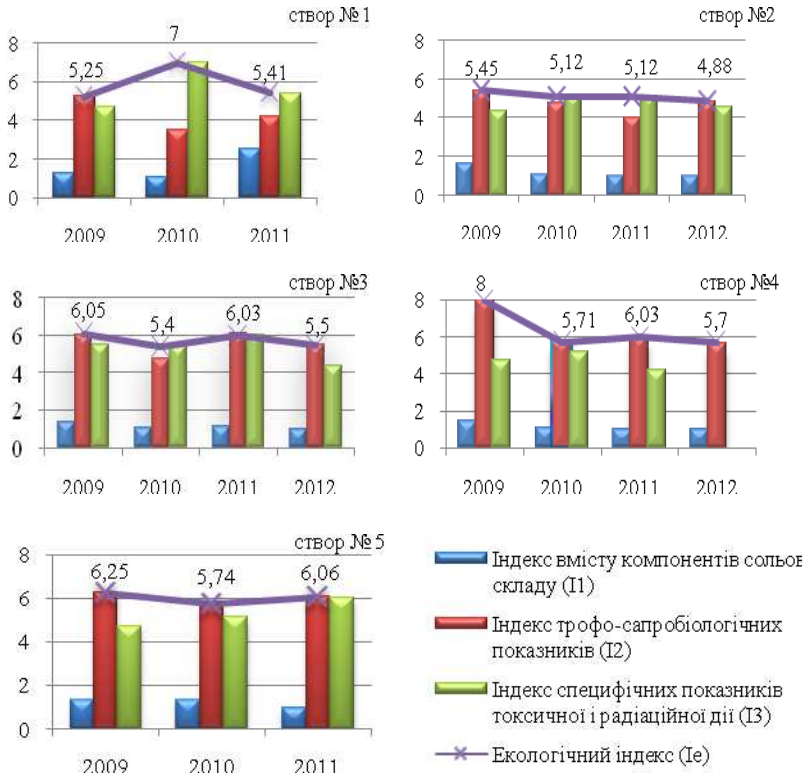

Рисунок. Динаміка величин показників якості води в басейні р. Замчисько за максимальними значеннями блокових та інтегрального екологічного індексів впродовж 2009–2012 років

Розрахунки коефіцієнту забруднення (КЗ) води річки Замчисько токсичними речовинами проводились відповідно до нормативів якості води для водойм рибогосподарського призначення [14]. Результати проведеної оцінки наведено у таблиці 1.

Отже, згідно проведеної оцінки, помітне погіршення якості води за вмістом в ній токсичних речовин від “помірно забрудненої” у 2009 році до “брудної” у 2010–2011 роках. На жаль, наявні дані гідрохімічного аналізу р. Замчисько 2012 року за блоком специфічних

Таблиця 1

Оцінка КЗ для р. Замчисько за блоком специфічних показників токсичної дії у 2009–2011 рр.

2009 р.		2010 р.		2011 р.	
значення	характе-ристика	значення	характе-ристика	значення	характе-ристика
4,95/4,59	помірно за-бруднена/ помірно за-бруднена	6,66/6,66	брудна/ брудна	5,17/5,03	брудна/ брудна

речовин токсичної та радіаційної дії не дозволяють проводити подібні оцінки, хоча їх попередні результати вказують на необхідність їх контролю.

Визначені рівні токсичного забруднення поверхневих вод річки Замчисько наведено у таблиці 2.

Отже, за весь період, РТЗ поверхневих вод р. Замчисько по всіх пунктах спостережень, – характеризувались як “гіпертоксичні” за вмістом міді. Вміст важких металів у воді річки також оцінював РТЗ переважно як “гіпертоксичні”; вміст фторидів здебільшого мав мезотоксичність (α і β) та політоксичність.

Висновки. Проведена оцінка сучасного еколого-токсикологічного стану р. Замчисько дозволяє узагальнити наступне:

- впродовж 2009–2012 років якість поверхневих вод належала до IV–V класів, при чому визначальним був блок трофо-сапробіологічних показників;
- блок специфічних речовин токсичної дії за цей період в середньому по річці оцінювався на рівні III класу з характеристикою ”посередня”, стан водного середовища ”задовільний”;
- помічено погіршення якості води за вмістом в ній токсичних речовин від “помірно забрудненої” у 2009 році до “брудної” у 2010–2011 роках;
- за вмістом міді та важких металів вода оцінюється як “гіпертоксична”, за вмістом фторидів “мезо(α і β)- ” та “політоксична”.

Таблиця 2

Оцінка поверхневих вод річки Замчисько за рівнями токсичного забруднення у 2009–2012 рр.

Пункти спостережень	Мідь	Важкі метали	Фториди
2009 рік			
створ №1	гіпертоксичність	гіпертоксичність	*β*-мезотоксичність
створ №2	гіпертоксичність	гіпертоксичність	*β*-мезотоксичність
створ №3	гіпертоксичність	гіпертоксичність	*β*-мезотоксичність
створ №4	гіпертоксичність	гіпертоксичність	*α*-мезотоксичність
створ №5	гіпертоксичність	гіпертоксичність	*α*-мезотоксичність
Сер. по річці	гіпертоксичність	гіпертоксичність	*β*-мезотоксичність
2010 рік			
створ №1	гіпертоксичність	гіпертоксичність	*β*-мезотоксичність
створ №2	гіпертоксичність	гіпертоксичність	політоксичність
створ №3	гіпертоксичність	гіпертоксичність	політоксичність
створ №4	гіпертоксичність	гіпертоксичність	політоксичність
створ №5	гіпертоксичність	гіпертоксичність	політоксичність
Сер. по річці	гіпертоксичність	гіпертоксичність	політоксичність
2011 рік			
створ №1	гіпертоксичність	гіпертоксичність	політоксичність
створ №2	гіпертоксичність	гіпертоксичність	*α*-мезотоксичність
створ №3	гіпертоксичність	гіпертоксичність	*α*-мезотоксичність
створ №4	гіпертоксичність	*β*-мезотоксичність	*α*-мезотоксичність
створ №5	гіпертоксичність	оліготоксичність	-
Сер. по річці	гіпертоксичність	політоксичність	*β*-мезотоксичність
2012 рік			
створ №1	-	-	-
створ №2	-	гіпертоксичність	-
створ №3	-	гіпертоксичність	-
створ №4	-	гіпертоксичність	-
створ №5	-	-	-
Сер. по річці	-	гіпертоксичність	-

1. Филенко О. Ф. Основы водной токсикологии / Филенко О. Ф., Михеева И. В. – М. : Колос, 2007. – 144 с. **2.** Водная токсикологи / Метелев В. В. и др.– М. : Колос, 1971, – 247 с. **3.** Майстренко В. Н. Экологический мониторинг суперэкотоксикантов / Майстренко В. Н., Хамитов Р. З., Будников Г. К. – М. : Химия, 1996. – 320 с. **4.** Гідроекологія озерних екосистем України. Шацькі озера. Екологічна токсикологія: озеро Чорне Велике (огляд). Ч. 2 / Ситник Ю. М., Осадча Н. М., Шевченко П. Г., Киричук Г. Є., Забитівський Ю. М. // Вісн. Жи-

томир. Держ. ун-ту ім. І. Франка. – 2007. – Вип. 35. – С. 232-235. **5**. Руденко Р. В. Про зміну хімічного складу води річки Інгулець / Р. В. Руденко, В. К. Хільчевський // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2005. – № 8. – С. 47-61. **6.** Архіпова Л. М. Гідроекологічний потенціал поверхневих вод Карпатського національного природного парку / Л. М. Архіпова // Науковий вісник НЛТУ України. – Вип. 21.3. – 2011. С. 74–79. **7.** Крайнюков О. М. Дослідження залежності між узагальненим показником рівня забрудненості води та її токсичними властивостями / О. М. Крайнюков // Збірник наукових статей ІІІ-го Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю. – Вінниця, 2011. – Том. 1. – С. 207-209. **8.** Клименко М. О. Екологічні нормативи якості води річок Рівненської області: методологія, результати / Клименко М. О., Мельник В. Й. // Вісник Рівненського державного технічного університету : зб. наук. пр. – Рівне, 2000. – Випуск 4(6). – С. 30-36. **9.** Кравчинський Р. Л. Про гідро екологічне районування басейну р. Інгулець / Кравчинський Р. Л., Хільчевський В. К. // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2011. – Т. 1(22). – С. 43-51 **10.** Шитиков В. К. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации / Шитиков В. К., Розенберг Г. С., Зинченко Т. Д. – Тольятти : ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с. **11.** Екологічна оцінка якості поверхневих вод суші та естуаріїв України. Методика. КНД 211.1.4.010 - 94. – Київ, 1994. – 37 с. **12.** Організація та здійснення спостережень за забрудненням поверхневих вод (в системі Мінекоресурсів). КНД 211.1.1.106-2003. – Київ, 2003. – 70 с. **13.** Брагинский Л. П. Некоторые принципы классификации пресноводных экосистем по уровням токсической загрязненности / Л. П. Брагинский // Гидробиол. журн. – 1985. – Т. 21. № 6. – С. 65-74. **14.** Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. – М. : ВНИИРО, 1999. – 304 с.

Рецензент: д.с.-г.н., профессор Клименко М. О. (НУВГП)

Biedunkova O. O., Candidate of Agricultural Science, Associate Professor, Moroz Y., Senior Student (National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne)

ASSESSMENT OF THE ENVIRONMENTAL AND TOXICOLOGICAL EVALUATION OF SURFACE WATER OF THE RIVER ZAMCHYSKO

According to the methodology of the assessment of the toxicity level of the surface water of the river Zamchisko. It is established that during 2009-2012 water belonged to the IV-V quality classes; copper content and heavy metals characterized mainly as hypertoxic, on the content of fluoride from meso - up to politoxic.

***Keywords*: surface water, water quality, levels of pollution and toxicity.**

Бедункова О. А., к.с.-х.н., доцент, Мороз Ю., студент
(Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОЦЕНКИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД РЕКИ ЗАМЧИСЬКО

Согласно соответствующих методик, проведена оценка уровня токсичности поверхностных вод речки Замчисько. Установлено, что на протяжении 2009–2012 годов вода относилась к IV–V классам качества; по содержанию меди и тяжелых металлов характеризовалась преимущественно как гипертоксичная, по содержанию фторидов от мезо- до политоксичной.
***Ключевые слова*: поверхностные воды, качество воды, уровни загрязнённости, токсичность.**