

УДК 556.531

ВИЗНАЧЕННЯ АНТРОПОГЕННИХ НАВАНТАЖЕНЬ ТА ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ В БАСЕЙНІ Р. КРИВИЙ ТОРЕЦЬ (ЗА ПРОГРАМОЮ ПІДТРИМКИ ЄС ВОДНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ)

Н. С. Лобода, І. В. Катинська

Одеський державний екологічний університет,
вул. Львівська, 15, 65016, Одеса, Україна, natalie.loboda@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0002-0794-9951>
<https://orcid.org/0000-0001-9152-0471>

Актуальність роботи полягає в необхідності реалізації розрахункових методів, запропонованих Водною Рамковою Директивою, спрямованих на оцінки антропогенних навантажень та установлення ризиків недосагнення екологічних цілей для різних водних об'єктів. Об'єктом досліджень є річка Кривий Торець, яка відноситься до однієї з найбільш забруднених річок України. Предметом досліджень є показники антропогенного навантаження на стан поверхневих вод річки та визначення ризиків недосагнення доброго екологічного статусу басейну.

Метою роботи є визначення основних антропогенних навантажень та їхніх впливів на стан поверхневих вод МПВ р. Кривий Торець – м. Дружківка та оцінка ризику невиконання екологічних цілей. Для цього були використані дані гідрохімічних спостережень до 2018 року включно, що порівнювалися з встановленими пороговими значеннями показника антропогенного навантаження. Наказом Міністерства екології та природних ресурсів України № 4 від 14 січня 2019 року, пункт моніторингу р. Кривий Торець – м. Дружківка відноситься до «істотно зміненого» масиву поверхневих вод. Відповідно до проведення гідроморфологічного моніторингу в РБР (район басейну річки) Дон та оцінки гідроморфологічних показників в рамках проекту Координатора проектів ОБСЄ в Україні «Допомога в розширенні системи моніторингу довкілля на Донбасі», в роботі було встановлено, що МВП р. Кривий Торець віднесено до «істотно зміненого» через масштабні спрямлення русла. У запропонованій роботі згідно із «Методичні рекомендації щодо визначення основних антропогенних навантажень та їхніх впливів на стан поверхневих вод» були зроблені оцінки антропогенних навантажень від точкових джерел (скиди стічних вод) та з дифузних джерел (рослинництво та тваринництво). Установлено, що за внеском об'єму стічних вод у річний стік р. Кривий Торець не підлягає екологічному ризику. За обсягом надходження стічних вод (індикатор P_{CB}) від точкових джерел та за впливом рослинництва (індикатор I_{CB}) і тваринництва (індикатор I_{TB}) виявлено існування ризику недосагнення доброго екологічного статусу. За хімічними та фізико-хімічними показниками перевищення граничних значень встановлено для амонію. Визначення зон екологічного ризику та процентилей виконано із використанням інтегральних кривих розподілу гідрохімічних показників у створі р. Кривий Торець – м. Дружківка. Найбільші значення показників антропогенного навантаження відповідають скиду стічних вод (точкові джерела забруднення) та тваринництву (дифузні джерела забруднення).

Ключові слова: річка Кривий Торець, масив поверхневих вод (МПВ), показники антропогенних навантажень, ризик недосагнення екологічних цілей.

1. ВСТУП

Згідно Водної Рамкової Директиви (ВРД) ЄС (ВРД ЄС 2000/60/ЄС, 2000; Directive 2000/60/EC, 2000) для кожного з основних річкових басейнів України має бути розроблений план управління, метою якого є досягнення у встановлені строки екологічних цілей – «доброго» екологічного статусу масивів поверхневих та підземних вод, а та-

кож «доброго» екологічного потенціалу штучних або істотно змінених масивів поверхневих вод [1, 2]. Згідно з Водним кодексом України масив поверхневих вод (МПВ) є водним об'єктом (річка, озеро та інше) або його частиною. Кожний МПВ підлягає моніторингу. Відповідно до Методики визначення масивів поверхневих та підземних вод, затвердженої

Наказом Міністерства екології та природних ресурсів України № 4 від 14 січня 2019 року [3] пункт моніторингу р. Кривий Торець відноситься до «істотно зміненого» масиву поверхневих вод (код МВП – UA_M6.5.1_0267, тип МВП – UA_R_16_L_1_Si (велика річка на низовині в силікатних породах)).

З метою впровадження задач співробітництва ЄС та України в сфері охорони природного навколишнього середовища й у відповідності до пункту 2 частини другої статті 132 Водного кодексу України, пункту 6 постанови Кабінету Міністрів України від 18 травня 2017 р. № 336 були розроблені «Методичні рекомендації щодо визначення основних антропогенних навантажень та їхніх впливів на стан поверхневих вод». Ці методичні рекомендації були схвалені науково-технічною радою Держводагенства у 2018 році [4]. Критерієм оцінки основних антропогенних навантажень на стан поверхневих вод або масивів поверхневих вод (МПВ) є визначення ризику недосягнення екологічних цілей. В залежності від якісних або кількісних показників антропогенних навантажень виділено 3 категорії наслідків антропогенного впливу: «без ризику»; «можливо під ризиком»; «під ризиком». Результати оцінки основних антропогенних навантажень та їхніх впливів є основою для розроблення та виконання програми заходів для досягнення екологічних цілей [4].

Актуальність роботи полягає в необхідності реалізації розрахункових методів, запропонованих Водною Рамковою Директивою, спрямованих на оцінки антропогенних навантажень та установлення ризиків недосягнення екологічних цілей для різних водних об'єктів [1, 2, 5]. *Об'єктом* досліджень є екологічний стан поверхневих вод річки Кривий Торець. *Предметом* дослідження є визначення ризиків недосягнення доброго екологічного статусу басейну на основі показників антропогенних навантажень.

Метою роботи є визначення основних антропогенних навантажень та їхніх впливів на стан поверхневих вод МПВ р. Кривий Торець – м. Дружківка та оцінка ризику невиконання екологічних цілей на базі даних гідрохімічних спостережень з 1990 по 2018 рік включно.

Річка Кривий Торець є правою притокою річки Казенний Торець басейну Сіверського Дінця. Довжина річки 88 км. Річний стік дорівнює 69,5 млн.м³. Площа басейну – 1590 км². Річка протікає по Донецькій області від Горлівки до Дружківки (де відбувається злиття річок Кривий Торець і Казенний Торець у м. Дружківка). Біля ландшафтного парку Клебан-Бик в Кривий

Торець впадають річки Клебан-Бик і Бичок. Течія р. Кривий Торець дуже сильна. В окремих місцях є кам'яністі перекати. Біля річки розташовані міста: Торецьк (правий берег), Дружківка (біля злиття річок Кривий Торець і Казенний Торець, є автодорожній міст через річку Кривий Торець), Макіївка, Горлівка, Костянтинівка, Ясинувата (в верхів'ях річок Кальміус і Кривий Торець) [6].

За даними гідрохімічного моніторингу ДСНС України річка Кривий Торець є найбільш забрудненою річкою суббасейну річки Казенний Торець і знаходиться під впливом високого техногенного навантаження. Води річки Кривий Торець сильно забруднені господарсько-побутовими, промисловими, стічними і шахтними водами. Наявність значних об'ємів скидів обумовлює неприпустимо високий вміст у водах річки органічних, а в багатьох випадках і токсичних речовин. Основними забруднювальними речовинами є сульфати та біогенні речовини (сполуки азоту та фосфору), а також важкі метали. Кількість підприємств, що скидають брудні води не зменшується, що вказує на слабку ефективність роботи очисних споруд цих підприємств [7]. У роботі [8] було показано, що у найближчі роки у створі р. Кривий Торець – м. Дружківка очікується перевищення критерію забруднення сполуками нітратів [5]. Також необхідно враховувати, що в басейні р. Кривий Торець основні потенційно небезпечні об'єкти розташовані на непідконтрольній території, на межі контактної лінії або в так званій «сірій зоні», й унаслідок призупинення / припинення господарської діяльності або інших формажорних обставин можуть чинити істотний вплив на стан вод басейну Сіверського Дінця [9].

Дослідження екологічного стану річок басейну Сіверського Дінця проводилися вченими Київського національного університету імені Тараса Шевченка [14], Українського гідрометеорологічного інституту ДСНС України та НАН України [10, 11], Українського науково-дослідного інституту екологічних проблем, Науково-дослідного інституту екологічної безпеки і управління Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління, Навчально-наукового інституту «Інститут геології», Харківського національного університету міського господарства ім. О.М. Бекетова [12, 13].

В Одеському державному екологічному університеті результати дослідження водності та сучасного екологічного стану річок басейну Сіверського Дінця представлені у роботах [5, 15], де були виявлені основні тенденції змін

якості води у часі та по довжині річки Сіверський Донець та її приток на базі даних гідрохімічних спостережень, розглянутих до 2015 року. Якість води була проаналізована за інтегральними показниками якості води [16]: коефіцієнт забруднення, індекс забруднення води (ІЗВ), узагальнений індекс стану вод I_{CB} відповідно до рибогосподарських норм якості вод.

2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У роботі використані дані щодо кількості та вмісту стічних вод [17], гідрохімічних та гідрологічних спостережень у моніторинговому створі р. Кривий Торець – м. Дружківка від початку спостережень до 2018 року включно.

Згідно представленої методики на першому етапі розглядаються гідроморфологічні показники антропогенного впливу: порушення безперервності потоку води та середовищ, зміна гідрологічного режиму, морфологічні зміни. Оцінка досягнення екологічних цілей для МПВ за гідроморфологічними показниками надається в залежності від наявності або відсутності гідроморфологічних змін [4, 18, 19]. Згідно проведення гідроморфологічного моніторингу в РБР (район басейну річки) Дон та оцінки гідроморфологічних показників в рамках проекту Координатора проектів ОБСЄ в Україні “Допомога в розширенні системи моніторингу довкілля на Донбасі” [4], в роботі [20] було встановлено, що МВП р. Кривий Торець віднесено до “істотно зміненого” через масштабні спрямлення русла. Також у роботі [20] за результатами гідроморфологічної оцінки МПВ р. Кривий Торець (код МВП – UA_M6.5.1_0267, тип МВП – UA_R_16_L_1_Si (велика річка на низовині в силікатних породах)) відповідає третьому гідроморфологічному класу і не відповідає вимогам високого статусу. Досліджуваний МПВ знаходиться «під ризиком», існує можливість досягнення екологічних цілей.

На другому етапі розглядаються показники основних антропогенних навантажень для оцінки забруднення з точкових та дифузних джерел. Точковими джерелами забруднення є постійні місця скиду комунально-побутових та промислових вод. За наявності точкових джерел забруднення у воді переважають амонійні сполуки, які накопичуються у ґрунтах через їх сорбцію на поверхні глинистих мінералів. Дифузні джерела забруднення є розподіленими по території водозбору. Такого роду забруднен-

ня виникає через змивання забруднювальних речовин з поверхні водозбору та через ерозію. При дифузному забрудненні переважають нітратні форми сполук азоту, які є добре розчинними і легко вимиваються під час танення снігу та випадіння інтенсивних дощових опадів. Дифузні джерела забруднення мають сільськогосподарське походження. Нітратне забруднення зростає із площею орних земель. Фосфатне забруднення у більшій мірі залежить від ерозії ґрунтів (57 %) і у меншій від сільського господарства (36 %) [10].

На третьому етапі дослідження впливу антропогенних навантажень на стан поверхневих вод надаються оцінки ризику досягнення екологічних цілей за хімічними та фізико-хімічними показниками [18]. Отримані кількісні показники антропогенного навантаження порівнюються із пороговими (критичними значеннями, в залежності від яких встановлюється ступінь ризику).

Показник / індикатор антропогенного навантаження № 1 використовується для оцінки впливу точкових джерел і розраховується за формулою

$$P_{CB} = EH / Q_{min}, \quad (1)$$

де P_{CB} – обсяг скидання стічних вод у масив поверхневих вод; Q_{min} – мінімальний річний стік води в масиві поверхневих вод (m^3/c);

EH – (безрозмірний) еквівалент навантаження, який ураховує скид комунальних вод і залежить від кількості населення ($E_{комунал}$) та який спричиняється скиданням стічних вод промислових підприємств ($EH_{пром}$ – органічні речовини (біологічне або хімічне споживання кисню); поживні речовини (нітроген загальний або фосфор загальний) [18]. Еквівалент навантаження ($EH_{комунал}$) – є безрозмірним показником, який розраховується на підставі даних про кількість жителів, під’єднаних до каналізаційної мережі. У випадку, коли у каналізаційну мережу надходять стічні води промислових користувачів, $EH_{пром}$ розраховується з використанням наступних коефіцієнтів: $EH_{БСК5} = 0,06$ кг/добу; $EH_{ХСК} = 0,12$ кг/добу; $EH_{N_{зга}} = 0,011$ кг/добу; $EH_{P_{зга}} = 0,002$ кг/добу.

За показником P_{CB} встановлюється ступінь існування ризику досягнення екологічних цілей (табл. 1).

Показник / індикатор антропогенного навантаження № 2 описує загальну частку стічних вод, що скидаються до масиву та дає загальну оцінку потенційного забруднення. Індикатор

№ 2 розраховується для аналізу тиску за формулою

$$I_{CB} = \Sigma Q_{CB} / MQ_r, \quad (2)$$

де I_{CB} – загальна частка стічних вод, що скидаються у масив; ΣQ_{CB} – загальна кількість усіх (поточних / майбутніх) скидів стічних вод у даному масиві поверхневих вод; MQ_r – середньорічна витрата води в масиві поверхневих вод.

Таблиця 1 – Критерії оцінки ризику щодо антропогенного навантаження неочищеними стічними водами (точкові джерела забруднення)

Категорія ризику	Критерії
«без ризику»	$P_{CB} \leq 1,0$
«можливо під ризиком»	$1,0 < P_{CB} \leq 1,5$
«під ризиком»	$P_{CB} > 1,5$

Для критеріїв ризику, пов'язаних із антропогенним навантаженням загальної частки стічних вод, використовуються три категорії ризику, які наведені в табл. 2

Таблиця 2 – Критерії оцінки ризику щодо антропогенного навантаження загальною часткою стічних вод

Категорія ризику	Критерії
«без ризику»	$I_{CB} \leq 0,05$
«можливо під ризиком»	$0,05 < I_{CB} \leq 0,1$
«під ризиком»	$I_{CB} > 0,1$

Показник / індикатор антропогенного навантаження № 3 враховує антропогенне навантаження від дифузного забруднення. Під дифузними джерелами забруднення розуміють фактори сільськогосподарського забруднення: використання добрив, вирощування худоби, надмірний випас худоби. Застосування великої кількості добрив для підвищення врожаю сільськогосподарських культур має негативний вплив на якість поверхневих вод. Розрахунки показника виконуються за формулою

$$I_{CG} = S_{CG} / S_{МПВ}, \quad (3)$$

де I_{CG} – частка сільськогосподарських угідь в даному масиві; S_{CG} – площа, що використовується для інтенсивного сільськогосподарства у водозборі відповідного масиву;

$S_{МПВ}$ – площа водозбору відповідного масиву поверхневих вод.

Визначення категорії ризику наведено в табл. 3.

Таблиця 3 – Критерії оцінки ризику щодо антропогенного навантаження в результаті впливу сільського господарства (дифузні джерела забруднення)

Категорія ризику	Критерії
«без ризику»	$I_{CG} \leq 0,1$
«можливо під ризиком»	$0,1 < I_{CG} \leq 0,3$
«під ризиком»	$I_{CG} > 0,3$

Показник впливу тваринництва також характеризує дифузне забруднення поживними речовинами, які можуть впливати на біологічні показники, та органічними речовинами, що негативно впливають на кисневий режим. Цей показник розраховується за формулою

$$I_{ТВ} = U_{П} / S_{МПВ}, \quad (4)$$

де $I_{ТВ}$ – показник для тваринницької худоби, поголів'я / га або км²;

$U_{П}$ – тваринницька одиниця (кількість поголів'я);

$S_{МПВ}$ – площа водозбору відповідного масиву поверхневих вод, га або км².

Для критеріїв ризику, пов'язаних з антропогенним навантаженням (тваринництвом), також використовуються три категорії ризику, які наведені в табл. 4.

Таблиця 4 – Критерії оцінки ризику щодо антропогенного навантаження в результаті впливу тваринництва

Категорія ризику	Критерії
«без ризику»	$0 \leq I_{ТВ} \leq 0,3$
«можливо під ризиком»	$0,3 < I_{ТВ} \leq 1,0$
«під ризиком»	$I_{ТВ} > 1,0$

Критерії оцінки ризику щодо антропогенного навантаження для хімічних та фізико-хімічних показників визначаються за двома категоріями ризику: «під ризиком» та «без ризику». Порогові значення хімічних та фізико-хімічних показників наведені в табл. 5. Перевищення порогових значень показників / індикаторів показує, що розглядуваний масив поверхневих вод підпадає під ризик недосягнення екологічних цілей (для розчиненого кисню – навпаки).

Процентиль є ймовірністю того, що випадкова величина X буде менше заданого x , що записується у виді $p (X < x)$. Процентиль P пов'язана із забезпеченістю випадкової величини $P(x)$ таким чином: $P = 1 - P(x)$.

Таблиця 5 – Критерії ризику для хімічних та фізико-хімічних показників

Річки	Оксиген* (%насичення)	БСК5** мг/дм ³	NH ₄ ** мг/дм ³	NH ₄ *** мг/дм ³	PO ₄ *** мг/дм ³	pH мг/дм ³
Малі	75	5	0,4	0,15	0,2	6,5-8,5
Середні	70	6	0,6	0,2	0,3	
Великі	60	7	0,8	0,3	0,4	

Примітка: *10% процентиль – всі сезони, порівняльні умови вимірювання, щонайменше 12 вимірювань; **90% процентиль – всі сезони, репрезентативні умови, щонайменше 12 вимірювань; *** - середньорічне значення.

3. ОПИС І АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ

Ступінь забруднення води р. Кривий Торець визначалася за перевищенням концентрації хімічної речовини її гранично-допустимої норми (ГДК рибогосподарської). За період спостереження з 1990-2014 рр у створі р. Кривий Торець – м. Дружківка, було виявлено, що практично всі, осереднені за 24 роки, значення гідрохімічних показників перевищують рибогосподарські нормативи (рис. 1). Так, азот нітритний – в 12 разів; мідь – в 10 разів; цинк та хром – в 7,5 разів; сульфати – в 7 разів; нафтопродукти – в 4 рази; азот амонійний, залізо загальне – в 3 рази; БСК5, магній, фосфати і феноли – в 2 рази перевищують ГДК рибогосподарського призначення. Оскільки більшість перерахованих

речовин має ефект сумарної дії, то забруднення річки у дійсності буде значно більшим. За отриманими результатами основними забруднювальними компонентами є важкі метали та азот нітритний.

Це свідчить про потрапляння в поверхневі води неочищених або недостатньо очищених стічних вод, шахтних вод (в районі населеного пункту Горлівка в р. Кривий Торець потрапляють шахтні води), що є точковими джерелами забруднення, а також забруднень пов'язаних з дифузними джерелами, основним з яких є полігон промислових відходів поблизу Костянтинівки, з якого в період випадання опадів і танення снігів забруднюючі речовини потрапляють в річку [12].

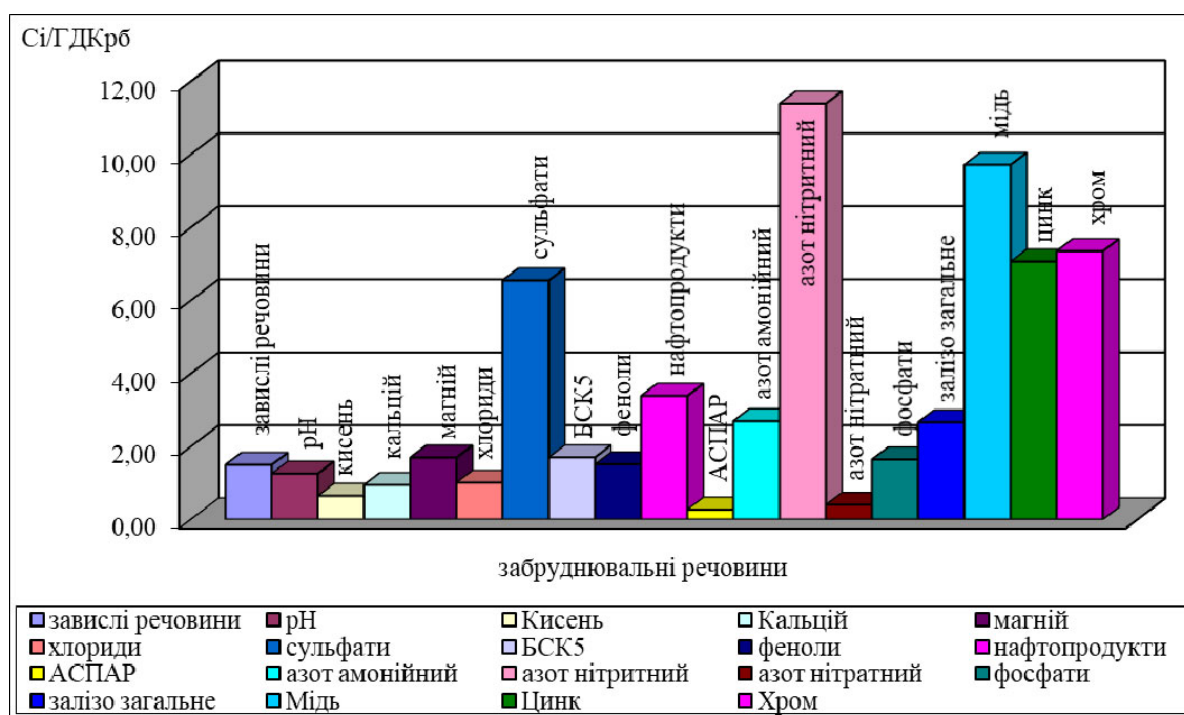


Рис. 1 – Динаміка мінливості осереднених значень гідрохімічних показників р. Кривий Торець – м. Дружківка за досліджуваний період спостережень

Антропогенні навантаження за показником впливу неочищених стічних вод розраховувалися за формулою (1). Обсяг скидання забруднюючих речовин становить 0,243 тис.тон [17]. Мінімальний річний стік для створу р. Кривий Торець – м. Дружківка визначався за емпіричною кривою забезпеченості річного стоку і становив $2,25 \text{ м}^3/\text{с}$ (95% забезпеченість) (рис. 2).

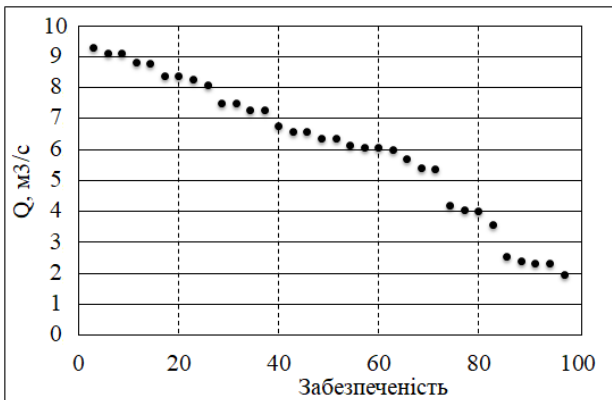


Рис. 2 – Крива забезпеченості середньорічних витрат води у створі р. Кривий Торець – м. Дружківка за період з 1982 по 2015 роки

Безрозмірний показник еквіваленту навантаження ($EN_{\text{комунал}}$) розраховувався на підставі кількості жителів, під'єднаних до каналізаційної мережі. Відповідно до [21], середня кількість населення міста складає – 65226 осіб, з яких 11217 осіб – тимчасово переміщені особи з окупованої території України та районів проведення антитерористичної операції.

Еквівалент навантаження $EN_{\text{пром}}$ розраховувався відповідно до кількості забруднюючих речовин, що скидаються разом зі зворотними (стічними) водами (табл. 6) з використанням відповідних коефіцієнтів.

Таблиця 6 – Кількість забруднюючих речовин (тис. тон), що скидаються разом зі зворотними (стічними) водами у МПВ р. Кривий Торець – м. Дружківка [17]

Показник	Значення, тис.тон
БСК5	0,029
ХСК	0,100
Азот амонійний	0,003
Нітрити	0,004
Нітрати	0,107
Азот загальний	0,114

Місто Дружківка є багатогалузевим містом, в якому працюють понад 300 підприємств малого

та середнього бізнесу та близько семи великих промислових об'єктів [21].

Очисні споруди м. Дружківка є значними точковими джерелами широкого спектру забруднення поверхневих вод річки Кривий Торець. В існуючих економічних умовах, всі вони працюють неефективно, оскільки були збудовані 50-60 років тому і ресурс їх роботи вже вичерпаний. За результатами розрахунків (табл. 7) обсяг скидання стічних вод у масив поверхневих вод р. Кривий Торець – м. Дружківка від джерел скидів стічних вод агломерацій (населення) становить 28,99, що більше ніж в 19 разів перевищує максимальне значення критерія P_{CB} , категорія ризику – «під ризиком». Отриманий результат підтверджує правило: будь-який скид стічних вод агломерацій (поселень) більше 2 тис. мешканців ставить масив поверхневих вод «під ризик» досягнення екологічних цілей. Обсяг скидання стічних вод у масив поверхневих вод р. Кривий Торець – м. Дружківка від джерел скидів стічних неочищених вод становить 5,19, що в 3,5 рази перевищує максимальне значення критерія P_{CB} , категорія ризику – «під ризиком».

Загальна частка стічних вод у масиві поверхневих вод р. Кривий Торець – м. Дружківка була розрахована за формулою 2 для всіх підприємств розташованих у м. Дружківка (табл. 8). Вихідні дані щодо об'єму скидів стічних вод в МПВ р. Кривий Торець – м. Дружківка взяті з Державного Водного Кадастру за 2018 рік [17] і ΣQ_{CB} становить 2,303 млн.м³, або 0,07 м³/с. Середня річна витрата води у пункті спостережень р. Кривий Торець – м. Дружківка була визначена на базі даних гідрологічних спостережень за період з 1982 по 2015 роки включно і становить 6,15 м³/с, або 193,946 млн.м³.

В результаті оцінки за показником загальна частка стічних вод (I_{CB}) досліджуваній МПВ визначений як такий, що не знаходиться під ризиком.

На наступному етапі за формулами 3-4 були розраховані два індикатори антропогенного навантаження, яке виникає через дифузне забруднення від сільсько господарство I_{CF} та тваринництва I_{TV} (табл. 9).

I_{CF} описує можливість дифузного забруднення від сільськогосподарської діяльності (застосування добрив, пестицидів та інших засобів захисту рослин). В Україні інформація щодо сільськогосподарських угідь представлена відповідно до адміністративно-територіальних одиниць, не пов'язаних з водозбірною територією водних об'єктів.

Таблиця 7 – Оцінка ризику недосягнення екологічних цілей за показником неочищені стічні води (P_{CB})

Показник	Значення показника	Оцінка ризику
Еквівалент населення ($EN_{\text{комунал}}$)	65,23	«під ризиком»
Показник неочищені стічні води (P_{CB}) для комунальних стічних вод	28,99	
Еквівалент стічних вод $EN_{\text{пром}}$	11,68	«під ризиком»
Показник неочищені стічні води (P_{CB}) для промисловості	5,19	

Таблиця 8 – Оцінка ризику недосягнення екологічних цілей за показником загальна частка стічних вод (I_{CB})

Показник	Значення показника	Оцінка ризику
Об'єм скидів стічних вод (ΣQ_{CB}), млн.м ³	2,303	«без ризику»
Середньорічний об'єм стоку води в річці (MQ_r), млн.м ³	193,946	
Загальна частка стічних вод (I_{CB})	0,012	

Таблиця 9 – Оцінка ризику недосягнення екологічних цілей за показником дифузне забруднення: сільське господарство (I_{CF}) та тваринництво (I_{TV})

Показник	Значення показника	Оцінка ризику
Площа водозбору р. Кривий Торець – м. Дружківка ($S_{МПВ}$), км ²	1590	«під ризиком»
Територія інтенсивного с/г (S_{CF}), км ²	1226	
Показник с/г частки водозбору (I_{CF})	0,77	
Площа Донецької області, км ²	26 517	«під ризиком»
Кількість голів (U_{II}), шт.	592,2 тис.	
Показник для тваринництва (I_{TV})	22,3	

Площа, що використовується для сільського господарства у водозборі р. Кривий Торець – м. Дружківка була визначена відповідно до [22]. Загальна площа Донецької області становить 26517 км², з яких 20440 км² припадає на сільськогосподарські угіддя (77%). Ураховуючи, що площа досліджуваного водозбору ($S_{МПВ}$) становить 1590 км², то площа інтенсивного сільськогосподарського засвоєння буде становити 1226 км². Таким чином, індикатор антропогенного навантаження I_{CF} для водозбору р. Кривий Торець – м. Дружківка прийнятий рівним 0,77. Відповідно даним у табл. 3 досліджуваний МПВ знаходиться під ризиком недосягнення екологічних цілей.

Індикатор дифузного забруднення від тваринництва (I_{TV}), відповідно до табл. 9 становить 22,3, отже, досліджуваний МПВ знаходиться під

ризиком недосягнення екологічних цілей. Вихідні дані, щодо кількості поголів'я (U_{II}) були взяті в статистичному довіднику за 2018 рік [23] для Донецької області. Високе значення показника тваринництва пояснюється сучасним станом Східного регіону, який має високий потенціал в галузі тваринництва, переважно за рахунок Донецької області [24]. Оцінка антропогенних навантажень за фізико-хімічними показниками була надана на основі статистичної обробки гідрохімічних даних за 1990-2018 рік (табл. 10).

На рис. 3-5 представлені криві процентилей багаторічних гідрохімічних даних за період 1990-2018 рр, на яких виділені зони досягнення та недосягнення екологічних цілей.

Таблиця 10 – Оцінка ризику щодо антропогенного навантаження для хімічних та фізико-хімічних показників за даними моніторингу у створі р. Кривий Торець – м. Дружківка за 1990-2018 рр.

Показник	Фактичні значення	Критичні значення	Оцінка ризику
Оксиген, (%насичення) – 10% процентиль	70	60	«без ризику»
БСК5, (мг/дм ³) – 90% процентиль	5,22	7	«без ризику»
NH ₄ , (мг/дм ³) – 90% процентиль	2,33	0,8	«під ризиком»
NH ₄ , (мг/дм ³) – середньорічне значення	1,2	0,3	«під ризиком»
PO ₄ , (мг/дм ³) – середньорічне значення	0,38	0,4	«без ризику»
pH, (мг/дм ³) – середньорічне значення	8,21	6,5-8,5	«без ризику»

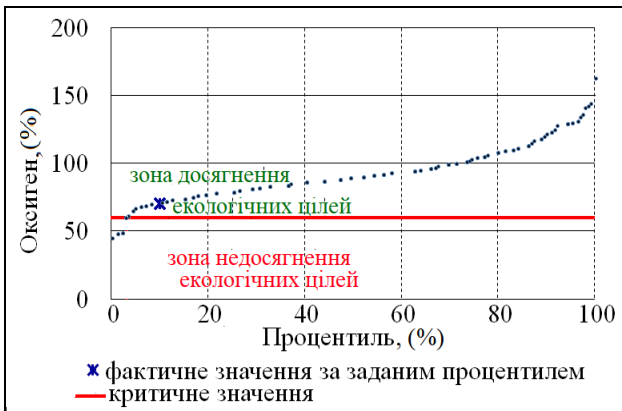


Рис. 3 – Інтегральна крива розподілу показника оксигену та виділення зони ризику

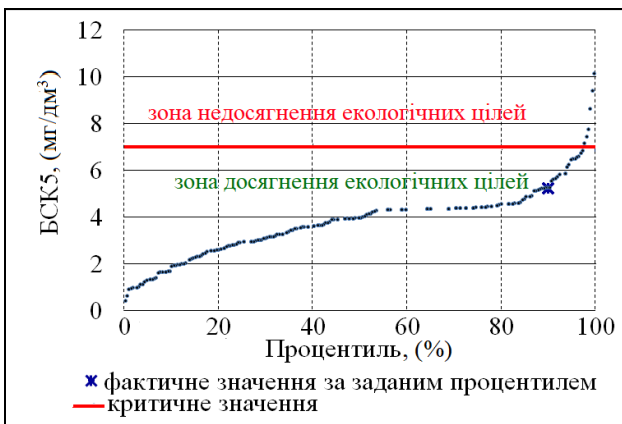


Рис. 4 – Інтегральна крива розподілу показника БСК5 та виділення зони ризику

Аналіз багаторічних даних за гідрохімічними показниками якості води, наведеними в табл. 10, показав, що ризик недосагнення екологічних цілей виникає по азоту амонійному. Забруднення води амонійним азотом свідчить про наявність точкових джерел неочищених комунальних стічних вод, що може бути спричинено відсутністю та неналежною роботою очисних споруд в досліджуваному МПВ. За іншими по-

казниками, наведеними в табл. 10, МПВ р. Кривий Торець – м. Дружківка не підлягає ризику антропогенного навантаження. При такому підході не враховується внесок у забруднення вод річки нафтопродуктів, фенолів, важких металів, мінералізації, вміст яких значно перевищує ГДК.



Рис. 5 – Інтегральна крива розподілу амонію та виділення зони ризику

4. ВИСНОВКИ

В результаті застосування розробки «Методичні рекомендації щодо визначення основних антропогенних навантажень та їхніх впливів на стан поверхневих вод» до МПВ р. Кривий Торець – м. Дружківка зроблені наступні висновки.

1. За гідроморфологічними показниками встановлено, що досліджуваний МПВ знаходиться «під ризиком» недосагнення екологічних цілей.
2. За часткою стічних вод у річному об'ємі стоку річки, яка визначається через показник I_{CB} , виявлено, що за цим показником встановлений ризик недосагнення екологічних цілей. екологічного ризику не існує.
3. Існування екологічного ризику виявлено за

показниками скидання неочищених комунальних (із урахуванням кількості населення) і промислових (за зазначеними коефіцієнтами скидів) вод P_{CB} .

4. За індикаторами антропогенного навантаження від дифузних джерел забруднення (рослинництва (I_{CR}) та тваринництва (I_{TB})) визнано, що МПВ Кривий Торець також знаходиться під ризиком недосягнення екологічних цілей.

5. Установлено, що за даними хімічних та фізико-хімічних показників ризик недосягнення екологічних цілей для МПВ р. Кривий Торець – м. Дружківка виникає через високий вміст у воді азоту амонійного.

6. На основі побудованих інтегральних кривих розподілу показників антропогенного навантаження за хімічними та фізико-хімічними показниками виділені зони ризику недосягнення екологічних цілей.

7. В цілому, за результатами розрахунків екологічних ризиків МПВ р. Кривий Торець – м. Дружківка знаходиться «під ризиком недосягнення доброго екологічного статусу».

Відзначаємо, що запропонована методика не включає до себе такі показники забруднення як органічні речовини, мінералізація, вміст важких металів, не ураховує ефект їх сумарної дії, що може призвести до хибних висновків щодо статусу МПВ, особливо в промисловорозвинутих зонах. У зв'язку із зазначеним «Методичні рекомендації щодо визначення основних антропогенних навантажень та їхніх впливів на стан поверхневих вод» мають бути доопрацьовані.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Директива 2000 / 60/ ЄС Європейського Парламенту і ради від 23 жовтня 2000 року про встановлення рамок діяльності Співтовариства у сфері водної політики. 2000. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/371-2015-p> (дата звернення : 08.05.2020)
2. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy // Official Journal of the European Communities. 22.12.2000. L. 327, vol. 43. 72 p.
3. Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України № 4 від 14 січня 2019 року «Про затвердження Методики визначення масивів поверхневих та підземних вод». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/z0287-19> (дата звернення : 08.05.2020)
4. Методичні рекомендації щодо визначення основних антропогенних навантажень та їхніх впливів на стан поверхневих вод / Вихрист С., Мудра К., Осійський Е., та ін. Держводагенство, 2018. 21 с.
5. Оцінка змін якості води по довжині річки Сіверський Донець на початку ХХІ сторіччя / Лобода Н.С., Смалій О.В., Катинська І.В. та ін. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2019. №23. С. 54-68.
6. Река Кривой Торец. URL: <http://kievbook.pp.ua/donecka/konka/konka5.html> (дата звернення : 08.05.2020).
7. Земля тревоги нашей. По материалам Докладов о состоянии окружающей среды в Донецкой области в 2007-2008 годах / под ред. С. Третякова, Г. Аверина. Донецк, 2009, 124 с.
8. Оцінка емісії біогенних елементів та органічних речовин у поверхневій воді басейну р. Сіверський Донець від дифузних джерел / Осадча Н. М., Ухань О. О., Чехній В. М. та ін. *Тези доповідей VII Всеукраїнської наукової конференції з міжнародною участю "Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології", присвяченої 100-річчю від дня заснування Національної академії наук України*, 13-14 листопада. Київ, 2018. С. 113-114.
9. Стан басейну Сіверського Дінця та фактори впливу в умовах військових дій / Технічний звіт ОБСЄ. Україна, 2018. 88 с.
10. Оцінка емісії біогенних елементів та органічних речовин у поверхневій воді басейну р. Сіверський Донець від дифузних джерел / Осадча Н. М., Ухань О. О., Чехній В. М., Голубцов О. Г. *Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології*. Київ: Ніка-центр, 2019. С. 192-199.
11. Особливості формування хімічного складу поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець / Ухань О. О., Осадчий В. І., Осадча Н. М. та ін. *Наука. праці УкрНДГМІ*. 2002. Вип. 25. С. 262 - 277.
12. Сіверський Донець: Водний та екологічний атлас / Васенко О. Г., Гриценко А. В., Карабаш Г. О. та ін.; за ред. А. В. Гриценко, О. Г. Васенко. Харків: ВД «Райдер», 2006. 188 с.
13. Сучасний екологічний стан української частини річки Сіверський Донець: експедиційні дослідження / Гриценко А. В., Васенко О. Г., Колісник А. В. та ін.; за ред. А. В. Гриценка, О. Г. Васенка. Харків: ВПП «Контраст», 2011. 340 с.
14. Хільчевський В. К., Осадчий В. І., Курило С. М. Основи гідрохімії: підручник. Київ : Ніка-Центр, 2012. 312 с.
15. Loboda, N. S., Smalii, O. V. Dynamics of quality of river water along the Siverskyi Donets river of different discharge. *Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference*, 30 September. Warsaw, Poland, 2018. Vol. 2. Pp. 12-18.
16. Юрасов С. М., Сафранов Т. А., Чугай А. В. Оцінка якості природних вод : навч. пос. Одеса : Екологія, 2012. 168 с.
17. Державний Водний Кадастр. Розділ «Водокористування». Щорічник Водокористування. 2018 рік. Басейн Дону. 2019. 97 с.
18. Осійський Е., Скоблей М. Аналіз основних антропогенних навантажень та їх вплив, проект національної методики. Івано-Франківськ, 2018. 61 с.
19. Визначення основних антропогенних навантажень та їхніх впливів на стан поверхневих вод (методичні рекомендації) / О. Ярошевич, Е. Осійський, М. Скоблей та ін. Київ, 2018. 58 с.
20. Гідроморфологічна оцінка масивів поверхневих вод району басейну річки Дон / С. Василенко, О. Кошкіна, К. Мудра та ін. *Водне господарство України*. 2019. № 9-10. С. 20 - 30.
21. Паспорт міста. Дружківська міська Рада. URL: <https://druisp.gov.ua/misto/pasport-mista> (дата звернення : 08.05.2020).
22. Земельний довідник України 2020. База даних про земельний фонд країни / Сільськогосподарські угіддя України. URL: <https://agropolit.com/storage/2020/>

<spetsproektu/705/0006.jpg>

23. Статистичний щорічник України за 2018 рік / за ред. І. С. Вернера / Державна Служба Статистики України. Житомир : ТОВ «БУК-ДРУК», 2019. 482 с.
24. Ресурсний потенціал розвитку агро-промислового виробництва Східного регіону України / Кунець В.В., Камишан Н.В., Панченко О.М. та ін. Науково-технічний бюлетень ІТ НААН. 2019. №122. С. 118-130.

REFERENCES

1. Dyrektyva 2000 /60 / ES Yevropeiskoho Parlamentu i rady vid 23 zhovtnia 2000 roku pro vstanovlennia ramok diialnosti Spivtovarystva u sferi vodnoi polityky. [Directive 2000 /60 / EU of the European Parliament and of the Council about establishing a scope of activities in the field of water policy from 23 October 2000 year]. Available at: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/371-2015-p> (Accessed: 08 May 2020) (in Ukr.)
2. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. Official Journal of the European Communities. 22.12.2000. L. 327, vol. 43.
3. Nakaz Ministerstva ekolohii ta pryrodnykh resursiv Ukrainy №4 vid 14 sichnia 2019 roku «Pro zatverdzhennya Metodyky vyznachennya masyviv poverkhnevyykh ta pidzemnykh vod». [Order of the Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine № 4 of January 14, 2019 "On approval of the Methodology for determining the massifs of surface and groundwater"]. Available at: [URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/z0287-19](https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/z0287-19) (Accessed: 08 May 2020) (in Ukr.)
4. Vihrist, S., Mudra, K., Osiiskii, E. et al. (2018). *Metodychni rekomendatsii shchodo vyznachennya osnovnykh antropohennykh navantazhen ta ikhnikh vplyviv na stan poverhnevyykh vod*. [Methodical recommendations for determining the main anthropogenic loads and their effects on the state of surface waters]. State Water Agency. (in Ukr.)
5. Loboda, N.S., Smalii, O.V., Katynska, I.V. et al. (2019). [Assessment of changes in the water quality along the length of the Siverskyi Donets River at the beginning of the 21st century]. *Ukrain's'kij gidrometeorologichnij zhurnal. [Ukrainian hydrometeorological journal]*. 23. pp. 54-68. <https://doi.org/10.31481/uhmj.23.2019.06> (in Ukr.)
6. Reka Krivoy Torets [Kryvyi Torets River]. Available at: <http://kievbook.pp.ua/donecka/konka/konka5.html> (Accessed: 08 May 2020) (in Russ.)
7. Tret'yakov, S & Averin, G. (eds). (2009). *Zemlya trevogi nashey. Po materialam Dokladov o sostoyanii okruzhayushchey sredy v Doneckoy oblasti v 2007-2008 godakh*. [The land of our anxiety. According to the Reports on the state of the environment in the Donetsk region in 2007-2008]. Donetsk. (in Russ.)
8. Osadcha, N.M., Ukhan, O.O., Chekhnii, V.M. et al. (2018). [Assessment of the emission of nutrients and organic substances in the surface waters of the Siverskyi Donets River from diffuse sources]. *Tezy dopovidei 7th Vseukrainskoi naukovoï konferentsii z mizhnarodnoiu uchastiu "Problemy hidrolohii, hidrokhemii, hidroekolohii", prsviachenoi 100-richchiu vid dnia zasnuvannia Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy [Theses of reports of the Seventh All-Ukrainian Scientific Conference with International Participation "Problems of Hydrology, Hydrochemistry, Hydroecology" devoted to the 100th anniversary of the foundation of the National Academy of Sciences of Ukraine]*, 13-14 November. Kyiv, pp. 113-114 (in Ukr.)
9. Technical Report OSCE. (2018). *Stan baseinu Siverskoho Dontsia ta faktory vplyvu v umovakh viiskovykh dii [The state of the Siverskyi Donets basin and factors of influence in the conditions of hostilities]*. Ukraine. (in Ukr.)
10. Osadcha, N.M., Ukhan, O.O., Chekhnii, V.M. et al. (2019). [Assessment of the emission of nutrients and organic substances in the surface waters of the Siverskyi Donets River from diffuse sources]. *Problemy hidrolohii, hidrokhemii, hidroekolohii [Problems of hydrology, hydrochemistry, hydroecology]*, Kyiv: Nika-centr. pp. 192 - 199. (in Ukr.)
11. Ukhan, O.O., Osadcha N.M., Osadchii, V.I. et al. (2002). [Peculiarities of formation of chemical composition of surface waters of the Siverskyi Donets River basin]. *Nauk. praci UkrNDGMI [Scientific works of the Ukrainian Research Hydrometeorological Institute]*, 25, pp. 262-277. (in Ukr.)
12. Vasenko, O.H., Hrytsenko, A.V., Karabash, H.O. et al. (2006). *Siverskyi Donets [Siverskyi Donets River]*. Edited by A.V. Hrytsenko, O.H. Vasenko. Kharkiv: VD «Raider». (in Ukr.)
13. Hrytsenko, A.V., Vasenko, O.H., Kolisnyk, A.V. et al. (2011). *Suchasnyi ekolohichnyi stan ukrainskoi chastyny richky Siverskyi Donets [The modern ecological state of the Ukrainian part of the river Siverskyi Donets]*. Edited by A.V. Hrytsenko, O.H. Vasenko. Kharkiv: VPP «Kontrast». (in Ukr.)
14. Khilchevskiy, V.K., Osadchii, V.I., Kurylo, S.M. (2012). *Osnovy hidrokhemii [Fundamentals of Hydrochemistry]*. Edited by Khilchevskiy, V.K. Kyiv: «Nika-Centr». (in Ukr.)
15. Loboda, N.S., & Smalii, O.V. (2018). Dynamics of quality of river water along the Siverskyi Donets river of different discharge. *Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference*, 30 September. Warsaw, Poland, vol. 2, pp. 12-18.
16. Yurasov, S.M., Safranov, T.A. & Chuhai, A.V. (2012). *Otsinka yakosti pryrodnykh vod [Assessment of the quality of natural water]*. Odesa: Ecology Publ. (in Ukr.)
17. Derzhavnyi Vodnyi Kadastr (2019). *Rozdil «Vodokorystuvannia» Shchorichnyk vodokorystuvannia. 2018 rik. Basein Donu. [State Water Cadastre Section "Water Use" Yearbook of Water Use. 2018. Don Basin]*. (in Ukr.)
18. Osiiskii, E., & Skoblei M. (2018). *Analiz osnovnykh antropohennykh navantazhen ta ikh vplyv, projekt natsionalnoi metodyky. [Analysis of the main anthropogenic loads and their impact, draft national methodology]*. Ivano-Frankivsk. (in Ukr.)
19. Yaroshevich, O., Osiiskiy, E., Skoblei, M. et al. (2018). *Vyznachennia osnovnykh antropohennykh navantazhen ta ikhnikh vplyviv na stan poverkhnevyykh vod (metodychni rekomendatsii). [Determination of the main anthropogenic loads and their influences on the state of surface waters (methodical recommendations)]*. Kyiv. (in Ukr.)
20. Vasilenko, E, Koshkina, O., Mudra, K. et al. (2019). [Hydromorphological assessment of surface water massifs of the Don River basin district]. *Vodne hospodarstvo Ukrainy [Water management of Ukraine]*, 9-10, pp. 20-30. (in Ukr.)
21. *Pasport mista. Druzhkivska miska rada* [City passport. Druzhkivka City Council]. Available at: <https://druisp.gov.ua/misto/pasport-mista> (Accessed: 08 May 2020) (in Ukr.)
22. *Zemlyni dovidnyk Ukrainy 2020. Baza danykh pro*

- zemel'nyi fond krainy. Silskohospodarski uhiddia Ukrainy. [Land directory of Ukraine 2020. Database of land fund of the country. Agricultural lands of Ukraine]. Available at: <https://agropolit.com/storage/2020/spetsproektu/705/0006.jpg> (Accessed: 08 May 2020) (in Ukr.)*
23. Verner, I.E. (eds). (2019). *Statystychnyi shchorichnyk Ukrainy za 2018 rik. [Statistical Yearbook of Ukraine for 2018].* Derzhavna Sluzhba Statystyky Ukrainy. Zhytomyr: «BUK-DRUK». (in Ukr.)
24. Kunects, V.V., Kamishan, N.V., Panchenko, O.M. et al. (2019). [Resource potential for the development of agro-industrial production in the Eastern region of Ukraine]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten IT NAAN [Scientific and technical bulletin of IT NAAS]*, 122, pp. 118-130. (in Ukr.)

DETERMINATION OF MAIN ANTHROPOGENIC IMPACTS AND ENVIRONMENTAL RISKS FOR THE KRYVYI TORETS RIVER BASIN (BASED ON THE EU SUPPORT PROGRAM FOR UKRAINIAN WATER POLICY)

N. S. Loboda, I. V. Katynska

*Odessa State Environmental University,
15, Lvivska St., 65016 Odesa, Ukraine, natalie.loboda@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0002-0794-9951>
<https://orcid.org/0000-0001-9152-0471>*

The relevance of the study consists in the need for implementation of the calculation methods proposed by the EU Water Framework Directive. The methods are aimed at assessing the anthropogenic impacts and establishing the risks of not achieving the environmental objectives for different water bodies. The object of the study is the Kryvyi Torets River, one of the most polluted rivers in Ukraine. The study focuses on the indicators of anthropogenic impact affecting the quality of the river's surface waters and the identification of the risks of not ensuring a good ecological status of its basin.

The work aims at determining the main anthropogenic impacts and their effects on the surface water status of the SWM of the Kryvyi Torets River in town of Druzhkivka and assessing the risk of failure to achieve the environmental objectives. For this purpose we used the data of hydrochemical observations up to 2018 inclusive which were compared with the established threshold values of the anthropogenic impacts. According to the Order of the Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine No. 4 as of January 14, 2019, the monitoring point of the Kryvyi Torets River – town of Druzhkivka – belongs to a "heavily modified" surface water massif. In accordance with the hydromorphological monitoring effort for the Don RBD (river basin district) and the assessment of hydromorphological indicators within the framework of the project "Assistance in expanding the environmental monitoring system in the Donbas" implemented by the OSCE Project Co-ordinator in Ukraine the research allowed establishing the fact that the SWM of the Kryvyi Torets River is referred to as "a heavily modified" due to large-scale channelization activities. Based on the "Guidelines for determining the main anthropogenic impacts and their effects on the state of surface waters" the proposed study allowed evaluation of the anthropogenic impacts from the point sources (wastewater discharges) and diffuse sources (crop production and livestock farming). It was established that there is no environmental risk resulting from the volume of wastewater inflow to the annual runoff of the Kryvyi Torets River. However, a risk of failure to ensure a good environmental status was found in relation to the volume of wastewater inflow from point sources and the influence of crop production and livestock farming. According to chemical and physico-chemical indicators, a risk of not achieving environmental objectives was determined. According to chemical and physicochemical parameters, exceeding the limit values is set for ammonium. Identification of the environmental risk zones and percentiles was performed using the integrated curves of hydrochemical indicators distribution for the section of the Kryvyi Torets River at town of Druzhkivka.

The largest values of anthropogenic impact correspond to wastewater discharge (Point Source Pollution) and livestock farming (Diffuse Source Pollution).

Keywords: the Kryvyi Torets River, surface water massif (SWM), indicators of anthropogenic impacts, risk of not achieving environmental objectives.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ НАГРУЗОК И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ В БАССЕЙНЕ Р. КРИВОЙ ТОРЕЦ (ПО ПРОГРАММЕ ПОДДЕРЖКИ ЕС ВОДНОЙ ПОЛИТИКИ УКРАИНЫ)

Н. С. Лобода, И. В. Катинская

Одесский государственный экологический университет,
ул. Львовская, 15, 65016, Одесса, Украина, natalie.loboda@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0002-0794-9951>
<https://orcid.org/0000-0001-9152-0471>

Актуальность работы заключается в необходимости реализации расчетных методов, предложенной Водной Рамочной Директивой, направленных на оценку антропогенных нагрузок и определение рисков недостижения экологических целей для различных водных объектов. Объектом исследований является река Кривой Торец, которая относится к одной из наиболее загрязненных рек Украины. Предметом исследований являются показатели антропогенной нагрузки на состояние поверхностных вод реки и определение рисков недостижения хорошего экологического статуса бассейна.

Целью работы является определение основных антропогенных нагрузок и их влияния на состояние поверхностных вод МПВ р. Кривой Торец – г. Дружковка и оценка риска невыполнения экологических целей. Для этого были использованы данные гидрохимических наблюдений до 2018 года включительно, которые сравнивались с установленными пороговыми значениями показателя антропогенной нагрузки. Приказом Министерства экологии и природных ресурсов Украины № 4 от 14 января 2019 года, пункт мониторинга р. Кривой Торец – г. Дружковка относится к «существенно измененному» массиву поверхностных вод. Согласно проведенному гидроморфологическому мониторингу в РБП (район бассейна реки) Дон и оценке гидроморфологических показателей в рамках проекта Координатора проектов ОБСЕ в Украине "Помощь в расширении системы мониторинга окружающей среды на Донбассе", в работе было установлено, что МПВ р. Кривой Торец относится к "существенно измененному" из-за масштабных спрямлений русла. В данной работе в соответствии с «Методическими рекомендациями по определению основных антропогенных нагрузок и их влиянию на состояние поверхностных вод» были оценены антропогенные нагрузки от точечных источников (сбросы сточных вод) и от диффузных источников (растениеводство и животноводство). Установлено, что по объему сточных вод в речной сток р. Кривой Торец не поддается экологическому риску. По объему поступления сточных вод (индикатор P_{CB}) от точечных источников и по влиянию растениеводства (индикатор I_{CB}) и животноводства (индикатор I_{TB}) выявлено существование риска недостижения хорошего экологического статуса. По химическим и физико-химическим показателями был определен риск недостижения экологических целей. По химическим и физико-химическим показателям превышение предельных значений установлено для аммония. Зоны экологического риска и процентилей определены при помощи кривых распределения гидрохимических показателей в створе р. Кривой Торец – г. Дружковка. Наибольшие значения показателей антропогенной нагрузки соответствуют сбросу сточных вод (точечные источники загрязнения) и животноводству (диффузные источники загрязнения).

Ключевые слова: река Кривой Торец, массив поверхностных вод (МПВ), показатели антропогенных нагрузок, риск недостижения экологических целей.

Подання до редакції : 05. 06. 2020
Надходження остаточної версії : 15. 06. 2020
Публікація статті : 03. 07. 2020