

УДК 556.531

## ОЦІНКА ЗМІН ЯКОСТІ ВОДИ ПО ДОВЖИНІ РІЧКИ СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ НА ПОЧАТКУ ХХІ СТОРІЧЧЯ

Н. С. Лобода, О. В. Смалій  
І. В. Катинська, О. М. Котович

Одеський державний екологічний університет,  
вул. Львівська, 15, 65016, Одеса, Україна, [natalie.loboda@gmail.com](mailto:natalie.loboda@gmail.com),  
<https://orcid.org/0000-0002-0794-9951>

Актуальність проблематики полягає в необхідності досягнення “доброго статусу” води в річках України згідно із задачами Водної Рамкової Директиви. Метою роботи є виявлення основних тенденцій змін якості води у часі та по довжині річки Сіверський Донець на базі даних гідрохімічних спостережень, розглянутих до 2015 року включно. Для установлення якості води були використані інтегральні оцінки за гідрохімічними показниками, серед яких коефіцієнт забруднення, індекс забруднення води, узагальнений індекс стану вод  $I_{CB}$  відповідно до рибогосподарських норм якості вод. Показано, що використання обов’язкових (пріоритетних) хімічних показників у розрахунках коефіцієнту забруднення та індексу забруднення води не відображає дійсного ступеня забруднення води, оскільки не враховує значної кількості забруднювальних речовин. Виявлено, що основними забруднювальними речовинами у головній річці є завислі речовини, хром, азот нітритний, феноли, сульфати. Для правобережних приток Сіверського Дінця (показано на прикладі річки Кривий Торець), які беруть початок з Донецької височини, є характерним забруднення важкими металами (хром, мідь, цинк). Для середнього багаторічного періоду ступень забруднення за коефіцієнтом забруднення оцінений як катастрофічний, за індексом забруднення води установлений IV (забруднені) та V (брудні) класи якості, що свідчить про порушення стійкості екосистеми. За узагальненим індексом  $I_{CB}$  води також класифікуються як “брудні”. На базі розрахунків за різними інтегральними показниками якості води виявлено, що забруднення річки Сіверський Донець зростає за течією. Це обумовлено зростаючим антропогенним навантаженням (комунальні та промислові води великих міст, скид у поверхневі водотоки шахтних та кар’єрних вод, вилучення стоку для його перекиду по каналах та водоводах, наявність дифузних джерел забруднення біогенними елементами та органічними речовинами). На початку ХХІ сторіччя у хронологічному ході інтегральних показників якості вод установлена тенденція до покращення, що обумовлено зменшенням обсягів виробництв. Згідно із узагальненим індексом стану вод  $I_{CB}$  якість води у головній річці поступово змінюється з “брудні” та “дуже брудні” до “помірно брудні”, але забруднення важкими металами, біогенними елементами та органічними речовинами залишається високим.

**Ключові слова:** річка Сіверський Донець; забруднювальні речовини; оцінка якості вод за комплексними індексами; динаміка ступеня забруднення вод.

### 1. ВСТУП

Басейн річки Сіверський Донець розташований у межах Харківської, Донецької та Луганської адміністративних областей й являє собою урбанізований регіон з високим рівнем розвитку промисловості та сільського господарства, що впливає на якість води в річці. Актуальність проблематики полягає в необхідності досягнення “доброго статусу” води в річках України згідно із задачами Водної Рамкової Директиви [1]. Однак, дані про сучасний екологічний та хімічний статус вод Сіверського Дінця указують, що він

відрізняється від бажаного [2]. За рівнем водогосподарського використання річка Сіверський Донець поступається лише Дніпру. Наслідки антропогенного навантаження на якість вод річки проявляються ще на території Росії, де знаходяться витoki річок Сіверський Донець та Оскіл. У річку потрапляють води, які викачуються при видобутку залізної руди [3]. На гідрологічний режим річки нижче створу р. Сіверський Донець – с. Огірцеве (перший гідрологічний пост на території України) впливає зарегулювання стоку, яке здійснюється Печенізьким водосховищем

(повний об'єм 383,0 млн.м<sup>3</sup>) [4]. Гідрохімічний режим притоку Уди, який впадає у Сіверський Донець між створами Чугуїв та Зміїв, визначається скидами стічних вод м. Харків. За даними гідрохімічного моніторингу ДСНС України річка Уди разом із Полтвою вважаються найзабрудненішими водними об'єктами України [5]. Вище створу Сіверський Донець – м. Ізюм у р. Сіверський Донець впадає річка Червоний Оскіл, на якій розташоване Червонооскільське водосховище (повний об'єм 473,8 млн.м<sup>3</sup>). Це водосховище призначене для поповнення стоку р. Сіверський Донець у межень. Вище створу Лисичанськ на об'єми стоку впливає забір води у канал Сіверський Донець-Донбас. Промисловість Донецького кам'яновугільного басейну відіграє значну роль у формуванні якісного стану вод приток, які беруть початок з Донецької височини. Правобережні притоки Сіверського Дінця – річки Казенний Торець та Бахмут, які впадають до головної річки між створами Ізюм та Лисичанськ, забезпечують надходження до річки забруднювальних речовин, які містяться у промислових (зокрема, шахтних) та комунальних водах. В межах Харківської області на основі визначення екологічного стану та ступеня забрудненості [6] вод за багаторічними даними (1992-2010 рр.) про гідрохімічний склад води, показано [7], що екологічний стан річкової води у верхній частині течії (с. Огірцеве) оцінюється як «добрий» та «досить чистий» при визначенні ступеня чистоти. Нижче впадіння притоки р. Уди, на якій розташоване місто Харків, екологічний стан річкової води оцінюється як «задовільний» та «слабо забруднений» при визначенні ступеня чистоти. У Донецькій області якість річкової води на межі з Харківською областю оцінюється як «задовільна» під час визначення екологічного стану та «слабо забруднена» під час визначення ступеня чистоти. На ділянці річки Сіверський Донець нижче впадіння річки Казенний Торець спостерігається значне погіршення якості води, оцінка якості річкових вод змінюється зі «слабо забруднена» на «помірно забруднена». Річки суббасейну Казенного Торця характеризуються значною мінералізацією. Сольові показники тут є значно вищими, ніж на інших, вище розташованих притоках, і вони зумовлюють погіршення якості річкової води у нижній течії Сіверського Дінця. Найбільш забрудненою річкою суббасейну річки Казенний Торець визнана річка Кривий Торець. У роботі [8] було показано, що у 3-х створах (р. Бахмут – м. Артемівськ, р. Казенний Торець – м. Словянськ, р. Кривий Торець – м. Дружківка)

у найближчі роки очікується перевищення критерію забруднення нітратними сполуками.

Дослідження якості поверхневих вод річки Сіверський Донець за період 1986-1991 роки свідчить про наступне [9]: за показниками сольового складу якість води знаходиться в межах 2-4-ї категорій II-III класу за середніми значеннями, що відповідає назві класу задовільні (забруднені); за трофністю – якість води знаходиться в межах 4-6-ї категорій III-IV класу, що відповідає назві класу погані (брудні); за вмістом специфічних показників токсичної та радіаційної дії якість води знаходиться в межах 4-5-ї категорій III класу, що відповідає назві класу задовільні (забруднені); інтегральний екологічний індекс якості води знаходиться в межах 3-4-ї категорій II-III класу, що відповідає назві класу задовільні (забруднені). Проведена екологічна оцінка за період 2003-2004 роки показала: за показниками сольового складу якість води знаходиться в межах 2-5-ї категорій II-III класу за середніми значеннями, що відповідає назві класу задовільні (забруднені); за трофністю води якість води знаходиться в межах 4-5-ї категорій III класу, що відповідає назві класу задовільні (забруднені); за вмістом специфічних показників токсичної та радіаційної дії якість води знаходиться в межах 2-3-ї категорій III класу, що відповідає назві класу задовільні (забруднені); інтегральний екологічний індекс якості води знаходиться в межах 3-4-ї категорій II-III класу, що відповідає назві класу задовільні (забруднені). Таким чином, можна зробити висновок, що якість води р. Сіверський Донець, визначена за хімічними показниками, постійно змінюється через динаміку водності, об'ємів забору та скиду води, ефективності роботи очисних споруд та інше.

*Метою роботи є виявлення основних тенденцій змін якості води у часі та по довжині річки Сіверський Донець на базі даних гідрохімічних спостережень до 2015 року.*

*Об'єктом досліджень є річка Сіверський Донець, предметом – якісний стан вод річки, оцінений за гідрохімічними показниками.*

## 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У роботі використані дані гідрохімічних спостережень у створах, розміщених по довжині річки Сіверський Донець, від початку спостережень до 2015 року включно. Для установаження якості води були використані інтегральні оцінки за гідрохімічними показниками, серед яких коефіцієнт забруднення ( $\chi$ ), індекс забруднення води (ІЗВ), узагальнений індекс стану вод  $I_{CB}$  [10]

відповідно до рибогосподарських норм якості вод, оскільки останні ураховують як основні, так і більш слабкі ланки водних екологічних систем.

Коефіцієнт забруднення  $\chi$  розраховується за формулою [11]

$$\chi = \sum[(N_i / C_{i,d}) \cdot \varphi(i)] / \sum\varphi(i), \quad (1)$$

де  $N_i$  – значення показника забруднення;  $i$  – номер показника забруднення в ранговій послідовності з  $m$  показників;  $C_{i,d}$  – норматив (ГДК) показника;  $\varphi(i) = i / 2^{i-1}$  – вагова функція;  $\sum\varphi(i)$  – приведена кількість показників.

Як основні приймаються такі показники забруднення з відповідною ранговою послідовністю ( $i$ ): БСК<sub>5</sub> ( $i=1$ ); NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ( $i=2$ ); нафтопродукти ( $i=3$ ); O<sub>2</sub> ( $i=4$ ). Ранги інших показників установлюють за співвідношенням  $N_i / C_{i,d}$ . В залежності від значення коефіцієнта  $\chi$  складено атестаційну шкалу по оцінці ступеня забруднення водного середовища (таблиця 1). Недоліком методики є значна залежність оцінки якості води від способу ранжування показників.

**Таблиця 1** – Інтегральна оцінка ступеня забруднення водного середовища за коефіцієнтом забруднення  $\chi$

Коефіцієнт забруднення	Якісна оцінка ступеня забруднення
До 1,00	Нешкідлива (чиста)
1-1,99	Мала
2-2,99	Припустима
3-3,99	Істотна
4-5,00	Інтенсивна
Більше 5,00	Катастрофічна

Індекс забруднення води (ІЗВ) дозволяє оцінити якість води за шістьма показниками. Існує два підходи до розрахунків: стандартний та модифікований. У стандартному (ІЗВ) використовується шість обов'язкових показників: БСК<sub>5</sub>, розчинений кисень, феноли, нафтопродукти, аміак, нітрати. При відсутності одного із перерахованих компонентів або за наявності великої кількості забруднювальних речовин розрахунок виконують для модифікованого ІЗВ. В його складі залишаються два обов'язкових компонента (БСК<sub>5</sub> та розчинений кисень), а чотири останніх відбираються по максимальному відношенню їх концентрації до ГДК [12].

$$I_{ЗВ} = \frac{1}{6} \sum \frac{C_i}{ГДК}, \quad (2)$$

де  $C_i$  – концентрація відповідного показника;  $ГДК$  – гранично допустима концентрація показника.

При розрахунках за формулою (2) для розчиненого кисню в чисельнику записується гранично допустима концентрація, а в знаменнику фактична концентрація цієї речовини. За величинами установлених ІЗВ виділяють сім класів якості води (таблиця 2). До I класу відносять води, на які найменше впливає антропогенне навантаження, їх гідроекологічні показники близькі до природних значень для даного регіону; до II класу – води з певними змінами щодо природного стану, однак зміни поки що не порушили екологічної рівноваги; до III класу – води зі значним антропогенним впливом, рівень якого близький до межі стійкості екосистем; води вищих класів – це води з порушеними екологічними параметрами, їх екологічний стан оцінюється як «екологічний регрес».

**Таблиця 2** – Класи якості води за показником ІЗВ

Значення ІЗВ	Класи якості води	Рівень забруднення води
≤0,2	I	«дуже чиста»
0,21-1,09	II	«чиста»
1,1-2,09	III	«помірно забруднена»
2,1 – 4,09	IV	«забруднена»
4,1 – 6,09	V	«брудна»
6,1 – 9,99	VI	«дуже брудна»
>10,0	VII	«надзвичайно брудна»

Методика визначення узагальненого індексу стану вод  $I_{СВ}$ , розроблена в ОДЕКУ. Вона спрямована на те, щоб усунути головні недоліки вже існуючих методик [13], серед яких головне місце займає методика оцінки якості поверхневих вод за узагальненим екологічним індексом. При визначенні індексу стану вод  $I_{СВ}$  для визначення ефекту сумарної дії речовин розглядається вісім блоків показників. Запропоновано використовувати такі блоки: 1) мінералізація; 2) трофо-сапробіологічний; 3) із загальносанітарною ЛОШ; 4) із токсикологічною ЛОШ; 5) із санітарно-токсикологічною ЛОШ; 6) із органолептичною ЛОШ; 7) із рибогосподарською ЛОШ; 8) радіаційної дії. Для третього – сьомого блоків – розрахунок блокового індексу виконується за формулою виду:

$$I_J = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК_i}, \quad (3)$$

де  $C_i$  – концентрація окремої речовини у воді (табл. 3);  $n$  – кількість показників;

$ГДК_i$  – гранично допустима концентрація окремої речовини.

Блоки радіаційної дії (восьмий) та трофосапробіологічний (другий) у даній роботі не розглядалися через відсутність необхідних вихідних даних.

Узагальнена оцінка розраховується шляхом осереднення розглянутих блокових індексів

$$I_{CB} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m I_J, \quad (4)$$

де  $I_J$  – узагальнений блоковий індекс;  $m$  – загальна кількість блокових індексів.

Такий підхід дозволяє уникнути ефекту надмірного згладжування, яке є характерним для методики розрахунків за узагальненим екологічним індексом [6]. В залежності від величини узагальненого індексу стану води  $I_{CB}$  в ОДЕКУ була розроблена таблиця класифікації якості поверхневих вод за  $I_{CB}$  (від дуже чистої до дуже брудної) для рибогосподарського водокористування (табл. 3).

Таблиця 3 – Класифікація якості поверхневих вод за  $I_{CB}$

Стан якості води	Показник хімічного забруднення ( $I_{CB}$ )
Дуже чиста	<0,25
Чиста	0,26-0,50
Досить чиста	0,51-1,0
Слабо забруднена	1,01-2,0
Помірно забруднена	2,01-4,0
Брудна	4,01-8,0
Дуже Брудна	>8,00

### 3. ОПИС І АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ

Оскільки усі розглянуті комплексні індекси якості води базуються на співвідношенні концентрації хімічної речовини та її гранично допустимої норми (ГДК), то на першому етапі досліджень були виявлені речовини із багаторазовим перевищенням рибогосподарських нормативів.

Важливою рисою формування якості води у Сіверському Дінці є підземні води, які проходять через соленосні та кам'яновугільні породи, де збагачуються мінеральними солями. Також має значення скидання у водотоки шахтних і кар'єрних вод річок Донбасу з високою мінералізацією (вище 1 г/дм<sup>3</sup>). Інтенсивне зростання мінералізації води починається із створу Ізюм.

Наприклад, якщо у 2000 році мінералізація води у створі Огірцеве (верхня течія річки) становила 658 мг/дм<sup>3</sup>, то у створі Лисичанськ вона досягла значень 1116 мг/дм<sup>3</sup> (вище міста) та 1175 мг/дм<sup>3</sup> (нижче міста), (рис. 1). Виявлено, що основними забруднювальними речовинами вод річки Сіверський Донець є хром (7-кратне перевищення рибогосподарської ГДК, у створі р. Сіверський Донець – м. Лисичанськ), (рис. 2); азот нітритний (7-кратне перевищення рибогосподарської ГДК у створі р. Сіверський Донець – м. Чугуїв (нижче міста), (рис. 3); сульфати (3-кратне перевищення рибогосподарської ГДК, у створі р. Сіверський Донець – м. Лисичанськ), (рис. 4); феноли (3-кратне перевищення рибогосподарської ГДК, у створі р. Сіверський Донець – м. Огірцеве), (рис. 5). Аналіз динаміки перевищень ГДК концентраціями забруднювальних речовин показав, що для більшості розглянутих речовин забруднення вод зростає у створі Лисичанськ.

На хімічний склад води впливає надходження забруднювальних речовин з таких промислових центрів як Харків, Чугуїв, Зміїв, Балаклея, Ізюм. В результаті навколо великих міст збільшується вміст азоту амонійного, азоту нітритного, фенолів. Особливо добре виділяється зростання вмісту фенолів при порівнянні їх концентрацій “вище міста” та “нижче міста” (див. рис. 5). Біохімічне споживання кисню (БСК<sub>5</sub>) в непрямий спосіб показує ступінь забрудненості водного об'єкта органічними речовинами, які легко окислюються. Згідно з цим показником найбільше забруднення органічними речовинами, характерно для створів Чугуїв та Лисичанськ (рис. 6). Значне зростання концентрації хрому у нижній течії річки пов'язане із його надходженням із шахтними водами та водами промислових підприємств Донбасу. Для прикладу нами були розглянуті показники гідрохімічного складу води у створі річки Кривий Торець – смт. Олексієво-Дружківка (площа водозбору 1530 км<sup>2</sup>, права притока річки Казенний Торець). Гідрохімічний склад річки характеризується високим вмістом важких металів, а саме такими перевищенням рибогосподарських ГДК: для міді до 40 разів у 1992 році (рис. 7), для хрому до 19 разів у 2013 році (рис. 8), для цинку – більше 25 разів у 1995 році. Стійким є забруднення від року до року азотом нітритним, сульфатами та іншими речовинами.

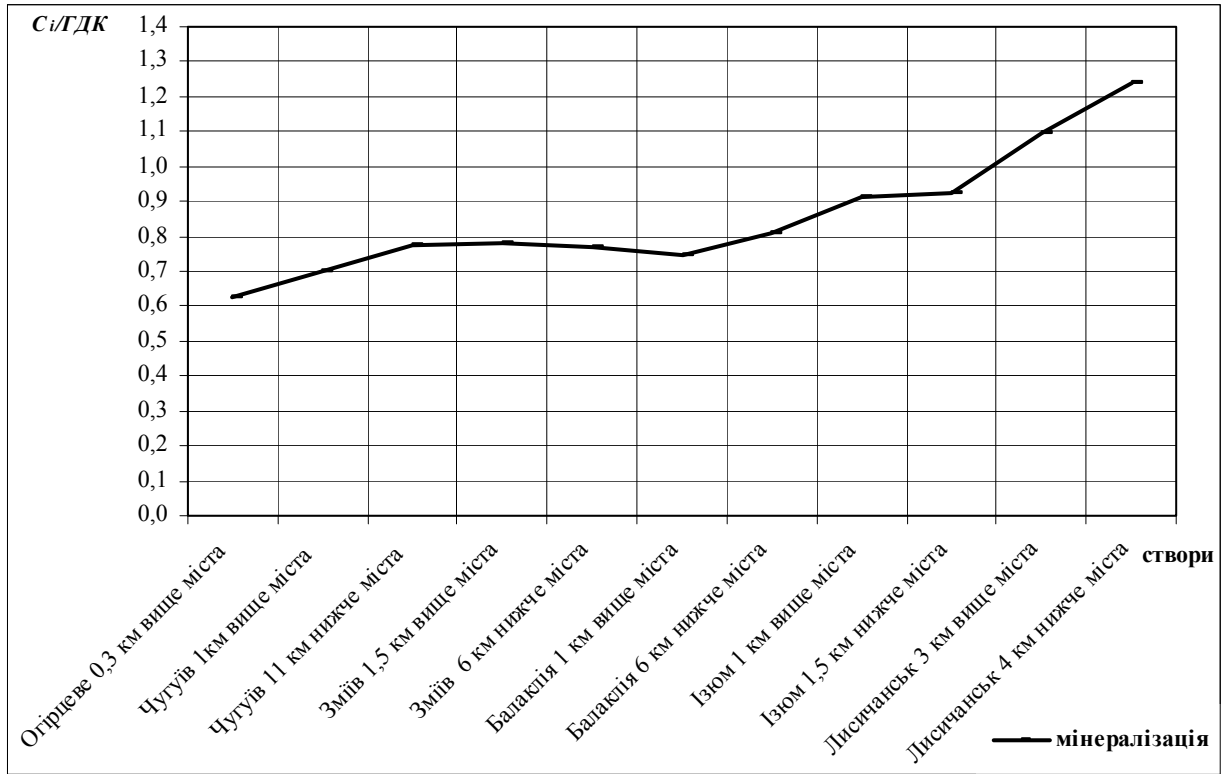


Рис. 1 – Зміни по довжині річки Сівєрський Донець осереднених за багаторічний період перевищень ГДК рибогосподарського використання (мінералізація).

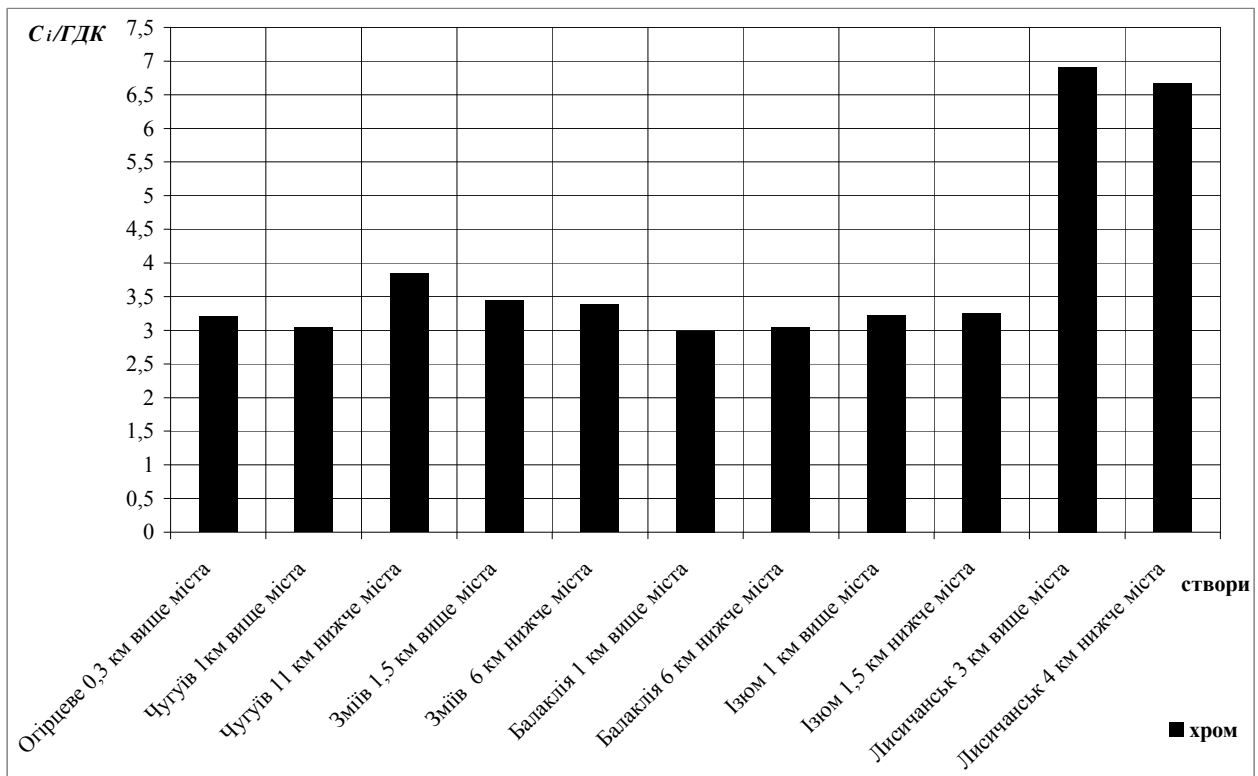


Рис. 2 – Зміни осереднених за багаторічний період перевищень ГДК рибогосподарського використання по довжині річки Сівєрський Донець (хром).

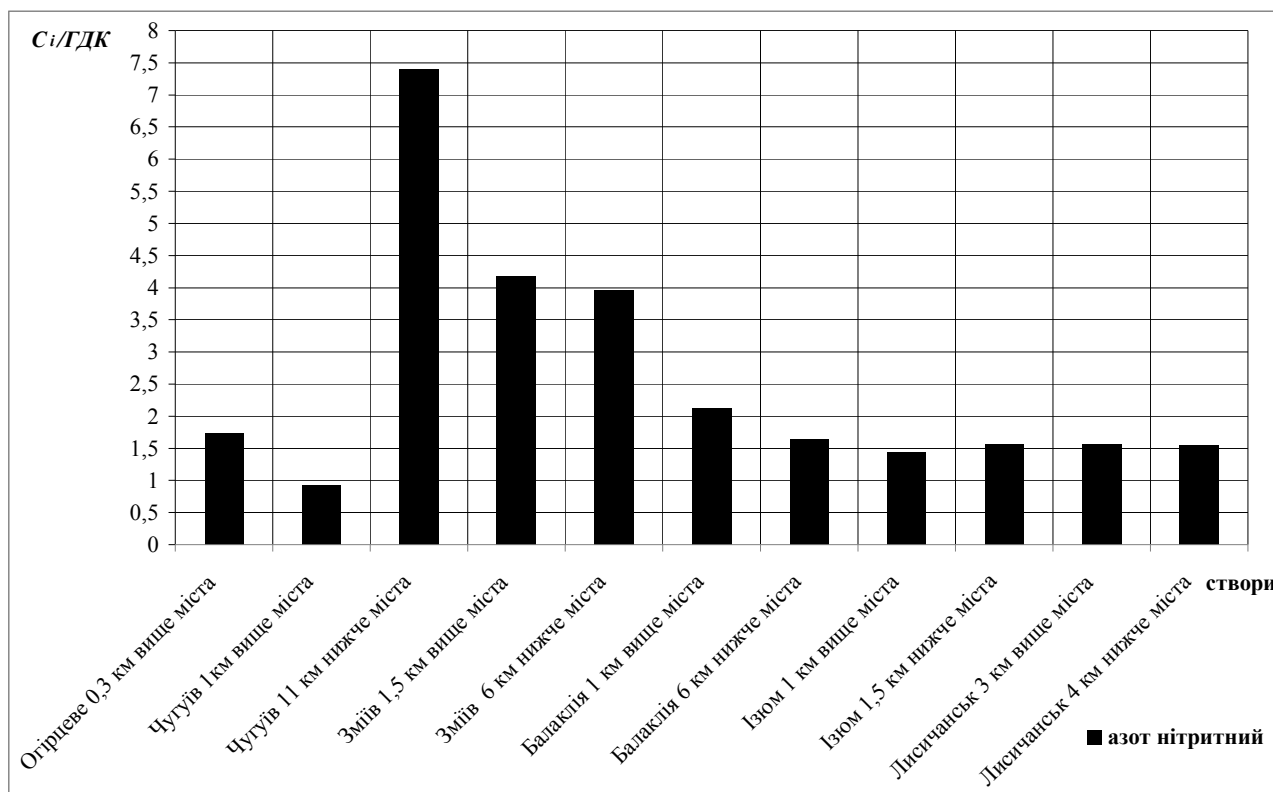


Рис. 3 – Зміни осереднених за багаторічний період перевищень ГДК рибогосподарського використання по довжині річки Сіверський (азот нітритний).

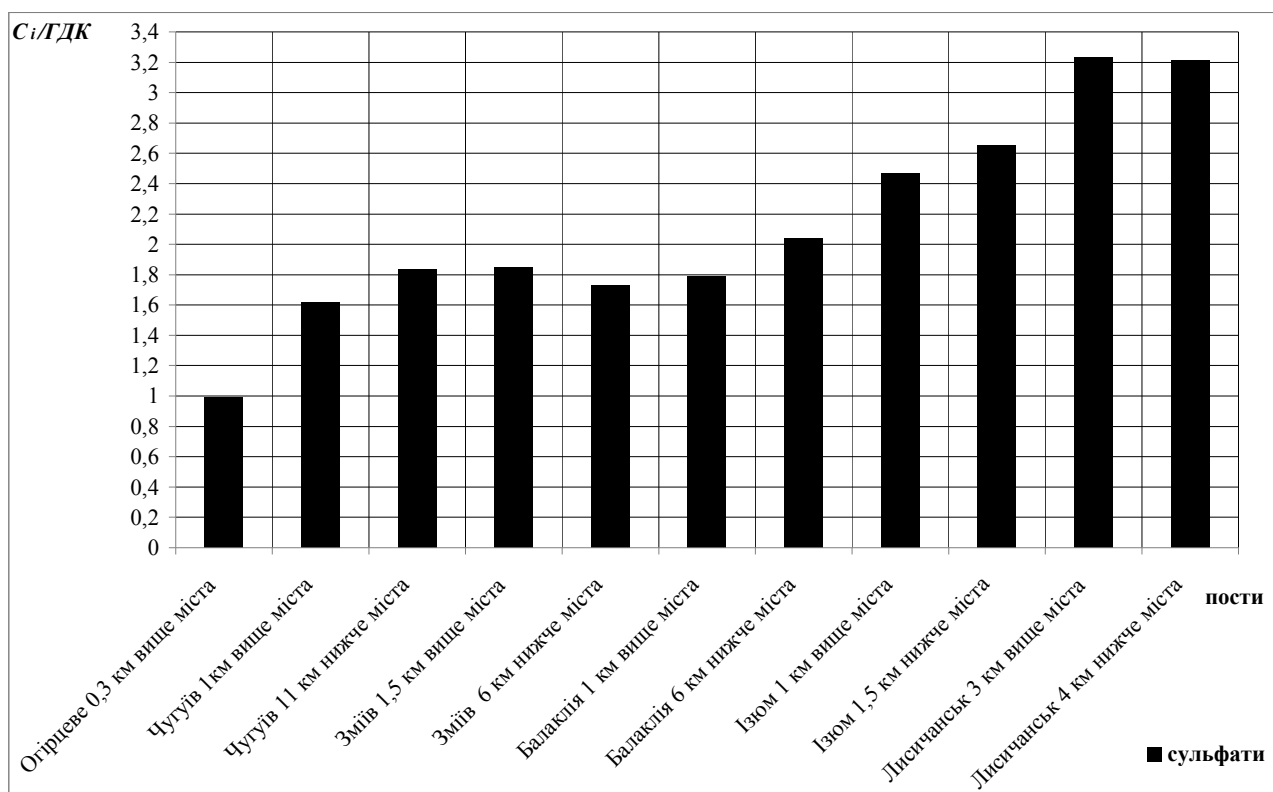


Рис. 4 – Зміни осереднених за багаторічний період перевищень ГДК рибогосподарського використання по довжині річки Сіверський Донець (сульфати).

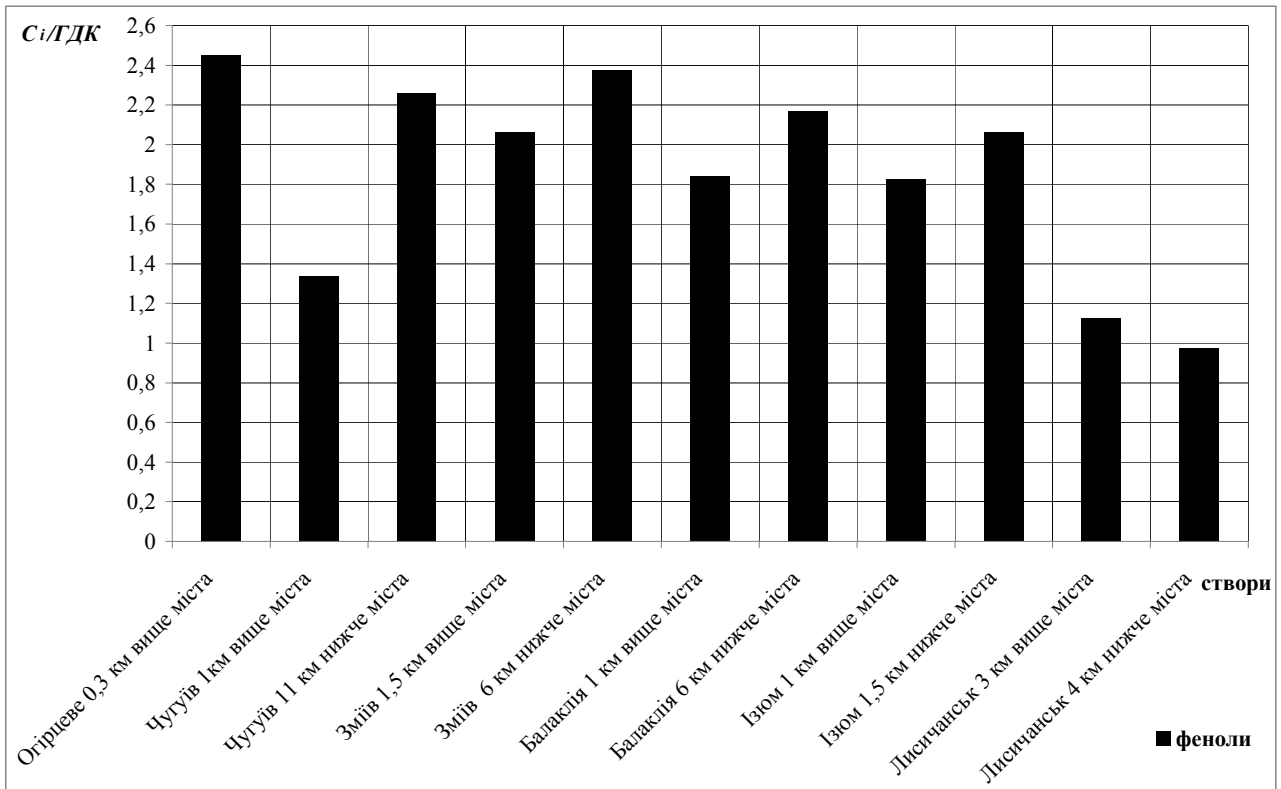


Рис. 5 – Зміни осереднених за багаторічний період перевишень ГДК рибогосподарського використання по довжині річки Сівєрський Донець (феноли).

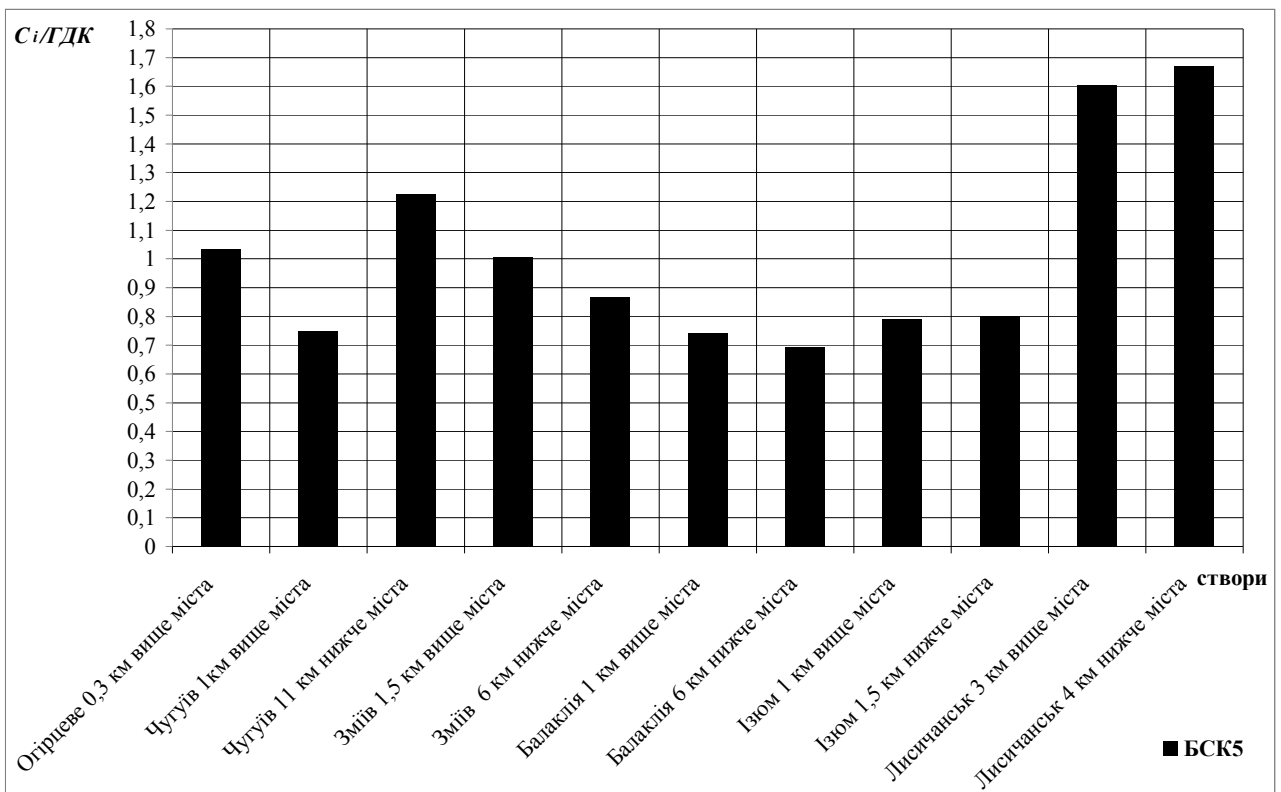


Рис. 6 – Зміни осереднених за багаторічний період перевишень ГДК рибогосподарського використання по довжині річки Сівєрський Донець (BCK<sub>5</sub>).

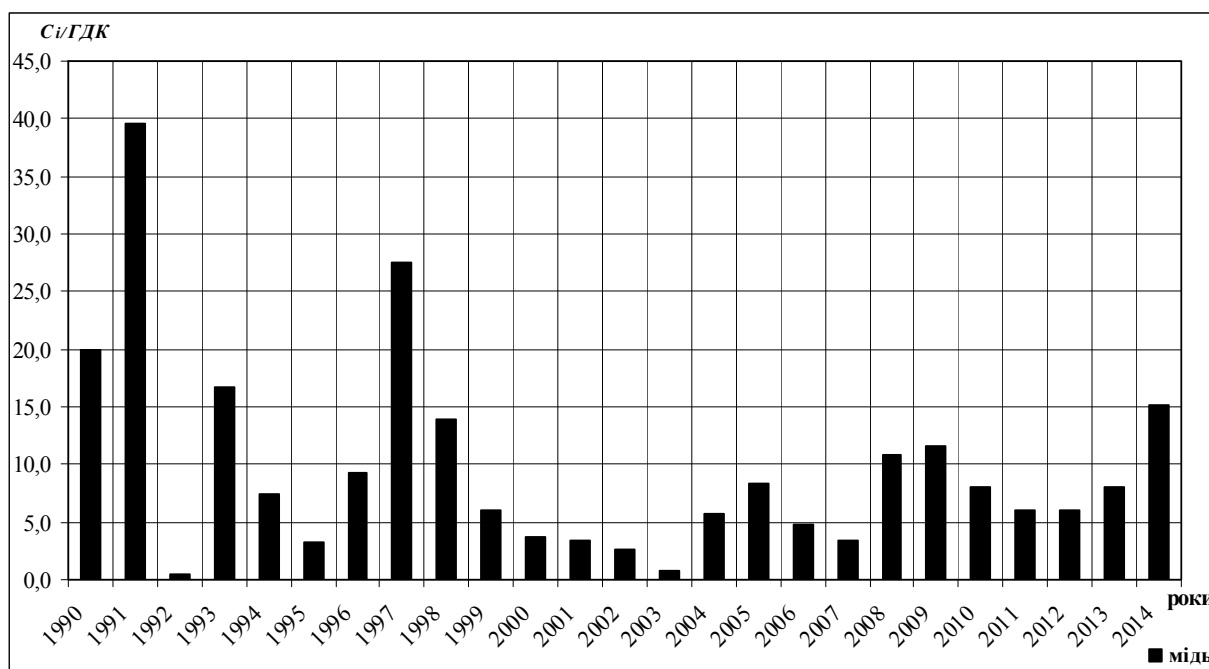


Рис. 7 – Динаміка перевищення ГДК рибогосподарського використання середніми річними концентраціями міді у створі р. Кривий Торець – смт. Олексієво-Дружківка.

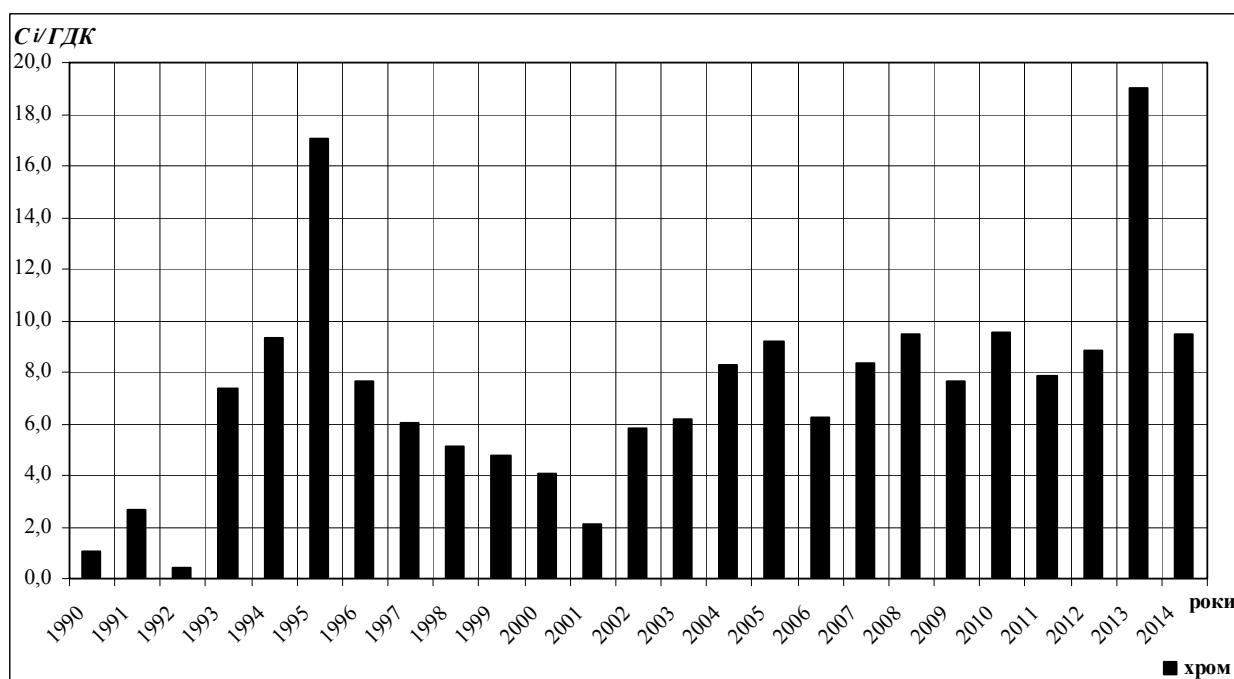


Рис. 8 – Динаміка перевищення ГДК рибогосподарського використання середніми річними концентраціями хрому у створі р. Кривий Торець – смт. Олексієво-Дружківка.

На другому етапі досліджень оцінки якості води виконувалися за коефіцієнтом забруднення  $\chi$ . Останній розраховувався як із використанням обов'язкових пріоритетів (рис. 9), так і без них (рис. 10). У другому випадку групу п'яти перших вагомих показників у воді річки Сіверський Донець склали: завислі речовини; хром,

азот нітритний, сульфати, феноли. У першому випадку забруднення річки визнане “припустимим”, у другому – “катастрофічним”, що свідчить про несталість рішень відносно оцінювання хімічного складу води під час обов'язкового набору пріоритетів.



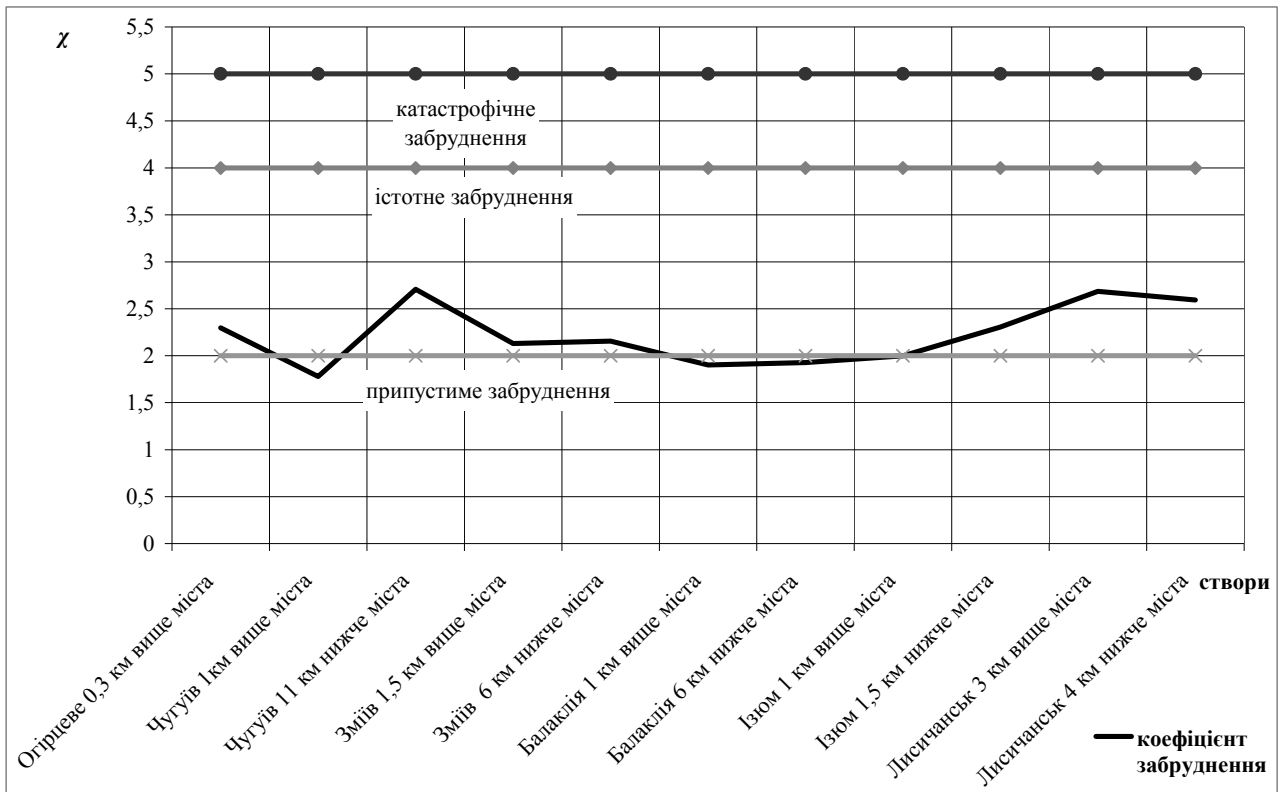


Рис. 9 – Зміни коефіцієнта забруднення  $\chi$  по довжині річки Сіверський Донець, розрахований з використанням обов'язкових пріоритетів (осереднені значення).

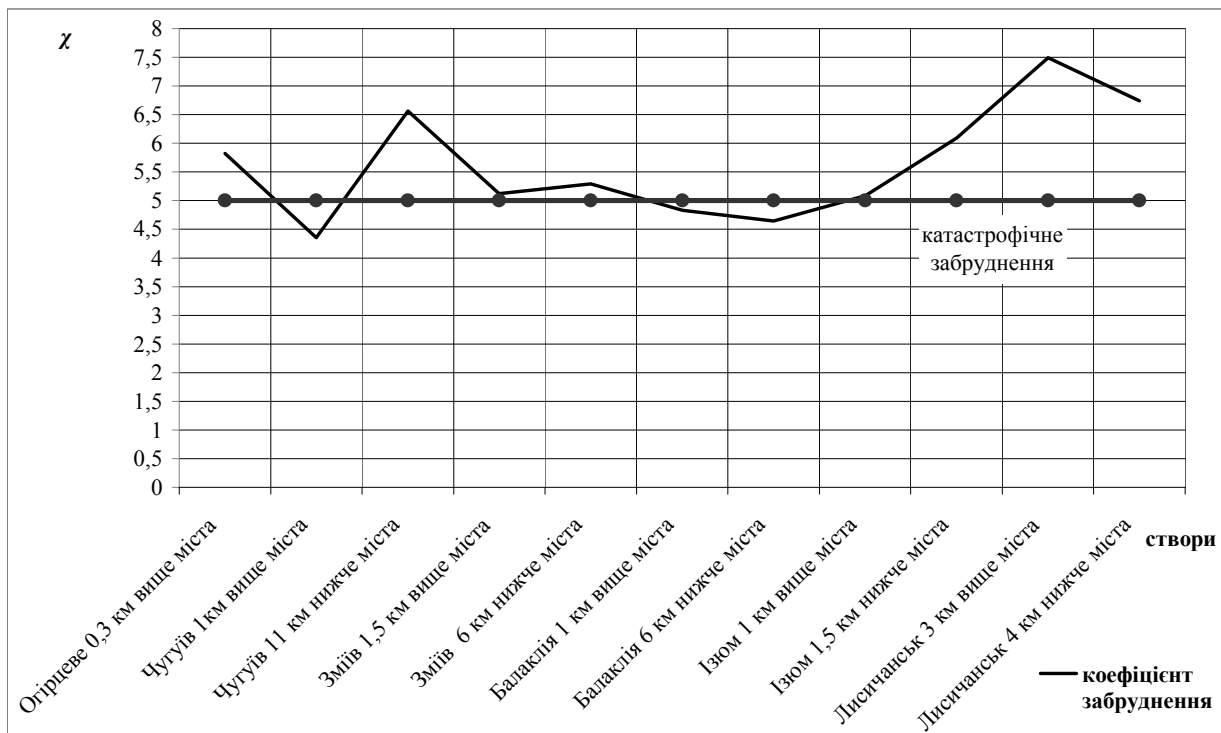


Рис. 10 – Зміни коефіцієнта забруднення  $\chi$  по довжині річки Сіверський Донець, розрахований без використання обов'язкових пріоритетів (середні багаторічні значення).

На третьому етапі досліджень для оцінки ступеня забруднення води р. Сіверський Донець був використаний модифікований індекс ІЗВ, який розраховувався за шістьма показниками: БСК<sub>5</sub>, розчинений кисень, сульфати, феноли, хром, завислі речовини. Оцінка якості води за модифікованим індексом ІЗВ змінюється за течією річки Сіверського Дінця від IV рівня «вода забруднена» до V рівня «вода брудна» (рис. 11).

На прикладі річки Кривий Торець показано, як суттєво розрізняються значення модифікованого та стандартного ІЗВ (рис. 12). Шість показників хімічного складу води, які були залучені до розрахунків модифікованого ІЗВ річки Кривий Торець, включають до себе БСК<sub>5</sub>, розчинений кисень, хром, мідь, азот амонійний. Розрахунки стандартного значення ІЗВ дозволяють зробити висновок, що води річки «переважно забруднені» (клас IV) та «брудні» (клас V). За модифікованим ІЗВ отримано, що води «надзвичайно забруднені» (клас VII) та «дуже брудні» (клас VI). Як і при розрахунках коефіцієнту  $\chi$  обмеженість розрахунків показників якості води обов'язковими пріоритетними речовинами впливає на надійність оцінки екологічного стану води в річках.

У роботі авторів Лободи Н. С. та Смайлій О. В. [14] були наведені результати оцінки якості вод річки Сіверський Донець у різні за водністю роки на базі розрахунків узагальненого індексу стану вод  $I_{CB}$  за методикою, розробленою в ОДЕКУ. Цей індекс розраховувався за період 1986 - 2015 рр. для трьох створів, послідовно розташованих у верхній, середній та нижній течії р. Сіверський Донець (табл. 4). Установлено, що відносна частота появи «дуже брудних» та «брудних» вод зростає з 56 % у верхній течії (с. Огірцеве) до 67 % у середній течії річки (м. Ізюм) та до 87 % у нижній течії (м. Лисичанськ). Виявлено покращення хімічного статусу річки у часі. На початку XXI сторіччя «дуже брудна» вода не була виявлена у жодному з розглянутих створів. У верхньому створі (р. Сіверський Донець – м. Огірцеве) у XXI сторіччі (починаючи з 2000 р.), відносна частота появи «помірно забруднених» вод становить 81 %, у середньому створі (р. Сіверський Донець – м. Ізюм) – 63 %, у нижньому створі (р. Сіверський Донець – м. Лисичанськ) – 25 %. У всіх трьох розглянутих створах установлена тенденція до відносного покращення якості вод (рис. 13) з «дуже брудної» та «брудної» до «помірно забрудненої».

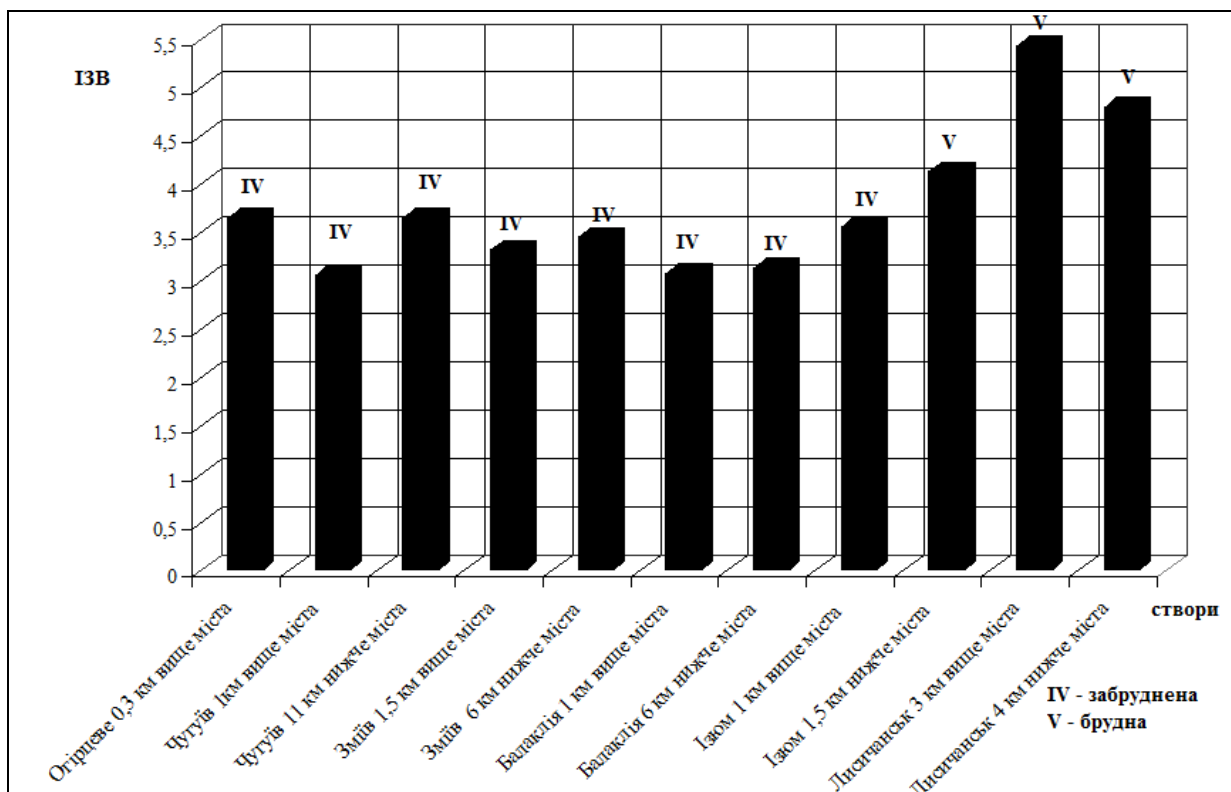


Рис. 11 – Зміни середньобагаторічних значень модифікованого ІЗВ по довжині річки Сіверський Донець.

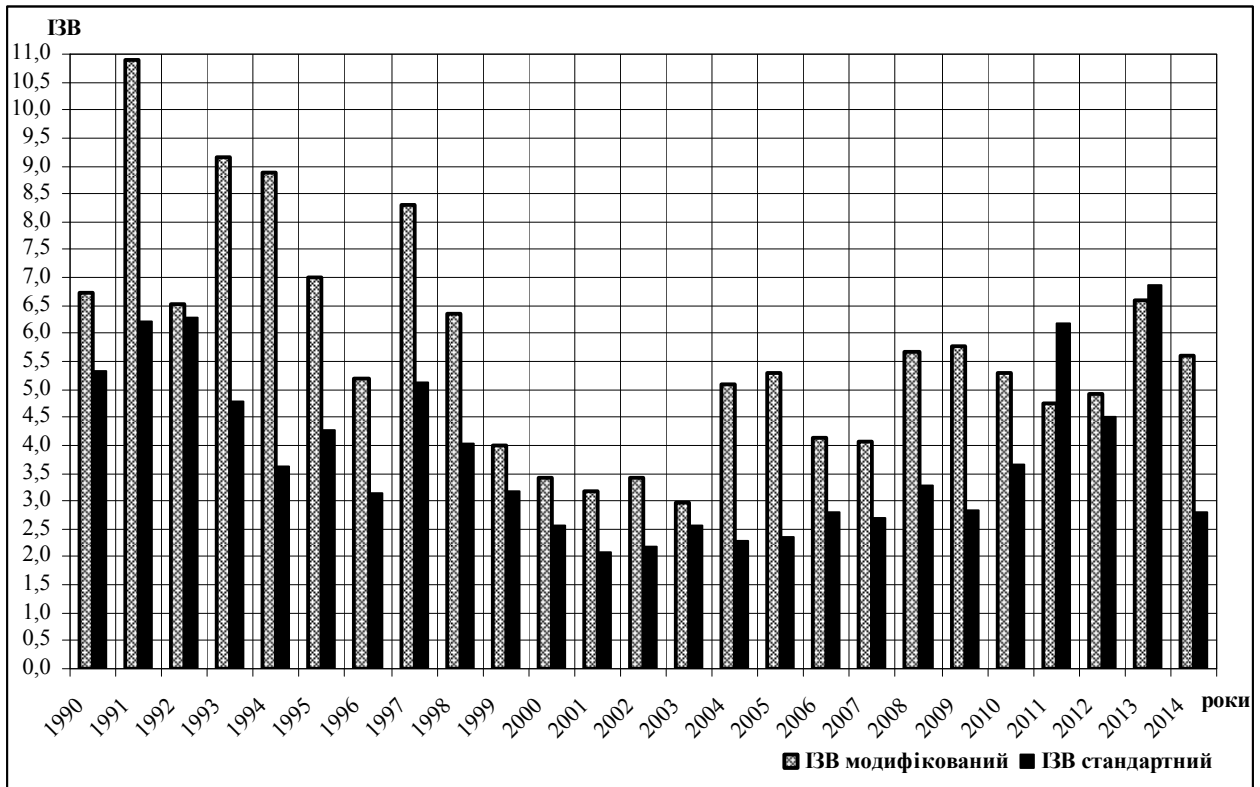


Рис. 12 – Зміни у часі значень стандартного та модифікованого ІЗВ у створі р. Кривий Торець – смт. Олексієво - Дружківка.

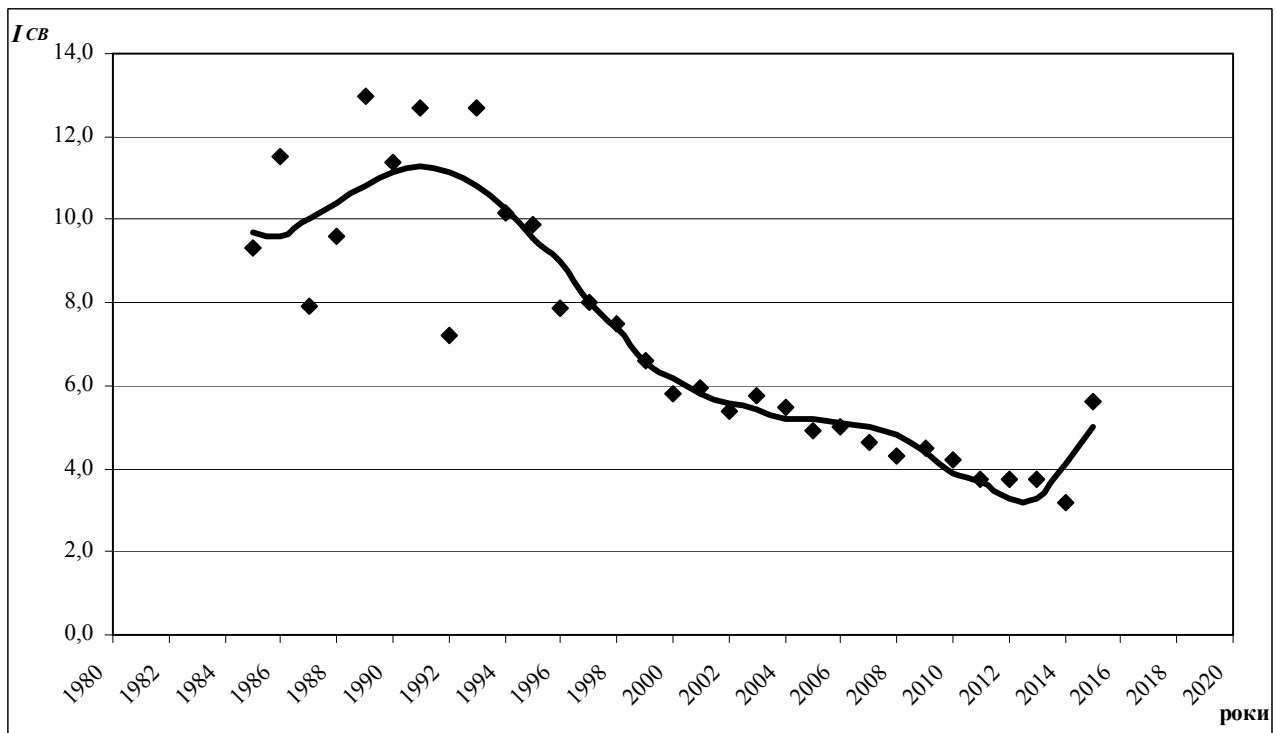


Рис. 13 – Хронологічний хід узагальненого індексу стану вод у створі р. Сіверський Донець – м. Лисичанськ.

Таблиця 4 – Якість води річки Сіверський Донець по довжині, установлена згідно із розрахунками узагальненого індексу стану води  $I_{CB}$ 

Роки	Якість води		
	м. Огірцеве	м. Ізюм	м. Лисичанськ
1	2	3	4
1985	Брудна	Брудна	Дуже Брудна
1986	Дуже Брудна	Брудна	Дуже Брудна
1987	Брудна	Дуже Брудна	Брудна
1988	Брудна	Дуже Брудна	Дуже Брудна
1989	Брудна	Брудна	Дуже Брудна
1990	Брудна	Брудна	Дуже Брудна
1991	Брудна	Брудна	Дуже Брудна
1992	Брудна	Брудна	Брудна
1993	Дуже Брудна	Брудна	Дуже Брудна
1994	Дуже Брудна	Дуже Брудна	Дуже Брудна
1995	Дуже Брудна	Дуже Брудна	Дуже Брудна
1996	Дуже Брудна	Брудна	Брудна
1997	Дуже Брудна	Брудна	Дуже Брудна
1998	Брудна	Брудна	Брудна
1999	Брудна	Брудна	Брудна
2000	Брудна	Брудна	Брудна
2001	Помірно забруднена	Брудна	Брудна
2002	Помірно забруднена	Брудна	Брудна
2003	Брудна	Брудна	Брудна
2004	Помірно забруднена	Брудна	Брудна
2005	Брудна	Помірно забруднена	Брудна
2006	Помірно забруднена	Брудна	Брудна
2007	Помірно забруднена	Помірно забруднена	Брудна
2008	Помірно забруднена	Помірно забруднена	Брудна
2009	Помірно забруднена	Помірно забруднена	Брудна
2010	Помірно забруднена	Помірно забруднена	Брудна
2011	Помірно забруднена	Помірно забруднена	Помірно забруднена
2012	Помірно забруднена	Помірно забруднена	Помірно забруднена
2013	Помірно забруднена	Помірно забруднена	Помірно забруднена
2014	Помірно забруднена	Помірно забруднена	Помірно забруднена
2015	Помірно забруднена	Помірно забруднена	Брудна

#### 4. ВИСНОВКИ

Результати оцінки ступеня забруднення вод річки Сіверський Донець за трьома комплексними індексами (коефіцієнт забруднення  $\chi$ , індекс забруднення ІЗВ, узагальненому індексу стану вод  $I_{CB}$ ) для багаторічного періоду показали, що стійкість екосистеми р. Сіверський Донець порушена. Згідно із коефіцієнтом забруднення  $\chi$  ступінь забруднення “інтенсивний” та “катастрофічний”. За показником ІЗВ установлені класи

якості води як IV (забруднена) та V (брудна). У відповідності із узагальненим індексом  $I_{CB}$  води річки також класифікуються як “брудні”. Якість води погіршується вниз за течією. Найгірші показники якості спостерігаються в створі Лисичанськ. Значну роль у забрудненні вод нижньої течії р. Сіверський Донець відіграють води правобережних приток, які течуть з Донецького Кряжу. Вони мають високу мінералізацію, містять у собі важкі метали, які надходять до пове-

рхневих водотоків разом із промисловими водами, із скидами шахтних і кар'єрних вод. Води цих річок віднесені до V (брудні) та VI (дуже брудні) класів забруднення. Аналіз ступеня забрудненості вод у часі, показав, що найбільше забруднення спостерігалось у 90-ті роки минулого сторіччя.

На початку XXI сторіччя якість води стала покращуватися. З “дуже брудної” вона стала “помірно брудною”. Відносне зменшення забруднення річки пов'язане із скороченням обсягів виробництва.

## ПОДЯКИ

Автори виражають щире подяку спеціалістам Київської Центральної Геофізичної Обсерваторії за надання матеріалів з гідрології та гідрохімії.

## 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. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/371-2015-p> (дата звернення : 08.02.2019).
2. Романенко В. Д. Основи гідроекології. Київ : Генеза, 2004. 664 с.
3. Вишневський В. І. Річки і водойми України. Стан і використання. Київ : Віпол, 2000. 375 с.
4. Вишневський В. І., Косовець О. О. Гідрологічні характеристики річок України. Київ : Ніка-Центр, 2003. 324 с.
5. Процеси формування хімічного складу поверхневих вод / Осадчий В. І., Набиванець Б. Й., Линник П. М. та ін. Київ : Ніка-Центр, 2013. 240 с.
6. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / Романенко В. Д., Жупанський В. М., Оксіюк О. П. та ін. Київ : Символ-Т, 1998. 28 с.
7. Сучасний екологічний стан української частини річки Сіверський Донець : експедиційні дослідження / Гриценко А. В., Васенко О. Г., Колісник А. В. та ін. ; за ред. д-ра геогр. наук, проф. А. В. Гриценка, канд. біол. наук, доц. О. Г. Василенка. Харків : ВПП «Контраст», 2011. 340 с.
8. Оцінка емісії біогенних елементів та органічних речовин у поверхневій воді басейну р. Сіверський Донець від дифузних джерел / Осадча Н. 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. Сіверський Донець : Водний та екологічний атлас / Василенко О. Г., Гриценко А. В., Карабаш Г. О. та ін. ; за ред. А. В. Гриценка, О. Г. Василенка. Харків : ВД «Райдер», 2006. 188 с.
10. Юрасов С. М., Сафранов Т. А., Чугай А. В. Оцінка якості природних вод : навч. пос. Одеса : Екологія, 2012. 168 с.
11. Бардов В. Г. Гігієна та екологія. Вінниця : Нова книга, 2006. 720 с.
12. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод : підручник. Київ : Ніка-Центр, 2001. 264 с.
13. Юрасов С. М., Кур'янова С. О., Юрасов М. С. Комплексна оцінка якості вод за різними методиками та шляхи її вдосконалення. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2009. № 5. С. 42-53.
14. 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.

## 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: 08.02.2019) (in Ukr.)*
2. Romanenko, V.D. (2004). *Osnovy hidroekologii [Basics of hydroecology]*. Kyiv: Heneza. (in Ukr.)
3. Vyshnevskiy, V.I. (2000). *Richky i vodoimy Ukrainy. Stan i vykorystannia [Rivers and reservoirs of Ukraine. Condition and use]*. Kyiv: Vipol. (in Ukr.)
4. Vyshnevskiy, V.I. & Kosovets, O.O. (2003). *Hidrolohichni kharakterystyky richok Ukrainy [Hydrological characteristics of rivers of Ukraine]*. Kyiv: Nika-Tsentr. (in Ukr.)
5. Osadchyi, V.I., Nabyvanets, B.I., Lynnyk, P.M. et al. (2013). *Protsesty formuvannia khimichnoho skladu poverkhnivykh vod [Processes of forming the chemical composition of surface water]*. Kyiv: Nika-Tsentr. (in Ukr.)
6. Romanenko, V.D., Zhupanskyi, V.M., Oksiiuk, O.P. et al. (1998). *Metodyka ekolohichnoi otsinky yakosti poverkhnivykh vod za vidpovidnyimi katehoriiami [Methodology of ecological assessment of surface water quality by appropriate categories]*. Kyiv: Symvol-T. (in Ukr.)
7. Hrytsenko, A.V., Vasenko, O.H., Kolisnyk, A.V. et al. (2011). *Suchasnyi ekolohichni stan ukraïnskoi 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.)
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 river Siverskyi Donets from diffuse sources]. *Tezy dopovidei VII Vseukraïnskoi naukovoï konferentsii z mizhnarodnoiu uchastiu “Problemy hidrolonii, hidrokhimii, hidroekolohii”, prsviachenoi 100-richchiu vid dnia zasnivannia Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy [Theses of reports of the VII 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. 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.)
10. 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.)

11. Bardov, V.H. (2006). *Hihiiena ta ekolohiia [Hygiene and ecology]*. Vinnytsia: Nova knyha. (in Ukr.)
12. Snizhko, S.I. (2001). *Otsinka ta prohnozuvannia yakosti pryrodnykh vod [Estimation and prediction of the quality of natural water]*. Kyiv: Nika-Tsentr. (in Ukr.)
13. Yurasov, S.M., Kurianova, S.O. & Yurasov, M.S. (2009). Kompleksna otsinka yakosti vod za riznymi metodykamy ta shliakhy yii vdoskonalennia [Comprehensive assessment of water quality by different methods and ways of its improvement]. *Ukrains'kij gidrometeorologichnij zhurnal [Ukrainian hydrometeorological journal]*, 5, pp. 42-53. (in Ukr.)
14. Loboda, N.S. & Smalii, O.V. (2018). Dynamics of quality of river water along Siverskyi Donets River of different discharge. *Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference*, 30 September. Warsaw, Poland, vol. 2, pp. 12-18.

## ASSESSMENT OF CHANGES IN THE WATER QUALITY ALONG THE LENGTH OF THE SIVERSKYI DONETS RIVER AT THE BEGINNING OF THE 21ST CENTURY

N. S. Loboda, O. V. Smalii, I. V. Katynska, O. M. Kotovich

Odessa State Environmental University,  
15, Lvivska St., 65016 Odesa, Ukraine, [natalie.loboda@gmail.com](mailto:natalie.loboda@gmail.com),  
<https://orcid.org/0000-0002-0794-9951>

The relevance of the problem consists in the need to achieve a "good status" of water in the rivers of Ukraine according to the objectives of the Water Framework Directive. The aim of the work is to identify the main trends of water quality changes over time and along the length of Siverskyi Donets River based on data of the hydrochemical observations for the period from 1985 to 2015 inclusive. To establish the water quality we used integral assessments based on hydrochemical indicators such as pollution coefficient, water pollution index, generalized index of water state in accordance with the water quality standards for fishery. The article shows that use of mandatory (priority) chemical indicators in the calculations of the pollution coefficient and the water pollution index does not reflect a real degree of water pollution, since it does not take into account a significant amount of pollutants. It was discovered that major pollutants in the main river include suspended substances, chromium, nitrite nitrogen, phenols, sulfates. For the right-bank tributaries of Siversky Donets (illustrated by the example of the Kryvyi Torets River) originating from Donetsk Upland heavy metals (chromium, copper, zinc) pollution is typical. The degree of pollution based on the coefficient of pollution for average multi-year period is deemed as catastrophic, and based on the index of water pollution it is labelled with IV (contaminated) and V (very contaminated) quality classes indicating a violation of the ecosystem stability. Based on the generalized index, the water is also classified as "contaminated". The calculations based on various integral indicators of water quality revealed that pollution of the Siversky Donets River increases downstream. This is due to growing anthropogenic impact (municipal and industrial waters of large cities, discharge of mine and open pit waters into surface waterways, withdrawal of the runoff for its redirection to canals and water conduits, presence of diffuse sources of pollution by biogenic and organic substances). The beginning of the 21st century saw a trend towards improvement established in the chronological course of integral indicators of water quality which was associated with decrease production volumes. According to the generalized index of water state the water quality of the main river gradually changes from "contaminated" and "very contaminated" to "moderately contaminated", but contamination by heavy metals, biogenic and organic substances remains high.

**Keywords:** the Siverskyi Donets River; pollutants; assessment of water quality based on complex indices, dynamics of water pollution degree.

## ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ ПО ДЛИНЕ РЕКИ СЕВЕРСКИЙ ДОНЕЦ В НАЧАЛЕ XXI СТОЛЕТИЯ

Н. С. Лобода, О. В. Смалій, І. В. Катинская, О. Н. Котович

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

Актуальность проблематики состоит в необходимости достижения «хорошего статуса» воды в реках Украины, согласно задач Водной Рамковой Директивы. Целью работы является выявление основных тенденций изменения качества воды во времени и по длине реки Северский Донец на базе гидрохимических наблюдений, рассматриваемых до 2015 года включительно. Для установления качества воды были использованы интегральные оценки по гидрохимическим показателям, среди которых коэффициент загрязнения, индекс загрязнения воды, обобщенный индекс состояния вод в соответствии с рыбохозяйственными нормами качества вод, поскольку последние учитывают как основные, так и более слабые звенья водных экологических систем. Показано, что использование обязательных (приоритетных) химических показателей в расчетах коэффициента загрязнения и индекса загрязнения воды не позволяет полностью оценить качество воды в главной реке и на притоках из-за значительного количества загрязняющих веществ. Выявлено, что основными загрязняющими веществами в главной реке являются взвешенные вещества, хром, азот нитритный, фенолы, сульфаты. Для правобережных притоков Северского Донца (показано на примере реки Кривой Торец), которые берут начало с Донецкой возвышенности, характерным является загрязнение тяжелыми металлами (хром, медь, цинк). Установлено, что разработанный в Одесском государственном экологическом университете обобщенный индекс состояния вод может быть успешно применен для оценки качества вод. На базе расчетов по разным критериям качества поверхностных вод выявлено, что загрязнение реки Северский Донец усиливается по длине реки от створа г. Огурцов до створа г. Лисичанск, что связано с возрастающим антропогенным влиянием (коммунальные и промышленные воды больших городов, сброс в поверхностные водотоки шахтных и карьерных вод, изъятие стока для переброса его по каналам и водоводам, наличие диффузных источников загрязнения биогенными элементами и органическими веществами). В начале XXI столетия в хронологическом ходе интегральных показателей качества вод установлена тенденция к улучшению, что связано с уменьшением объемов производств. Воды, которые классифицировались в прошлом как «грязные» и «очень грязные» стали преимущественно «умеренно грязными».

**Ключевые слова:** река Северский Донец; загрязняющие вещества; оценка качества вод по комплексным индексам; динамика степени загрязнения вод.

*Подання до редакції : 18. 02. 2019  
Надходження остаточної версії : 27. 02. 2019  
Публікація статті : 30. 05. 2019*