

УДК 556.531

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ЗАБРУДНЕННЯ БІОГЕННИМИ РЕЧОВИНАМИ РІЧКИ КОГИЛЬНИК НА ОСНОВІ ПРОБІТ-ФУНКЦІЙ

Н. С. Лобода, А. М. Куза

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

Актуальність роботи обумовлена необхідністю визначення ризиків високого та катастрофічного рівня забруднення вод річки Когильник. Якість вод цієї річки впливає на екологічний стан північної частини озера-водосховища Сасик. Це штучно створене на базі лиману водосховище у минулі роки було частиною Дунай-Дністровської зрошувальної системи і у майбутньому може бути використаним для зрошування у післявоєнний період. Оскільки Північно-Західне Причорномор'я належить до сільськогосподарського регіону України, то основна увага приділялася забрудненню річки біогенними речовинами (амоній, нітрити, нітрати, фосфати). Предметом досліджень є оцінка екологічних ризиків забруднення річки Когильник у сучасних умовах. Вихідними матеріалами досліджень були дані гідрохімічних спостережень Державного агентства водних ресурсів України, які проводилися у верхньому (нижче кордону з Молдовою) та нижньому створах (за 12 км до гирла) річки. Кількість проб у верхньому створі дорівнює 80, у нижньому – 56. Оцінка якості води виконана за модифікованим індексом забруднення води (ІЗВ). Ризики забруднення біогенними речовинами розраховані на основі статистичного підходу з використанням пробіт-функції. Встановлено, що якість води у верхньому створі гірша у порівнянні з нижнім. Виявлено тісний зв'язок між показниками якості води та розрахованими значеннями екологічного ризику. У верхньому створі ризики забруднення катастрофічного рівня мають ймовірність появи 46,1 %, а високого – 41,1, що в сумі становить 87,2 %. У нижньому створі ймовірність ризику забруднення високого рівня дорівнює 33,3 %, а критичний ризик у період спостережень не виявлений. Трофічність водного об'єкта по довжині річки змінюється з гіпертрофного та політрофного стану у верхній течії до евтрофного та мезотрофного у нижній течії. Зниження рівня забруднення у нижньому створі пояснюється процесами біологічного, фізичного та хімічного самоочищення водної екосистеми. Оскільки біогенні речовини мають переважно антропогенне походження, покращення якості води річки Когильник на території України обумовлено зменшенням надходженням комунальних та сільськогосподарських стічних вод до русла річки. Забруднення біогенними речовинами потребує проведення додаткових заходів у вигляді підвищення культури землеробства на водозборі (наприклад, під час збереження та внесення добрив).

Ключові слова: екологічні ризики забруднення; пробіт-функції; біогенні речовини; річка Когильник; озеро-водосховище Сасик

1 ВСТУП

Актуальність роботи обумовлена необхідністю оцінки ризиків забруднення річки Когильник, яка впадає у північну частину озера-водосховища Сасик. Це штучно створене на базі лиману водосховище у минулі роки було частиною Дунай-Дністровської зрошувальної системи і має бути використаним для зрошування у майбутньому [1]. Особливої значущості колишній розпріснений лиман Сасик набуде у післявоєнний період, коли відновлення

зрошувального землеробства півдня України стане головною задачею сільського господарства. В умовах глобального потепління надходження прісних вод до озера-водосховища зменшується, а дефіцит водного балансу зростає [2]. Разом із зменшенням водності річок, які впадають у лиман, погіршується якість їх вод [3].

Проблема полягає у необхідності визначення ступеня забруднення вод річки Когильник та її екологічного стану у сучасних умовах.

Метою роботи є установа якість вод

річки Когильник і розрахунки ймовірності формування високого та критичного рівня забруднення. Оскільки басейн річки Когильник майже повністю зайнятий сільськогосподарськими масивами, основна увага приділялася забрудненню біогенними речовинами (амоній, нітрити, нітрати, фосфати).

Об'єктом досліджень є оцінка забруднення поверхневих вод у районах розвинутого сільськогосподарського використання.

Предметом досліджень є оцінка екологічних ризиків забруднення річки Когильник біогенними речовинами у сучасності.

Опис водного об'єкту. Річка Когильник є трансграничною річкою. Вона протікає через території Молдови та України (Арцизький, Татарбунарський, Тарутинський і Саратський райони Одеської області). Річка бере початок неподалік від с. Бурсук (Молдова), впадає в озеро-водосховище Сасик. Загальна довжина річки Когильник становить 243 км, площа водозбірного басейну 3910 км². Близько 50 % водозбору розташовано на території Молдови. Середня і нижня течія знаходяться на території Одеської області. Середня річна витрата води становить 0,30 м³/с, максимальна – 6,47 м³/с, а мінімальна – 0,0006 м³/с. Річний стік регулюється ставками. Основні притоки: ліві – Скиноса, Чага, Джалар, Чилігідер; праві – Бахмутка, Кагач [4]. Середній багаторічний стік води річки Когильник у озеро-водосховище Сасик становить 44,5 млн м³. Мінералізація води річки Когильник може досягати 6000 мг/дм³ [5]. Басейн річки Когильник відноситься до північно-степової та південно-степової природної підзони [6]. На території водозбору переважають чорноземи звичайні малогумусні [4]. На території водозбору річки Когильник внаслідок зливових опадів та розмивання гірських порід формуються водно-ерозійні форми рельєфу, такі як яри, балки, річкові долини. Як відомо, розростання і збільшення площі ярів значно шкодить сільському господарству [7].

Вода хлоридно-гідрокарбонатна (іноді сульфатна), натрієво-магнієва, мінералізація становить 2000–3500 мг/дм³. За даними [8] у середньому мінералізація вод Когильника складає 3328,21 мг/дм³ (табл. 1), в останні 30 років мінералізація змінювалась від 1063 до 6336 мг/дм³ [8]. Стік зарегульований чисельними ставками, є шлюзи-регулятори. Річка використовується переважно для

сільськогосподарських і побутових потреб міста Арциз [9].

Огляд літератури. За даними роботи [10] природний, тобто непорушений водогосподарською діяльністю, річний стік річки Когильник постійно зменшується у часі внаслідок глобального потепління. До 1989 року середній багаторічний стік річки становив 58,2 млн. м³, у період 1989 – 2018 рр. – 53,6 млн. м³, Рік 1989 є переламним для рівнинної України, коли зміни середніх річних температур повітря стали статистично значущими [11]. У реальності стік річки Когильник менший на 25-30 % у порівнянні із природним за рахунок втрат на заповнення та додаткове випаровування з поверхні штучних водойм. За результатами розрахунків стоку річки Когильник на основі математичної моделі «клімат-стік» з використанням на вході метеорологічних даних сценарію змін клімату RCP4.5 на 2021-2050 рр. середній багаторічний об'єм стоку за рік буде становити 45,1 млн. м³, а за більш “жорстким” сценарієм RCP8.5 – 36,6 млн. м³. За даними Басейнового управління водних ресурсів річок Північно-Західного Причорномор'я та нижнього Дунаю площа водної поверхні на водозборі р. Когильник дорівнює 0,866 тис. га, об'єм штучних водойм – 11,43 млн. м³, відносна площа водної поверхні становить 0,22 %.

Аналіз вмісту біогенних речовин [12] у річці Когильник за період 2003-2008 рр. показав, що концентрації нітритів, аміаку, фосфору та заліза у нижньому створі (р. Когильник – с. Новоолексіївка) є меншими, ніж у верхньому (р. Когильник - с. Серпневе, кордон із Молдовою).

Річка Когильник разом з іншими річками Північно-Західного Причорномор'я була досліджена на чутливість до забруднення сполуками азоту. При цьому використовувалися поквартальні дані гідрохімічних спостережень Басейнового Управління водними ресурсами річок Причорномор'я та Нижнього Дунаю за період 2000–2018 роки. На основі цих даних було встановлено, що є ризик забруднення сполуками азоту у верхньому створі в окремі роки [13]. Екологічні ризики забруднення сполуками азоту розраховувалися шляхом співставлення коефіцієнту чутливості до забруднення із пороговим значенням, яке дорівнювало 50 мг/дм³ або 11,3 мг N/дм³ [14]. Отримані співвідношення зважувалися по ймовірності перевищення порогового значення. Ймовірнісна модель оцінки екологічних ризиків

такого виду також була застосована під час оцінки ступеня забруднення поверхневих вод індустріально розвинутих територій Сіверського Донця [15].

У світовій практиці широко застосовується для оцінки екологічних ризиків ймовірнісна модель, яка базується на так званій пробіт-функції, пов'язаної із нормальним законом розподілу [16]. Перевагою цього підходу є розроблені шкали екологічних ризиків, на основі яких виконується узгодження між показниками ризику та характеристиками якості і екологічним станом поверхневих вод [17, 18].

2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

У роботі використані матеріали Державного агентства водних ресурсів України [19]. Для гідрохімічного дослідження були використані дані спостережень по верхньому створу (ВС) (р. Когильник, с. Серпневе, кордон з Молдовою, 131 км від гирла) та по нижньому створу (НС) (р. Когильник, с. Новоолексіївка, 12 км від гирла). Довжина ряду спостережень по ВС складає 30 років (1994 р. – 2023 р.), по НС – складає 26 років (1994 р. – 2019 р.). У проведеному дослідженні розглядався період спостережень з 2005 р. по 2023 р., коли були наявні дані спостережень за наступними елементами: біохімічне споживання кисню за 5 діб, завислі речовини, розчинений кисень, сульфати, хлориди, фосфати, азот амонійний, азот нітратний, азот нітритний. У цілому для ВС налічується 80 проб, а для НС – 56 проб.

Для оцінки якості вод річки Когильник був використаний модифікований індекс забруднення води [20]. Для оцінки екологічних ризиків високого та катастрофічного забруднення використаний ймовірнісний метод, який базується на пробіт-функції [16].

Метод оцінки якості вод за розрахунком гідрохімічного індексу забруднення води (ІЗВ)

входить до групи комплексних оцінок якості води [21]. За даними фактичних та нормативних концентрацій 6 гідрохімічних показників (азот амонійний, азот нітритний, нафтопродукти, феноли, розчинений кисень, БСК₅) розраховується стандартний індекс забруднення води. В залежності від значення ІЗВ надається оцінка рівня забруднення води відповідно семи класів якості (від «дуже чиста» до «надзвичайно брудна», табл. 1). Віднесення стану водного об'єкта до I класу свідчить про те, що його води перебувають під мінімальним антропогенним навантаженням, їх гідроекологічні показники близькі до природних значень для даного регіону; II клас – це води з певними змінами щодо природного стану, однак зміни поки що не порушили екологічної рівноваги; III клас – води зі значним антропогенним впливом, рівень якого близький до межі стійкості екосистем; води вищих класів (IV – VII) – це води з порушеними екологічними параметрами, їх екологічний стан оцінюється як «екологічний регрес».

Показник ІЗВ (індекс забруднення води) розраховується за формулою

$$I_{ЗВ} = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 \frac{C_i}{ГДК_i}, \quad (1)$$

де C_i – концентрація гідрохімічних показників; $ГДК_i$ – норматив вмісту показника у воді; n – кількість показників [22].

Модифікований ІЗВ також розраховується за шістьма показниками, але, окрім БСК₅ та O₂, додатково беруться інші чотири гідрохімічні показники за найбільшим відношенням до ГДК. Оскільки розглядається забруднення біогенними речовинами, то у якості цих показників були використані такі елементи: розчинений кисень, біологічне споживання кисню за 5 діб, вміст амонію, нітритів, нітратів, фосфору.

Таблиця 1 – Класи якості вод в залежності від значення індексу забруднення води
Table 1 - Water quality classes depending on the value of the water pollution index

Опис якості води	Дуже чисті	Чисті	Помірно забруднені	Забруднені	Брудні	Дуже брудні	Надзвичайно брудні
Значення ІЗВ	до 0,20	0,21-1,00	1,10-2,00	2,01-4,00	4,01-6,00	6,01-10,0	>10,0
Класи якості вод	I	II	III	IV	V	VI	VII

Першочергово метод оцінки екологічних ризиків погіршення екологічного стану водних об'єктів має базуватися на біологічних даних [23]. Так званий метод біоіндикації є оцінкою екологічних ризиків для водних об'єктів, яка ґрунтується на біологічній чутливості, реакції певних організмів, розподілі видової чутливості [24, 25]. Такі підходи передбачають проведення спеціальних досліджень, які поки що на річках України обмежені. Для полегшення і доступності розрахунків, Директивою 2000/60/ЄС було запропоновано включати для аналізу ті пріоритетні речовини, які можуть бути надані офіційними особами за даними моніторингу та статистичної звітності [26].

Ризик порушення благополуччя водної екосистеми був оцінений шляхом визначення пробіт-функції за таким рівнянням [18]

$$P_{rob} = -2,3 + 2,21 \lg \sum \frac{C_i}{C_{EH_i}}, \quad (2)$$

де P_{rob} - показник пробіт, який є функцією квантіля, що пов'язаний із стандартним нормальним законом розподілу [16]; C_i - концентрація i -ї речовини у водоймі, мг/дм³; C_{EH_i} - екологічний стандарт (ГДК) для i -ї речовини у водоймі, мг/дм³.

Для визначення показника екологічного ризику ER за даними про пробіт-функції в літературі розроблені та наведені спеціальні таблиці [17]. В залежності від значення встановленого показника ER надається оцінка класу якості води, якісна оцінка ступеня екологічного ризику та трофності водного об'єкту (табл. 2).

Трофність характеризує абсолютне і відносне багатство екотопів на поживні речовини [27]. Трофність водойми може розглядатися як її характеристика за біологічною продуктивністю, зумовленою вмістом біогенних елементів [28]. В залежності від рівня утворення первинної продукції водні екосистеми поділяють на оліготрофні (малопродуктивні), мезотрофні (середньодуктивні), евтрофні (високопродуктивні) і гіперевтрофні (надмірно продуктивні). Оліготрофні водойми (прісноводна екосистема) бідні на мінеральні речовини, містять мало поживних речовин, всі відмерлі речовини майже цілком розкладаються. Мезотрофні водойми мають середній вміст біогенних речовин. Евтрофні водойми багаті на поживні для рослин речовини. Мінералізація відмерлих рослин часто відбувається за участю анаеробів. Кисень у воді практично відсутній. Колообіг мінеральних речовин загальмований і неповний. Так звана «культурна евтрофікація» спричинена антропогенними надходженнями поживних речовин, як правило, скиданням стічних вод або надходженням добрив із сільськогосподарських угідь. Гіпертрофні води можуть сильно деградувати. Ці водойми характеризуються шкідливим цвітінням синьо-зелених водоростей протягом літа, що погіршує якість питної води і може виділяти токсичні органічні сполуки, які є надзвичайно стресовими і навіть смертельними для гідробіонтів. Таким чином, використання методу пробіт-функції дозволяє визначити ступінь ризику («незначний» – «критичний») та указати на екологічні наслідки забруднення біогенними елементами у вигляді трофності.

Таблиця 2 – Оцінка ступеня екологічного ризику за показником ER [17,18]

Table 2 - Assessment of the degree of environmental risk according to the ER indicator

Клас якості води	ER	Якісна оцінка екологічного ризику	Трофність
I відмінний	0,01-0,19	Незначний ризик	Оліготрофний
II добрий	0,20-0,39	Підвищений ризик	Мезотрофний
III задовільний	0,40-0,59	Значний ризик	Евтрофний
IV незадовільний	0,60-0,79	Високий ризик	Політрофний
V поганий	0,80-1,00	Критичний ризик	Гіпертрофний

Перевагою методу пробіт-функції є те, що цей ймовірнісний підхід доведений до універсального практичного застосування поза залежністю від територій та часу. Універсальність може також розглядатися як недолік, оскільки індивідуальні особливості статистичного розподілу характеристик водного об'єкта не ураховуються.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Відповідно до даних моніторингу Державного агентства водних ресурсів України у

період сумісних спостережень з 2007 по 2019 рік у р. Когильник, спостерігалось перевищення рибогосподарських ГДК за наступними показниками: БСК₅, амоній-іони, нітрат-іони, нітрит-іони, сульфати, хлориди (рис. 1-6). За досліджуваний період лише декілька разів спостерігалось перевищення нормативів концентраціями фосфатів (рис. 7, дати 27.08.2007, 14.11.2008, 7.08.2015 р.)

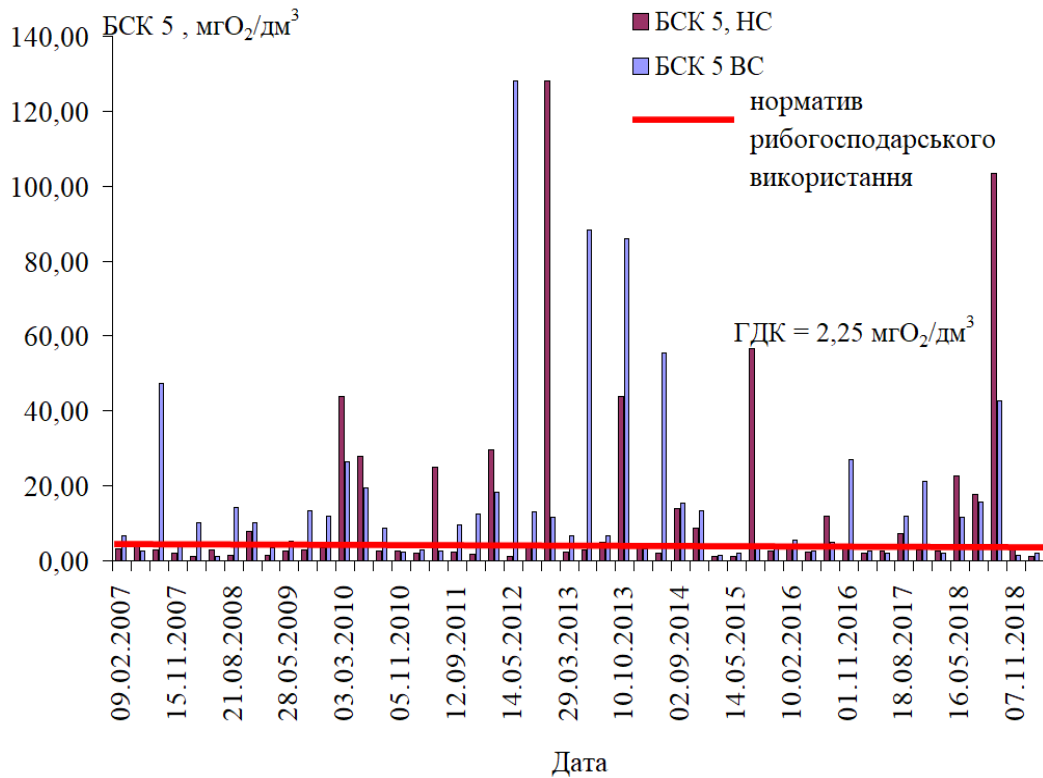


Рис. 1 – Перевищення ГДК (рибогосподарські вимоги) за показником БСК₅, ВС - верхній ствір р. Когильник, 131 км від гирла, с. Серпневе, кордон з Молдовою; НС - нижній ствір р. Когильник, 12 км від гирла, с. Новоолексівка

Fig. 1 – Exceeding the limit permissible concentrations LPC (fishery requirements) according to the biochemical oxygen consumption BOC 5 indicator, BC - the upper body of the Kogilnik River, 131 km from the mouth, village. Serpneve, border with Moldova; HC - the lower body of the Kogilnik River, 12 km from the mouth, village Novooleksiivka

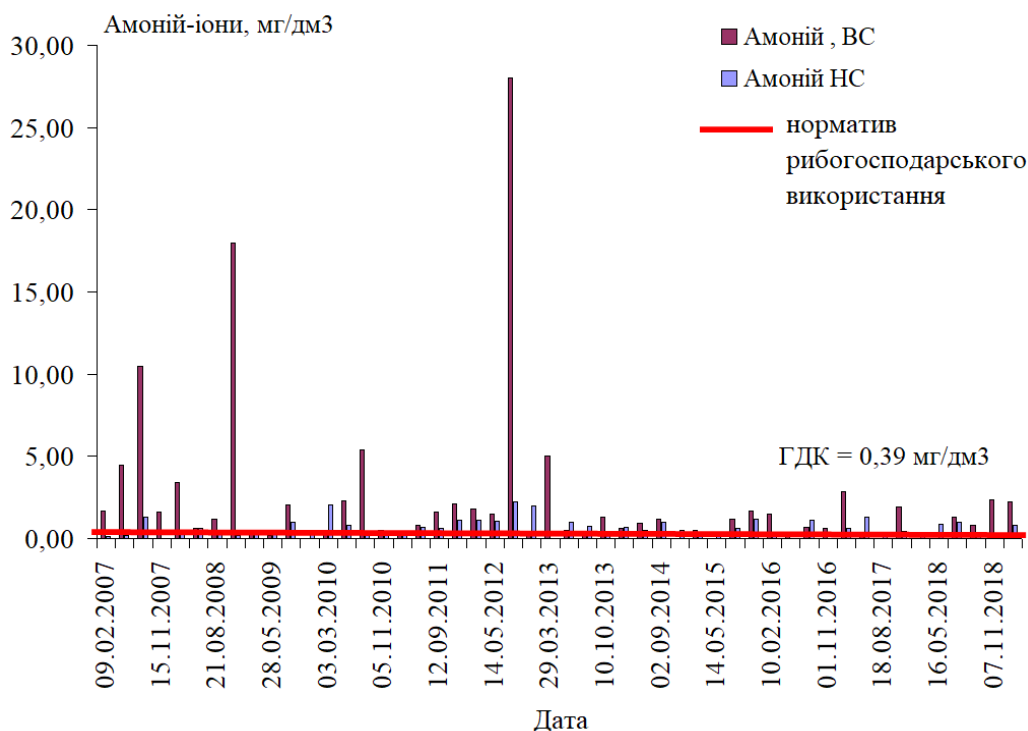


Рис. 2 – Перевищення ГДК за показником амоній-іонів (рибогосподарські вимоги), ВС - верхній ствір р. Когильник, 131 км від гирла, с. Серпневе, кордон з Молдовою; НС - нижній ствір р. Когильник, 12 км від гирла, с. Новоолексіївка

Fig. 2 – Exceeding the limit permissible concentrations LPC (fishery requirements) according to the indicator of ammonium ions, BC - the upper body of the Kogilnik River, 131 km from the mouth, village. Serpneve, border with Moldova; HC - the lower body of the Kogilnik River, 12 km from the mouth, village Novooleksiivka

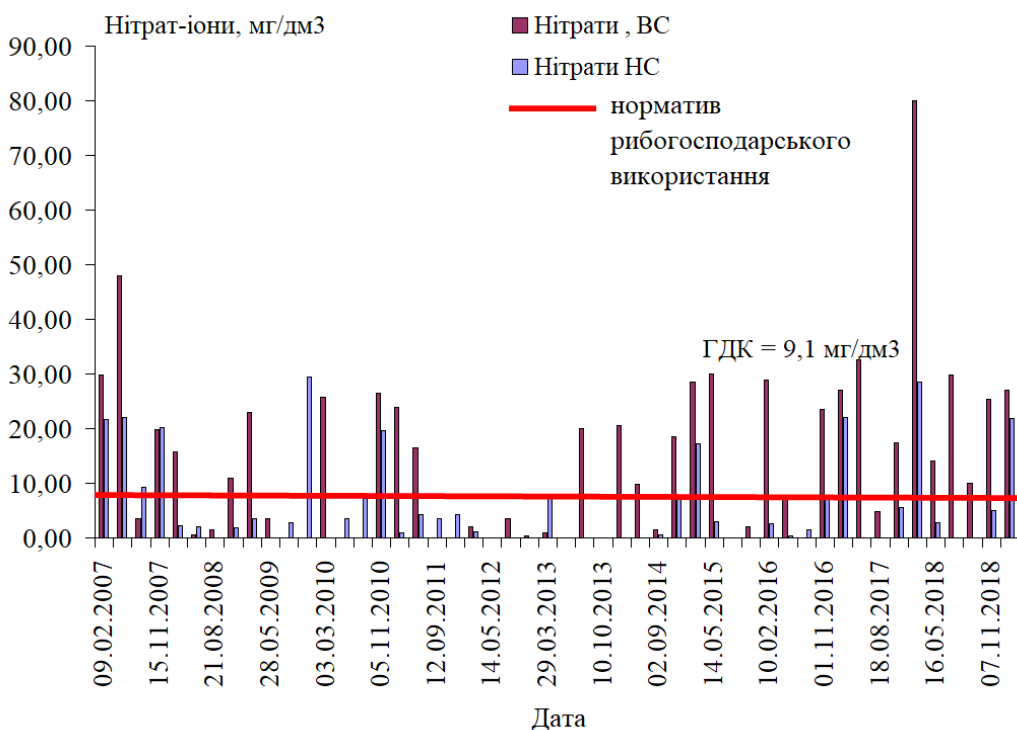


Рис. 3 – Перевищення ГДК за показником нітрат-іонів (рибогосподарські вимоги), ВС - верхній ствір р. Когильник, 131 км від гирла, с. Серпневе, кордон з Молдовою; НС - нижній ствір р. Когильник, 12 км від гирла, с. Новоолексіївка

Fig. 3 – Exceeding the limit permissible concentrations LPC (fishery requirements) according to the indicator of nitrate ions, BC - the upper body of the Kogilnik River, 131 km from the mouth, village. Serpneve, border with Moldova; HC - the lower body of the Kogilnik River, 12 km from the mouth, village Novooleksiivka

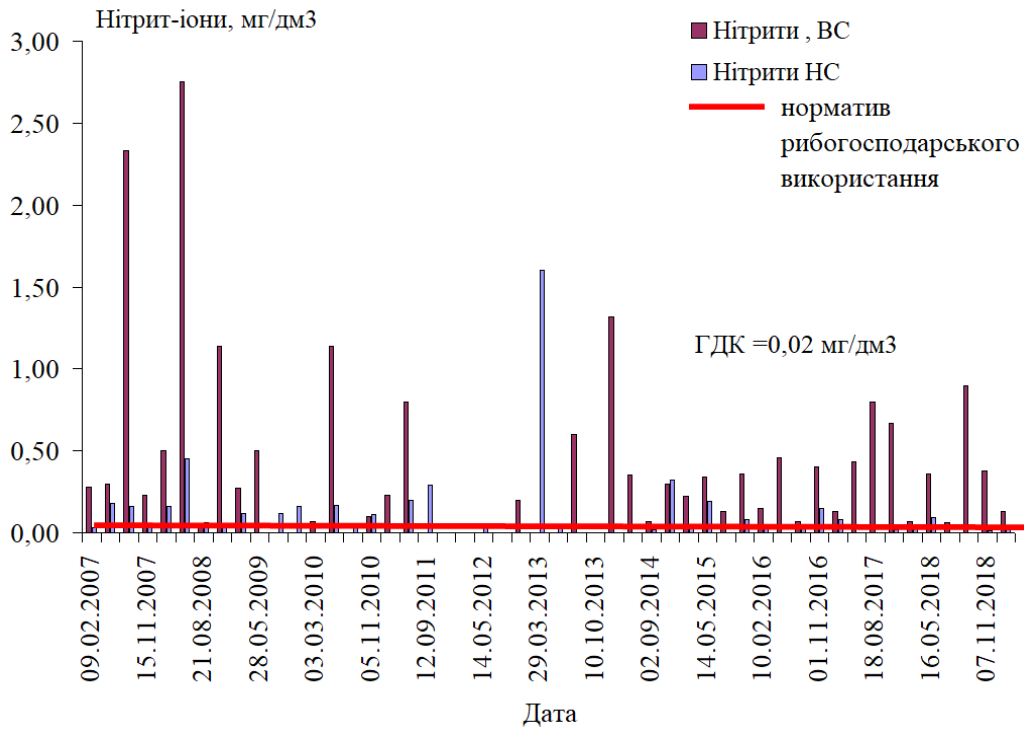


Рис. 4 – Перевищення ГДК за показником нітрит-іонів (рибгосподарські вимоги), ВС - верхній ствір р. Когильник, 131 км від гирла, с. Серпневе, кордон з Молдовою; НС - нижній ствір р. Когильник, 12 км від гирла, с. Новоолексіївка

Fig. 4 – Exceeding the limit permissible concentrations LPC (fishery requirements) according to the indicator of nitrite ions, ВС - the upper body of the Kogilnik River, 131 km from the mouth, village. Serpneve, border with Moldova; НС - the lower body of the Kogilnik River, 12 km from the mouth, village Novooleksiivka

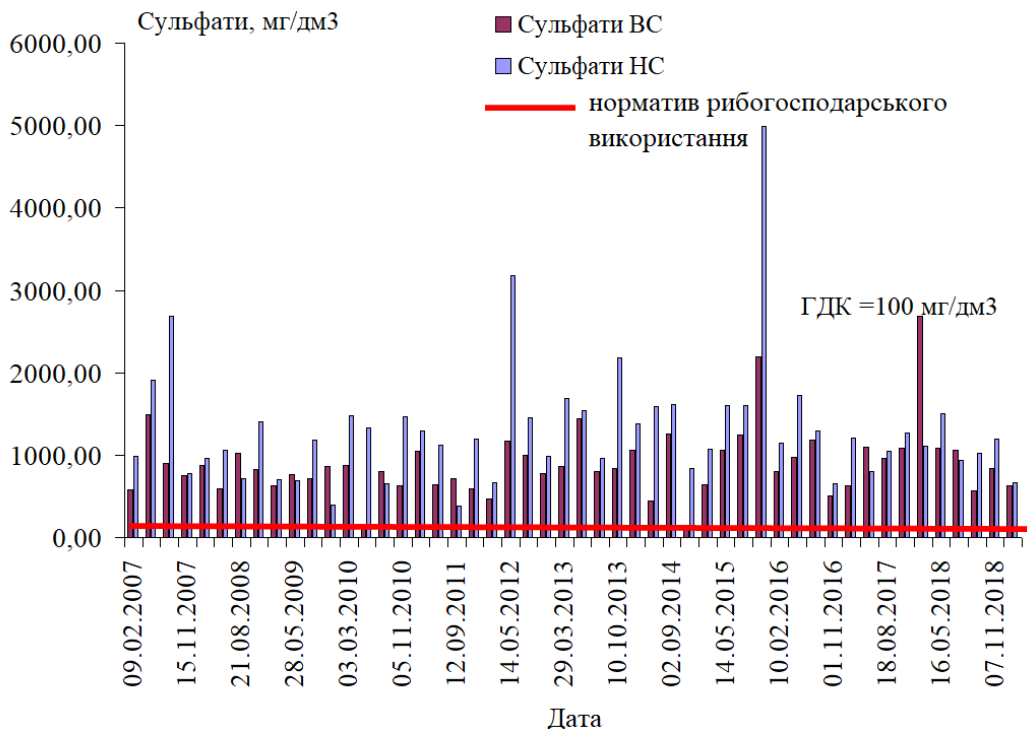


Рис. 5 – Перевищення ГДК за показником сульфатів (рибгосподарські вимоги), ВС - верхній ствір р. Когильник, 131 км від гирла, с. Серпневе, кордон з Молдовою; НС - нижній ствір р. Когильник, 12 км від гирла, с. Новоолексіївка

Fig. 5 – Exceeding the limit permissible concentrations LPC (fishery requirements) according to the indicator of sulfates, ВС - the upper body of the Kogilnik River, 131 km from the mouth, village. Serpneve, border with Moldova; НС - the lower body of the Kogilnik River, 12 km from the mouth, village Novooleksiivka

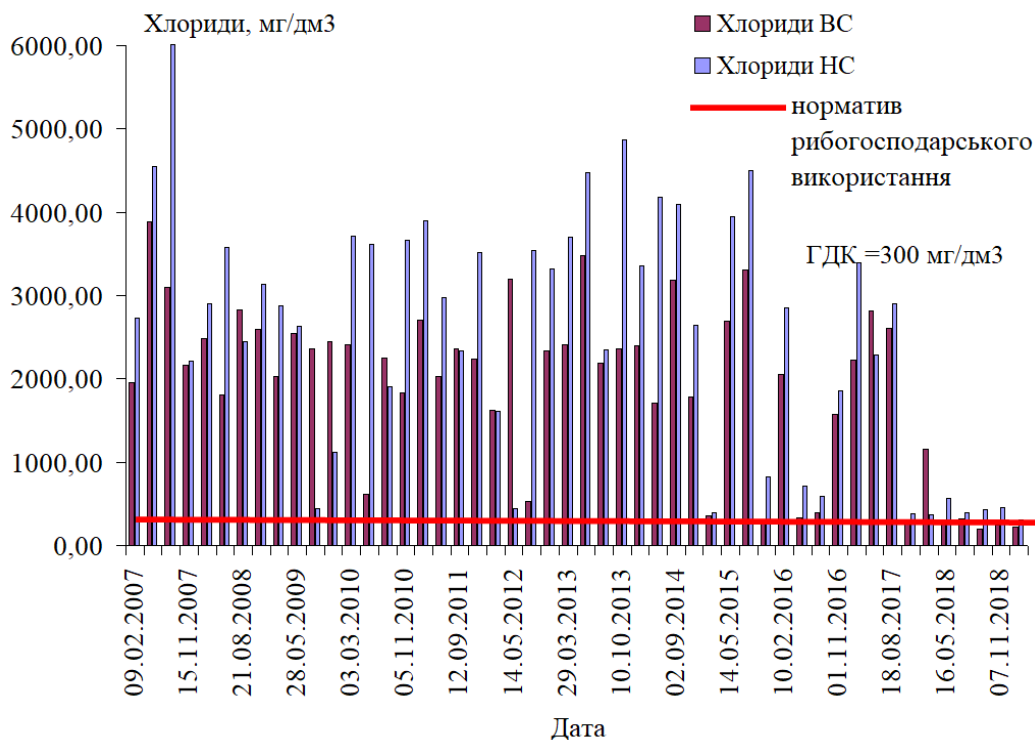


Рис. 6 – Перевищення ГДК за показником хлоридів (рибогосподарські вимоги), ВС - верхній ствір р. Когильник, 131 км від гирла, с. Серпневе, кордон з Молдовою; НС - нижній ствір р. Когильник, 12 км від гирла, с. Новоолексіївка

Fig. 6 – Exceeding the limit permissible concentrations LPC (fishery requirements) according to the indicator of chloride, ВС - the upper body of the Kogilnik River, 131 km from the mouth, village. Serpneve, border with Moldova; НС - the lower body of the Kogilnik River, 12 km from the mouth, village Novooleksiivka

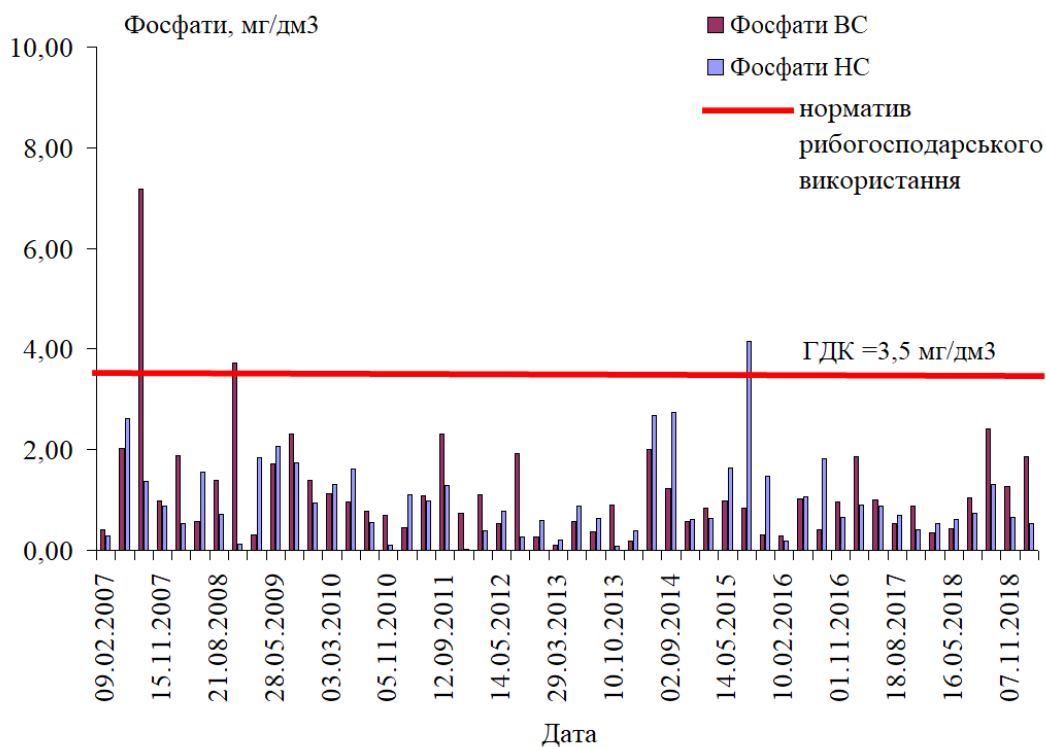


Рис. 7 – Перевищення ГДК за показником фосфатів (рибогосподарські вимоги), ВС - верхній ствір р. Когильник, 131 км від гирла, с. Серпневе, кордон з Молдовою; НС - нижній ствір р. Когильник, 12 км від гирла, с. Новоолексіївка

Fig. 7 – Exceeding the limit permissible concentrations LPC (fishery requirements) according to the indicator of phosphates, ВС - the upper body of the Kogilnik River, 131 km from the mouth, village. Serpneve, border with Moldova; НС - the lower body of the Kogilnik River, 12 km from the mouth, village Novooleksiivka

За даними моніторингу по річці Когильник установлена емпірична ймовірність перевищення ГДК рибогосподарського використання (табл. 3). Установлена незначна ймовірність перевищення ГДК концентраціями фосфат-іонів та низька ймовірність перевищення ГДК вмістом нітрат-іонів для НС. За всіма іншими гідрохімічними елементами установлена висока ймовірність

перевищення ГДК як у нижньому, так і у верхньому створах.

На графіках хронологічного ходу значень модифікованих ІЗВ (рис. 8-9) чітко простежується високий рівень забруднення у верхньому створі, що може бути пов'язано із скидами вище за течією.

Таблиця 3 – Емпірична ймовірність перевищення ГДК рибогосподарського використання вмістом хімічних елементів, що знаходяться у водах річки Когильник

Table 3 – The empirical probability of exceeding the limit permissible concentrations LPC fishery requirements by the content of chemical elements in the waters of the Kogilnik River

Показник	Ймовірність перевищення ГДК, %								
	Амоній-іони, мг/дм ³	Біохімічне споживання кисню за 5 діб, мгО ₂ /дм ³	Завіслі (суспендовані) речовини, мг/дм ³	Кисень розчинений, мгО ₂ /дм ³	Нітрат-іони, мг/дм ³	Нітриг-іони, мг/дм ³	Сульфат-іони, мг/дм ³	Фосфат-іони (полфосфати), мг/дм ³	Хлорид-іони, мг/дм ³
Верхній ствір р. Когильник - с. Серпневе	76,3	91,3	91,3	45	56,3	80,0	100	2,5	78,8
Нижній ствір р. Когильник - с.Новоолексіївка.	62,5	73,2	94,6	70	17,9	58,9	100	0,02	98,2

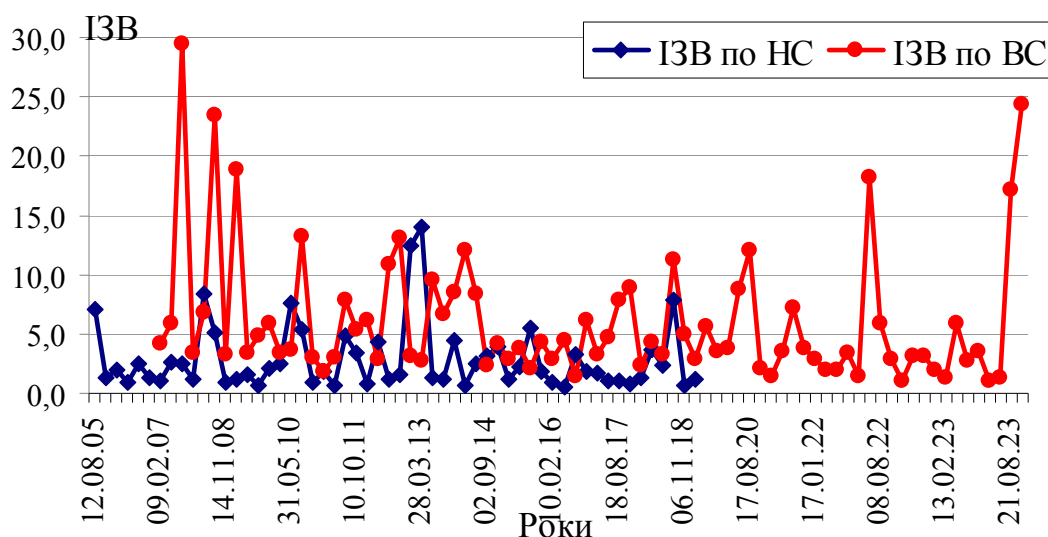


Рис. 8 – Зміна якості води у річці Когильник за методом ІЗВ модифікованим (у окремі дати забору проб), ВС - верхній ствір р. Когильник, 131 км від гирла, с. Серпневе, кордон з Молдовою; НС - нижній ствір р. Когильник, 12 км від гирла, с. Новоолексіївка

Fig. 8 – Change in water quality in the Kogilnik River according to the modified IWP method (on separate dates of sampling), BS - the upper body of the Kogilnik River, 131 km from the mouth, village. Serpneve, border with Moldova; NS - the lower body of the Kogilnik River, 12 km from the mouth, village Novooleksiivka

Виявлено (табл. 4), що у верхньому створі найбільш ймовірна поява “забруднених” вод, клас IV (емпірична ймовірність $p=38,8\%$). У нижньому створі найбільш ймовірна поява “помірно забруднених” вод, клас III ($p=33,9\%$).

Ймовірність попадання у класи з IV по VII (води з порушеними екологічними параметрами) для верхнього створу дорівнює $86,3\%$, а для нижнього – лише $44,7\%$ (рис. 10).

Зниження рівня забруднення у нижньому створі пояснюється процесом біологічного, фізичного та хімічного самоочищення водної екосистеми [29]. Оскільки біогенні речовини мають переважно антропогенне походження, покращення якості води на території України обумовлено меншим надходженням стічних вод до русла річки.

Оцінки ризику забруднення води річки Когильник на основі пробіт-функції були виконані для таких елементів: БСК₅, кисень розчинний, амоній-іони, нітрат-іони, нітрит-

іони, фосфати). Результати (табл. 5) показали, що у верхньому створі с. Серпневе, (кордон з Молдовою) річка Когильник ризик забруднення досягав рівнів “високий” та “критичний”, що згідно таблиці 2 відповідає політрофному та гіпертрофному стану. Ймовірність ризику критичного рівня становить $46,1\%$, а високого – $41,1\%$, що в сумі складає $87,2\%$. У нижньому створі ймовірність ризику забруднення високого рівня становить $33,3\%$, а критичний ризик у роки досліджень не спостерігався. У останні п'ять років установлений клас якості води “задовільний” та “добрий”, із “значним” та “підвищеним” ризиком забруднення, якому відповідає “евтрофний” та “мезотрофний” стан.

З рисунку 11 добре видно, що за річними значеннями ризиків та ІЗВ верхній та нижній створи утворюють два різних класи. Порівняння показників ризику ER із показниками якості води (ІЗВ модифікованим) дозволили виявити тісний зв'язок між ними (табл. 6).

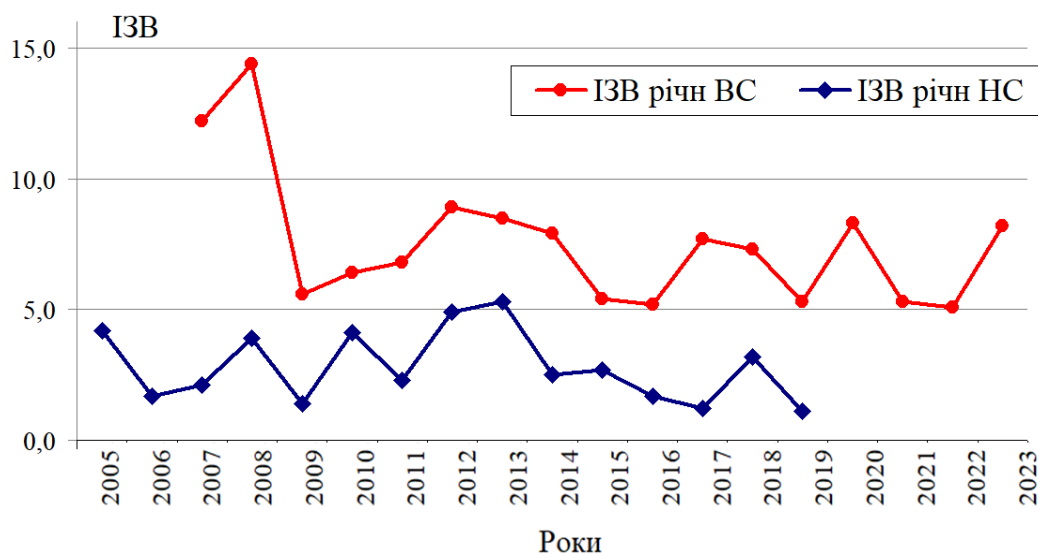


Рис. 9 – Зміна якості води у річці Когильник за методом ІЗВ модифікованим осереднені за рік, ВС - верхній ствір р. Когильник, 131 км від гирла, с. Серпневе, кордон з Молдовою; НС - нижній ствір р. Когильник, 12 км від гирла, с. Новоолексіївка

Fig. 9 – Change in water quality in the Kogilnik River according to the modified IWP method annual average, BC - the upper body of the Kogilnik River, 131 km from the mouth, village. Serpneve, border with Moldova; HC - the lower body of the Kogilnik River, 12 km from the mouth, village Novooleksiivka

Таблиця 4 – Емпірична ймовірність появи різних класів якості води у р. Когильник
Table 4 – Empirical probability of occurrence of different classes of water quality in the Kogilnik River

Клас якості за ІЗВ	I дуже чисті	II чисті	III помірно забруднені	IV забруднені	V брудні	VI дуже брудні	VII надзвичайно брудні
Верхній ствір р. Когильник							
Загальна кількість випадків (всього 80 проб)	0	1	10	31	14	11	13
Емпірична частота події, %	0	1,3	12,5	38,8	17,5	13,7	16,3
Нижній ствір р. Когильник							
Загальна кількість випадків (всього 56 проб)	0	12	19	13	6	4	2
Емпірична частота події, %	0	21,4	33,9	23,2	10,7	7,2	3,6

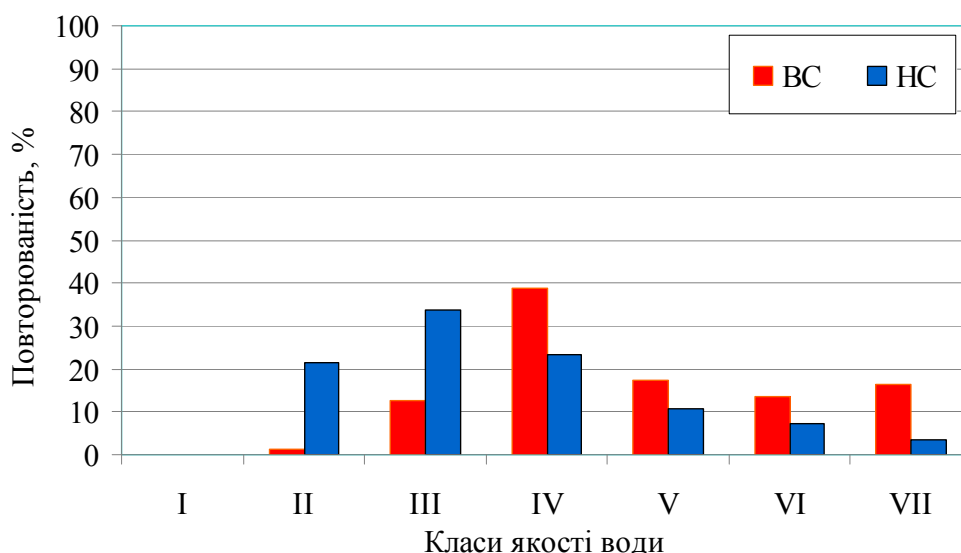


Рис. 10 – Ймовірність попадання розрахованих індексів забруднення води у різні класи класів якості у р. Когильник, BC - верхній ствір р. Когильник, 131 км від гирла, с. Серпневе, кордон з Молдовою; HC - нижній ствір р. Когильник, 12 км від гирла, с. Новоолексіївка

Fig. 10 – The probability of the calculated indices of water pollution falling into different classes of quality classes in the Kogilnik River, BC - the upper body of the Kogilnik River, 131 km from the mouth, village. Serpneve, border with Moldova; HC - the lower body of the Kogilnik River, 12 km from the mouth, village Novooleksiivka

Таблиця 5 – Оцінка якості води, ступеня ризику р. Когильник за показником *Probit*
Table 5 – Assessment of water quality, degree of risk of the Kogilnyk River according to the *Probit* indicator

Роки	Prob річн	ER річн	Клас якості води	Якісна оцінка ризику
<i>BC - верхній ствір р. Когильник, 131 км від гирла, с. Серпневе, кордон з Молдовою</i>				
2007	1,28	0,901	V-поганий	критичний
2008	1,61	0,946	V-поганий	критичний
2009	0,80	0,788	IV - незадовільний	високий
2010	0,75	0,773	IV - незадовільний	високий
2011	1,00	0,841	V-поганий	критичний
2012	1,12	0,866	V-поганий	критичний

Таблиця 5 – Продовження
Table 5 – Continued

Роки	Prob _{річн}	ER _{річн}	Клас якості води	Якісна оцінка ризику
2013	1,16	0,563	III - задовільний	значний
2014	1,05	0,855	V-поганий	критичний
2015	0,51	0,695	IV - незадовільний	високий
2016	0,55	0,709	IV - незадовільний	високий
2017	1,08	0,858	V-поганий	критичний
2018	0,85	0,802	V-поганий	критичний
2019	0,71	0,761	IV - незадовільний	високий
2020	1,02	0,846	V-поганий	критичний
2021	0,58	0,719	IV - незадовільний	високий
2022	0,46	0,677	IV - незадовільний	високий
2023	0,79	0,785	IV - незадовільний	високий
<i>НС - нижній ствір р. Когильник, 12 км від гирла, с. Новоолексіївка</i>				
2005	0,46	0,677	IV - незадовільний	високий
2006	-0,17	0,433	III - задовільний	значний
2007	0,04	0,516	III - задовільний	значний
2008	0,35	0,637	IV - незадовільний	високий
2009	-0,36	0,360	II – добрий	підвищений
2010	0,49	0,688	IV - незадовільний	високий
2011	-0,07	0,472	III - задовільний	значний
2012	0,49	0,688	IV - незадовільний	високий
2013	0,53	0,702	IV - незадовільний	високий
2014	0,12	0,548	III - задовільний	значний
2015	0,19	0,575	III - задовільний	значний
2016	-0,29	0,391	II – добрий	підвищений
2017	-0,48	0,316	II – добрий	підвищений
2018	0,20	0,579	III - задовільний	значний
2019	-0,47	0,320	II – добрий	підвищений

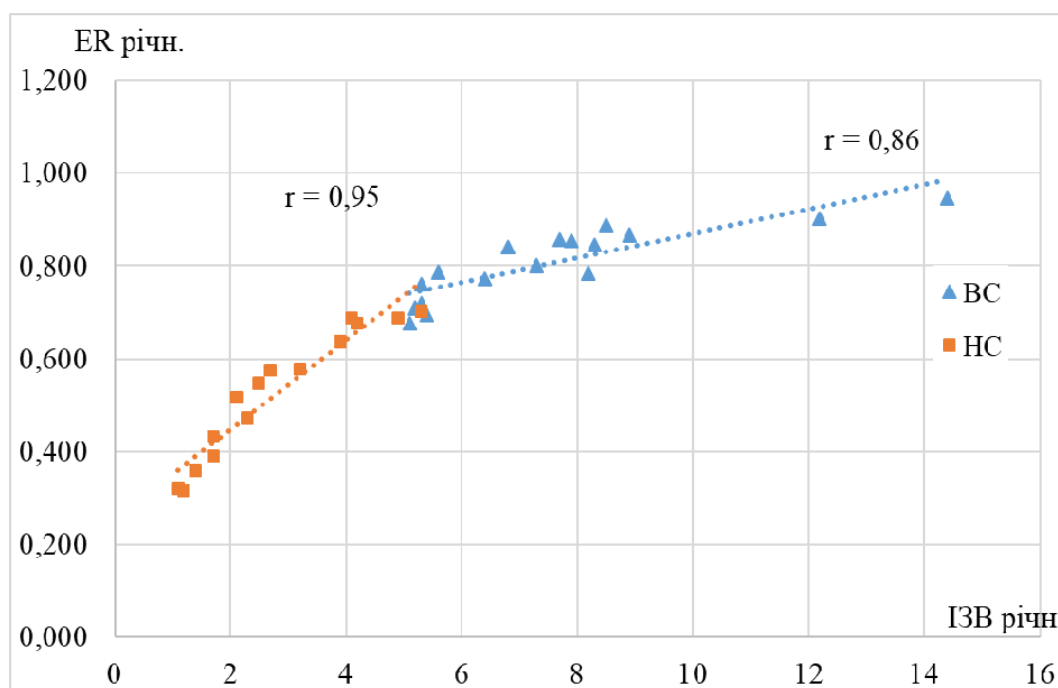


Рис. 11 – Залежність показників ризику ER від індексів забруднення води модифікованих (середньорічних), BC - верхній ствір р. Когильник, 131 км від гирла, с. Серпневе, кордон з Молдовою; HC - нижній ствір р. Когильник, 12 км від гирла, с. Новоолексіївка

Fig. 11 - Dependence of ER risk indicators on modified water pollution indices of water (annual average), BC - the upper body of the Kogilnik River, 131 km from the mouth, village. Serpneve, border with Moldova; HC - the lower body of the Kogilnik River, 12 km from the mouth, village Novooleksiivka

Таблиця 6 – Рівняння лінійної парної регресії для опису зв'язків між показниками ризику Probit та якістю води р. Когильник

Table 6 – Linear pairwise regression equation for describing the relationship between Probit risk indicators and water quality of the Kogilnik River

Вид рівняння	Коефіцієнт кореляції	Вихідні дані
<i>Верхній ствір р. Когильник, 131 км від гирла, с. Серпневе, кордон з Молдовою</i>		
$ER = 0,0261 \cdot I3B + 0,609$	0,86	Річні значення
$ER = 0,2185 \cdot \ln I3B + 0,419$	0,91	Добові значення
<i>Нижній ствір р. Когильник, 12 км від гирла, с. Новоолексіївка</i>		
$ER = 0,0963 \cdot I3B + 0,255$	0,95	Річні значення
$ER = 0,3086 \cdot \ln I3B + 0,299$	0,99	Добові значення

4 ВИСНОВКИ

1. Установлена висока ймовірність перевищення ГДК за вмістом біогенних елементів, які містяться у водах річки Когильник. Виявлено, що найбільші концентрації біогенних речовин спостерігались у верхній течії річки, на границі з Молдовою.

2. На основі розрахунків модифікованого індексу забруднення води (ІЗВ) з використанням біогенних елементів виявлено, що у верхньому створі найбільш ймовірна поява “забруднених” вод, клас IV (емпірична ймовірність $p=38,8\%$). У нижньому створі найбільш ймовірна поява “помірно забруднених” вод, клас III ($p=33,9\%$). Ймовірність попадання у класи з IV по VII (води з порушеними екологічними параметрами) для верхнього створу дорівнює $86,3\%$, а для нижнього – лише $44,7\%$.

3. Виявлено існування тісного зв'язку між індексами забруднення води та показниками екологічних ризиків, розрахованих за пробіт-функцією.

4. Показано, що оцінки забруднення біогенними елементами для верхнього та нижнього створів річки Когильник утворюють два різних класи, причому ризик забруднення у верхньому створі значно вищий, ніж у нижньому.

5. Виконані оцінки ризику забруднення води річки Когильник біогенними елементами дозволили установити, що у верхньому створі (с. Серпневе, кордон з Молдовою) для річки Когильник ризик забруднення досягав рівнів “високий” та “критичний”. Ймовірність ризику критичного рівня становить $46,1\%$, а високого – $41,1\%$, що в сумі дорівнює $87,2\%$. У нижньому створі ймовірність ризику забруднення високого рівня становить $33,3\%$.

6. Зниження рівня забруднення біогенними

елементами у нижньому створі пояснюється процесами біологічного, фізичного та хімічного самоочищення водної екосистеми та зменшенням скидів із сільськогосподарських полів та комунальних споруд.

7. Таким чином, води річки Когильник підлягають забрудненню біогенними елементами, але головні джерела цього забруднення знаходяться поза межами України.

8. Установлено, що у останні роки забруднення сполуками азоту нижньої течії річки Когильник зменшується, ризик забруднення класифікується як «підвищений» та «значний».

9. Для зменшення забруднення річки Когильник біогенними речовинами як у межах України, так і Молдови необхідно проведення додаткових заходів у вигляді підвищення культури землеробства (наприклад, під час збереження та внесення добрив) з метою забезпечення озера-водосховища Сасик водою задовільної якості.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Кулібабін О. Г. Концепція подальшого розвитку зрошення на Одещині в умовах економіко-екологічних обмежень : монографія. Одеса : ОДАБА, 2022. 348 с.
- Tuchkovenko Y., Khokhlov V., Loboda N. Climate change impact on the freshwater balance of quasi-closed lagoons in the North-Western Black Sea coast. *Journal of Water and Climate Change*. 2023. Vol 14(7). Pp. 2416-2431.
- Вплив змін клімату на гідрологічний і гідроекологічний режими лиманів північно-західного Причорномор'я : монографія / Тучковенко Ю. С., Хохлов В. М., Лобода Н. С., Кушнір Д. В., Серга Е. М.; за ред. Ю. С. Тучковенко. Одеса : Вид-во Одеського державного екологічного університету, 2022. 202 с. <http://eprints.library.odetu.edu.ua/id/eprint/10929>
- Блажко А. П. Гідрохімічний режим та екологічний стан

- поверхневих вод в басейні річки Когильник Одеської області. *Вісник Одеського національного морського університету*. 2018. №1 (54). С. 106-120.
5. Довідка для ознайомлення з ситуацією на озері Сасик / Одеська національна наукова бібліотека URL : https://odnb.odessa.ua/img/novini_2021/3194/sas01.pdf (дата звернення 18.11.2023).
 6. Природа Одесской области. Ресурсы, их рациональное использование и охрана / под ред. Г. И. Швебса, Ю. А. Амброз. Киев-Одесса : Вища школа, 1979. 144 с.
 7. Геологія з основами геоморфології: підручник для студентів екологічних і географічних спеціальностей вищих навчальних закладів / Рудько Г. І., Адаменко О. М., Чепіжко О. В., Крочак М. Д. Чернівці : Букрек, 2010. 400 с.
 8. Інформація про р. Когильник. URL : <https://uk.wikipedia.org/wiki/Когильник> (дата звернення 04.11.2023).
 9. Енциклопедія Сучасної України / ред. кол. І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк та ін.; НАН України, НТШ. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2013. URL : <https://esu.com.ua/article-7456> (дата звернення 17.11.2023).
 10. Loboda N. S., Tuchkovenko Y. S., Kozlov M. O., Katynska I. V. Assessment of River Water Inflow into the Sasyk Estuary-Reservoir According to RCP4.5 and RCP8.5 Climate Change Scenarios for 2021-2050. *Journal of Geology, Geograph. Geoecology*. 2021. 30 (2). Pp. 315–325. <https://doi.org/10.15421/112128>.
 11. Гребінь В. В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) : монографія. Київ : Ніка-центр, 2010. 316 с.
 12. Хільчевський В. К., Осадчий В. І., Курило С. М. Регіональна гідрохімія України. Київ : ВПЦ"Київський університет", 2019. 343с.
 13. Loboda N., Daus M. Development of a method of assessment of ecological risk of surface water pollution by nitrogen compounds. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. Vol.5 (10(113)). Pp. 15-25. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.243058>.
 14. Методика виділення зон, вразливих до забруднення поверхневих і підземних вод нітратними сполуками / Осадча Н. М. та ін. *Український географічний журнал*. 2020. №4 (112). С. 38–48. <https://doi.org/10.15407/ugz2020.04.038>.
 15. Лобода Н. С., Отченаш Н. Д., Федіна Н. О. Розроблення методичного підходу до визначення екологічних ризиків забруднення водних об'єктів у межах індустріально розвинутих територій (на прикладі річок міста Харків). *Український гідрометеорологічний журнал*. 2023. №31. С. 88-102. <https://doi.org/10.31481/uhmj.31.2023.06>
 16. Finney D. Probit analysis: a statistical treatment of the sigmoid response curve. Cambridge University Press, Cambridge, 1952. 256 p.
 17. Rybalova O., Artemiev S. Development of a procedure for assessing the ecological risk of the surface water status deterioration. *EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies*. 2017. 5(10-89). pp. 67-76. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.112211>.
 18. Rybalova O., Artemiev S., Yermakovych I., Korobkova H., Kyrpychova I. Determination of the Ecological Risk of Deterioration in the Water Flow of the Udy River Basin of Kharkiv Region, Ukraine. *11th Eastern European Young Water Professionals Conference IWA YWP*, 1-5 October. Prague, Czech Republic, 2019.
 19. Дані моніторингу та екологічної оцінки водних ресурсів України Державного агента водних ресурсів України URL : <http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/GDK/Map/Index> (дата звернення 17.10.2023).
 20. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. Київ : Ніка-Центр, 2001. 264 с.
 21. Юрасов С. М., Сафранов Т. А., Чугай А. В. Оцінка якості природних вод: навчальний посібник. Одеса : Екологія, 2012. 168 с.
 22. Хільчевський В. К., Забокрицька М. Р. Хімічний аналіз та оцінка якості природних вод: навчальний посібник. Луцьк : Вежа друк, 2021. 76 с.
 23. The Office of Environmental Health Hazard Assessment (OEHA) : Water. 2016. URL : <http://www.oehha.ca.gov/water.html> (Accessed: 29 November 2023).
 24. Risk assessment of hazardous impacts on urbanization and industrialization activities based upon toxic substances / Salem T., Ahmed Sh.S., Hamed M., Abd ElAziz G. *Global Journal of Environmental Science and Management*. 2016. №2 (2). Pp. 163-176. <https://doi.org/10.7508/gjesm.2016.02.007>.
 25. Appraisal of Methodology of Ecological Risks Assessment Arising From Pollution of The Rivers of the Ukraine / Romanenko V. et al. *Part of the series Threats to Global Water Security* / Edited by J. Anthony, A. Jones, Trahel G. Vardanian, Christina Hakopian. 2009. Pp. 323-332.
 26. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення: Вид. офіційне. Київ : Твій формат, 2006. 240 с.
 27. Мусієнко М. М., Серебряков В. В., Брайон О. В. Екологія. Охорона природи: словник-довідник. Київ : Т-во «Знання», ККО, 2002. 550 с.
 28. Хільчевський В. К. Гідрохімічний словник. Київ : DIA, 2022. 208 с.
 29. Романенко В. Д. Основи гідроекології : підручник. Київ : Обереги, 2001. 728 с.

REFERENCES

1. Kulibabin, O.H. (2022). *Kontsepsiia podalshoho rozvytku zroshennia na Odeschyni v umovakh ekonomiko-ekolohichnykh obmezhen [The concept of further development of irrigation in Odesa region under conditions of economic and ecological restrictions]*. Odesa : ODABA. (in Ukr.)
2. Tuchkovenko, Y., Khokhlov, V. & Loboda, N. (2023). Climate change impact on the freshwater balance of quasi-closed lagoons in the North-Western Black Sea coast. *Journal of Water and Climate Change*, vol. 14(7), pp. 2416-2431.
3. Tuchkovenko, Y., Khokhlov, V., Loboda, N. et al. (2022). *Vplyv zmin klimatu na hidrolohichni i hidroekolohichni rezhymy lymaniv pivnichno-zakhidnoho Prychornomia [Climate change impact on hydrological and hydroecological regimes of lagoons on the North-Western Black Sea coast]*. Odesa : Odessa State Environmental unty Publ. <http://eprints.library.odetu.edu.ua/id/eprint/10929> (in Ukr.)
4. Blazhko, A. P. (2018). *Hidrokhimichni rezhym ta ekolohichni stan poverkhnevnykh vod v baseini richky Kogyl'nyk Odeskoi oblasti [Hydrochemical regime and ecological state of surface waters in the basin of the Kogyl'nyk River, Odesa Region]*. *Visnyk Odeskoho natsionalnoho morskoho universytetu*, №1 (54), pp. 106-120.
5. *Dovidka dlia oznaiomlennia z sytuatsieiu na ozeri Sasyk*

- [Reference for familiarization with the situation at Lake Sasyk]. Odesa National Scientific Library. Available at: https://odnb.odessa.ua/img/novini_2021/3194/sas01.pdf (Accessed: 18 November 2023). (in Ukr.)
6. Shvebs, H. I. & Ambroz, Yu. A. (eds). (1979). *Priroda Odesskoy oblasti. Resursy, ikh ratsional'noe ispol'zovanie i okhrana [Nature of the Odessa region. Resources, their rational use and protection]*. Kiev-Odessa : Publ. of Vyscha shkola. (in Russ.)
 7. Rudko, H.I., Adamenko, O.M., Chepizhko, O.V. & Krochak, M.D. *Heolohiia z osnovamy heomorfolohii [Geology with the basics of geomorphology]* (2010). / Chernivtsi : Publ. of Bukrek. (in Ukr.)
 8. *Informatsiia pro r. Kogilnik [Information about Kogilnik River]*. Available at: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Kogilnik> (Accessed: 04 November 2023) (in Ukr.)
 9. Dziuba, I.M., Zhukovskiy, A.I., Zhelezniak, M.H. (2013). *Entsyklopediia Suchasnoi Ukrainy [Encyclopedia of Modern Ukraine]*. NAN Ukrainy, NTSh. Kyiv : Institute of Encyclopedic Research of National Academy of Science of Ukraine . Available at: <https://esu.com.ua/article-7456> (Accessed:17 November 2023).
 10. Loboda, N.S., Tuchkovenko, Y.S., Kozlov, M.O. & Katynska, I.V. (2021). [Assessment of River Water Inflow into the Sasyk Estuary-Reservoir According to RCP4.5 and RCP8.5 Climate Change Scenarios for 2021-2050]. *Zhurnal heolohiia, heohrafiia, heoekolohiia [Journal of Geology, Geograph. Geoecology]*, 30 (2), pp. 315–325. <https://doi.org/10.15421/112128>.
 11. Grebin, V.V. (2010). *Suchasnyi vodnyi rezhym richok Ukrayiny (landshaftno-hidrolohichniy analiz) [The modern water conditions of Ukrainian rivers (landscape-hydrological analysis)]*. Kyiv: Nika-Centr Publ. (in Ukr.)
 12. Khilchevskiy, V.K., Osadchyi, V.I. & Kurylo, S.M. (2019). *Rehionalna hidrokimiya Ukrayiny [Regional hydrochemistry of Ukraine]*. Kyiv : "Kyiv University". (in Ukr)
 13. Loboda, N. & Daus, M. (2021). Development of a method of assessment of ecological risk of surface water pollution by nitrogen compounds. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, vol.5, №10(113): Ecology, pp. 15-25. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.243058>.
 14. Osadcha, N. M. et al. (2020). Metodyka vydilennia zon vrazlyvykh do zabrudnennia poverkhnevyykh i pidzemnykh vod nitratnymi spolukamy [Methodology for identifying zones vulnerable to pollution of surface and underground waters by nitrate compounds]. *Ukrainskyi heohrafichnyi zhurnal [Ukrainian Geographical Journal]*, 4 (112), pp. 38–48. <https://doi.org/10.15407/ugz2020.04.038>. (in Ukr.)
 15. Loboda, N.S., Otchenash, N.D. & Fedina, N.O. (2023). [Development of a methodological approach for determination of environmental risks of water bodies pollution across industrially developed territories (as exemplified by the rivers of city of Kharkiv)]. *Ukrains'kij gidrometeorologichnij zhurnal [Ukrainian hydrometeorological journal]*, 31, pp. 88-102. <https://doi.org/10.31481/uhmj.31.2023.06> (in Ukr.)
 16. Finney, D. (1952). *Probit analysis: a statistical treatment of the sigmoid response curve*. Cambridge University Press, Cambridge.
 17. Rybalova, O. & Artemiev, S. (2017). Development of a procedure for assessing the ecological risk of the surface water status deterioration. *EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies*, 5(10-89), pp. 67-76. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.112211>.
 18. Rybalova, O., Artemiev, S., Yermakovych, I., Korobkova, H. & Kyrpychova, I. (2019). Determination of the Ecological Risk of Deterioration in the Water Flow of the Udy River Basin of Kharkiv Region, Ukraine. *11 th Eastern European Young Water Professionals Conference IWA YWP*, 1-5 October, Prague, Czech Republic.
 19. *Data on monitoring and environmental assessment of water resources of Ukraine of the State Water Resources Agency of Ukraine [Dani monitoringu ta ekolohichnoi otsinky vodnykh resursiv Ukrainy Derzhavnogo ahenstva vodnykh resursiv Ukrainy]*. Available at: <http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/GDKMap/Index> (Accessed:17 October 2023). (in Ukr.)
 20. Snizhko, S.I. (2001). *Otsinka ta prohnozuvannia yakosti pryrodnykh vod [Evaluation and forecasting of the quality of natural waters]*. Kyiv : Nika-Tsentr. (in Ukr.)
 21. Iurasov, S.M., Safranov, T.A. & Chuha, A.V. (2012). *Otsinka yakosti pryrodnykh vod [Assessment of the quality of natural waters]*. Odesa: Ekolohiia. (in Ukr.)
 22. Khilchevskiy, V.K. & Zabokrytska, M.R. (2021). *Khimichniy analiz ta otsinka yakosti pryrodnykh vod [Chemical analysis and assessment of the quality of natural waters]*. Lutsk: Vezha druk. (in Ukr.)
 23. *The Office of Environmental Health Hazard Assessment (OEHHHA) : Water*. 2016. Available at: <http://www.oehha.ca.gov/water.html> (Accessed: 29 November 2023).
 24. Salem, T. et al. (2016). Risk assessment of hazardous impacts on urbanization and industrialization activities based upon toxic substances. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 2 (2), pp. 163-176. <https://doi.org/10.7508/gjesm.2016.02.007>.
 25. Romanenko, V. et al. (2009). Appraisal of Methodology of Ecological Risks Assessment Arising From Pollution of The Rivers of the Ukraine. In: J. Anthony, A. Jones, Trahel G. Vardanian and Christina Hakopian (eds). *Part of the series Threats to Global Water Security*, pp. 323-332.
 26. *Vodna Ramkova Dyrektyva YeS 2000/60/LeS. Osnovni terminy ta yikh vyznachennia [EU Water Framework Directive 2000/60/EC. Basic terms and their definitions]*. (2006). (in Ukr.)
 27. Musiienko, M.M., Serebriakov, V.V. Braion, O.V. (2002). *Ekolohiia. Okhorona pryrody [Ecology. Nature protection]*. Kyiv : Znannia Publ. (in Ukr)
 28. Khilchevskiy, V.K. (2022). *Hidrokhimichnyi slovnyk [Hydrochemical dictionary]*. Kyiv : DIA Publ. (in Ukr)
 29. Romanenko, V.D. (2001). *Osnovy hidroekolohii [Basics of hydroecology]*. Kyiv : Obereg Publ. (in Ukr)

ENVIRONMENTAL RISKS ASSESSMENT OF THE KOGYLNYK RIVER NUTRIENT POLLUTION BASED ON PROBIT FUNCTIONS

N. S. Loboda, A. M. Kuza

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

The relevance of the study is associated with the need to determine the risks of high and catastrophic levels of water pollution of the Kogylnyk River. The water quality of this river affects the environmental condition of the northern part of Sasyk lake and reservoir. This artificial reservoir that was created as part of the estuary used to be one of components of the Danube-Dniester irrigation system in the past and can be used for irrigation in the post-war period in the future. As the North-Western Black Sea region is an agricultural region of Ukraine, the article focuses on the pollution of the river by specific nutrients (ammonium, nitrite, nitrate, phosphate). The subject of the study covers the environmental risks assessment of the Kogylnyk River present-day pollution. Hydrochemical observations of the State Water Resources Agency of Ukraine were used as input materials of the research. Such observations were carried out across the upper (below the border with the Republic of Moldova) and lower sections of the river. The number of samples taken in the upper section was 80, and 56 – in the lower section. Water quality was assessed using a modified water pollution index (WPI). The risks of nutrient pollution were evaluated based on a statistical approach using a probit function. It was found that the water quality in the upper section is worse than the one in the lower section. The research indicated a close correspondence between water quality indicators and environmental risk values. In the upper section, the risks of catastrophic pollution have a probability of their occurrence that is equal to 46.1%, and the risks of high pollution – 41.1%, with 87.2% constituting a total percentage. In the lower section, the probability of a high level pollution risk is equal to 33.3%, with no critical risk identified during the observation period. The trophic status of the water body along the river length varies from hypertrophic and polytrophic on the upper course to eutrophic and mesotrophic on the lower course. The decrease in pollution levels in the river's lower section is due to the processes of biological, physical and chemical self-purification of the aquatic ecosystem. Since nutrients have a predominantly anthropogenic origin, the water quality improvement of the Kogylnyk River across the territory of Ukraine is associated with the reduced flow of municipal and agricultural wastewater entering the river. Nutrient pollution requires implementation of additional measures such as improving the culture of farming taking place in the catchment area (for example, during conservation of fertilizers and their application).

Keywords: environmental risks of pollution; probit functions; nutrients; the Kogylnyk River; Sasyk lake and reservoir.

Подання до редакції : 11. 12. 2023
Надходження остаточної версії : 16. 12. 2023
Публікація статті : 21. 12. 2023