

УДК номер 556.531

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА АНТРОПОГЕННИХ НАВАНТАЖЕНЬ ТА НАСЛІДКІВ ЇХ ВПЛИВУ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ (НА ПРИКЛАДІ РІЧКИ ГРУЗЬКА КІРОВОГРАДСЬКОЇ ОБЛАСТІ)

Н. С. Лобода, Я. С. Яров, А. М. Куза, І. В. Катинська

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 подальшого розроблення та удосконалення методів оцінки антропогенних навантажень та їх наслідків на річки. Робота виконана у рамках НДР кафедри гідроекології та водних досліджень ОДЕКУ за темою «Оцінка антропогенного впливу на водні екосистеми». Метою роботи є визначення екологічного статусу водних об'єктів на основі комплексного підходу, який передбачає розрахунки наслідків впливу антропогенних навантажень на водні ресурси та екологічний стан поверхневих вод, включаючи оцінки ризиків забруднення різного ступеня та ризиків недосягнення екологічних цілей. Методами досліджень є метод оцінки характеристик водних ресурсів невивчених у гідрологічному відношенні річок на базі використання метеорологічних даних (модель клімат-стік), методи оцінки впливу антропогенних навантажень на водні ресурси та на перспективи досягнення доброго екологічного стану водних об'єктів згідно із постановами Водної Рамкової Директиви, метод оцінки екологічних ризиків на основі використання функції Prob та створення шкали узгодження показників якості води та ризиків. Визначення комплексного показника використання водних ресурсів річки показало, що зменшення характеристик водності за рахунок змін клімату не суттєво впливає на екологічний стан річки, який залишається «незадовільним». Установлено, що основним джерелом забруднення річки Грузька, яка забезпечує водою резервне водосховище Лелеківське (місто Кропивницький Кіровоградської області) є господарсько-побутові стічні води. Виявлено, що майже за всіма критеріями виявлення наслідків антропогенних навантажень (скид стічних вод, рослинництво та тваринництво, хімічні та фізико-хімічні показники) на річці Грузька встановлено ризик недосягнення доброго екологічного стану. Отримано, що досліджуваний водотік характеризується як такий, що знаходиться під значним антропогенним впливом, рівень якого близький до межі стійкості екосистеми. Встановлено, що використання екологічного ризику ER, що базується на показнику Prob, доповнює інформацію щодо екологічного стану річки. Запропонований комплексний підхід до визначення антропогенних навантажень та їх наслідків може бути використаний для недостатньо вивчених, з точки зору гідролого-гідрохімічних спостережень, річок та водойм України та інших держав.

Ключові слова: антропогенні навантаження на водні ресурси; показники якості вод; екологічні ризики; ризики недосягнення доброго екологічного стану.

1. ВСТУП

Актуальність роботи обумовлена необхідністю подальшого розроблення та удосконалення методів оцінки антропогенних навантажень на річки та виявлення наслідків їх впливу з метою установавання перспектив приведення цих річок до доброго екологічного стану згідно із задачами, поставленими в рамках Угоди про асоціацію між Україною та ЄС у сфері охорони довкілля та сформульованих у постановах Водної Рамкової Директиви ЄС 2000/60/ЄС [1].

У роботі використані результати, які були отримані у межах науково-дослідної роботи

кафедри гідроекології та водних досліджень Одеського державного екологічного університету за темою «Оцінка антропогенного впливу на водні екосистеми», термін виконання проекту: 2018 – 2022 рр. № держ. реєстр. 0118U001220.

Постановка проблеми. Стан поверхневих вод визначається за екологічним та хімічним статусом [2]. Екологічний статус пов'язується із біологічними елементами, але в Україні біологічних спостережень на водних об'єктах вкрай недостатньо. Хімічний статус визначається за пріоритетними забруднювальними речовинами, які є

токсичними для живих організмів. Перспективи досягнення доброго екологічного стану водних об'єктів оцінюються за кількісними показниками, які розраховуються за допомогою різних методів та методик в залежності від наявності вихідної інформації (гідрологічні спостереження, дані водогосподарських балансів, гідрохімічні спостереження та інше).

До числа невирішених задач відноситься відсутність комплексного підходу під час установа екологічного стану водних об'єктів різними методами. Застосування різних підходів може призводити до різних висновків, що потребує процедури співставлення та аналізу.

Метою роботи є визначення екологічного статусу водних об'єктів на основі комплексного підходу, який передбачає розрахунки наслідків антропогенних навантажень на водні ресурси та екологічний стан поверхневих вод, включаючи оцінки ризиків забруднення різного ступеня та ризиків недосягнення екологічних цілей згідно із постановами Водної Рамкової Директиви.

Об'єктом досліджень є наслідки впливу антропогенного навантаження на водні ресурси та екологічний стан поверхневих вод.

Предметом досліджень є порівняльний аналіз оцінок впливу антропогенного навантаження на екологічний статус поверхневих вод (на прикладі річки Грузька).

Опис водного об'єкту. Річка Грузька є правою притокою річки Інгул, яка протікає в межах Кропивницького району і впадає в р. Інгул на північно-західній околиці міста Кропивницький (мікрорайон Лелеківка) [3]. Особливістю річки є те, що у її гирлі збудовано Лелеківське водосховище, яке слугує для рекреації, комунально-господарського використання та для зрошування. У воєнні часи важливість цього водосховища для міста Кропивницький зростає, тому що воно розглядається як резервне джерело прісної води для питного водопостачання [4]. На теперішній час, за діючою основною технологічною схемою водопостачання, місто Кропивницький отримує питну воду з Кременчуцького водосховища через водогін ОКВП "Дніпро-Кіровоград". Підземними водами місто Кропивницький забезпечене на 16%. Річка Грузька має такі характеристики [5]: ухил – 2,4 м/км, довжина річки – 24 км, площа водозбірного басейну 252 км². Річка Грузька відноситься до малих річок України [6]. Вона знаходиться на межі Північного Степу з Лісостепом. Основними населеними пунктами

вздовж течії річки є такі села; Грузьке, Катеринівка, Обознівка. В басейні р. Грузька знаходиться один промисловий водозабір та три джерела скидів стічних та зворотних вод, які належать до категорії «забруднені, недостатньо очищені» [7]. Скидні води надходять від державного комунального підприємства «Теплоенергетик» (с. Нове), житлово-комунального підприємства «Обрій» (с. Катеринівка), Кіровоградської обласної психіатричної лікарні (с. Нове). Основним джерелом скидання стічних вод в р. Грузька є ДКП «Теплоенергетик» в с. Нове. Цей ДКП має власні очисні споруди потужністю 1800 м³/добу, які завантажені на 39% і мають протяжність каналізаційних мереж 16,7 км [8].

Важливою екологічною проблемою в області є стан якості поверхневого стоку малих і середніх річок, маловодність яких практично не може протистояти обсягам скиду недостатньо-очищених зворотних вод. Кількість цих стоків, особливо в маловодні періоди року, перевищує природні витрати річок водоприймачів. Однією з найважливіших проблем в області залишається охорона водних об'єктів від забруднення. Вона викликана значною диспропорцією між потужностями водозабірних і каналізаційних споруд, надмірною зношеністю очисних споруд каналізації і каналізаційних мереж. Занепокоєння викликає стан зливової каналізації та відсутність очистки зливових стічних вод у містах і населених пунктах, в т.ч. і в м. Кіровограді. Це зумовлює додаткове забруднення поверхневих вод зливом забруднюючих речовин із забудованих територій. Надходження у поверхневі водні об'єкти забруднювальних речовин із стічними та зливовими водами привели їх до стану, що відповідно до вимог діючих ДСТУ в галузі якості вод не дозволяє розглядати більшість річок області як джерела питного водопостачання.

Огляд літератури. Оцінка ризиків недосягнення екологічних цілей (доброго екологічного стану водного об'єкту) пов'язана, насамперед, із оцінкою антропогенних навантажень. Антропогенний вплив характеризується множиною чинників, кожен з яких створює певний напрям навантаження на кількісний та якісний стан водних об'єктів. Ступінь антропогенної трансформації можна охарактеризувати функціями (коефіцієнтами) антропогенного впливу, які показують зміни характеристик водних ресурсів в залежності від

кліматичних умов, включаючи дані кліматичних сценаріїв, та масштабів водогосподарської діяльності [9]. Антропогенні навантаження на природне (у даному випадку водне) середовище можуть характеризуватися кількісними показниками порушення водних ресурсів території, які являють собою відношення об'ємів водоспоживання та водовикористання до їх початкового об'єму, що формується у природних умовах [10]. Урахування скидів очищених та неочищених вод у річках надає можливість робити висновки щодо ступеня забруднення поверхневих вод та їх екологічного стану. Кількість такого роду показників обмежується наявністю даних моніторингу за використанням водних ресурсів. Окрім того, такі показники не враховують навантаження, пов'язані із забрудненням водних об'єктів в результаті надходження некондиційних вод від дифузних та антропогенних джерел різного походження (промисловість, рослинництво, тваринництво, розораність, комунальне виробництво та інше). Антропогенне навантаження на природне середовище можна також характеризувати кількістю забруднювальних речовин, які викидаються за певний період у поверхневі водотоки та підземні водоносні горизонти. Такі показники антропогенного навантаження описуються через модуль техногенного навантаження, який являє собою відношення кількості всіх видів забруднювальних речовин до площі виділеної адміністративної території. Модуль техногенного навантаження є інтегральною і дещо надмірно узагальнюючою характеристикою. У роботах [11] та [12] запропоновано виконувати такого роду розрахунки окремо для повітряного басейну, водних об'єктів, геологічного середовища. Більш детальну картину антропогенного впливу можуть дати комплексні показники якості вод, які фактично відображають вже наслідки антропогенного впливу. Серед існуючих методик найбільш поширена «Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод суші та естуаріїв України за відповідними категоріями» [13], яка викладена у міжвідомчому керівничому нормативному документі. Маючи значення блокових індексів якості води, легко визначити їхню приналежність до певного класу і категорії якості води за допомогою системи екологічної класифікації. Нормативна методика, розроблена в ОДЕКУ, також передбачає оцінку якості води за блоками та подальше визначення інтегрального показника [14]. На відміну від

нормативної, методика ОДЕКУ використовує не санітарно-гігієнічні, а рибогосподарські ГДК, які суттєво відрізняються від санітарно-гігієнічних, значно перевищуючи їх. Окрім того, нормативна методика не враховує ефект сумарної дії окремих речовин та виконує подвійне осереднення. При інших рівних умовах у ній проводиться подвійне згладжування вихідних даних. Головним недоліком існуючих методик є відсутність адекватної комплексної оцінки якості вод як середовища мешкання живих організмів.

З метою визначення основних антропогенних впливів на стан поверхневих вод в Україні була затверджена методика, яка розглядає «процес аналізу антропогенних навантажень як «процес оцінки ризику недосягнення екологічних цілей» у відповідності із задачами, поставленими Водною Рамковою Директивою [1]. В цій методиці пропонуються спеціально розроблені критерії для оцінки виникнення ризику недосягнення екологічних цілей для певного водного об'єкту на основі даних про гідроморфологічні зміни, об'єми вилучення вод з річок та водойм, а також даних про скиди забруднених вод. Втрати стоку розглядаються не тільки по відношенню до середніх багаторічних величин стоку, а і по відношенню до екологічного стоку річок, який визначається за характеристиками мінімального стоку. Методика передбачає надання інформації про точкове та дифузне забруднення поверхневих водотоків водами, які надходять з тваринницьких ферм та з сільськогосподарських полів. Окрім показників антропогенних навантажень у цій методиці рекомендується визначати екологічний ризик по фізико-хімічних показниках, серед яких значна увага приділяється біогенним речовинам. Детальний опис цієї методики та приклад її застосування надається в роботі авторів [15]. Зазначена методика оцінювання антропогенних навантажень призначена для первинного аналізу екологічного стану річок України з метою забезпечення досягнення всіма поверхневими водними об'єктами доброго екологічного та хімічного статусу згідно з угодою про асоціацію між Україною та Європейським Союзом. Її недолік полягає у тому, що вона розглядає обмежену кількість хімічних та фізико-хімічних речовин і не включає до себе, наприклад, такі забруднювальні речовини як важкі метали. Оцінювання наслідків антропогенного впливу на екологічний стан водних об'єктів можливо виконувати за допомогою інтерпретації комплексних індексів якості води, коли на їх

основі розраховується індекс якості оточуючого середовища *EQI* [16]. Градації індексу *EQI* відповідно до класів якості вод наводяться у керівному документі ЄС [17]. Методика оцінки антропогенного навантаження може базуватися на синтетичних формулах, які поєднують у вигляді добутку різні кількісні показники змін досліджуваного середовища [18]. При побудові таких формул часто використовується поняття рангу антропогенної перетвореності, який пов'язаний з бальними оцінками, і може носити дещо суб'єктивний характер [19]. Широкий розвиток отримав напрям визначення кількісних показників екологічного ризику, в яких застосовуються ряди гідрохімічних індексів з використанням перевищень концентрацій забруднювальних речовини їх нормативів та урахуванням їх ймовірнісної природи. Основна задача методик визначення екологічного стану річок за показниками ризику полягає у обґрунтуванні шкал якісного та кількісного оцінювання. Для вирішення цієї задачі необхідний сумісний аналіз характеристик якості води та показників ризику, що досягається шляхом семантичної диференціації [20, 21].

Якщо розглядати показники антропогенного впливу окремо, то кожен з них не може слугувати інтегральною характеристикою антропогенної трансформації водних об'єктів, оскільки перетворення багатогранні і залежать від виду водного об'єкту, географічного положення, термінів прояви наслідків, цільового призначення та інших чинників [22]. В даній роботі пропонується використовувати комплексний підхід, на основі якого можна приймати вірні рішення щодо висновків про екологічний стан об'єкту та заходів по його покращенню. Запропонований підхід включає до себе кількісну оцінку змін водних ресурсів, оцінку антропогенного навантаження за методикою Держводагенства, використання комплексних показників якості води та оцінку екологічного ризику забруднення води за гідрохімічними даними.

2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Моніторинг якості води р. Грузька – Лелеківське водосховище, 4 км від гирла, Кіровоградська приміська ЗС (ЗС – зрошувальна станція) здійснює Лабораторія моніторингу вод та ґрунтів Регіонального офісу водних ресурсів у Кіровоградській області, дані розміщено на інтернет ресурсі Державного агентства водних ресурсів України (ДАВРУ) за посиланням: [23].

Для гідрохімічного дослідження були використані дані по посту р. Грузька – Лелеківське водосховище, 4 км від гирла, Кіровоградська приміська ЗС. Довжина ряду спостережень складає 22 роки (1996 р. – 2018 рр.) У дані спостережень входять 12 інгредієнтів: біохімічне споживання кисню за 5 діб, завислі речовини, розчинений кисень, сульфати, хлориди, азот амонійний, азот нітратний, азот нітритний, фосфати, СПАР, перманганатна окиснюваність, хімічне споживання кисню). За цими даними виконувались оцінка якості води різними методами.

У роботі використані такі розрахункові методи та методики: метод оцінки характеристик стоку невивчених у гідрологічному відношенні річок на основі моделі «клімат-стік»; метод оцінки антропогенних навантажень на водні ресурси; методичні рекомендації щодо визначення основних антропогенних навантажень та їхніх впливів на стан поверхневих вод; метод оцінки якості води за показником індексу забруднення вод (ІЗВ); методика екологічної оцінки якості вод за відповідними категоріями; метод оцінки екологічних ризиків.

Для оцінки характеристик природного (непорушеного водогосподарською діяльністю) річного стоку в умовах минулого та в сучасності була використана модель “клімат-стік”, яка дозволяє надавати оцінки водних ресурсів річок за метеорологічними даними в різних кліматичних умовах (минулих років, у сучасності та у майбутньому із використанням даних кліматичних сценаріїв) за наявності та відсутності антропогенного впливу [24]. Характеристик водних ресурсів у вигляді даних про середній багаторічний річний стік, надані за основі урахування лише кліматичних чинників формування стоку – опадів та температур повітря – отримали назву характеристик кліматичного стоку. Середня багаторічна величина річного кліматичного стоку для малих та середніх за розмірами водозборів може відрізнятися від розрахованої за даними гідрологічних спостережень через вплив підстильної поверхні. Цей вплив може бути урахованим при застосуванні коефіцієнтів переходу ($K_{ПЕР}$) від зонального природного (кліматичного) стоку до стоку малих та середніх водозборів. Коефіцієнти переходу визначаються через показники підстильної поверхні, серед яких інтегральним показником є площа водозбору [25]. Розраховані характеристики

річного стоку використовувались для розрахунків антропогенного навантаження на водні об'єкти.

Оцінка екологічного стану річок за ступенем використання їх водних ресурсів базується на 4 антропогенних показниках.

Показник використання стоку річок (g_{BC} , %) розраховується за формулою

$$g_{BC} = \frac{W_3 + W_B}{W_\phi + W_C} \cdot 100\%, \quad (1)$$

де W_3 – об'єм води, що забирають з річки, W_B – об'єм втрат річкового стоку завдяки відбору підземних вод, які гідравлічно пов'язані з річковою мережею; W_ϕ – фактичний середньобагаторічний об'єм стоку головної річки; W_C – об'єм скиду води у річкову мережу.

Показник безповоротного водоспоживання (g_{BC} , %) визначається як різниця між вилученими об'ємами та скидами у річку, віднесеними до величини середнього багаторічного стоку річки W_ϕ

$$g_{BC} = \frac{W_3 + W_B - W_C}{W_\phi} \cdot 100\%. \quad (2)$$

Показник надходження стічних вод (g_{HC} , %) у річкову мережу обчислюється як відсоток скидних вод у величині загального стоку річки

$$g_{HC} = \frac{W_C}{W_\phi} \cdot 100\%. \quad (3)$$

Показник скиду забруднених вод у річку ($g_{CЗВ}$, %) ілюструє внесок об'ємів забруднених вод у величину загального стоку

$$g_{CЗВ} = \frac{W_{ЗВ}}{W_\phi} \cdot 100\%, \quad (4)$$

де $W_{ЗВ}$ – об'єм скиду забруднених вод.

Розглянуті первинні показники (g_i) трансформувались у прості оціночні бали за допомогою спеціальної шкали оцінки стану річки за ступенем використання її водних ресурсів та отримується показник Y_i . Розрахунки складного балу використання водних ресурсів визначається за формулою

$$K_{PC} = \sum_{i=1}^n f_i Y_i, \quad (5)$$

де K_{PC} – комплексний показник (складний бал, індекс) використання водних ресурсів річки; f_i – вагові коефіцієнти; Y_i – значення окремих показників (у балах) використання водних ресурсів стоку річок взятих зі шкали критеріїв оцінки стану малої річки за ступенем використання її водних ресурсів.

За комплексним показником надають характеристику стану водних ресурсів за ступенем їх використання.

Згідно із положеннями Водної Рамкової Директиви [26] критерієм оцінки впливу основних антропогенних навантажень на стан поверхневих вод або масивів поверхневих вод (МПВ) є визначення ризику недосягнення екологічних цілей [27]. Показники основних антропогенних навантажень для оцінки забруднення з точкових та дифузних джерел базуються на використанні даних про внесок того чи іншого виду забруднення у формування якості води. Зокрема показник P_{CB} урахує скиди комунальних вод в залежності від кількості населення, під'єднаної до каналізаційної мережі та можливі промислові скиди у каналізаційну мережу

$$P_{CB} = EH / Q_{\min}, \quad (6)$$

де P_{CB} – обсяг скидання стічних вод у масив поверхневих вод; EH – (безрозмірний) еквівалент навантаження, який урахує скид комунальних вод і залежить від кількості населення ($E_{\text{комунал}}$) та який спричиняється скиданням стічних вод промислових підприємств ($EH_{\text{пром}}$ – органічні речовини (біологічне або хімічне споживання кисню); поживні речовини (нітроген загальний або фосфор загальний) [28].

Еквівалент навантаження ($EH_{\text{комунал}}$) – 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, $EH_{\text{пром}}$ розраховується з використанням наступних коефіцієнтів: $EH_{\text{БСК5}} = 0,06$ кг/добу; $EH_{\text{ХСК}} = 0,12$ кг/добу; $EH_{\text{НЗЗ}} = 0,011$ кг/добу; $EH_{\text{РЗЗ}} = 0,002$ кг/добу.

Показник I_{CB} описує загальну частку стічних вод, що скидаються до масиву та дає загальну оцінку потенційного забруднення. Індикатор I_{CB} розраховується для аналізу тиску за формулою

$$I_{CB} = \sum Q_{CB} / MQ_r, \quad (7)$$

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

Показники I_{CF} та I_{TB} відображають вплив дифузного забруднення, яке надходить з сільськогосподарських масивів (I_{CF}) та тваринницьких ферм (I_{TB}), відповідно.

Розрахунки показника I_{CF} виконуються за формулою

$$I_{CF} = S_{CF} / S_{МПВ}, \quad (8)$$

де I_{CF} - частка сільськогосподарських угідь в даному масиві; S_{CF} - площа, що використовується для інтенсивного сільського господарства у водозборі відповідного масиву; $S_{МПВ}$ - площа водозбору відповідного масиву поверхневих вод.

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

$$I_{TB} = U_{II} / S_{МПВ}, \quad (9)$$

де I_{TB} - показник для тваринницької худоби, поголів'я / га або км²; U_{II} - тваринницька одиниця (кількість поголів'я); $S_{МПВ}$ - площа водозбору відповідного масиву поверхневих вод, га або км².

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 забруднення 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 %). Для оцінок антропогенного навантаження за хімічними та фізико-хімічними показниками рекомендовано використовувати таблицю 1.

В залежності від якісних або кількісних показників антропогенних навантажень для кожного виду розрахунків виділяється 3 категорії наслідків антропогенного впливу: «без ризику»; «можливо під ризиком»; «під ризиком». Детальний опис розрахунків можна знайти у роботі [15].

Результати оцінки основних антропогенних навантажень та їхніх впливів є основою для розроблення та виконання програми заходів для досягнення екологічних цілей [27, 28].

Метод оцінки якості вод за показником індексу забруднення води (ІЗВ) належить до групи комплексних оцінок [29, 30]. За даними фактичних та нормативних концентрацій 6 гідрохімічних показників (азот амонійний, азот нітритний, нафтопродукти, феноли, розчинений кисень, БСК₅) здійснюється оцінка рівня забруднення води згідно семи класів якості (від «дуже чиста» до «надзвичайно брудна»). Віднесення стану водного об'єкта до І класу

Таблиця 1 – Критерії ризику для хімічних та фізико-хімічних показників
Table 1 - Risk criteria for chemical and physico-chemical indicators

Річки	Оксиген* (%насичення)	БСК ₅ ** мг/дм ³	NH ₄ ** мг/дм ³	NH ₄ *** мг/дм ³	PO ₄ *** мг/дм ³	pH
Малі	75	5	0,4	0,15	0,2	6,8-8,5
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.

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».

Комплексна оцінка якості води за наявними гідрохімічними даними на давалася за показником ІЗВ (Індекса Забруднення Води), який розраховується за формулою

$$ІЗВ = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК_i}, \quad (10)$$

де C_i - концентрація гідрохімічних показників; $ГДК_i$ - норматив вмісту показника у воді; n - кількість показників [30, 31, 32].

Для обчислення «класичного» ІЗВ використовують 6 показників; для «модифікованого» ІЗВ – максимально доступну кількість показників. За показником встановлюється сім класів якості: 1 – дуже чиста; 2 – чиста; 3 – помірно брудна; 4 – забруднена; 5 – брудна; 6 – дуже брудна; 7 – надзвичайно брудна.

Оцінка якості води надавалася за методикою екологічної оцінки якості води за відповідними категоріями застосовується в Україні офіційно з січня 1999 р. [13]. Методика є міжвідомчим керівним нормативним документом, який ґрунтується на вітчизняному, європейському та світовому досвіді класифікації та оцінки якості поверхневих вод в екологічному аспекті, а також враховує нові вимоги ЄС та ООН стосовно водної політики, зокрема стосовно поліпшення якості води. Методика призначена для спеціалістів центральних, басейнових, обласних і низових ланок та науково-дослідних і проектних установ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, Гідрометцентру України, Державного агентства водних ресурсів України та інших. Зазначена методика має позитивні і негативні сторони. Перевагою методу є широкий перелік гідрохімічних і гідробіологічних показників, що дає змогу (залежно від обсягу наявної

інформації) здійснювати повну чи орієнтовну екологічну оцінку якості води на основі єдиних екологічних критеріїв, порівнювати якість води на окремих ділянках водних об'єктів, у водних об'єктах в різних регіонах і в країні загалом. Серед недоліків методу виділяють те, що широкий перелік закладених в методику показників рідко вимірюється на широкій мережі постів моніторингу стану водного середовища, також – при розрахунку екологічного індексу в блоці критеріїв вмісту специфічних речовин токсичної та радіаційної дії I_3 виникає небезпека ефекту синергізму.

Метод включає до себе такі групи показників: сольові, гідрфізичні, гідрохімічні, бактеріологічні, гідробіологічні, токсичні, радіологічні. Кількість показників дорівнює 45. За даним методом виконується співставлення вмісту (значень) окремих показників з інтервалами концентрацій (значень), встановленими для кожного класу (категорії) якості з екологічних позицій. Класифікація якості проводиться поетапно за певними критеріями: критерій мінералізації, критерій іонного складу, критерій забруднення компонентами сольового складу (індекс I_1), за трофо-сапробіологічними (еколого-санітарними) критеріями (індекс I_2), за критерієм вмісту специфічних речовин токсичної та радіаційної дії (індекс I_3). В результаті надається інтегральна оцінка (індекс I_e) якості води.

Ризик порушення благополуччя водної екосистеми [33] оцінювався шляхом визначення пробіт-функції за таким рівнянням

$$P_{rob} = -2,3 + 2,2 \lg \sum \frac{C_i}{C_{EH_i}}, \quad (11)$$

де P_{rob} - показник пробіт, який є функцією квантіля, що пов'язаний із стандартним нормальним законом розподілу [33]; C_i - концентрація i -ї речовини у водоймі, мг/дм³; C_{EH_i} – екологічний стандарт (ГДК) для i -ої речовини у водоймі, мг/дм³.

Для визначення показника екологічного ризику ER розроблені спеціальні таблиці [34].

В залежності від значення встановленого показника ER надається оцінка ступеня екологічного ризику (табл. 2).

Таблиця 2 – Оцінка ступеня екологічного ризику за показником *ER*
Table 2 - Assessment of the degree of environmental risk according to the *ER* indicator

Клас якості води	<i>ER</i>	Якісна оцінка екологічного ризику	Трофічність
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	Політрофічний
V поганий	0,80-1,00	Критичний ризик	Гіпертрофічний

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

На річці Грузька не ведуться гідрологічні спостереження, тому оцінка характеристик стоку цієї річки була виконана за моделлю «клімат-стік», яка використовує для розрахунків річного стоку метеорологічні дані [35], згідно із розробленими на основі цієї математичної моделі методиками [36].

Статистичні параметри природного (непорушеного водогосподарською діяльністю) річного стоку були розраховані для кліматичних умов минулого сторіччя (до початку значущого впливу глобального потепління на

метеорологічні характеристики України, тобто до 1990 року [37]) та у сучасних умовах (табл. 3). Розрахунки стоку в сучасних умовах спираються на результати досліджень змін водних ресурсів України на початку XXI сторіччя, згідно з якими зменшення водних ресурсів у степовій зоні України за рахунок змін клімату становить у середньому 25 % [38, 39].

З таблиці 4 видно, що для сучасних кліматичних умов у маловодні роки зменшення водності річки Грузька за рахунок змін клімату досягає 40 %, а у дуже маловодні роки може досягнути 100 %, що вказує на можливе пересихання річки.

Таблиця 3 – Статистичні параметри природного річного стоку річки Грузька, визначені за моделлю «клімат-стік» в кліматичних умовах минулого сторіччя

Table 3 - Statistical parameters of the natural annual flow of the Gruzka River, determined according to the "climate-flow" model in the climatic conditions of the 20th century

Період	Норма кліматичного стоку, \bar{Y}_K , мм	Площа водозбору, F , км ²	Перехідний коефіцієнт, $K_{ПЕР,1}$	Статистичні параметри природного річного стоку			
				$\bar{Y}_{ПР}$, мм	$\bar{W}_{ПР}$, м ³ 10 ⁶	C_V	C_S
Кліматичні умови минулого сторіччя (до 1990 року)	38	252	1,42	54	13,6	0,54	0,80
Сучасні кліматичні умови (починаючи з 1990 року)	29	252	1,42	41	10,4	0,64	0,96

Таблиця 4 – Характеристики природного річного стоку (об'єми) річки Грузька у роки різної водності для кліматичних сторіччя

Table 4 - Characteristics (volumes) of the ensured (natural) annual flow of the Gruzka River in years of characteristic water content for different climatic periods

Період	Природний річний стік заданої забезпеченості W_p , млн. м ³								
	$W_{0,01\%}$	$W_{0,1\%}$	$W_{1\%}$	$W_{5\%}$	$W_{25\%}$	$W_{50\%}$	$W_{75\%}$	$W_{95\%}$	$W_{99\%}$
Кліматичні умови минулого сторіччя (до 1990 року)	54	45	35	27	18	13	8	3	0,82
Сучасні кліматичні умови (починаючи з 1990 року)	50	40,1	30,2	22,7	14,0	9,2	5	1,60	0
Зменшення водності річок, %	7,41	10,9	13,7	15,9	22,2	29,2	37,5	46,7	100

Оцінка екологічного стану малої річки за ступенем використання її водних ресурсів [5] показала, що найбільш впливовими чинниками антропогенної діяльності є відбір води з річки g_{BC} та надходження стічних вод. З таблиці 5 видно, що вплив цих чинників посилюється, починаючи з 1990 року.

Балові оцінки стану використання водних ресурсів (табл. 6) дозволили встановити, що під впливом змін клімату стан використання стоку річок від змінився від «дуже незадовільного» до «катастрофічного», а за рахунок скидів стічних вод – від «задовільного» до «незадовільного».

За шкалою складних балів установлений клас використання водних ресурсів та надана якісна характеристика його стану (табл. 7). З таблиці 7 видно, що за розрахунковий період після 1990 року стан водних ресурсів погіршився. Комплексний показник зменшився з 0,6 до (-1,0), якісний стан характеризується як незадовільний за обидва періоди.

Згідно із методикою розрахунків антропогенного навантаження на масиви поверхневих вод, розробленою на основі положень Водної Рамкової Директиви [12], показник впливу неочищених стічних вод до річки Грузька визначається по відношенню до мінімального річного стоку за формулою (6). Обсяг скидання забруднюючих речовин становить 0,24 тис.тон [40]. Як мінімальний річний стік розглядався стік річки Грузька

забезпеченістю 95 % , значення якого, виражені у m^3/c , становили відповідно до двох розглянутих періодів 0,0951 m^3/c та 0,0507 m^3/c . Загальний об'єм стічних вод приймався рівним 2,089 млн. m^3 .

Безрозмірний показник еквіваленту навантаження ($EH_{комунал}$) розраховувався на підставі кількості жителів. Річка Грузька бере початок з водойми в селі Овсяниківка. Вона тече переважно на північний схід через села Грузьке, Катеринівка та Обознівка. На північно-західній околиці Кропивницького річка Грузька впадає в річку Інгул, ліву притоку Південного Бугу.

Таблиця 5 – Показники використання водних ресурсів річки Грузька до та після значущого впливу змін клімату на формування водних ресурсів

Table 5 - Indicators of the use of water resources of the Gruzka River before and after the significant impact of climate change on the formation of water resources

Середній багаторічний об'єм річного стоку $\bar{W}_{пр}$, млн. m^3	g_{BC} , %	g_{BC} , %	g_{HC} , %	$g_{СЗВ}$, %
до 1990 року				
13,6	17,7	5,01	15,4	2,26
після 1990 року				
10,4	22,2	6,55	20,1	2,95

Таблиця 6 – Оцінка стану використання водних ресурсів річки Грузька до та після початку значущого впливу змін клімату на формування водних ресурсів

Table 6 - Assessment of the use of water resources of the Gruzka River before and after the significant impact of climate change on the formation of water resources

Характеристики використання водних ресурсів	Кількісна та якісна характеристика стану			Вагові коефіцієнти f_i
	g_i , %	Y_i , бали	Стан	
для кліматичних умов до 1990 р.				
Використання стоку річок	17,7	-3	«дуже незадовільний»	0,2
Безповоротне водопостачання	5,01	3	«добрий»	0,2
Надходження стічних вод	15,4	1	«задовільний»	0,3
Скид забруднених вод	2,26	1	«задовільний»	0,3

Таблиця 7 – Комплексний показник K_{PC} використання водних ресурсів річки Грузька

Table 7 - Comprehensive indicator K_{PC} of the use of water resources of the Gruzka River

Комплексний показник	Клас стану використання	Якісна характеристика стану використання
до 1990 року		
0,6	3	В) «незадовільний».
Після 1990 року		
-1,0	3	В) «незадовільний».

Кількість населення по селах становить: Овсяниківка – 480 осіб; Грузьке – 1295 осіб; Катеринівка – 889 особи; Обознівка – 851 особа [41]. Відповідно середня кількість населення складає всього 3515 осіб.

З таблиці 8 витікає, що значення показника P_{CB} після 1990 року зростають за рахунок зменшення мінімального стоку. Річка Грузька і до, і після 1990 року постійно знаходиться під ризиком недосягнення екологічних цілей.

Загальна частка стічних вод у масиві поверхневих вод р. Грузики була розрахована за формулою 7 (табл. 9). Загальний об'єм стічних вод ΣQ_{CB} становить 2,089 млн.м³, або 0,032 м³/с. Середня річна витрата води до 1990 року становила 0,431 м³/с та після 1990 р. - 0,330 м³/с.

На наступному етапі за формулами 8-9 були розраховані два індикатори антропогенного навантаження, яке ілюструють вплив сільськогосподарства I_{CG} та тваринництва I_{TB} (табл. 10). Незначне скорочення масштабів сільського господарства та тваринництва залишає екологічний стан річки Грузька під ризиком «недосягнення доброго екологічного стану».

Отримані результати дозволяють зробити висновок, що ризик недосягнення екологічних цілей (доброго екологічного стану) для річки Грузька у незначній мірі залежить від змін кліматичних умов. Великий вплив антропогенної діяльності, який обумовлений скиданням

Таблиця 8 – Оцінка ризику недосягнення екологічних цілей за показником «неочищені стічні води» (P_{CB})
Table 8 - Assessment of the risk of not achieving environmental goals according to the indicator "untreated wastewater" (P_{CB})

Показник	Значення показника		Оцінка ризику
	до 1990 р.	після 1990 р.	
Еквівалент населення ($EH_{комунал}$)	3,52		«під ризиком»
Показник неочищені стічні води (P_{CB}) для комунальних потреб	37	69,4	
Еквівалент стічних вод $EH_{пром}$	5,32		«під ризиком»
Показник неочищені стічні води (P_{CB}) для промисловості	56	105	

Таблиця 9 – Оцінка ризику недосягнення екологічних цілей за показником I_{CB} (оцінка впливу скидів)

Table 9 - Assessment of the risk of not achieving environmental goals according to the indicator I_{CB} (assessment of the impact of wastewater discharges)

Показник	Значення показника	
	до 1990 р.	після 1990 р.
Об'єм скидів стічних вод (ΣQ_{CB}), м ³ /с	0,032	
Середньорічний об'єм стоку води в річці (MQ_r), м ³ /с	0,431	0,330
Загальна частка стічних вод (I_{CB})	0,07	0,10
Оцінка ризику	«можливо під ризиком»	«під ризиком»

Таблиця 10 – Оцінка ризику недосягнення екологічних цілей за рахунок надходження забруднення з сільськогосподарських масивів (I_{CG}) і тваринницьких ферм (I_{TB}) з використанням даних роботи [42]

Table 10 – Assessment of the risk of non-achievement of environmental goals due to the inflow of pollution from agricultural areas (зиту недосягнення екологічних цілей за рахунок надходження забруднення з сільськогосподарських масивів (I_{CG}) and livestock farms (I_{TB}) with using data from source [42]

Показник	Значення показника		Оцінка ризику
	до 1990 р.	після 1990 р.	
Площа водозбору р. Грузька ($S_{МПВ}$), км ²	252		«під ризиком»
Площа території інтенсивного с/г (S_{CG}), км ²	194	162	
Показник с/г частки водозбору (I_{CG})	0,77	0,64	
Площа Кропивницької області, км ²	24588		«під ризиком»
Кількість голів (U_{II}), шт.	204300	146800	
Показник для тваринництва (I_{TB})	8,3	6	

стічних вод (показники P_{CB} та I_{CB}) від точкових джерел та за впливом рослинництва (індикатор I_{CG}) і тваринництва (індикатор I_{TB}) обумовлює існування ризику недосягнення доброго екологічного статусу як до 1990 року, так і після. Установлено, що за рахунок зменшення водності річки більшість показників антропогенного впливу зростає. Виключення становить показник I_{TB} , який дещо зменшується за рахунок зменшення поголів'я худоби.

Дані гідрохімічних спостережень обмежені у часі. Початок спостережень припадає на 1996 рік. Однак, попередні результати указують на те, що рівень антропогенного навантаження на досліджуваній річці зберігається приблизно постійним як до 1990 року, так і після. Ця обставина дозволяє оцінити наслідки впливу антропогенного навантаження на якість води у річці.

Аналіз багаторічних даних за гідрохімічними показниками якості води, наведеними в табл. 11 показав, що ризик недосягнення екологічних цілей виникає через високий вміст у воді р. Грузька азоту амонійного і фосфатів. Забруднення води цими речовинами свідчить про наявність точкових джерел неочищених комунальних стічних вод, що може бути спричинено відсутністю та неналежною роботою очисних споруд в досліджуваних МПВ.

За показниками pH та кисень (%) МПВ річка Грузька знаходиться в категорії «можливо під ризиком» антропогенного навантаження (бо дані фактичних вимірювань відсутні). За показником BCK_5 ризиків нема.

За методом ІЗВ було обчислено якість вод річки Грузька – Лелеківське водосховище, 4 км від гирла, Кіровоградська ЗС за 1996 – 2018 рр. З наявних 64 проб до розрахунку було взято всі проби, зважаючи на кількість фактично виміряних показників. Розрахунок проводився за показниками розчиненого кисню, біохімічного споживання кисню за 5 діб, сульфатами, азотом нітритним і амонійним, хімічним споживанням кисню за рибогосподарськими нормами ГДК (табл. 12).

Як показав аналіз отриманих результатів по кожній пробі, повторюваність класів забруднення складала: II клас якості («чиста») – 23,4 % випадків, III клас якості («помірно забруднена») – 76,6 % випадків (рис. 1). Отже, як свідчать отримані результати, домінування III класу якості води («помірно забруднена») характеризує досліджуваний водотік як такий, що знаходиться під значним антропогенним впливом, рівень якого близький до межі стійкості екосистеми. Фіксуються випадки критичного забруднення вод в окремі періоди, епізодично великі перевищення ГДК за сульфатами, азотом нітритним, ХСК.

Орієнтовна екологічна оцінка якості води р. Грузька за відповідними показниками за період 1996-2018 рр. за даними ДАВРУ здійснювалась на основі обмеженої кількості гідрохімічних показників (12), тому блокові індекси не обчислювались. По кожному року розрахунок проводився для середніх і найгірших значень показників (табл. 13).

Таблиця 11 – Оцінка ризику щодо антропогенного навантаження для хімічних та фізико-хімічних показників за даними моніторингу у створі р. Грузька – Лелеківське водосховище за 1996-2018 рр.

Table 11 - Risk assessment of anthropogenic load for chemical and physico-chemical parameters based on monitoring data in the cross line Gruzka River - Lelekiv reservoir for 1996-2018

Показник	Фактичні значення	Критичні значення	Оцінка ризику
Розчинений кисень* (% насичення)	-	75	«можливо під ризиком»
BCK_5^{**} , мг/дм ³	4,22	5	«без ризику»
NH_4^{**} , мг/дм ³	0,48	0,4	«під ризиком»
NH_4^{***} , мг/дм ³	0,6	0,15	«під ризиком»
PO_4^{***} , мг/дм ³	0,25	0,2	«під ризиком»
pH	-	6,5-8,5	«можливо під ризиком»

Таблиця 12 – Середньорічні показники ІЗВ за 1996-2018 роки по посту р. Грузька – Лелеківське водосховище, 4 км від гирла, Кіровоградська ЗС

Table 12 – Average annual indicators of IWP for 1996-2018 on the gauge Gruzka River – Lelektiv reservoir, 4 km from the mouth, Kirovohrads IS

Роки	ІЗВ	Клас якості
1996	0,9	II – «чиста»
1997	0,8	II – «чиста»
1996	-	-
1999	0,8	II – «чиста»
2000	1,1	III – «помірно забруднена»
2001	1,3	III – «помірно забруднена»
2002	0,9	II – «чиста»
2003	1,5	III – «помірно забруднена»
2004	1,1	III – «помірно забруднена»
2005	1,2	III – «помірно забруднена»
2006	1,4	III – «помірно забруднена»
2007	1,4	III – «помірно забруднена»
2008	1,5	III – «помірно забруднена»
2009	1,4	III – «помірно забруднена»
2010	1,2	III – «помірно забруднена»
2011	1,2	III – «помірно забруднена»
2012	1,3	III – «помірно забруднена»
2013	1,2	III – «помірно забруднена»
2014	1,1	III – «помірно забруднена»
2015	1,1	III – «помірно забруднена»
2016	1,2	III – «помірно забруднена»
2017	1,2	III – «помірно забруднена»
2018	1,1	III – «помірно забруднена»



Рис. 1 – Гістограма повторюваності різних класів забрудненості води р. Грузька – Лелеківське водосховище, 4 км від гирла, Кіровоградська ЗС за період 1996 – 2018 рр. по кожній пробі за методом ІЗВ

Fig. 1 – Histogram of repeatability of different classes of water pollution of the Gruzka River – Lelektiv reservoir, 4 km from the mouth, Kirovohrads IS for 1996 – 2018 for each sample by the IWP method

Таблиця 13 – Значення екологічних індексів якості води за середніми і найгіршими значеннями показників складу води р. Грузька – Лелеківське водосховище, 4 км від гирла, Кіровоградська приміська ЗС за даними ДАВРУ за 1996-2018 рр.

Table 13 – Values of ecological indexes of water quality according to the average and worst values of water composition indicators of the Gruzka River - Lelekiv reservoir, 4 km from the mouth, Kirovohrads suburb IS according to SAWRU data for 1996-2018

Роки	$I_{e \text{ макс}}$	$I_{e \text{ сер}}$
1996	2,88	2,50
1997	2,63	2,50
1998	-	-
1999	2,88	2,50
2000	3,63	2,88
2001	3,75	3,13
2002	3,88	3,00
2003	4,67	4,11
2004	4,00	3,89
2005	4,33	3,89
2006	4,89	4,22
2007	4,44	4,22
2008	4,58	3,50
2009	3,83	3,58
2010	4,17	3,92
2011	4,25	3,58
2012	4,67	4,00
2013	4,17	3,58
2014	4,00	3,50
2015	3,83	3,42
2016	4,17	3,58
2017	4,17	3,50
2018	3,92	3,50

Як видно з таблиці 13, за період 1996 – 2018 рр. значення екологічного індексу якості вод р. Грузька по середнім концентраціям показників змінювалось від 2,5 до 4,22 балів і відповідало перехідному стану між II та III класами якості (за станом води «добри-задовільні», за чистотою «досить чисті-слабо забруднені»). За найгіршими значеннями показників екологічний індекс змінювався від 2,63 до 4,89 балів і відповідав III класу 4-5 категорії (стан вод «посередній», чистота «помірно забруднені»). Тобто, можна говорити про незмінність класу якості вод за період 1996-2018 рр.

Виконані оцінки ризику забруднення води річки Грузька за показником ER (табл. 14) показали, що на початку XXI сторіччя якість

води погіршується з відмінної на задовільну а ризик та трофність зростають з незначного до підвищеного та значного.

Порівняння показників ризику ER із показниками якості води дозволили виявити тісний зв'язок між ними (рис. 2, табл. 15). З екологічних позицій [43] за трофічним статусом стан р. Грузька (Лелеківське водосховище) за період 1996 – 2018 рр. характеризується як перехідний від мезотрофного до евтрофного: донні відклади збагачені органікою; вода має високий вміст головних іонів і біогенних сполук, низьку прозорість і велику кольоровість; відзначається значний ступінь заростання водного об'єкта макрофітами та їх велике видове різноманіття; влітку відбуваються спалахи розвитку планктону

при невисокому його видовому різноманітті; режим розчиненого у воді кисню – задовільний, але в окремі сезони (взимку при льодоставі,

влітку при перегріві води) відзначаються заморні явища внаслідок його дефіциту; риби багато, домінуючі види – окунь, плотва.

Таблиця 14 – Оцінка якості води, ступеня ризику та трофності р. Грузька за показником *Probit*

Table 14 – Assessment of water quality, degree of risk and trophicity of the Gruzka River according to the *Probit* indicator

Роки	Prob _{річн}	ER _{річн}	Клас якості води	Якісна оцінка ризику	Трофність
1996	-0,860	0,195	I - відмінний	незначний	оліготрофний
1997	-0,877	0,190	I – відмінний	незначний	оліготрофний
1999	-0,893	0,187	I – відмінний	незначний	оліготрофний
2000	-0,631	0,264	II – добрий	підвищений	мезотрофний
2001	-0,475	0,316	II – добрий	підвищений	мезотрофний
2002	-0,702	0,242	II – добрий	підвищений	мезотрофний
2003	-0,208	0,417	III – задовільний	значний	евтрофний
2004	-0,507	0,306	II – добрий	підвищений	мезотрофний
2005	-0,461	0,323	II – добрий	підвищений	мезотрофний
2006	-0,286	0,385	II – добрий	підвищений	мезотрофний
2007	-0,221	0,413	III – задовільний	значний	евтрофний
2008	0,021	0,508	III – задовільний	значний	евтрофний
2009	0,138	0,556	III – задовільний	значний	евтрофний
2010	0,114	0,544	III – задовільний	значний	евтрофний
2011	-0,055	0,480	III – задовільний	значний	евтрофний
2012	0,035	0,516	III – задовільний	значний	евтрофний
2013	-0,046	0,480	III – задовільний	значний	евтрофний
2014	-0,132	0,448	III – задовільний	значний	евтрофний
2015	-0,112	0,456	III – задовільний	значний	евтрофний
2016	-0,032	0,488	III – задовільний	значний	евтрофний
2017	-0,099	0,460	III – задовільний	значний	евтрофний
2018	-0,347	0,363	II – добрий	підвищений	мезотрофний

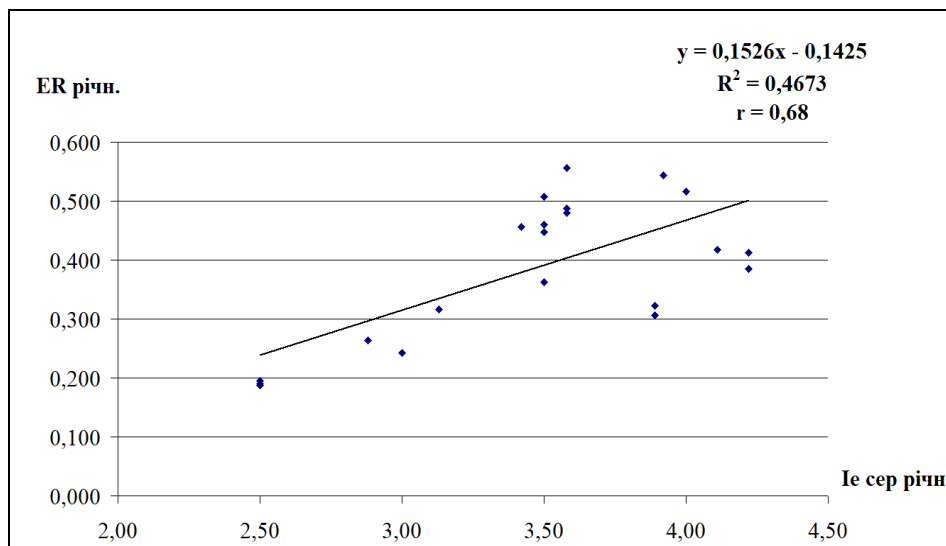


Рис. 2 – Залежність показників ризику *ER* від екологічних індексів якості води (середньорічних)
Fig. 2 - Dependence of *ER* risk indicators on ecological indices of water quality (annual average)

Таблиця 15 – Рівняння лінійної парної регресії для опису зв'язків між показниками ризику Probit та якістю води р. Грузька

Table 15 – Linear pairwise regression equation for describing the relationship between Probit risk indicators and water quality of the Gruzka River

Вид рівняння	Коефіцієнт кореляції	Вихідні дані
$ER = 0,702 \cdot I_{3B} - 0,197$	0,89	Річні значення
$ER = 0,591 \cdot I_{3B} - 0,104$	0,81	Добові значення
$ER = 0,153 I_{e,сеп} - 0,142$	0,68	Річні значення
$ER = 0,141 \cdot I_{e,макс} - 0,175$	0,70	Річні значення

4. ВИСНОВКИ

1. На основі оцінок водних ресурсів річки до початку значущого впливу змін клімату (до 1990 р.) та у наступний період (після 1990 р.), яка надавалася за моделлю “клімат-стік”, визначені характеристики річного стоку за середній багаторічний період та за роки різної водності. Виявлено, що після 1990 року відбулося значне зменшення стоку маловодних років (від 37 % до 100 %).

2. Оцінки антропогенних навантажень на водні ресурси річки Грузька показали, що найбільший вплив чинять безповоротне вилучення поверхневих вод та скид забруднених вод. Визначення комплексного показника використання водних ресурсів річки показало, що зменшення характеристик водності за рахунок змін клімату не суттєво впливає на екологічний стан річки який у обидва розрахункові періоди залишається «незадовільним».

3. Установлено, що основним джерелом забруднення річки Грузька, яка забезпечує водою резервне водосховище Лелеківське (місто Кропивницький Кіровоградської області) є господарсько-побутові стічні води. Вони утворюються внаслідок використання населенням водопровідної води для побутових і господарських цілей з наступним скиданням використаної води до каналізаційних мереж.

4. Оскільки використання та скиди забруднених вод відбуваються не тільки через каналізаційні мережі, а і стихійним чином, оцінки антропогенного навантаження на річку були виконані на основі «Методики визначення антропогенних навантажень та їх впливів на стан поверхневих вод» в рамках реалізації Проекту технічної допомоги ЄС «Підтримка України в апроксимації законодавства ЄС у сфері навколишнього середовища». Виявлено, що майже за всіма критеріями виявлення наслідків

антропогенних навантажень (скид стічних вод, рослинництво та тваринництво, хімічні та фізико-хімічні показники) на річці Грузька установлений ризик недосягнення доброго екологічного стану. Суттєвого внеску змін водності річки через зміни клімату на екологічний стан річки не виявлено.

5. Оцінювання наслідків впливу стічних вод виконано за допомогою комплексних показників якості вод (індекс забруднення води та екологічний індекс якості води). Отримано, що досліджуваний водотік характеризується як такий, що знаходиться під значним антропогенним впливом, рівень якого близький до межі стійкості екосистеми. Фіксуються випадки критичного забруднення вод в окремі періоди, епізодично великі перевищення ГДК за сульфатами, азотом нітритним, ХСК.

6. Установлено, що використання екологічного ризику ER, що базується на показнику Prob, доповнює інформацію щодо екологічного стану річки, оскільки дозволяє установити клас якості води, ступінь ризику та рівень трофності.

7. Виявлено, що між комплексними показниками якості води та показниками екологічного ризику існують тісні кореляційні зв'язки, що підтверджує достовірність отриманої інформації.

8. Запропонований комплексний підхід до визначення антропогенних навантажень та їх наслідків може бути використаний для недостатньо вивчених з точки зору гідрохімічних спостережень річок та водойм України та інших держав.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. 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.

2. Пінчук О. Л., Герасімов Є. Г., Куницький С. О. Директиви ЄС у сфері управління водними ресурсами. Довідник. Рівне: Волинські береги. 2019. 232с.
3. Інформація про р. Грузька. URL : <https://uk.wikipedia.org/wiki/Грузька> (дата звернення 21.09.2022)
4. Центральноукраїнське бюро новин. URL : <https://cbn.com.ua/2020/03/18/v-ukrayini-mozhut-obme-zhyty-vykorystannya-vody-chy-vidchuyut-defitsyt-zhyteli-kirovogradshhyny/> (дата звернення 12.08.2022)
5. Швєбс Г. І., Ігошин М. І. Каталог річок і водойм України : навчально-методичний довідник. Одеса : Астропринт, 2003. 390 с.
6. Водний кодекс України від 06.06.1995 р. № 213/95-ВР. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95> (дата звернення 17.08.2022)
7. Екологічний атлас басейну річки Південний Буг / Басейн. упр. водними ресурсами річки Південний Буг, Чорномор. прогр. Ветландс Інтернешнл; підгот. В. Б. Мокін та інш. Вінниця, 2009. 19 с.
8. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Кіровоградській області за 2009 р. Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Кіровоградській області. Кіровоград, 2010. 163 с. URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2022/10/Regionalna-dopovid-Kirovogradska-ODA-2021.pdf>
9. Лобода Н. С. Прогноз змін водних ресурсів України за сценаріями змін клімату (RCP4.5, RCP8.5) та оцінка ризиків для водного господарства. *Кліматичні ризики функціонування галузей економіки України в умовах зміни клімату*: колективна монографія / за ред. С. М. Степаненка, А. М. Польового. Одеса: ТЕС, 2018. Розділ 8. С. 98-521.
10. Chugai A., Safranov T., Holik Yu. Analysis of the state of the air basin of industrial-urban agglomerations in the North-Western Black Sea. *International Journal of Engineering & Technology (UAE)*. 2018. Vol. 7 (4.8). Pp. 783–789.
11. Чугай А. В., Сафранов Т. А. Методи оцінки техногенного впливу на довкілля : навч. посіб. Одеса : Видавець Букаєв В. В., 2021. 118 с.
12. Чугай А. В. Оцінка техногенного навантаження на складові довкілля Одеської області. *Науково-практичний журнал, Екологічні науки*. 2020. № 1(28). С. 102-110.
13. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В. Д. Романенко, В. М. Жукинський, О. П. Оксіюк та ін. Київ: СИМВОЛ–Т, 1998. 28 с.
14. 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.
15. Лобода Н. С., Катинська І. В. Визначення антропогенних навантажень та екологічних ризиків в басейні р. Кривий Торець (за програмою підтримки ЄС Водної політики України). *Український гідрометеорологічний журнал*. 2020. №25. С.81-92. <https://doi.org/10.31481/uhmj.25.2020.08>
16. Інтегральні та комплексні оцінки стану навколишнього природного середовища: монографія / О. Г. Васенко, О. В. Рибалова, С. Р. Артем'єв та ін. Харків: НУГЗУ, 2015. 419 с.
17. European Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), Guidance document № 10. River and lakes: Typology, reference conditions and classification systems. Luxembourg, 2003. 87 p.
18. Гродзинський М. Д. Основи ландшафтної екології: підручник. Київ: Либідь, 1993. 224 с. ISBN 5-325-00377-1.
19. Шищенко П. Г. Прикладная физическая география. Киев : Вища школа, 1988. 192 с.
20. 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>.
21. Лобода Н. С., Кулачок К. В. Методичні підходи до оцінки екологічних ризиків на базі використання комплексних показників якості води. *Збірник наукових праць VII –й всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (Екологія/Ecology 2019)*. Вінниця, 25-27 вересня, 2019. С. 75.
22. Гродзинський М. Д. Ландшафтна екологія: підручник. Київ:Знання, 2014. 550 с ISBN: 978-617-07-0163-3; 978-617-07-0078-0.
23. Інтерактивна карта забрудненості річок України на основі даних Державного агентства водних ресурсів. URL: <https://texty.org.ua/water/> (дата звернення : 26.09.2022).
24. Лобода Н. С. Расчеты и обобщения характеристик годового стока рек Украины в условиях антропогенного влияния : монографія. Одесса : Экология, 2005. 208 с.
25. Лобода Н. С. Моделювання впливу змін клімату на характеристики стоку річок України. *Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України* : колективна монографія / за ред. С. М. Степаненка, А. М. Польового. Одеса: ТЕС, 2015. Розділ 8. С. 451-482.
26. 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 : 18.10.2020).
27. 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.
28. Осійський Е., Скоблей М. Аналіз основних антропогенних навантажень та їх вплив, проект національної методики. Івано-Франківськ, 2018. 61 с.
29. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. Київ: Ніка-Центр, 2001. 264 с.
30. Юрасов С. М., Сафранов Т. А., Чугай А. В. Оцінка якості природних вод: навчальний посібник. Одеса: Екологія, 2012. 168 с.
31. Хільчевський В. К., Забокрицька М. Р. Хімічний аналіз та оцінка якості природних вод: навчальний посібник. Луцьк: Вежа друк, 2021. 76 с.
32. Основні засади управління якістю водних ресурсів та їхня охорона: навч. посібник / В. К. Хільчевський, М. Р. Забокрицька, Р. Л. Кравчинський, О. В. Чунарьов. Київ: ВПЦ Київський університет, 2015. 172 с.
33. Finney D. Probit analysis: a statistical treatment of the

- sigmoid response curve. Cambridge University Press, Cambridge, 1952. 256 p.
34. Rybalova O., Artemiev S. Development of a procedure for assessing the ecological risk of the surface water status deterioration. *Eastern European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. 5(10-89). pp. 67-76. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.112211>.
 35. Гопченко Е. Д., Лобода Н. С. Водные ресурсы северо-западного Причерноморья (в естественных и нарушенных хозяйственной деятельностью условиях): монография. Київ: КНТ, 2005. 188 с.
 36. CP D.01.05: Определение гидрологических характеристик для условий республики Молдова / Министерство строительного и регионального развития республики Молдова. Кишинев, 2012. 180 с.
 37. Гребінь В. В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз): навчальний посібник. Київ: Ніка-Центр, 2010. 316 с.
 38. Loboda N., Bozhok Y. Impact of Climate Change on Water Resources of North-Western Black Sea Region. *International Journal of Research In Earth and Environmental Sciences*. 2015. Vol 02 (9). pp. 1-6.
 39. Лобода Н. С., Куза А. М., Козлов О. М. Оцінка можливих змін водних ресурсів річок водозбору Куяльницького лиману на початку XXI сторіччя (2021-2050 рр.) за моделями кліматичного сценарію RCP4.5. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2019. №23. С. 42 -53. <https://doi.org/10.31481/uhmj.23.2019.05>
 40. Державний Водний Кадастр. Розділ «Водокористування» Щорічник Водокористування. 2018 рік. Басейн Південного Бугу. 2019. 85 с. URL: https://www.davr.gov.ua/fls18/pivd_bug_2018.pdf (дата звернення 15.03.2023).
 41. Вікіпедія - вільна онлайн-енциклопедія. Інформація про населення в селищах Оленівка, Грузьке, Обознівка (Кропивницький район) URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/> (дата звернення : 05.10.2022).
 42. Статистичний щорічник України за 2007 рік / за ред. О. Г. Осауленка; Державний комітет статистики України. Київ, 2008. 572 с. ISBN 966-8459-25-2
 43. Біоіндикація та біотестування / Никифоров В. В., Дігтяр С. В., Мазницька О. В., Козловська Т. Ф. Кременчук: Вид-во ПП Щенбатих О. В., 2016. 76 с.
- ## REFERENCES
1. 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.
 2. Pinchuk, O.L., Herasimov, Ye.H. & Kunytskyi, S.O. (2019) *Dyrektyvy EC u sferi upravlinnia vodnymy resursamy [The EU Water Framework Directive in the field of water resources]*. Rivne: Volynskyi berehy. (in Ukr.)
 3. *Informatsiia pro r. Hruzka [Information about Hruzka River]*. Available at: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Hruzka> (Accessed: 21 September 2022) (in Ukr.)
 4. *Tsentrlnoukrainske biuro novyn [Central Ukrainian news bureau]*. Available at: <https://cbn.com.ua/2020/03/18/v-ukrayini-mozhut-obmezhyty-vykorystannya-vody-chy-vidchuyut-defitsyt-zhyteli-kirovogradshhyny/> (Accessed: 12 August 2022) (in Ukr.)
 5. Shvebs, H.I. & Ihoshyn, M.I. (2003) *Kataloh richok i vodoim Ukrainy: navchalno-metodychnyi dovidnyk. [Catalog of rivers and reservoirs of Ukraine: educational and methodological reference book]* Odesa: Astroprint. (in Ukr.)
 6. *Vodnyi kodeks Ukrainy vid 06.06.1995 r. № 213/95-VR. [Water Code of Ukraine from 06 June 1995. № 213/95-VR]*. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95> (Accessed: 17 August 2022) (in Ukr.)
 7. Mokin, V.B. et al. (2009). *Ekolohichniy atlas baseinu richky Pivdennyi Buh. [Ecological atlas of the basin of the river Yuzhny Bug]*. Basin Management of Water Resources of the Yuzhny Bug River; Chornomor. prohr. Vetlands Interneshnl. Vinnytsia (in Ukr.)
 8. *Dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha v Kirovohradskii oblasti za 2009 [Update on the camp of the most important natural environment in the Kirovohrad region for 2009]* (2010). State Administration for the Protection of the Natural Environment in the Kirovohrad Region. Kirovohrad. (in Ukr.) Available at: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2022/10/Regionalna-dopovid-Kirovogradska-ODA-2021.pdf> (Accessed: 22 August 2022)
 9. Loboda, N. (2014). Prohnoz zmin vodnykh resursiv Ukrainy za stsenariiamy zmin klimatu (RCP4.5, RCP8.5) ta otsinka ryzykiv dlia vodnoho hospodarstva [Prediction of change in water resources of Ukraine throughout the 21st century under the RCP4.5 and RCP8.5 scenarios and assessment of risks for water management]. In: Stepanenko, S. M., Polovoi, A. M. (eds). *Klimatychni ryzyky funktsionuvannia haluzei ekonomiky Ukrainy v umovakh zminy klimatu [Climate risks of the functioning of the branches of the economy of Ukraine in the languages of climate change]*. Odesa: TES, chapter 8, pp. 98-521. (in Ukr.)
 10. Chugai, A., Safranov, T. & Holik, Yu. (2018). Analysis of the state of the air basin of industrial-urban agglomerations in the North-Western Black Sea. *International Journal of Engineering & Technology (UAE)*, vol. 7 (4.8), pp. 783–789.
 11. Chuhai, A.V. & Safranov, T.A. (2021). *Metody otsinky tekhnogennoho vplyvu na dovkillia. [Methods for assessing the anthropogenic impact on the environment]*. Odesa: Vydavets Bukaiev V. V. (in Ukr.)
 12. Chuhai, A.V. (2020). [Evaluation of technogeneus load on the environmental components of the Odessa region]. *Naukovo-praktychnyi zhurnal, Ekolohichni nauky [Scientific and practical journal, Ecological Sciences]*, 1(28), pp. 102-110. (in Ukr.)
 13. Romanenko, V.D., Zhukynskyi, V.M., Oksiuk, O.P. et al. (1998). *Metodyka ekolohichnoi otsinky yakosti poverkhnevyykh vod za vidpovidnymi katehoriiamy [Methodology of ecological assessment of the quality of surface water according to the relevant categories]*. Kyiv: SYMVOL–T. (in Ukr.)
 14. Urasov, S., Kurjanova, S. & Urasov, M. (2009) [Complex estimation of quality of waters on different methods and the ways of its perfection]. *Ukr. gidrometeorol. ž. [Ukrainian hydrometeorological journal]*, 5, pp. 42-53. (in Ukr.)
 15. Loboda, N.S. & Katynska, I.V. (2020). [Determination of main anthropogenic impacts and environmental risks for the Kryvyi Torets River basin (based on the EU support program for Ukrainian water policy)]. *Ukr.*

- gidrometeorol. ž. [Ukrainian hydrometeorological journal], 25, pp.81-92. (in Ukr.) <https://doi.org/10.31481/uhmj.25.2020.08>
16. Vasenko, O. H., Rybalova, O. V., Artem'iev, S. R. et al (2015). *Intehrlni ta kompleksni otsinky stanu navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha [Integral and comprehensive assessments of the state of the natural environment]*. Kharkiv: NUHZU. (in Ukr.)
 17. *European Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), Guidance document № 10. River and lakes: Typology, reference conditions and classification systems*. Luxembourg, 2003.
 18. Hrodzynskiyi, M.D. (1993) *Osnovy landshaftnoi ekolohii. [Basics of landscape ecology]*. Kyiv: Lybid. ISBN 5-325-00377-1. (in Ukr.)
 19. Shyshchenko, P.H. (1998). *Prikladnaya fizicheskaya geografyya [Applied physical geography]*. Kiev: Vyshcha shkola. (in Russ.)
 20. 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>.
 21. Loboda, N.S. & Kulachok, K.V. (2019). [Methodological approaches to the assessment of environmental risks based on the use of integrated indicators of water quality]. *Zbirnyk naukovykh prats VII –i vseukrainskyi zizd ekolohiv z mizhnarodnoiu uchastiu (Ekolohiia/Ecology)*. [Collection of scientific papers of the VII All-Ukrainian Congress of Ecologists with International Participation (Ecology/Ecology)], 25-27 September. Vinnytsia, p. 75. (in Ukr.)
 22. Hrodzynskiyi, M.D. (2014) *Landshaftna ekolohiia. [Landscape ecology]*. Kyiv: Znannia. ISBN: 978-617-07-0163-3; 978-617-07-0078-0 (in Ukr.)
 23. *Interaktyvna karta zabrudnenosti richok Ukraini na osnovi danykh Derzhavnoho ahenstva vodnykh resursiv. [Interactive map of river pollution in Ukraine based on data from the State Water Resources Agency]*. Available at: <https://texty.org.ua/water/> (Accessed: 26 September 2022). (in Ukr.)
 24. Loboda, N.S. (2005). *Rascheti i obobshcheniya kharakteristik godovogo stoka rek Ukrainy v usloviyakh antropogennogo vliyaniya. [Calculations and generalizations of the characteristics of the annual runoff of rivers in Ukraine under the conditions of anthropogenic influence]*. Odessa: Ekologiya. (in Russ.)
 25. Loboda, N.S. (2015). Modeliuvannya vplyvu zmin klimatu na kharakterystyky stoku richok Ukrainy [Modelling impact of climate changes on river runoff characteristics]. In: Stepanenko, S. M., Polovoi, A. M. (eds). *Klimatychni zminy ta yikh vplyv na sfery ekonomiky Ukrainy [Climate changes and their impact on spheres Economy of Ukraine]*. Odessa: TES, chapter 8, pp. 451-482. (in Ukr.)
 26. *Dyrektyva 2000 / 60 / YeS Yevropeiskoho Parlamentu i rady vid 23 zhovnia 2000 roku pro vstanovlennia ramok diialnosti Spivtovarystva u sferi vodnoi polityky. 2000 [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]*. The Verkhovna Rada of Ukraine. Available at: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/371-2015-p>
 - (Accessed: 18 October 2020) (in Ukr.)
 27. Vykhryst, S., Mudra, K., Osiiskiyi, E. et al. (2018) *Metodychni rekomendatsii shchodo vyznachennia osnovnykh antropohennykh navantazhen ta yikhnikh vplyviv na stan poverkhnevyykh vod. [Methodological recommendations for determining the main anthropogenic loads and their effects on the state of surface waters]*. State Water Agency. (in Ukr.)
 28. Osiiskiyi, E. & Skoblei, M. (2018) *Analiz osnovnykh antropohennykh navantazhen ta yikh vplyv, projekt natsionalnoi metodyky. [Analysis of the main anthropogenic loads and their impact, draft of the national methodology]*. Ivano-Frankivsk. (in Ukr.)
 29. Snizhko, S.I. (2001). *Otsinka ta prohozuvannia yakosti pryrodnykh vod. [Evaluation and forecasting of the quality of natural waters]*. Kyiv: Nika-Tsentr. (in Ukr.)
 30. Iurasov, S.M., Safranov, T.A. & Chuha, A.V.(2012) *Otsinka yakosti pryrodnykh vod [Assessment of the quality of natural waters]*. Odessa: Ekolohiia. (in Ukr.)
 31. Khilchevskiyi, 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.)
 32. Khilchevskiyi, V.K., Zabokrytska, M.R., Kravchynskiyi, R.L. et al. (2015). *Osnovni zasady upravlinnia yakistiu vodnykh resursiv ta yikhnia okhorona. [Basic principles of water resources quality management and their protection]*. Kyiv: VPTs Kyivskiyi universytet. (in Ukr.)
 33. Finney, D. (1952) *Probit analysis: a statistical treatment of the sigmoid response curve*. Cambridge University Press, Cambridge.
 34. Rybalova, O. & Artemiev, S. (2017). Development of a procedure for assessing the ecological risk of the surface water status deterioration. *Eastern European Journal of Enterprise Technologies*, 5(10-89), pp. 67-76. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.112211>.
 35. Hopchenko, E.D. & Loboda, N.S.(2005) *Vodni resursy pivnichno-zakhidnoho Prychornomia (u pryrodnykh ta porushenykh hospodarskoii diialnistiu umovakh). [Water resources of the northwestern Black Sea region (in natural and disturbed economic activity conditions)]*. Kyiv: KNT. (in Russ.)
 36. Ministry of Construction and Regional Development of the Republic Moldova (2012). *CP D.01.05 Opredelenie gidrologicheskikh kharakteristik dlya usloviy respubliki Moldova [Determination of hydrological characteristics for the conditions of the Republic of Moldova]*. Kyshyniv. (in Russ.)
 37. Hrebin, V.V. (2010) *Suchasnyi vodnyi rezhym richok Ukrainy (landshaftno-hidrolohichniy analiz). [Modern water regime of rivers of Ukraine (landscape and hydrological analysis)]*. Kyiv: Nika-Tsentr. (in Ukr.)
 38. Loboda, N. & Bozhok, Y. (2015) Impact of Climate Change on Water Resources of North-Western Black Sea Region. *International Journal of Research In Earth and Enviornmental Sciences*, vol 02 (9), pp. 1-6.
 39. Loboda, N.S., Kuza, A.M. & Kozlov, O.M. (2019). [Assessment of possible changes of water resources of the rivers belonging to the kuyalnytskyi liman catchment at the beginning of the 21st century (2021 -2050) according to the models of the climatic scenario rcp4.5]. *Ukr. gidrometeorol. ž. [Ukrainian hydrometeorological journal]*, 23, pp.42-53. (in Ukr.)

- <https://doi.org/10.31481/uhmj.23.2019.05>
40. State Water Cadastre (2019). *Rozdil «Vodokorystuvannia» Shchorichnyk Vodokorystuvannia. Basein Pivdennoho Buhu. [Section "Water use" Yearbook of water use. 2018 year. South Bug basin].* Available at: https://www.davr.gov.ua/fls18/pivd_bug_2018.pdf (Accessed: 17 May 2023). (in Ukr.)
41. *Wikipedia - free online encyclopedia. Information about the population in the villages Olenivka, Hruzke, Oboznivka (Kropivnytskyi district).* Available at <https://uk.wikipedia.org/wiki/> (Accessed: 05 October 2022) (in Ukr.)
42. Osaulenka, O.H. (2008). *Statystychnyi shchorichnyk Ukrainy za 2007 year [Statistical Yearbook of Ukraine for 2007].* State Statistics Committee of Ukraine. Kyiv. (in Ukr.)
43. Nykyforov, V.V., Dihtiar, S.V., Maznytska, O.V. & Kozlovska, T.F. (2016) *Bioindykatsiia ta biotestuvannia. [Bioindication and biotesting].* Kremenchuk: Vyd-vo PP Shchenbatykh O. V. (in Ukr.)

COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC LOADS AND CONSEQUENCES OF THEIR INFLUENCE ON THE ENVIRONMENTAL STATE OF WATER BODIES (AS EXEMPLIFIED BY THE GRUZKA RIVER, KIROVOHRAD REGION)

N. S. Loboda., Y. S. Yarov, A. M. Kuza, I. V. Katynska

*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 research is determined by the need of developing and improving the methods for assessing the extent and consequences of anthropogenic loads' impact on water bodies.

The research was carried out as part of the study and research activities conducted by the Department of Hydroecology and Water Research of OSENU. It is dedicated to the topic "Assessment of Anthropogenic Impact on Aquatic Ecosystems".

The purpose of the work is to determine the environmental status of water bodies based on the comprehensive approach (calculations related to the consequences of anthropogenic loads' impact on water resources and the environmental state of surface waters, including assessment of pollution risks and failure to achieve environmental objectives).

Research methods include assessment of the characteristics of unstudied rivers' water resources in terms of hydrology based on the used meteorological data (climate-runoff model); assessment of anthropogenic loads' impact on water resources and on prospects of achieving a good environmental state of water bodies in accordance with the requirements of the EU's WFD; assessment of environmental risks based on the Prob function application and creation of a scale of water quality indicators and risks correspondence.

Determination of a comprehensive indicator of the Gruzka River's water resources use showed that reduction of water flow characteristics due to climate changes does not significantly affect the river's environmental condition that remains "unsatisfactory".

It was also established that household wastewater is the main pollutant of the Gruzka River that supplies water to reserve water reservoir Lelekivske (City of Kropivnytskyi, Kirovohrad Region). Almost all criteria related to assessment of the consequences of anthropogenic loads (wastewater discharge, plant and animal husbandry, chemical and physico-chemical parameters) indicate a risk of not achieving a good ecological state. During the modern period, the river continues suffering from significant anthropogenic influence whose level is close to the limit of ecosystem sustainability.

It was established that the use of ER environmental risk that is based on the Prob indicator complements the information about the river's environmental state.

The proposed comprehensive approach can be used for water bodies that remain insufficiently studied in terms of hydrology and hydrochemistry.

Key words: anthropogenic loads on water resources; water quality indicators; environmental risks; risks of a failure to achieve a good ecological state.

*Подання до редакції : 09. 05. 2023
Надходження остаточної версії : 01. 06. 2023
Публікація статті : 29. 06. 2023*