

УДК 504.4.06:556.52

РОЗРОБКА МЕТОДІВ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ ПОГІРШЕННЯ СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД

О. В. Рибалова, С. Р. Артем'єв, М. В. Сарапіна, Б. М. Цимбал, Г. Ю. Бахарєва, О. В. Шестопапов, О. М. Філенко

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА УХУДШЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

О. В. Рыбалова, С. Р. Артемьев, М. В. Сарапина, Б. М. Цымбал, А. Ю. Бахарева, А. В. Шестопапов, О. Н. Филенко

DEVELOPMENT OF ESTIMATION METHODS OF ENVIRONMENTAL RISK DEGRADING THE SURFACE WATER STATE

O. Rybalova, S. Artemiev, M. Sarapina, B. Tsymbal, A. Bakhareva, O. Shestopalov, O. Filenko

Пропонуються методи визначення екологічного ризику погіршення стану річкових басейнів на державному, регіональному та місцевому рівні. Для розробки комплексу природоохоронних заходів передбачається визначення впливу природних і антропогенних чинників з урахуванням ландшафтних і географічних особливостей річкових басейнів. Застосування запропонованого підходу дасть змогу справедливо оптимізувати фінансові ресурси на оздоровлення водних екосистем

Ключові слова: водоохоронна стратегія, екологічний ризик, кліматичні зміни, раціональність водокористування, річковий басейн

Предлагаются методы определение экологического риска ухудшения состояния речных бассейнов на государственном, региональном и местном уровнях. Для разработки комплекса природоохранных мероприятий предусматривается определение влияния природных и антропогенных факторов с учетом ландшафтных и географических особенностей речных бассейнов. Применение предложенного подхода позволит справедливо оптимизировать финансовые ресурсы на оздоровление водных экосистем

Ключевые слова: водоохранная стратегия, экологический риск, климатические изменения, рациональность водопользования, речной бассейн

1. Вступ

Сучасні тенденції зміни клімату впливають на якісний стан і гідрологічний режим водних об'єктів в усіх країнах світу, що вимагає розробки нових підходів до наукового обґрунтування водоохоронної стратегії. Адаптація до нових кліматичних умов, зростання антропогенного тиску, виникнення

надзвичайних ситуацій у зв'язку зі зростанням кількості повеней і посух потребує нової концепції водоохоронної політики.

Програма управління водними ресурсами повинна ґрунтуватися на досягненні цільових показників екологічного стану поверхневих вод з урахуванням ландшафтних і географічних особливостей річкових басейнів і поступовим зменшенням екологічного ризику.

Регіональна стратегія досягнення цільових показників екологічного стану водних об'єктів повинна базуватися на прогнозуванні кліматичних змін з визначенням ризику для здоров'я населення і природних екосистем, а також технологічних і соціально-економічних можливостей суспільства.

Децентралізація управління водними ресурсами передбачає необхідність наукового обґрунтування комплексу природоохоронних заходів на державному, регіональному і місцевому рівнях. Саме тому ієрархічний підхід до визначення екологічного ризику погіршення стану водних об'єктів, який представлено в цій роботі, є дуже актуальним.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Екологічне законодавство є одним з тих інструментів, які поєднують раціональне використання природних ресурсів із запобіганням і контролем забруднення навколишнього середовища. Екологічна політика Європейського Союзу спрямована на забезпечення екологічної стійкості шляхом включення в галузеві політики ЄС, розробці заходів щодо попередження, слідуючи основним принципам сталого розвитку та прийняття спільних зобов'язань. Ці закони намагаються заборонити або обмежити наслідки деградації навколишнього середовища. Природоохоронне законодавство в першу чергу повинне бути гнучкими в тому сенсі, щоб дозволити виконання поточних і майбутніх цілей для того, щоб стимулювати концепцію сталого розвитку та рішення комплексних екологічних проблем. Незважаючи на значне поліпшення стану навколишнього природного середовища, особливо в зниженні забруднення повітря і води, Європейське законодавство має розвиватися далі. В Європейському Союзі триває процес реалізації і прийняття нових нормативних правових актів про охорону навколишнього середовища щодо усунення причин погіршення якості навколишнього середовища і якості життя [1].

В роботі [2] проаналізовано Протокол з проблем води та здоров'я до Конвенції про охорону і використання транскордонних водотоків та міжнародних озер. Основною метою протоколу є охорона здоров'я і благополуччя людини шляхом удосконалення управління водними ресурсами, включаючи охорону водних екосистем, запобігання, обмеження та зниження ступеня поширення захворювань, пов'язаних з водою. Протокол враховує відмінності у здоров'ї, екологічні та економічні умови в регіоні, і надає державам-учасницям свободу для встановлення пріоритетів з урахуванням конкретних ситуацій. Крім того, протокол відображає інноваційні функції сучасного екологічного права і включає в себе положення, що стосуються міжнародного співробітництва та міжнародної підтримки національних дій на підтримку його здійснення. Для здійснення міжнародного співробітництва

необхідним є ідентифікація транскордонних водотоків, які знаходяться в найгіршому стані за загальною методикою. Це дало б змогу визначити пріоритетність впровадження водоохоронних заходів. Запропоновані в цій статті методи оцінки екологічного ризику погіршення стану поверхневих вод спрямовані на вирішення цієї проблеми.

Поліпшення сучасного стану водних екосистем передбачає інтеграцію ключових принципів екосистемного підходу у водну політику. З метою досягнення доброго екологічного статусу для всіх водойм Румунії, в роботі [3] представлено інноваційний підхід до моніторингу якості вод і оцінки екологічного стану водних об'єктів. При такому підході річкова система розглядається як сукупність екосистем, який включає в себе не тільки річки, а й прибережні зони з видами рослин і тварин, які населяють цей простір. В роботі [3] представлені гідроморфологічні показники, визначені відповідно до вимог Водної Рамкової Директиви (ВРД) [4] і гідроморфологічна класифікація річок по п'яти класах якості. Удосконалена системи моніторингу спрямована на поліпшення якості води в Румунії. Але в цій роботі не розглянуто вплив використання водозбірної площі річкових басейнів на екологічний стан водних об'єктів. Методика оцінки екологічного ризику розвитку деградаційних процесів в річкових басейнах на місцевому рівні, яка представлена в цій роботі, ґрунтується на визначенні раціональності господарського використання водозбірної площі.

Пропозиції щодо покращення системи моніторингу поверхневих вод в Україні представлено в роботах [5, 6]. Необхідно додати до представлених у цих роботах пропозиціях удосконалення гідробіологічного моніторингу поверхневих вод. Це є важливим для оцінки екологічного стану водних об'єктів і відповідає вимогам Водної Рамкової Директиви.

В роботі [7] дана єдина транснаціональна оцінка екологічних показників в басейні річки Тиса, яка спрямована на збереження водних екосистем. Для оцінки сучасного стану басейну річки Тиса застосовано комплексний міжгалузевий підхід. Проаналізовано наступні показники: джерела поверхневих вод, ресурси водопостачання, ризик недосягнення екологічних цілей, значні джерела забруднення води, якість води, джерела забруднення атмосферного повітря, ґрунтів, управління відходами. В роботі не показано, як визначаються екологічні цілі, і не представлено методи оцінки впливу негативних чинників на екологічний стан водних об'єктів. Оцінка раціональності господарського використання водозбірної площі передбачає визначення впливу природних і антропогенних чинників на стан водних екосистем.

Економічна ефективність заходів з охорони вод є важливою складовою комплексного управління водними ресурсами. Інтегрована система управління водними ресурсами передбачає досягнення цільових показників стану водних об'єктів з урахуванням економічних інструментів і технологічних можливостей водокористувачів [8]. В Україні при розробці програм з оздоровлення річкових басейнів не враховуються технологічні і фінансові можливості водокористувачів щодо здійснення природоохоронних заходів. Необхідним є впровадження ітеративного підходу до управління водними ресурсами. В

роботі запропоновано алгоритм удосконалення водоохоронної стратегії з урахуванням екологічного ризику, економічних і технологічних можливостей підприємств та фінансових ресурсів.

Питанням підвищення екологічної безпеки і зменшенню навантаження на навколишнє природне середовище присвячені роботи [9, 10]. Але в цих роботах не розглянуто економічна та екологічна ефективність зменшення впливу промислових підприємств на стан водних об'єктів. Вважаємо, що при розробці природоохоронних заходів необхідно визначати ступінь зменшення екологічного ризику погіршення стану поверхневих вод.

На основі наукової оцінки Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (МГЕЗК) розроблено сценарії майбутніх викидів парникових газів і аерозолів, що призведе до подальшого збільшення температури повітря на 2°C до 2100 року. Вплив зміни клімату на водні ресурси вимагає спрямувати зусилля на боротьбу з повенями і захист водних екосистем, так як глобальне потепління впливає на всі аспекти управління водними ресурсами. Підвищення температури, втрата снігового покриву, наростаючі розміри і частота повеней, підвищення рівня моря – це лише деякі з наслідків зміни клімату, які мають велике значення для управління водними ресурсами. Метою роботи [11] є висвітлення екологічних ризиків, викликаних кліматичними аномаліями на водні ресурси, для вивчення негативного впливу парникового ефекту на попит і пропозицію на воду і соціально-економічні наслідки. Зміни клімату впливають на збільшення екологічного ризику погіршення стану поверхневих вод. Тому в цій статті представлено прогноз збільшення температури і зменшення опадів в Харківській області.

У зв'язку зі зміною клімату збільшилася кількість повеней і засух, тому інтегроване управління водними ресурсами останнім часом набуває все більшого значення. Фахівці Кореї проводять роботу із запобігання стихійним лихам, які викликані повенями і посухами, на основі скоординованої роботи з управління водними ресурсами [12]. Заходи щодо зменшення екологічного ризику порушення благополуччя водної екосистеми на регіональному рівні з урахуванням кліматичних змін дадуть змогу запобігати надзвичайним ситуаціям.

З огляду на виклики та загрози, з якими в даний час стикається управління водними ресурсами і посилення невизначеності на зміни клімату, очевидна потреба в гнучкій системі екологічного регулювання. Правильний баланс між гнучкістю в реалізації і надійний у виконанні стандартів має найважливіше значення для зміцнення адаптаційного потенціалу в управлінні водними ресурсами. Але досягнення цих цілей одночасно створює особливі труднощі. Підхід ЄС до управління водними ресурсами спрямований на зміцнення місцевого управління на відповідних рівнях [13]. Для запровадження гнучкої системи екологічного регулювання в статті запропоновано визначення цільових і допустимих екологічних нормативів стану поверхневих вод. На місцевому рівні в цій роботі запропоновано метод оцінювання ризику розвитку деградаційних процесів в річкових басейнах. Цей метод є складовою ієрархічного підходу до оцінювання екологічного ризику погіршення стану

поверхневих вод. Для вирішення проблеми зміцнення місцевого управління водними ресурсами в статті запропоновано визначення комплексу природоохоронних заходів на основі оцінки раціональності господарського використання водозбірної площі.

Багато досліджень присвячено впливу лісу і мінливості клімату на гідрологічні показники. В дослідженні [14] застосували комплексний підхід щоб відокремити вплив змін в лісовому господарстві, мінливості клімату та інших факторів на гідрологічні коливання стоку в двох великих річках в Китаї. Дослідження показали, що вирубка лісу привела до значного скорочення стоку в сухий сезон, в той час як коливання клімату дало позитивний ефект в досліджуваних водозборах. Вплив вирубки лісу на гідрологічні показники змінюється з плином часу в зв'язку зі змінами інфільтрації та випаровування в ґрунті. Зміни субальпійських природних лісів здійснюють більший вплив на стік сухого сезону. Ці дані є корисними для управління водними ресурсами та ведення лісового господарства в умовах зміни клімату. В роботі [14] розглянуто вплив лісистості водозбору і змін клімату на гідрологічні показники, але не дано оцінку цього впливу на стан водних екосистем. Вплив зменшення лісистості, особливо в умовах збільшення середньорічної температури і зменшення обсягів опадів, що доказано прогнозними показниками в цій статті, призводить до збільшення екологічного ризику погіршення стану поверхневих вод.

Управління водними ресурсами з урахуванням аналізу стану сільськогосподарських водозборів із використанням географічних інформаційних систем (ГІС) стає необхідним для вирішення екологічних проблем в Південному Техасі [15]. У цьому районі існує безліч конфліктів землекористування, які значно сприяли деградації водних екосистем. Отримані результати свідчать про зростаючу деградацію екосистем у часі і географічний кластер країн, які відчувають екологічний стрес. Виділено наступні стресові фактори: зростання населення, збільшення використання добрив, зростання сільськогосподарських угідь, викиди атмосферних забруднювачів, наявність великої кількості побутових і промислових очисних споруд. Надходження патогенних мікроорганізмів і пестицидів безпосередньо з сільськогосподарських водозборів представляють серйозну загрозу для якості водних екосистем [15]. В даній роботі визначено значні чинники негативного впливу на стан водних об'єктів, але не представлено методики оцінювання цього впливу. Тому актуальним є оцінка раціональності господарського використання водозбірної площі, яка є основою для визначення ризику розвитку деградаційних процесів в річкових басейнах.

Сьогодні близько половини населення світу живе в міських районах, а в найближчі 20 років урбанізація буде неухильно зростати, особливо у світі, що розвивається. Великі міста стикаються з проблемою забезпечення водою хорошої якості. Крім того, у тропічних міських районах повинь становить загрозу для міських жителів в сезон дощів. В роботі [16] виділено основні проблеми управління водними ресурсами: недостатня забезпеченість водними ресурсами, забруднення підземних та поверхневих вод, втрата біорізноманіття,

подолання адміністративних і фінансових труднощів, а також експлуатаційних збоїв. Для вирішення цих проблем необхідно поступово впроваджувати такі заходи: оптимальне використання поверхневих і підземних вод, захист від забруднення, управління водозбірними басейнами, запобігання виникнення повеней, технологічні інновації, економічні інструменти [16]. В роботі показано вплив зростання урбанізації на стан навколишнього природного середовища і висвітлено загальні напрями удосконалення управління водними ресурсами. Але не показано, яким чином ці негативні чинники впливають на збільшення екологічного ризику погіршення стану поверхневих вод. Тому актуальним є продовження досліджень [16] з визначенням конкретних шляхів вирішення представлених в роботі проблем.

У роботі [17] проаналізовано законодавство в галузі управління водними ресурсами в Сан-Паулу. Показано основоположне значення для захисту водних джерел інтеграцію управління водними ресурсами та землекористування. Новий закон щодо захисту водних об'єктів № 9.866 / 97 передбачає децентралізацію та комплексне управління. Однак для ефективної реалізації закону необхідна гармонізація державної політики в цьому секторі, широка координація та співпраця між муніципалітетами [17].

Рішення проблеми поліпшення якості води вимагає комплексного управління водними ресурсами. Екологічна політика включає економічну, соціально-екологічну моделі, а також децентралізацію і переходить на нову систему басейнового управління. Аналіз управління якістю води в Грузії показав, що країни з перехідною економікою потребують інституційної розбудови та зміни нормативної бази [18]. Україна також відноситься до країн з перехідною економікою і потребує інтегрованого управління водними ресурсами з метою оздоровлення водних екосистем і зменшення ризику погіршення стану поверхневих вод.

В представлених вище дослідженнях висвітлено окремі проблеми управління водними ресурсами: правові, інституційні, технологічні, економічні, соціальні. Показано вплив різних негативних чинників (збільшення урбанізації і розораності земель, зменшення лісистості, зміни клімату, тощо) на стан поверхневих вод. Даказно необхідність впровадження інтегрованого управління водними ресурсами. Тому перспективним є удосконалення управління якістю водних ресурсів на основі ієрархічного підходу до визначення екологічного ризику погіршення стану поверхневих вод. Кожний етап оцінки екологічного ризику на державному, регіональному і місцевому рівнях має свою мету і задачі, які спрямовані на оздоровлення водних екосистем.

3. Ціль та задачі дослідження

Метою дослідження є розробка методів визначення екологічного ризику погіршення стану поверхневих вод на державному, регіональному і місцевому рівнях.

Для досягнення цієї мети необхідне вирішення наступних задач:

– удосконалити метод оцінювання екологічного ризику погіршення стану поверхневих вод на державному рівні;

- удосконалити метод оцінювання ризику порушення благополуччя водної екосистеми на регіональному рівні;
- розробити метод оцінювання ризику розвитку деградаційних процесів в річкових басейнах на місцевому рівні;
- розробити алгоритм удосконалення водоохоронної стратегії на основі визначення екологічного ризику погіршення стану поверхневих вод на державному, регіональному і місцевому рівнях.

4. Методи визначення екологічного ризику погіршення стану поверхневих вод на державному, регіональному і місцевому рівнях

4.1. Метод оцінювання екологічного ризику погіршення стану поверхневих вод на державному рівні

Визначення рівня небезпеки сучасного стану водокористування та ідентифікацію басейнів великих річок, які знаходяться в найгіршому екологічному стані, пропонується проводити на основі оцінки екологічного ризику погіршення стану поверхневих вод.

Екологічний ризик (P_w) як ймовірність порушення стійкості водної екосистеми залежить від існуючого стану поверхневих вод та впливу антропогенного навантаження і може бути виражений функцією:

$$P_w = f(I_w, AP_w), \quad (1)$$

де I_w – інтегральний показник стану поверхневих вод, безрозмірна величина; AP_w – інтегральний показник антропогенного навантаження на стан поверхневих вод, безрозмірна величина.

Досягнення критичного стану поверхневих вод може відбутися за декількома сценаріями. По-перше, коли сучасний стан поверхневих вод є дуже поганим, тоді навіть незначний антропогенний тиск може призвести до інтенсивного розвитку деградаційних процесів, по-друге, коли антропогенний тиск перевищує допустимі обсяги (табл. 1).

Таблиця 1

Характеристика екологічного ризику погіршення стану поверхневих вод за значеннями інтегрального показника стану поверхневих вод (I_w) і значеннями інтегрального показника антропогенного навантаження (AP_w)

Стан поверхневих вод за значенням інтегрального показника стану поверхневих вод (I_w)	Показник антропогенного навантаження (AP_w)				
	Незначний тиск	Підвищений тиск	ЗНАЧНИЙ ТИСК	ВИСОКИЙ ТИСК	НЕБЕЗПЕЧНИЙ ТИСК
	Екологічний ризик погіршення стану поверхневих вод (P_w)				
дуже поганий	значний	значний	ВИСОКИЙ	КРИТИЧНИЙ	КРИТИЧНИЙ

поганий	<i>підвищени й</i>	значний	значний	ВИСОКИЙ	КРИТИЧНИЙ
задовільний	<i>підвищени й</i>	<i>підвищений</i>	значний	ВИСОКИЙ	ВИСОКИЙ
гарний	<i>незначний</i>	<i>підвищений</i>	значний	значний	ВИСОКИЙ
відмінний	<i>незначний</i>	<i>незначний</i>	<i>підвищений</i>	значний	значний

Аналіз стану водних об'єктів виконується на основі офіційних даних моніторингу поверхневих вод України.

Показник екологічного стану поверхневих вод визначається за величиною екологічного індексу (I_e) за «Методикою встановлення й використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суши й естуаріїв України» [19]. Відповідно до цієї методики, за величиною екологічного індексу (I_e) водним об'єктам привласнюється одна з 7 категорій якості вод і один з п'яти класів якості.

Значення екологічного індексу якості води визначається по формулі [19]:

$$I_e = \frac{(I_1 + I_2 + I_3)}{3}, \quad (2)$$

де I_1 – індекс забруднення компонентами сольового складу; I_2 – індекс трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників; I_3 – індекс специфічних показників токсичної й радіаційної дії.

Загальна екологічна оцінка стану вод здійснюється за басейновим принципом. Для цього отримуються блокові індекси екологічної оцінки по кожному пункту за двома варіантами: шляхом усереднення категорій показників у блоці та шляхом вибору найгіршої у блоці категорії. Індекс загальної екологічної оцінки знаходиться як середнє блокових індексів по кожному пункту. Після цього отримані індекси осереднюються по всіх пунктах басейну. Оцінка проводиться за середніми величинами й за середніми з найгірших величин по пунктах басейну.

Інтегральний показник стану поверхневих вод (I_w) пропонуємо визначати за значеннями екологічного індексу (I_e) за формулою:

$$I_w = 1 - \left(\frac{n - K_{ie}}{n} \right), \quad (3)$$

де K_{ie} – відповідний клас за значеннями екологічного індексу (I_e); n – загальна кількість класів за «Методикою встановлення й використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суши й естуаріїв України» (5 класів) [19].

Для розрахунку показників антропогенного навантаження на стан поверхневих вод використовуються офіційні дані Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища України.

Для визначення узагальненого показника антропогенного навантаження на стан поверхневих вод аналізують дані щодо обсягу скинутих зворотних вод та обсягу скинутих забруднюючих речовин.

Важливо знати рівень забруднення стічних вод, які скидають в поверхневі водні об'єкти підприємства промисловості, житлово-комунального і сільського господарства. Тому для визначення рівня антропогенного навантаження на поверхневі води варто застосовувати показник середньої забрудненості стічних вод (IP):

$$IP = \frac{VP}{VS}, \quad (4)$$

де VP – обсяг забруднюючих речовин, які скидаються у водні об'єкти, тис. т; VS – обсяг стічних вод, які скидаються у водні об'єкти, тис. м³.

Показник впливу забруднених стічних вод на річковий стік (IW) пропонуємо розраховувати за формулою:

$$IW = \frac{1000 \times VCS}{RM}, \quad (5)$$

де VCS – обсяг забруднених стічних вод, які скидаються у водні об'єкти, млн. м³; RM – річковий стік в середній за водністю рік, тис. м³.

Всі показники є безрозмірними, бо вони є приведеними до середньої величини по країні, та за значенням їм привласнюється клас відповідно до табл. 2.

Таблиця 2

Характеристика антропогенного навантаження на водні екосистеми

Клас	Значення показника антропогенного тиску	Рівень небезпеки антропогенного тиску на водні екосистеми
1	0,01–0,40	Незначний тиск
2	0,41–0,80	Підвищений тиск
3	0,81–1,00	Значний тиск
4	1,01–1,80	Високий тиск
5	>1,80	Небезпечний тиск

Потім класи усереднюють і визначають рівень небезпеки сучасного стану водокористування за формулою:

$$AP_w = 1 - \left(\frac{m - K_m}{m} \right), \quad (6)$$

де AP_w – інтегральний показник антропогенного навантаження на стан поверхневих вод, безрозмірна величина; K_m – узагальнений клас небезпеки сучасного антропогенного тиску на водні екосистеми; m – загальна кількість

класів за характеристикою антропогенного навантаження на водні екосистеми (табл. 2).

Для визначення рівня небезпеки антропогенного навантаження на водні екосистеми використовують рангову шкалу (табл. 2).

Екологічний ризик погіршення стану водних екосистем (P_w) пропонуємо визначати за формулою:

$$P_w = I_w \times AP_w \quad (7)$$

Характеристику екологічного ризику за величиною його значення наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Характеристика екологічного ризику погіршення стану водних екосистем

Клас	Значення показника екологічного ризику	Якісна оцінка екологічного ризику
1	0,01–0,19	Незначний ризик
2	0,20–0,39	Підвищений ризик
3	0,40–0,59	Значний ризик
4	0,60–0,79	Високий ризик
5	0,80–1,00	Критичний ризик

Узагальнена оцінка екологічного ризику як «макроекологічного показника» здійснюється при дослідженнях в масштабах регіону, області, або для прийняття передпланових, узагальнених управлінських рішень.

Оцінку екологічного ризику погіршення стану поверхневих вод виконують з метою ідентифікації рівня небезпеки антропогенного навантаження. Такий підход спрямовано на визначення пріоритетності впровадження і фінансування природоохоронних заходів в басейнах річок (перший етап управління водоохоронною діяльністю).

Необхідність визначення рівнів екологічного ризику за областями України, з метою прийняття управлінських рішень щодо першочерговості впровадження природоохоронних заходів і залучення фінансової підтримки, насамперед обумовлена державною екологічною політикою за регіональним принципом, яка здійснюється на місцях обласними управліннями охорони навколишнього природного середовища.

На рис. 1 наведено схематичну карту України з позначенням різним кольором областей країни за визначенням екологічного ризику погіршення стану поверхневих вод при збереженні існуючих тенденцій антропогенного навантаження.

Як показано на рис. 1, найбільше значення екологічного ризику погіршення стану поверхневих вод спостерігається в індустріально розвинутих регіонах – в Донецькій і Луганській областях, де протікають водотоки басейну річки Сіверський Донець.

Річка Сіверський Донець має транскордонне значення, бо протікає територією Росії і України. В Україні водні об'єкти басейну річки Сіверський Донець знаходяться в Харківській, Донецькій і Луганській областях.

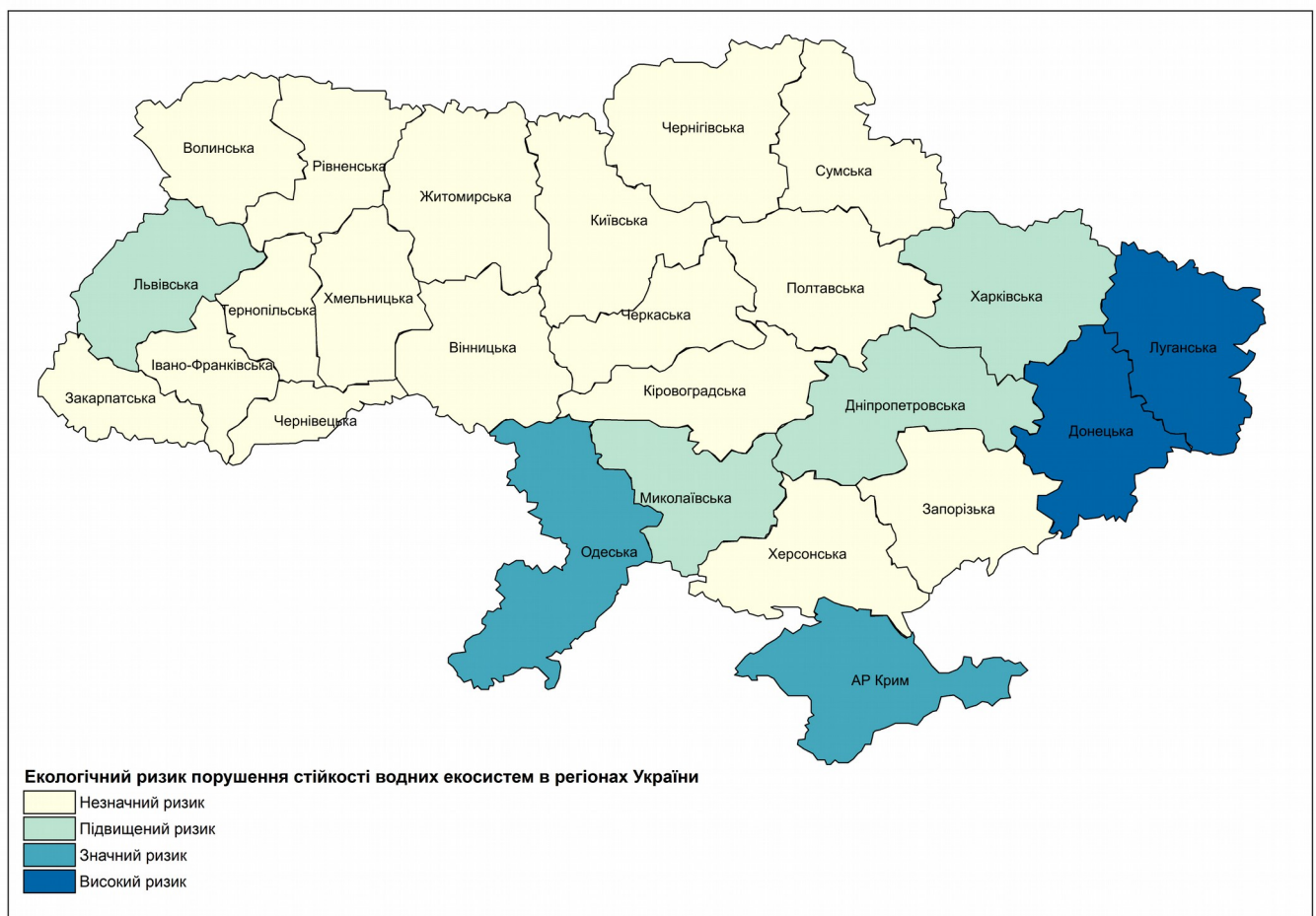


Рис. 1. Екологічний ризик погіршення стану поверхневих вод в областях України

У зв'язку з проведенням військових дій на території Донецької і Луганської областях, інформація щодо сучасного стану поверхневих вод і антропогенного тиску на них відсутня. Тому є сенс подальші дослідження проводити для водотоків басейну річки Сіверський Донець, які знаходяться в Харківській області.

4. 2. Метод оцінювання ризику порушення благополуччя водної екосистеми на регіональному рівні

В роботі [20] запропоновано методика оцінювання екологічного ризику погіршення стану водної екосистеми на основі визначення екологічних нормативів з урахуванням ландшафтних і географічних особливостей річкових басейнів.

За методикою [21] розробляються 2 види екологічних нормативів: допустимі екологічні нормативи (ЕНд) і цільові екологічні нормативи (ЕНц). Екологічні нормативи визначають на основі обробки багаторічних (не менше 30

років) даних спостереження за гідрологічними, гідрохімічними та гідробіологічними показниками стану поверхневих вод і побудови прогнозних моделей. Метою встановлення допустимих екологічних нормативів (ЕНд) є обґрунтування обов'язкового рівня якості води для конкретних водних об'єктів за умови збереження благополуччя водної екосистеми [20]. Цільові екологічні нормативи (ЕНц) розробляються на багаторічний період з урахуванням соціальних, економічних і технологічних можливостей досягнення за умови впровадження ітеративного підходу до управління якістю поверхневих вод.

Розробка екологічних нормативів ґрунтується на визначенні екологічного індексу за новою методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями [22].

На теперішній час за методикою [21] розроблено екологічні нормативи тільки для деяких річок країни. Ця робота повинна продовжуватися, і визначення екологічного ризику погіршення стану водної екосистеми за методикою [20] на регіональному рівні стане подальшою перспективою.

В роботі [20] запропоновано методику оцінювання ризику порушення благополуччя водної екосистеми на основі визначення екологічного індексу (Іе) за «Методикою встановлення й використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суши й естуарій України» [19].

Пропонується використовувати в якості порогового значення верхню межу 3 категорії класифікації якості поверхневих вод, що відповідає II класу з добрим станом згідно з методикою [19].

Для визначення екологічного ризику приймаються тільки ті показники, які перевищують верхню межу 3 категорії класифікації [19], бо вважається, що якщо екологічний норматив перевищено, існує ймовірність порушення благополуччя водної екосистеми.

Але в роботі [20] запропоновано обмежити кількість показників до п'яти. Вважаємо це обмеження невірним, бо аналіз екологічного стану річки Сіверський Донець в Харківській області показав перевищення екологічного нормативу за 8–10 показниками. Таким чином, методика оцінювання ризику порушення благополуччя водної екосистеми, яка представлена в роботі [20], потребує серйозного удосконалення.

Моделі пробіт-регресії часто використовують для визначення залежності «доза – ефект» з метою оцінки ймовірності негативних наслідків. Пропонуємо оцінювати ризик порушення благополуччя водної екосистеми (ER) за визначенням пробіту з використанням табл. 4 на основі рівняння:

$$\text{Prob} = -2,3 + 2,2 \lg \Sigma \left(\frac{C_i}{C_{\text{ен}}} \right), \quad (8)$$

де C_i – концентрація i -ої речовини у водному об'єкті, мг/дм³; $C_{\text{ен}}$ – екологічний норматив для водних об'єктів, який визначається як верхня межа 3-ої категорії класифікації якості поверхневих вод, що відповідає II класу з добрим станом, мг/дм³.

Таблиця 4

Нормально-ймовірнісний розподіл при взаємозв'язку пробітів і ризику

Prob	ER	Prob	ER
-3,0	0,001	0,1	0,540
-2,5	0,006	0,2	0,579
-2,0	0,023	0,3	0,618
-1,9	0,029	0,4	0,655
-1,8	0,036	0,5	0,692
-1,7	0,045	0,6	0,726
-1,6	0,055	0,7	0,758
-1,5	0,067	0,8	0,788
-1,4	0,081	0,9	0,816
-1,3	0,097	1,0	0,841
-1,2	0,115	1,1	0,864
-1,1	0,136	1,2	0,885
-1,0	0,157	1,3	0,903
-0,9	0,184	1,4	0,919
-0,8	0,212	1,5	0,933
-0,7	0,242	1,6	0,945
-0,6	0,274	1,7	0,955
-0,5	0,309	1,8	0,964
-0,4	0,345	1,9	0,971
-0,3	0,382	2,0	0,977
-0,2	0,421	2,5	0,994
-0,1	0,460	3,0	0,999
0,0	0,50	–	–

Класифікація екологічного ризику порушення благополуччя водної екосистеми за величиною його значення наведено в табл. 3.

За представленою методикою дана оцінка екологічного ризику порушення благополуччя водної екосистеми для водотків басейну річки Сіверський Донець в Харківській області (рис. 2).

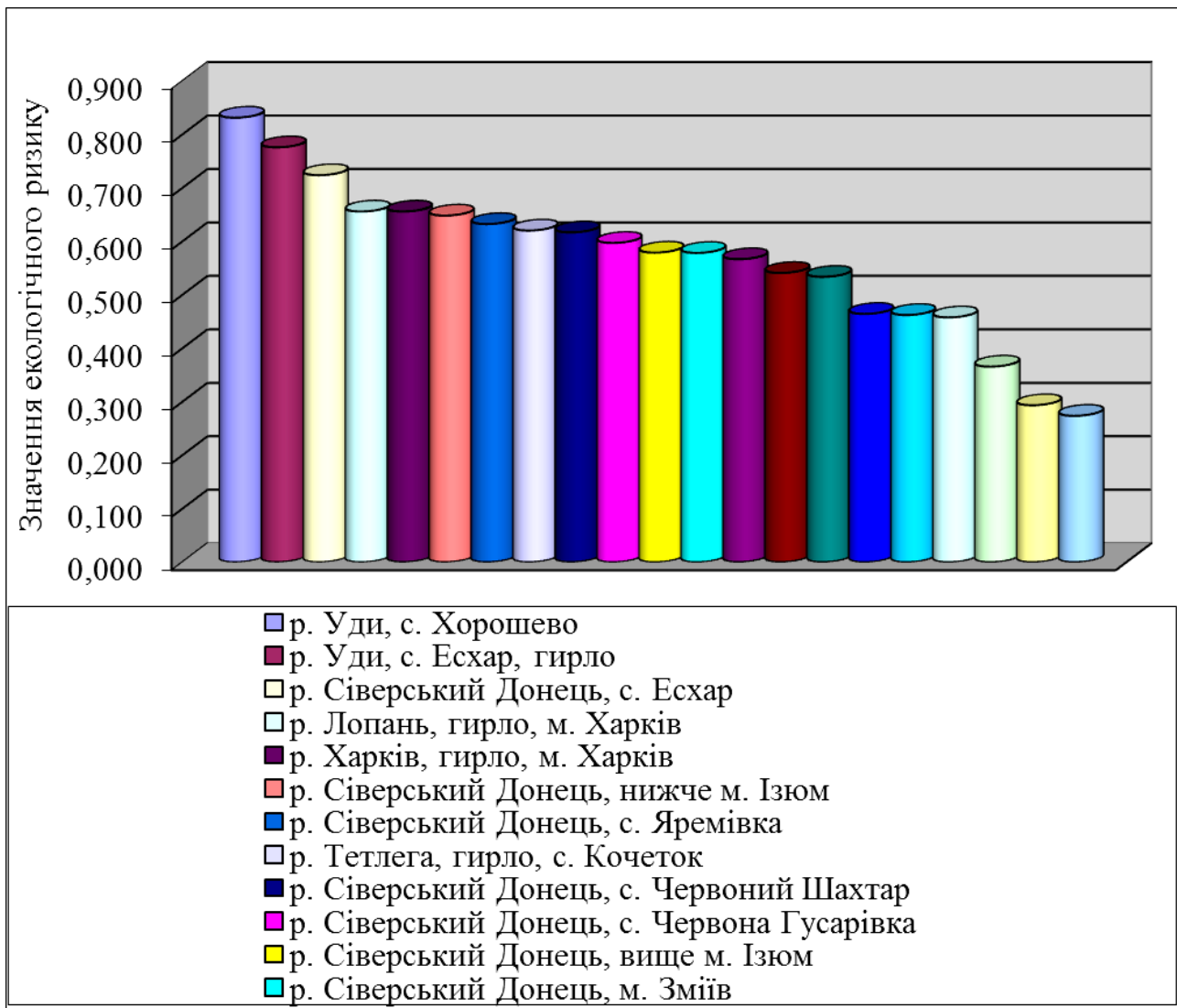


Рис. 2. Рангування водотків басейну річки Сіверський Донець в Харківській області за значенням екологічного ризику порушення благополуччя водних екосистем

Як показано на рис. 2, в найгіршому стані знаходиться річка Уди в створі нижче міста Харків. Тому для визначення комплексу природоохоронних заходів необхідно визначити вплив природних і антропогенних чинників на екологічний стан цієї річки і проаналізувати раціональність господарського використання водозбірної площі річкового басейну.

4. 3. Метод оцінювання ризику розвитку деградаційних процесів в річкових басейнах

Для раціонального використання водних ресурсів потрібен всебічний аналіз взаємозв'язків усіх компонентів ландшафтно-географічної системи в цілому, облік генезису і властивостей, закономірностей формування та змін під впливом природних й антропогенних чинників. На місцевому рівні при управлінні якістю поверхневих вод особливу увагу потрібно приділити

оздоровленню малих річок, оскільки вони є основним елементом географічного середовища.

Малі річки формують водні ресурси, гідрологічний режим і якість води середніх і великих річок, створюють природні ландшафти великих територій, а з іншого боку, функціонування басейнів малих річок визначається станом регіональних ландшафтних комплексів [23].

Важливою особливістю малих річок є залежність водності, гідрологічного режиму і якості води від параметрів, що характеризують поверхню водозбору (лісистість, заболоченість, еродованість, розораність, зарегульованість, тощо) [24].

Багато досліджень присвячено впливу лісистості, розораності, залуженості на стан водних екосистем, особливо малих річок [14, 15, 23–25].

Лісові насадження впливають на якісний стан поверхневих вод, поглинаючи з розчину катіони й аніони, поліпшують бактеріологічні властивості води, очищають від зважених твердих часток та впливають на температурний режим водних об'єктів. Ліс сприяє переходу поверхневого стоку у внутрішній і підвищенню меженного стоку за рахунок підземного харчування, а також знижує пікові навантаження поверхневого стоку [25].

Таким чином, можна стверджувати, що у формуванні річкового стоку ліс має наступні функції:

- лісові масиви перехоплюють атмосферні опади, використовуючи вологу частково для підтримки своєї життєдіяльності (транспірація, харчування кореневих систем тощо), а частково поповнюють підземні води, і зменшують поверхневий стік;

- ліси випаровують значно більше вологи, чим трав'яниста поверхня. Потала вода поглинається лісовою підстилкою, інфільтрує у ґрунт і поповнює ґрунтові води, забезпечуючи підземне харчування;

- річки, водозбори яких покриті лісом, мають у порівнянні з безлісними (розташованими в тій же зоні) більш рівномірний у часі стік.

Залуженість водозбірної площі також дуже впливає на екологічний стан річки:

- луг є природним фільтром поверхневого стоку, забезпечуючи процеси седиментації твердого стоку;

- луг частково перехоплює поверхневий стік;

- луг є механічним захистом від розмиву і руйнування заплавних ґрунтів і від замулювання річок.

В роботі [26] проаналізовано раціональність використання водозбірної площі малих річок басейну річки Оскіл за методикою [24]. Була дана оцінка впливу позитивних і негативних чинників на показник інтенсивності деградаційних процесів, що відбуваються в басейні річки (яругоутворення, еродованість земель, замуленість, заболочення).

За методикою [24] запропоновано визначити “негативні” фактори, що є причиною чи можуть прискорити процес деградації екосистем, та “позитивні” фактори, які можуть стабілізувати стан водних екосистем. Відношення величини негативного впливу антропогенних факторів до величини

позитивного впливу природних факторів можна вважати мірою ризику розвитку деградаційних процесів.

До антропогенних чинників, що є причиною розвитку деградаційних процесів в річкових басейнах варто віднести:

- розораність (P);
- дифузні джерела забруднення поверхневих вод (DS);
- водозабір підприємств промисловості, комунального і сільського господарства (WI);
- стічні води підприємств промисловості, комунального і сільського господарства (WS).

Велика розораність земель посилює процеси ерозії та яругоутворення і призводить до замулення річок. Розораність (P) є одним з основних негативних чинників розвитку деградаційних процесів в річкових басейнах і визначається відношенням площі розораних земель до площі басейну річки за формулою:

$$P = \frac{S_p}{S_{RB}}, \quad (9)$$

де S_p – площа розораних земель в басейні річки, га; S_{RB} – площа басейну річки, га.

Дифузні джерела забруднення поверхневих вод (поверхневий стік з урбанізованих територій і сільськогосподарських угідь) впливають на якісний стан водних об'єктів, посилюють процеси ерозії, яругоутворення та замулення річок. Розрахунок потрапляння забруднюючих речовин в водні об'єкти від дифузних джерел забруднення детально описано в монографії [27].

Показник впливу дифузних джерел забруднення поверхневих вод на розвиток деградаційних процесів (DS) розраховується за формулою:

$$DS = \frac{V_{DS}}{V_{RF95\%}}, \quad (10)$$

де V_{DS} – обсяг потрапляння поверхневого стоку з урбанізованих територій і сільськогосподарських угідь у водні об'єкти, тис. м³; $V_{RF95\%}$ – обсяг стоку річки 95 % забезпеченості, тис. м³.

Водозабір підприємств промисловості, комунального і сільського господарства впливає на виснаження водних ресурсів і зменшення природного стоку річок. Показник впливу водозабору (WI) розраховується як відношення обсягу водозабору підприємствами-водокористувачами до обсягу стоку річки річки 95 % забезпеченості і розраховується за формулою:

$$WI = \frac{V_{WI}}{V_{RF95\%}}, \quad (11)$$

де V_{WI} – обсяг водозабору підприємствами-водокористувачами, тис. м³.

Скиди стічних вод підприємств промисловості, комунального і сільського господарства забруднюють водні об'єкти шкідливими речовинами, гальмують процеси самоочищення і значно погіршують стан водних екосистем.

Показник впливу скидів стічних вод на розвиток деградаційних процесів (WS) визначається за формулою:

$$WS = \frac{V_{WS}}{V_{RF95\%}}, \quad (12)$$

де V_{WS} – обсяг скиду стічних вод підприємствами-водокористувачами, тис. м³.

Усі вище перелічені показники є безрозмірними і мають значення менше 1.

Для визначення ступеня негативного впливу антропогенних чинників на розвиток деградаційних процесів у річкових басейнах пропонується на координатну сітку нанести в відсотковому співвідношенні вищенаведені показники. Тоді показник негативного впливу антропогенних факторів на розвиток деградаційних процесів у річкових басейнів (AF) обчислюється як площа чотирикутника за формулою:

$$AF = 1 / 2(DS + P)(WI + WS). \quad (13)$$

До позитивних чинників стабілізації і поліпшення стану водних екосистем відносяться:

- лісистість (F);
- залуженість (G);
- озерність (L);
- показник зміни стоку річки (RF).

Лісистість (F) представляє собою відношення площі басейну, покритих лісами (S_F) до загальної площі басейну річки (S_{RB}) і визначається за формулою:

$$F = \frac{S_F}{S_{RB}}. \quad (14)$$

Залуженість (G) являє собою відношення площі басейну, покриту лугами (S_G), до загальної площі басейну річки (S_{RB}) і визначається за формулою:

$$G = \frac{S_G}{S_{RB}}. \quad (15)$$

Озерність впливає на рівномірний розподіл стоку в річці. Показник озерності (L) являє собою відношення сумарної площі водойм (S_L) до загальної площі басейну річки (S_{RB}) і визначається за формулою:

$$L = \frac{S_L}{S_{RB}}. \quad (16)$$

Процес замулення залежить від гідрологічного режиму річки. Показник зміни гідрологічного стоку річки (RF) являє собою відношення норми стоку (V_{RFR}) до середньорічного обсягу стоку річки (V_{RFM}) і визначається за формулою:

$$RF = \frac{V_{RFR}}{V_{RFM}}. \quad (17)$$

Всі вище перелічені показники також є безрозмірними і мають значення менше 1. Пропонується на координатну сітку нанести в процентному співвідношенні показники залуженості (G), озерності (L), показник зміни стоку річки (RF) і лісистість (F). Тоді показник впливу позитивних факторів на розвиток процесів в річкових басейнах (NF) розраховується як площа чотирикутника за формулою:

$$NF = 1/2(F+G)(L+RF). \quad (18)$$

Коефіцієнт спрямованості розвитку процесів у басейнах річок (K_p) можна визначати відношенням величини негативного впливу антропогенних факторів на розвиток деградаційних процесів (AF) до величини позитивного впливу природних факторів (NF) за формулою:

$$K_p = \frac{AF}{NF}. \quad (19)$$

Якщо $AF > NF$, то $K_p > 1$, тоді існує ймовірність розвитку деградаційних процесів у річкових басейнах в наслідок надмірного впливу антропогенних чинників.

Для оцінювання ризику розвитку деградаційних процесів в річкових басейнах на місцевому рівні необхідно визначити водотоки із значенням $K_p > 1$ і застосувати метод пробіт-регресії.

Оцінити ризик розвитку деградаційних процесів в річкових басейнах можна за визначенням пробіту з використанням табл. 4 на основі рівняння:

$$\text{Prob} = -1,3 + 2,2 \lg K_p. \quad (20)$$

Характеристику екологічного ризику за величиною його значення наведено в табл. 3.

Рангування малих річок басейну р. Сіверський Донець в Харківській області за значенням ризику розвитку деградаційних процесів в річкових басейнах наведено на рис. 3.

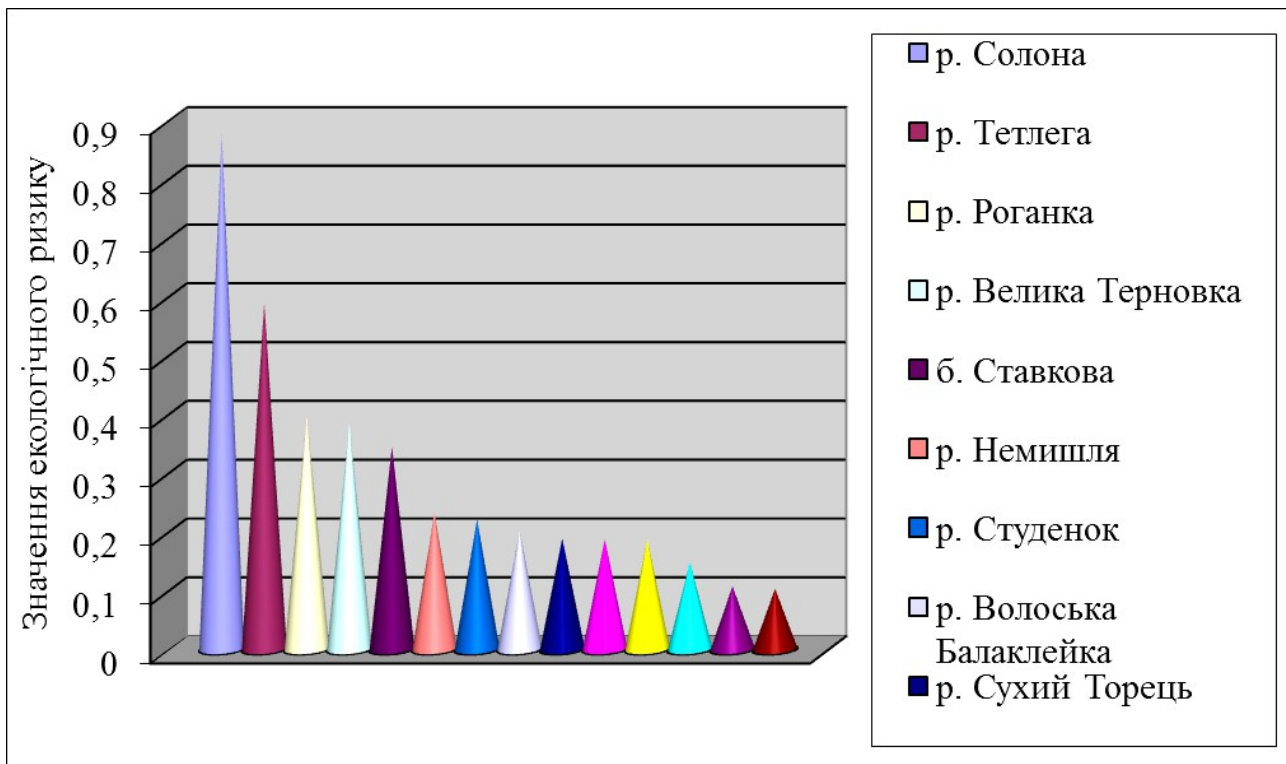


Рис. 3. Рангування водотків басейну річки Сівєрський Донець в Харківській області за значенням ризику розвитку деградаційних процесів в річкових басейнах

Для стабілізації процесів формування гідрологічного і гідрохімічного режимів річки необхідне дотримання умов:

$$(DS+P)(WI+WS) \leq (F+G)(L+RF). \quad (21)$$

Відродження річок може бути досягнуте шляхом впровадження комплексу спеціальних організаційних, агротехнічних, лісомеліоративних і інших відбудовних водоохоронних заходів.

Розробка комплексу водоохоронних заходів потребує аналізу причин розвитку деградаційних процесів у водних екосистемах і факторів, що позитивно впливають на екологічний стан річок. Необхідно також проаналізувати раціональність ведення господарської діяльності в річкових басейнах і існуючий стан природоохоронної діяльності.

4. 4. Пропозицій щодо вдосконалення водоохоронної стратегії на основі визначення екологічного ризику

Алгоритм удосконалення водоохоронної стратегії на основі визначення екологічного ризику погіршення стану поверхневих вод на державному, регіональному і місцевому рівнях можна представити наступною схемою:

I етап водоохоронної стратегії на основі визначення екологічного ризику на державному рівні:

1) на основі інформації щодо екологічного стану великих річок країни та антропогенний тиск на них визначення екологічного ризику погіршення стану поверхневих вод на державному рівні;

2) ідентифікація басейнів річок з високим значенням екологічного ризику;

3) визначення пріоритетності фінансування державних програм по оздоровленню басейнів річок з високим значенням екологічного ризику.

II етап водоохоронної стратегії на основі визначення екологічного ризику на регіональному рівні:

1) на основі інформації щодо перевищення екологічних нормативів в окремих водних об'єктах із застосуванням моделі пробіт-регресії визначення екологічного ризику порушення благополуччя водної екосистеми на регіональному рівні;

2) ідентифікація переліку річок з високим значенням екологічного ризику;

3) дослідження впливу антропогенних і природних чинників на збільшення ризику порушення благополуччя водної екосистеми;

4) визначення значимих чинників впливу на якісний стан водних об'єктів з метою розробки заходів щодо мінімізації екологічного ризику.

III етап водоохоронної стратегії на основі визначення екологічного ризику на місцевому рівні:

1) на основі інформації щодо ландшафтно-географічних особливостей річок та господарського використання водозбірної площі визначення коефіцієнту спрямованості розвитку процесів у басейнах річок;

2) визначення переліку річок з коефіцієнтом спрямованості розвитку деградаційних процесів більше 1;

3) оцінювання ризику розвитку деградаційних процесів в річкових басейнах на місцевому рівні;

4) аналіз раціональності господарського використання річкових басейнів та їх водозбірної площі;

5) визначення найбільш значимих антропогенних чинників впливу на розвиток деградаційних процесів в річкових басейнах на основі рангування;

6) рангування позитивних чинників впливу на розвиток стабілізаційних процесів в річкових басейнах з метою визначення найбільш значимих;

7) реструктуризація господарського використання водозбірної площі на основі визначення оптимальних для окремого річкового басейну показників лісистості, залуженості та розораності;

8) розробка комплексу природоохоронних заходів на основі визначення значимих чинників впливу на збільшення екологічного ризику та аналізу раціональності господарського використання водозбірної площі рчкового басейну;

9) аналіз технологічних можливостей реалізації заходів щодо покращення екологічного стану водних об'єктів;

10) розробка економічного механізму привабливості впровадження природоохоронних заходів.

Водоохоронна стратегія повинна включати контроль виконання заходів по зменшенню екологічного ризику погіршення стану поверхневих вод на

державному, регіональному і місцевому рівнях. Інтегроване управління водоохоронною діяльністю передбачає поетапне досягнення цільових екологічних нормативів з урахуванням соціальних, технологічних та економічних можливостей.

5. Результати оцінки екологічного ризику погіршення стану поверхневих вод

Результати оцінки екологічного ризику погіршення стану поверхневих вод на державному рівні показали, що в найбільш небезпечному стані знаходяться водні об'єкти басейну річки Сіверський Донець, яка протікає в Україні територією промислових регіонів – Харківською, Донецькою та Луганською областями (рис. 1). У зв'язку з проведенням військових дій в Донецькій і Луганській області відсутні дані моніторингу про стан водних об'єктів і умови водокористування. Тому було проведено дослідження екологічного стану водотоків басейну річки Сіверський Донець в Харківській області.

Оцінка ризику порушення благополуччя водної екосистеми водотоків басейну річки Сіверський Донець в Харківській області показала, що в найбільш небезпечному стані знаходиться річка Уди (рис. 2, табл. 5).

Таблиця 5

Рангування водотоків басейну річки Сіверський Донець в Харківській області за значенням ризику порушення благополуччя водної екосистеми

Назва річки і поста спостереження	Екологічний ризик (ER)	Клас	Характеристика ризику
р. Уди, с. Хорошево, нижче м. Харків	0,831	5	Критичний ризик
р. Уди, с. Есхар, 3 км, гирло	0,776	4	Високий ризик
р. Сіверський Донець, с. Есхар	0,724	4	Високий ризик
р. Лопань, гирло, м. Харків	0,656	4	Високий ризик
р. Харків, гирло, м. Харків	0,656	4	Високий ризик
р. Сіверський Донець, нижче м.Ізюм	0,648	4	Високий ризик
р. Сіверський Донець, с. Яремівка	0,632	4	Високий ризик
р. Тетлега, гирло, с. Кочеток	0,620	4	Високий ризик
р. Сіверський Донець, с. Червоний Шахтар	0,617	4	Високий ризик
р. Сіверський Донець, с. Червона Гусарівка	0,597	3	Значний ризик
р. Сіверський Донець, вище м. Ізюм	0,579	3	Значний ризик
р. Сіверський Донець, м. Зміїв	0,578	3	Значний ризик
р. Уди, смт. Пересічне, вище м. Харків	0,567	3	Значний ризик
р. Оскіл, с. Червоний Оскіл	0,541	3	Значний ризик
р. Лопань, с. Казача Лопань	0,534	3	Значний ризик
р. Сіверський Донець, с. Петровське	0,464	3	Значний ризик
р. Вовча, с. Гатище	0,462	3	Значний ризик

р. Оскіл, нижче м. Куп'янська	0,458	3	Значний ризик
р. Сіверський Донець, с. Огірцеве	0,366	2	Підвищений ризик
р. Уди, с. Окоп, кордон з РФ	0,293	2	Підвищений ризик
р. Оскіл, с. Тополі, кордон з РФ	0,274	2	Підвищений ризик

Як показують дані табл. 5, найбільші значення екологічного ризику спостерігаються на річках після протікання урбанізованою територією та після впливу на екологічний стан річок великого індустріального міста Харків.

Так, значення екологічного ризику порушення благополуччя водної екосистеми р. Уди в с. Окоп на кордоні з Російською Федерацією (РФ) відповідає 2 класу (підвищений ризик), а нижче міста Харків в с. Хорошево – 5 класу (критичний ризик). Значення екологічного ризику порушення благополуччя водної екосистеми р. Лопань збільшилось з 0,534 в с. Казача Лопань на кордоні з РФ до 0,656 в місті Харків. Це вказує на великий вплив скидів стічних вод від підприємств промисловості і комунального господарства міста Харків на екологічний стан водотоків басейну річки Сіверський Донець.

В роботі [26] дано визначення значимих чинників впливу на екологічний стан річки Оскіл. Для наукового обґрунтування комплексу заходів щодо зменшення екологічного ризику необхідно проаналізувати вплив природних і антропогенних чинників на екологічний стан річки Уди.

Прогноз зміни температури в Харківській області на основі спостереження за період з 1969 року по 2016 рік показав підвищення середньорічної температури на 1,7 °С з 9,9 °С в 2016 році до 11,6 °С в 2025 році (рис. 4).

На основі спостереження за обсягами опадів в Харківській області за період з 1969 року по 2016 рік зроблено прогноз, який показав зменшення опадів з 536,5 мм в 2016 році до 504,78 мм в 2022 році.

Необхідно відзначити, що обсяг скидів стічних вод в річку Уди за період з 1992 року по 2016 рік зменшився в 1,87 раз з 368,4 млн. м³ в 1992 році до 197,2 млн. м³ в 2016 році (рис. 5).

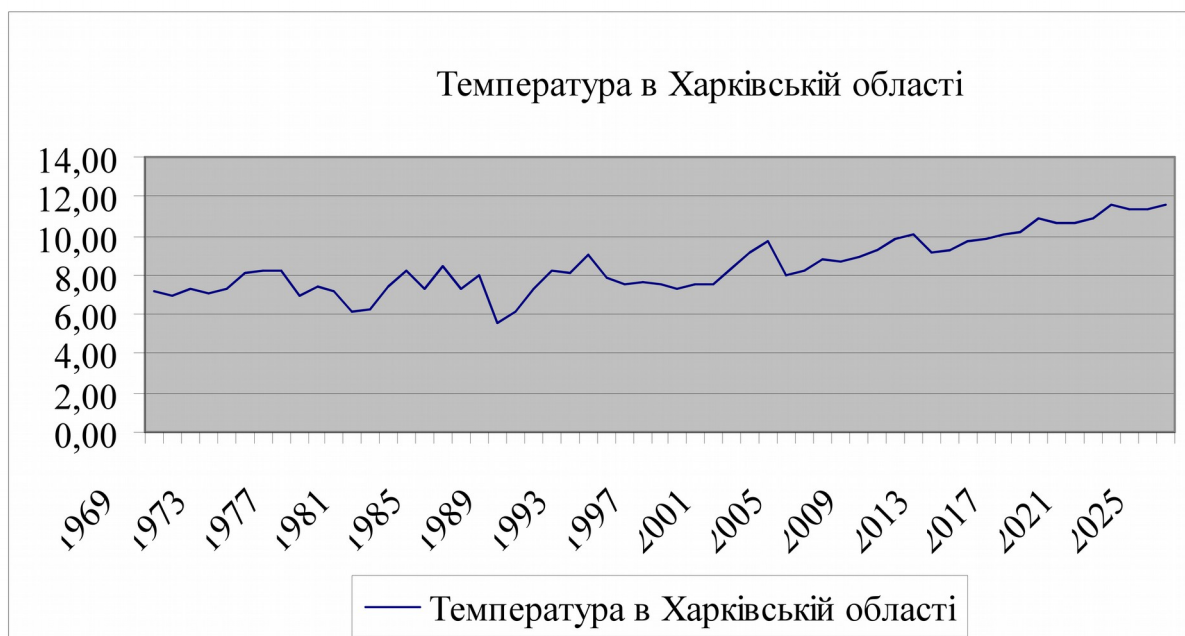


Рис. 4. Прогноз зміни температури в Харківській області до 2025 року

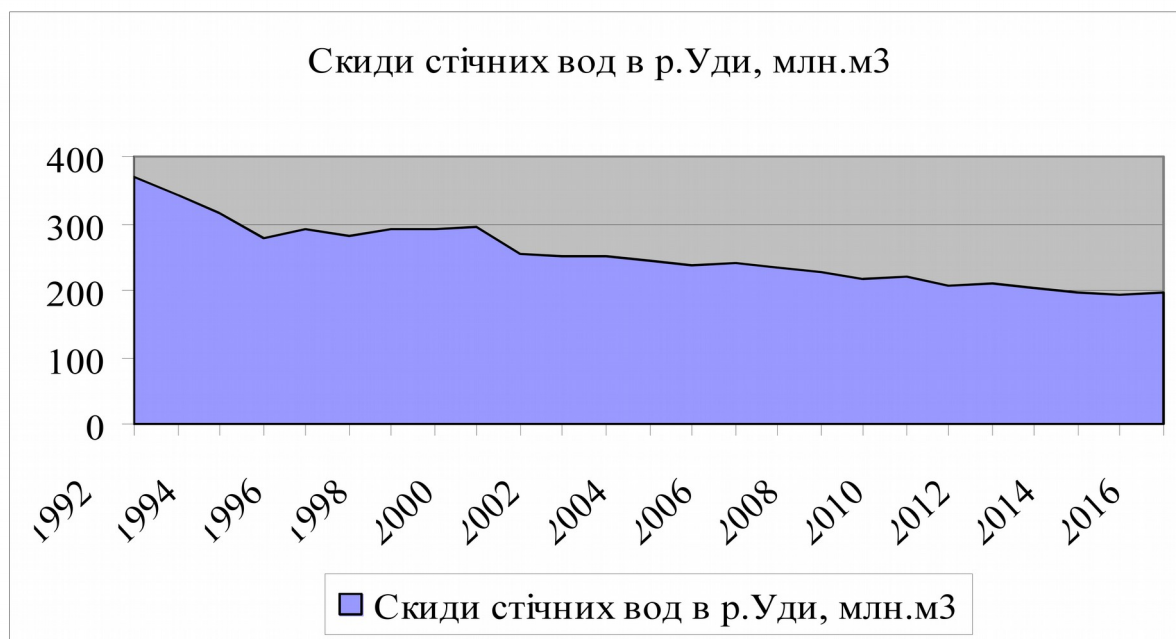


Рис. 5. Динаміка скидів стічних вод в річку Уди в Харківській області

Дослідження впливу скидів стічних вод в річку Уди, збільшення температури і зменшення осадів в Харківській області на екологічний стан водної екосистеми за значенням екологічного індексу в програмі STATISTICA показало значимим чинником скиди стічних вод з коефіцієнтом кореляції 0,747.

Для розробки комплексу природоохоронних заходів необхідно провести дослідження ландшафтно-географічних особливостей функціонування водних екосистем і проаналізувати господарське використання водозбірної площі.

Оцінка ризику розвитку деградаційних процесів в річкових басейнах показала небезпечний рівень господарського водокористування (рис. 3, табл. 6).

Таблиця 6

Рангування малих річок басейну річки Сіверський Донець в Харківській області за значенням ризику розвитку деградаційних процесів

Найменування річки	Екологічний ризик	Клас	Характеристика ризику
р. Солона	0,88	5	Критичний ризик
р. Тетлега	0,59	3	Значний ризик
р. Роганка	0,40	3	Значний ризик
р. Велика Терновка	0,39	2	Підвищений ризик
б. Ставкова	0,35	2	Підвищений ризик
р. Немишля	0,23	2	Підвищений ризик
р. Студенок	0,22	2	Підвищений ризик
р. Волоська Балаклея	0,20	2	Підвищений ризик

р. Сухий Торець	0,19	1	Незначний ризик
р. Леб'язя	0,19	1	Незначний ризик
р. Балаклея	0,19	1	Незначний ризик
р. Лозовенька	0,15	1	Незначний ризик
стр. Куций	0,11	1	Незначний ризик
р. Бритаї	0,10	1	Незначний ризик

З метою зменшення екологічного ризику пропонується проаналізувати вплив антропогенних чинників на розвиток деградаційних процесів у річкових басейнах і визначити заходи щодо пом'якшення цього негативного впливу.

Комплекс заходів щодо раціонального використання водних ресурсів для кожної малої річки визначається, виходячи з ландшафтних, гідрологічних і гідрохімічних особливостей, а також технологічних і економічних можливостей водокористувачів.

6. Обговорення застосування методів оцінювання екологічного ризику погіршення стану поверхневих вод

Постійне зростання антропогенного навантаження в умовах зміни клімату призводить до подальшого забруднення водних об'єктів країни.

Представлено три методики оцінювання екологічного ризику погіршення стану поверхневих вод на регіональному, державному і місцевому рівнях. Кожна з цих методик має різну ступінь деталізації і потребує для розрахунку ризиків інформації з офіційних джерел. Цю обставину можна віднести до переваг цих методик, бо дає можливість проводити легко розрахунки із застосуванням сучасних програм і без додаткових вимірювань та обстежень.

Для оцінки екологічного ризику погіршення стану поверхневих вод на державному рівні використовують тільки офіційні дані моніторингу і регіональні звіти та Національну доповідь про стан навколишнього природного середовища України.

Метою оцінки екологічного ризику погіршення стану поверхневих вод на державному рівні є ідентифікація найбільш забруднених великих річок і областей країни, які потребують першочергового фінансування на впровадження природоохоронних заходів. Це перший етап водоохоронної стратегії.

Визначення екологічного ризику погіршення стану поверхневих вод на державному рівні дасть можливість кабінету міністрів України науково-обґрунтовано виділяти необхідні кошти для державних програм по оздоровленню річкових басейнів. В умовах обмежених фінансових ресурсів це рішення є дуже актуальним.

За значенням екологічного ризику погіршення стану поверхневих вод до 4 класу (високий ризик, табл. 3) віднесено промисловий регіон України – Донецьку і Луганську області. У цьому регіоні розташовано екологічні небезпечні промислові підприємства, які здійснюють надзвичайно великий антропогенний тиск на довкілля. Екологічний стан водотоків басейну річки Сіверський Донець віднесено до 5 категорії відповідно до класифікації [19] за

значенням середньорічного екологічного індексу (I_e), що відповідає незадовільній якості.

Басейн річки Сіверський Донець має транскордонне значення і протікає територією Росії (Білогородська і Ростовська області) і України (Харківська, Донецька і Луганська області). Загальна площа басейну річки – 98,9 тис. км², з них в межах України розташовано 54,54 тис. км² або 55 % площі басейну, з яких на Харківську область припадає приблизно 40 % або 22,03 тис. км², Донецьку – відповідно 15 % та 7,95 тис. км², Луганську – 45 % та 24,56 тис. км².

Після початку військових дій у цих областях ситуація значно погіршилась, але інформація щодо стану поверхневих вод і умов водокористування відсутня. Тому для оцінки екологічного ризику погіршення стану поверхневих вод на регіональному рівні обрано басейн річки Сіверський Донець в Харківській області.

В роботі [20] була запропонована методика оцінювання ризику порушення благополуччя водної екосистеми на основі статистичної обробки допустимих екологічних нормативів якості поверхневих вод. Але методика визначення екологічних нормативів якості поверхневих вод ще досі не затверджена і її застосовано тільки для деяких річок.

Для спрощеної оцінки ризику порушення благополуччя водної екосистеми запропонована методика, яка ґрунтується на визначенні перевищення верхньої межі 3 категорії екологічної класифікації якості поверхневих вод за методикою [19]. Водні об'єкти, які віднесені до 3 категорії за цією класифікацією, вважають «гарної» якості. Перевищення цієї межі означає порушення благополуччя водної екосистеми. Запропоновано для оцінювання ризику порушення благополуччя водної екосистеми метод пробіт-регресії з визначенням для кожної забруднюючої речовини кратностей перевищення верхньої межі 3 категорії екологічної класифікації якості поверхневих вод. Практичне застосування цієї методики для водотоків басейну річки Сіверський Донець в Харківській області дозволило її удосконалити. Методика стала легкою в застосуванні і показує добрі результати оцінювання.

Метою визначення ризику порушення благополуччя водної екосистеми на регіональному рівні є ідентифікація переліку водних об'єктів, які потребують першочергового впровадження природоохоронних заходів на основі аналізу причин забруднення поверхневих вод. Це другий етап водоохоронної стратегії.

Рангування водотоків басейну річки Сіверський Донець в Харківській області за значенням екологічного ризику показало, що в найгіршому стані знаходиться річка Уди (рис. 2, табл. 5). В сілі Хорошево, яке розташоване нижче м. Харків, значення екологічного ризику відповідає 5 класу (критичний ризик). Нижче за течією, в сілі Есхар, значення екологічного ризику відповідає 4 класу (високий ризик).

З метою визначення причин забруднення річки Уди проаналізовано вплив природних і антропогенних чинників на якісний стан водотоку. Виконано прогноз зміни клімату в Харківській області методом Хольта-Уінтерса. Прогнозується збільшення середньорічної температури повітря на 1,7 °С до

2025 року і зменшення опадів до 504,78 мм в 2022 році. Ця обставина вказує на необхідність адаптації водоохоронної політики до зміни кліматичних умов.

Обсяг скидів стічних вод в річку Уди за період з 1992 року по 2016 рік зменшився в 1,87 разів. Але визначення значимих чинників впливу на якісний стан річки Уди показав, що саме антропогенні фактори обумовлюють високий рівень ризику порушення благополуччя водної екосистеми. Для розробки ефективних водоохоронних заходів необхідно більш детально проаналізувати раціональність господарського використання водозбірної площі.

На місцевому рівні управління якістю поверхневих вод потрібно особливу увагу приділити малим річкам, які є найбільш уразливими до антропогенного тиску.

Запропонована методика оцінювання ризику розвитку деградаційних процесів в річкових басейнах на місцевому рівні ґрунтується на дослідженні ландшафтно-географічних особливостях водозбірної площі та умовах водокористування. Методика ґрунтується на визначенні стабілізаційних і негативних чинників розвитку деградаційних процесів, що є основою для розробки необхідного комплексу природоохоронних заходів. Це третій етап водоохоронної стратегії.

Рангування малих річок басейну Сіверський Донець в Харківській області за значенням екологічного ризику показало, що в критичному стані (5 клас) знаходиться річка Солона (рис. 3, табл. 6). Основною причиною є велика розораність водозбірної площі – 86 %, а також скиди стічних вод. Для річок Тетлега, Роганка, Велика Терновка, Немишля, Студенок і Волоська Балаклея необхідно провести реструктуризацію використання водозбірної площі з метою збільшення впливу стабілізуючих чинників. Необхідною умовою розробки комплексу природоохоронних заходів є всебічне дослідження причин погіршення стану водних екосистем.

Запропонований алгоритм удосконалення водоохоронної стратегії на основі визначення екологічного ризику погіршення стану поверхневих вод на державному, регіональному і місцевому рівнях має за мету впровадження нового інтегрованого підходу до управління якістю поверхневих вод.

Апробація методів оцінки екологічного ризику погіршення стану поверхневих вод здійснена для водотоків України. Необхідно зауважити, що застосування цих методів можливе для рівнинних річок європейських країн.

Впровадження запропонованого ієрархічного підходу до оцінювання екологічного ризику погіршення стану водотоків в європейських країнах потребує адаптації до системи моніторингу поверхневих вод і використання водних ресурсів.

Узагальнене оцінювання екологічного ризику погіршення стану поверхневих вод на державному рівні здійснюється при дослідженнях в масштабах регіону, області або для прийняття передпланових, узагальнених управлінських рішень. Більш детальне оцінювання екологічного ризику може проводитись за умови достатньої кількості даних щодо здатності екосистеми до самовідновлення від антропогенного тиску на основі аналізування негативних ефектів і чинників прогнозованої негативної дії, рівнів можливих впливів

шкідливих речовин і випромінювань, тривалості впливу, масштабів розповсюдження забруднення з урахуванням ландшафтних і метеорологічних умов.

Для більш детального оцінювання екологічного ризику необхідно врахувати здатність водної екосистеми до самовідновлення, віддаленість екосистеми від джерела тиску, тривалість впливу чинників антропогенного тиску тощо.

В подальшому планується удосконалення методу оцінювання ризику розвитку деградаційних процесів в річкових басейнах з урахуванням процесів самоочищення річок, особливостей гідрологічного режиму, ландшафтно-географічних характеристик водозбірної площі (в тому числі ґрунтового покриття), впливу викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, розміщення відходів та інших негативних чинників.

7. Висновки

1. Запропоновано метод оцінювання екологічного ризику погіршення стану поверхневих вод на державному рівні. Застосування запропонованої методики показало, що в небезпечному стані знаходяться водотоки басейну річки Сіверський Донець в Луганській і Донецькій областях (4 клас, високий рівень ризику). З причини відсутності сучасної інформації про екологічний стан водних об'єктів і умови водокористування, подальше дослідження проведено для водотоків басейну річки Сіверський Донець в Харківській області.

2. Удосконалено метод оцінювання ризику порушення благополуччя водної екосистеми. Рангування водотоків басейну річки Сіверський Донець в Харківській області показало, що найбільш забрудненою є річка Уди із значеннями критичного (5 клас) і високого (4 клас) ризику порушення благополуччя водних екосистем. Виконано прогноз зміни клімату в Харківській області методом Хольта-Уінтерса. Прогнозується до 2025 року збільшення температури повітря на 1,7 °С і зменшення опадів до 504,78 мм в 2022 році. Аналізу впливу природних і антропогенних чинників на якісний стан річки Уди показало значимим чинником скиди стічних вод з коефіцієнтом кореляції 0,747.

3. Новий метод оцінювання ризику розвитку деградаційних процесів в річкових басейнах ґрунтується на дослідженні ландшафтно-географічних особливостях та аналізу господарського використання водозбірної площі. Рангування малих річок басейну річки Сіверський Донець в Харківській області показало, що річки Солона, Тетлега і Роганка потребують реструктуризації водозбірної площі. Зменшення негативних факторів розвитку деградаційних процесів і збільшення стабілізаційних чинників дозволяє розробити дійсно ефективні міри по оздоровленню водних екосистем.

4. Запропоновано алгоритм удосконалення водоохоронної стратегії на основі визначення екологічного ризику погіршення стану поверхневих вод. Алгоритм складається з трьох етапів управління якістю поверхневих вод на державному, регіональному і місцевому рівнях. На кожному етапі стратегії передбачається визначення екологічного ризику погіршення стану поверхневих вод за новими методиками. На основі визначення впливу природних і

антропогенних чинників на стан водних об'єктів, аналізу раціональності господарського водокористування розробляється комплекс заходів щодо збереження екологічного благополуччя водних екосистем.

Література

1. Florica Brasoveanu, Alexandru Petru, Lisievici Brezeanu. (2012). European policy concerning the protection of the quality of the environmental factor – water. [Challenges of the Knowledge Society](#). 2012;2(-):1058-1063.
2. Francesca Bernardini (2007). A Modern Approach to Water Management: The UNECE Protocol on Water and Health. [Law, Environment and Development Journal](#). 2007;3(2):234-243
3. Tecuci I., Moldoveanu Marinela. (2014). The assessment of hydromorphological status of Romanian rivers. [Aerul și Apa: Componente ale Mediului](#). 2014;2014:78-85.
4. EU Water Framework Directive 2000/60 EU. (2006) Definitions of Main Terms – Kyiv, 240 p.
5. Loboichenko, V.M., Tishakova, T.S., Vasyukov, A.E. Application of direct coulometry for rapid assessment of water quality in Krasno-Oskol Reservoir (Kharkiv Region, Ukraine) (2016) *Der Pharma Chemica*, 8 (19), pp. 27-34.
6. Vasyukov, A., Loboichenko, V., Bushtec, S. Identification of bottled natural waters by using direct conductometry (2016) *Ecology, Environment and Conservation*, 22 (3), pp. 1171-1176.
7. Silviu-Florin Fonogea, Viorel Gligor, Iuliu Vescan. (2010). Uniform Transnational Assessment of the Environmental Indices from the Romanian Catchment Area of the Tisa River. *Romanian Review of Regional Studies*. 2010;VI(2):31-40
8. Bajčetić Marko, Brnjas Zvonko, Drašković Božo. (2016). Economic efficiency of water protection within environmentally friendly and integrated water resources management. [International Review](#). 2016;2016(1-2):82-90
9. Vambol, S., Vambol, V., Kondratenko, O., Suchikova, Y., Hurenko, O. Assessment of improvement of ecological safety of power plants by arranging the system of pollutant neutralization (2017) *EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies*, 3 (10-87), pp. 63-73. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.102314
10. Vambol, S., Vambol, V., Suchikova, Y., Deyneko, N. Analysis of the ways to provide ecological safety for the products of nanotechnologies throughout their life cycle (2017) *EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies*, 1 (10-85), pp. 27-36 DOI: 10.15587/1729-4061.2017.85847
11. T.M. Cornea, M. Dima, D. Roca. (2011). Climate change impacts on water resources. *Aerul și Apa: Componente ale Mediului*. 2011;2011:425-433
12. H. Kim, C. Jang, S. Kim. (2016). Conjunctive operation of river facilities for integrated water resources management in Korea. [Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences](#). 2016;374:93-99
13. Olivia O. Green, Helena F. M. W. van Rijswijk, Andrea M. Keessen. (2013). EU Water Governance: Striking the Right Balance between Regulatory Flexibility and Enforcement? [Ecology and Society](#). 2013;18(2):10.

14. Yiping Hou , Mingfang Zhang , Zuozhu Meng , Shirong Liu , Pengsen Sun , Taoli Yang. (2018). Assessing the Impact of Forest Change and Climate Variability on Dry Season Runoff by an Improved Single Watershed Approach: A Comparative Study in Two Large Watersheds, China. [Forests](#). 2018;9(1):46 DOI [10.3390/f9010046](#)
15. Chandra Richardson , Sudha Yerramilli , Yaw A. Twumasi , Bennetta Robinson , Joan M. Wesley , Edmund C. Merem . (2011). The Applications of GIS in the Analysis of the Impacts of Human Activities on South Texas Watersheds. [International Journal of Environmental Research and Public Health](#). 2011;8(6):2418-2446 DOI [10.3390/ijerph8062418](#)
16. Dieter Prinz, Any Juliani, Widodo Brontowiyono. (2015). Future water management problems in asian megacities. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*. 2015;1(1):01-16 DOI 10.20885/jstl.vol1.iss1.art1
17. Luis Eduardo Gregolin Grisotto, Tadeu Fabrício Malheiros, Rafael Doñate Ávila , Carla Grigoletto Duarte . (2010). Legislation and water management of water source areas of São Paulo Metropolitan Region, Brazil. [Revista Ambiente & Água](#). 2010;5(3):245-257 DOI [10.4136/ambi-agua.436](#)
18. Sisira S. Withanachchi , Giorgi Ghambashidze , Iliia Kunchulia , Teo Urushadze , Angelika Ploeger. (2018). A Paradigm Shift in Water Quality Governance in a Transitional Context: A Critical Study about the Empowerment of Local Governance in Georgia. [Water](#). 2018;10(2):98 DOI [10.3390/w10020098](#)
19. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями [Текст] / В. Д. Романенко, В. М. Жукинський, О. П. Оксіюк та ін. – К. : Символ–Т, 1998. – 28 с.
20. Rybalova, O., Artemiev, S. Development of a procedure for assessing the environmental risk of the surface water status deterioration (2017) *Eastern European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (10-89), pp. 67-76. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.112211
21. Васенко О.Г. Визначення екологічних нормативів якості поверхневих вод з урахуванням прогнозних моделей та регіональних особливостей [Текст]/О.Г. Васенко, Г.В. Коробкова, О.В., Рибалова // *East European Scientific Journal*. – 2016. – № 8 (12). Volume 3. – С. 5–13
22. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями [Електронний ресурс]: проект / А. В. Гриценко, О. Г. Васенко, Г. А. Верніченко [та ін.]. – Режим доступу: [http://www. niier. kharkov. ua/sites/default/files/metodika_2012_14_0.doc](http://www.niier.kharkov.ua/sites/default/files/metodika_2012_14_0.doc)
23. Рыбалова О.В., Анисимова С.В. Новый подход к определению комплекса природоохранных мероприятий на основе исследования особенностей экосистем малых рек // *Вісн. Міжнар. слов'янського ун.-ту. - Харків, 2003. - Т. VI. №2. - С.15-18*
24. Рибалова О.В. Оцінка спрямованості процесів стану екосистем малих річок / О.В. Рибалова, С.В. Анісімова, О.В. Поддашкін // *Вісн. Междунар. Славянского ун. –та. - Харьков, 2003. – Т. VI, № 1. – С.12-16*

25. Бялович Ю.П. Нормативы оптимальной лесистости равнинной части УССР [Текст] / Бялович Ю.П. // Лесоводство и агролесомелиорация.– 1972. Вып. 28 - С.54-65

26. Vasenko, A., Rybalova, O., Kozlovskaya, O. A study of significant factors affecting the quality of water in the Oskil River (Ukraine) (2016) EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies, 3 (10-81), pp. 48-55. DOI: 10.15587/1729-4061.2016.72415

27. Інтегральні та комплексні оцінки стану навколишнього природного середовища: монографія [Текст] / О.Г. Васенко, О.В. Рибалова, С.Р. Артем'єв, та ін. Х: НУГЗУ, 2015. – 419 с

References

1. Florica Brasoveanu, Alexandru Petru, Lisievici Brezeanu. (2012). European policy concerning the protection of the quality of the environmental factor – water. Challenges of the Knowledge Society. 2012;2(-):1058-1063.

2. Francesca Bernardini (2007). A Modern Approach to Water Management: The UNECE Protocol on Water and Health. Law, Environment and Development Journal. 2007;3(2):234-243

3. Tecuci I., Moldoveanu Marinela. (2014). The assessment of hydromorphological status of Romanian rivers. Aerul și Apa: Componente ale Mediului. 2014;2014:78-85.

4. EU Water Framework Directive 2000/60 EU. (2006) Definitions of Main Terms – Kyiv, 240 p.

5. Loboichenko, V.M., Tishakova, T.S., Vasyukov, A.E. Application of direct coulometry for rapid assessment of water quality in Krasno-Oskol Reservoir (Kharkiv Region, Ukraine) (2016) Der Pharma Chemica, 8 (19), pp. 27-34.

6. Vasyukov, A., Loboichenko, V., Bushtec, S. Identification of bottled natural waters by using direct conductometry (2016) Ecology, Environment and Conservation, 22 (3), pp. 1171-1176.

7. Silviu-Florin Fonogea, Viorel Gligor, Iuliu Vescan. (2010). Uniform Transnational Assessment of the Environmental Indices from the Romanian Catchment Area of the Tisa River. Romanian Review of Regional Studies. 2010;VI(2):31-40

8. Bajčetić Marko, Brnjas Zvonko, Drašković Božo. (2016). Economic efficiency of water protection within environmentally friendly and integrated water resources management. International Review. 2016;2016(1-2):82-90

9. Vambol, S., Vambol, V., Kondratenko, O., Suchikova, Y., Hurenko, O. Assessment of improvement of ecological safety of power plants by arranging the system of pollutant neutralization (2017) EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies, 3 (10-87), pp. 63-73. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.102314

10. Vambol, S., Vambol, V., Suchikova, Y., Deyneko, N. Analysis of the ways to provide ecological safety for the products of nanotechnologies throughout their life cycle (2017) EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies, 1 (10-85), pp. 27-36 DOI: 10.15587/1729-4061.2017.85847

11. T.M. Cornea, M. Dima, D. Roca. (2011). Climate change impacts on water resources. *Aerul și Apa: Componente ale Mediului*. 2011;2011:425-433
12. H. Kim, C. Jang , S. Kim. (2016). Conjunctive operation of river facilities for integrated water resources management in Korea. *Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences*. 2016;374:93-99
13. Olivia O. Green , Helena F. M. W. van Rijswijk, Andrea M. Keessen. (2013) . EU Water Governance: Striking the Right Balance between Regulatory Flexibility and Enforcement? *Ecology and Society*. 2013;18(2):10.
14. Yiping Hou , Mingfang Zhang , Zuozhu Meng , Shirong Liu , Pengsen Sun , Taoli Yang. (2018). Assessing the Impact of Forest Change and Climate Variability on Dry Season Runoff by an Improved Single Watershed Approach: A Comparative Study in Two Large Watersheds, China. *Forests*. 2018;9(1):46 DOI 10.3390/f9010046
15. Chandra Richardson , Sudha Yerramilli , Yaw A. Twumasi , Bennetta Robinson , Joan M. Wesley , Edmund C. Merem . (2011). The Applications of GIS in the Analysis of the Impacts of Human Activities on South Texas Watersheds. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2011;8(6):2418-2446 DOI 10.3390/ijerph8062418
16. Dieter Prinz, Any Juliani, Widodo Brontowiyono. (2015). Future water management problems in asian megacities. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*. 2015;1(1):01-16 DOI 10.20885/jstl.vol1.iss1.art1
17. Luis Eduardo Gregolin Grisotto, Tadeu Fabrício Malheiros, Rafael Doñate Ávila , Carla Grigoletto Duarte . (2010). Legislation and water management of water source areas of São Paulo Metropolitan Region, Brazil. *Revista Ambiente & Água*. 2010;5(3):245-257 DOI 10.4136/ambi-agua.436
18. Sisira S. Withanachchi , Giorgi Ghambashidze , Iliia Kunchulia , Teo Urushadze , Angelika Ploeger. (2018) . A Paradigm Shift in Water Quality Governance in a Transitional Context: A Critical Study about the Empowerment of Local Governance in Georgia. *Water*. 2018;10(2):98 DOI 10.3390/w10020098
19. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями [Текст] / В. Д. Романенко, В. М. Жукинський, О. П. Оксіюк та ін. – К. : Символ–Т, 1998. – 28 с.
20. Rybalova, O., Artemiev, S. Development of a procedure for assessing the environmental risk of the surface water status deterioration (2017) *EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies*, 5 (10-89), pp. 67-76. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.112211
21. Васенко О.Г. Визначення екологічних нормативів якості поверхневих вод з урахуванням прогнозних моделей та регіональних особливостей [Текст]/О.Г. Васенко, Г.В. Коробкова, О.В., Рибалова // *East European Scientific Journal*. – 2016. – № 8 (12). Volume 3. – С. 5–13
22. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями [Електронний ресурс]: проект / А. В. Гриценко, О. Г. Васенко, Г. А. Верніченко [та ін.]. – Режим доступу: [http://www. niier. kharkov. ua/sites/default/files/metodika_2012_14_0.doc](http://www.niier.kharkov.ua/sites/default/files/metodika_2012_14_0.doc)

23. Рыбалова О.В., Анисимова С.В. Новый подход к определению комплекса природоохранных мероприятий на основе исследования особенностей экосистем малых рек // Вісн. Міжнар. слов'янського ун.-ту. - Харків, 2003. - Т. VI. №2. - С.15-18
24. Рыбалова О.В. Оцінка спрямованості процесів стану екосистем малих річок / О.В. Рыбалова, С.В. Анісімова, О.В. Поддашкін // Вісн. Междунар. Славянського ун. –та. - Харьков, 2003. – Т. VI, № 1. – С.12-16
25. Бялович Ю.П. Нормативы оптимальной лесистости равнинной части УССР [Текст] / Бялович Ю.П. // Лесоводство и агролесомелиорация.– 1972. Вып. 28 - С.54-65
26. Vasenko, A., Rybalova, O., Kozlovskaya, O. A study of significant factors affecting the quality of water in the Oskil River (Ukraine) (2016) EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies, 3 (10-81), pp. 48-55. DOI: 10.15587/1729-4061.2016.72415
27. Інтегральні та комплексні оцінки стану навколишнього природного середовища: монографія [Текст] / О.Г. Васенко, О.В. Рыбалова, С.Р. Артем'єв, та ін. Х: НУГЗУ, 2015. – 419 с

Представлено три нові методики оцінювання екологічного ризику погіршення стану поверхневих вод. Екологічний ризик погіршення стану поверхневих вод на державному рівні визначається як додаток інтегрального показника стану поверхневих вод та інтегрального показника антропогенного навантаження. Для розрахунку цих показників застосовується офіційна інформація Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища України. Розроблено класифікації антропогенного навантаження на водні екосистеми та екологічного ризику погіршення стану водних екосистем. Оцінка екологічного ризику погіршення стану поверхневих вод в Україні показала, що в найбільш небезпечному стані знаходяться водотоки басейну річки Сіверський Донець. Методика оцінки ризику порушення благополуччя водної екосистеми ґрунтується на визначенні всіх показників якісного стану поверхневих вод, які перевищують екологічні нормативи, із застосуванням моделі пробіт-регресії. Визначення екологічного ризику для водотоків басейну річки Сіверський Донець в Харківській області показало високий рівень небезпеки порушення благополуччя водної екосистеми річки Уди. Проведено прогнозування кліматичних змін за показниками температури і обсягами опадів в Харківській області. Досліджено динаміку скидів стічних вод в річку Уди за період з 1992 року по 2016 рік. Дослідження впливу природних і антропогенних факторів на екологічний стан річки Уди виявило значимим чинником впливу скиди стічних вод з коефіцієнтом кореляції 0,747. Застосування нової методики оцінювання ризику розвитку деградаційних процесів дозволила визначити перелік малих річок Харківської області, які потребують впровадження заходів на основі аналізу раціональності водокористуванн з урахуванням ландшафтно-екологічних особливостей водозбірної площі. Запропоновано алгоритм удосконалення водоохоронної стратегії на основі визначення екологічного ризику погіршення стану

поверхневих вод на державному, регіональному і місцевому рівнях. Удосконалення водоохоронної стратегії має за мету впровадження інтегрованого ітерактивного управління якістю поверхневих вод.

Ключові слова: водоохоронна стратегія, екологічний ризик, кліматичні зміни, раціональність водокористування, річковий басейн

Рибалова Ольга Володимирівна
Кандидат технічних наук, доцент
Кафедра охорони праці та техногенно-екологічної безпеки
Національного університету цивільного захисту України
вул. Чернишевська, 94, г. Харків, Україна, 61023
E-mail: olga.rybalova@nuczu.edu.ua
Контактний тел .: 067–41–747–89
Кількість статей у загальнодержавних базах даних – 38
Кількість статей у міжнародних базах даних – 21
h– індекс – 4
Номер ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8798-4780>

Артем'єв Сергій Робленович
Кандидат технічних наук, доцент
Кафедра охорони праці та техногенно-екологічної безпеки
Національного університету цивільного захисту України
вул. Чернишевська, 94, г. Харків, Україна, 61023
E-mail: artemev.1967@nuczu.edu.ua
Контактний тел.: 067–928–75–59
Кількість статей у загальнодержавних базах даних – 25
Кількість статей у міжнародних базах даних – 10
<http://orcid.org/0000-0002-9086-2856>

Сарапіна Марина Володимирівна
Кандидат технічних наук, доцент
Кафедра охорони праці та техногенно-екологічної безпеки
Національного університету цивільного захисту України
вул. Чернишевська, 94, г. Харків, Україна, 61023
E-mail: sarapina_mv@nuczu.edu.ua
Контактний тел .: +38(066)–7123007
Кількість статей у загальнодержавних базах даних – 21
Кількість статей у міжнародних базах даних – 8
h– індекс – 6
Номер ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9011-8691>

Цимбал Богдан Михайлович
Кандидат технічних наук
Кафедра охорони праці та техногенно-екологічної безпеки
Національний університет цивільного захисту

вул. Чернишевська, 94, г. Харків, Україна, 61023
E-mail: tsymbal@nuczu.edu.ua
Контактний тел.: +38 050-364-73-82
Кількість статей в загальнодержавних базах даних - 12.
Кількість статей в міжнародних базах даних -9.
Номер ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2317-3428>

Бахарєва Ганна Юрїївна
Кандидат технічних наук, доцент
Кафедра охорони праці та навколишнього середовища
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна, 61002
Кількість статей у загальнодержавних базах даних – 19
Кількість статей у міжнародних базах даних – 9
Контактний тел. 067-90-42-384
E-mail: baharevaann@gmail.com
<http://orcid.org/0000-0003-0765-9943>

Шестопалов Олексій Валерійович
Кандидат технічних наук, доцент
Кафедра хімічної техніки та промислової екології
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна, 61002
Кількість статей у загальнодержавних базах даних – 26
Кількість статей у міжнародних базах даних – 10
Контактний тел. 063-61-57-139
E-mail: pheonixalex@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-6268-8638>

Філенко Олеся Миколаївна
Кандидат технічних наук, доцент
Кафедра хімічної техніки та промислової екології
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна, 61002
Кількість статей у загальнодержавних базах даних – 12
Кількість статей у міжнародних базах даних – 5
Контактний тел. 099-25-65-163
E-mail: olesya.n.filenko@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-0277-6633>

Рыбалова Ольга Владимировна
Кандидат технических наук, доцент
Кафедра охраны труда и техногенно-экологической безопасности
Национального университета гражданской защиты Украины
ул. Чернишевская, 94, г. Харків, Украина, 61023

E-mail: olga.rybalova@nuczu.edu.ua

Контактный тел.: 067-41-747-89

Количество статей в общегосударственных базах данных – 38

Количество статей в международных базах данных – 21

h- индекс – 4

Номер ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8798-4780>

Артемьев Сергей Робленович

Кандидат технических наук, доцент

Кафедра охраны труда и техногенно-экологической безопасности

Национального университета гражданской защиты Украины

ул. Чернышевская, 94, г. Харьков, Украина, 61023

E-mail: artemev.1967@nuczu.edu.ua

Контактный тел.: 067-928-75-59

Количество статей в общегосударственных базах данных – 25

Количество статей в международных базах данных – 10

<http://orcid.org/0000-0002-9086-2856>

Сарапина Марина Владимировна

Кандидат технических наук, доцент

Кафедра охраны труда и техногенно-экологической безопасности

Национального университета гражданской защиты Украины

ул. Чернышевская, 94, г. Харьков, Украина, 61023

E-mail: sarapina_mv@nuczu.edu.ua

Контактный тел.: +38(066)-7123007

Количество статей в общегосударственных базах данных – 21

Количество статей в международных базах данных – 8

h- индекс – 6

Номер ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9011-8691>

Цымбал Богдан Михайлович

Кандидат технических наук

Кафедра охраны труда и техногенно-экологической безопасности

Национальный университет гражданской защиты

ул. Чернышевская, 94, г. Харьков, Украина, 61023

E-mail: tsymbal@nuczu.edu.ua

Контактный тел.: +38 050-364-73-82

Количество статей в общегосударственных базах данных – 12.

Количество статей в международных базах данных – 9.

Номер ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2317-3428>

Бахарева Анна Юрьевна

Кандидат технических наук, доцент

Кафедра охраны труда и окружающей среды

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

ул. Кирпичева, 2, г. Харьков, Украина, 61002

Количество статей в общегосударственных базах данных – 19

Количество статей в международных базах данных – 9

Контактный тел. 067-90-42-384

E-mail: baharevaann@gmail.com

<http://orcid.org/0000-0003-0765-9943>

Шестоपालов Алексей Валерьевич

Кандидат технических наук, доцент

Кафедра химической техники и промышленной экологии

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

ул. Кирпичева, 2, г. Харьков, Украина, 61002

Количество статей в общегосударственных базах данных – 26

Количество статей в международных базах данных – 10

Контактный тел. 063-61-57-139

E-mail: pheonixalex@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-6268-8638>

Филенко Олеся Николаевна

Кандидат технических наук, доцент

Кафедра химической техники и промышленной экологии

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

ул. Кирпичева, 2, г. Харьков, Украина, 61002

Количество статей в общегосударственных базах данных – 12

Количество статей в международных базах данных – 5

Контактный тел. 099-25-65-163

E-mail: olesya.n.filenko@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-0277-6633>

Rybalova Olga

PhD, Associate Professor

Department of Labour Protection and technogenic and ecological safety

National University of Civil Protection of Ukraine

Chernyshevskaya str., 94, Kharkiv, Ukraine, 61023

E-mail: olga.rybalova@nuczu.edu.ua

Contact tel. : 067-41-747-89

The number of articles in national databases – 38

The number of articles in international databases – 21

h – index – 4

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-8798-4780>

Artemiev Sergey
PhD, Associate Professor
Department of Labour Protection and technogenic and ecological safety
National University of Civil Protection of Ukraine
Chernyshevskaya str., 94, Kharkiv, Ukraine, 61023
E-mail: artemev.1967@nuczu.edu.ua
Contact tel.: 067-928-75-59
The number of articles in national databases – 25
The number of articles in international databases – 10
<http://orcid.org/0000-0002-9086-2856>

Sarapina Maryna
PhD, Associate Professor
Department of Labour Protection and technogenic and ecological safety
National University of Civil Protection of Ukraine
Chernyshevskaya str., 94, Kharkiv, Ukraine, 61023
E-mail: sarapina_mv@nuczu.edu.ua
Contact tel. : +38(066)-7123007
The number of articles in national databases – 21
The number of articles in international databases – 8
h – index – 6
ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-9011-8691>

Tsymbal Bohdan
PhD
Department of occupational, technogenic and environmental safety is a leading
subdivision
National University of Civil Protection of Ukraine
Chernyshevskaya str., 94, Kharkov, Ukraine, 61023
E-mail: tsymbal@nuczu.edu.ua
Contact tel.: +38 050-364-73-82
The number of articles in the national database – 12
The number of articles in international databases – 9
Number ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2317-3428>

Bakhareva Anna
PhD, Associate Professor
Department of occupational safety and environmental
National technical university «Kharkov polytechnic institute»
Kyrpychova str., 2, Kharkiv, Ukraine, 61002
The number of articles in national databases – 19
The number of articles in international databases – 9
Contact tel. 067-90-42-384
E-mail: baharevaann@gmail.com
<http://orcid.org/0000-0003-0765-9943>

Oleksii Shestopalov
PhD, Associate Professor
Department of chemical technique and industrial ecology
National technical university «Kharkov polytechnic institute»
Kyrpychova str., 2, Kharkiv, Ukraine, 61002
Contact tel. 063-61-57-139
E-mail: pheonixalex@gmail.com
The number of articles in national databases – 26
The number of articles in international databases – 10
<https://orcid.org/0000-0001-6268-8638>

Olesya Filenko
PhD, Associate Professor
Department of chemical technique and industrial ecology
National technical university «Kharkov polytechnic institute»
Kyrpychova str., 2, Kharkiv, Ukraine, 61002
Contact tel. 099-25-65-163
E-mail: olesya.n.filenko@gmail.com
The number of articles in national databases – 12
The number of articles in international databases – 5
<https://orcid.org/0000-0002-0277-6633>

Рецензенти:

1. *Юрченко Валентина Олександрівна,
д-р техн. наук, проф.
зав. кафедрою «Безпека життєдіяльності та інженерна екологія»
Харківського національного університету будівництва та архітектури
тел. 0977933804
E-mail yurchenko.valentna@gmail.com
Харків, вул. Сумська, 40*

2. *Шапорев Валерій Павлович,
д-р техн. наук, проф.
зав. кафедрою хімічної техніки та промислової екології Національного
технічного університету «Харківський політехнічний інститут»
тел. (066)916-05-12
E-mail: fiola2008@gmail.com
Харків, вул. Кирпичьова, 2*