

# НОВИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНЮВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ ПОГІРШЕННЯ СТАНУ БАСЕЙНУ РІЧКИ ІНГУЛЕЦЬ В ХЕРСОНСЬКІЙ ОБЛАСТІ

*Запропоновано новий підхід до оцінювання екологічного ризику погіршення стану водних екосистем з метою визначення пріоритетності впровадження природоохоронних заходів. Проаналізовано якісний стан басейну річки Інгулець в Херсонській області на основі оцінки екологічного індексу та екологічного ризику*

*Ключові слова: поверхневі води, водна екосистема, екологічний ризик*

*Предлагается новый подход к оценке экологического риска ухудшения состояния водных экосистем с целью определения приоритетности внедрения природоохранных мероприятий. Проанализировано качественное состояние бассейна реки Ингулец в Херсонской области на основе оценки экологического индекса и экологического риска*

*Ключевые слова: поверхностные воды, водная экосистема, экологический риск*

**О. О. Дем'янова**

Завідувач сектору заповідної справи та біоресурсів  
Державне управління охорони навколишнього природного  
середовища в Херсонській області  
пров. Козацький, 10, м. Херсон, Україна, 73000  
Контактний тел.: (0552) 22-51-22; 050-552-67-10

E-mail: demvdem55@mail.ru

**О. В. Рибалова**

Кандидат технічних наук, доцент  
Кафедра охорони праці і техногенно-екологічної безпеки  
Національний університет цивільного захисту України  
вул. Чернишевського, 94, м. Харків, Україна, 61002  
Контактний тел.: (057) 392-02-60; 067-417-47-89

E-mail: olga.rybalova@mail.ru

## 1. Вступ

Водні ресурси півдня України є однією з його головних скарбниць, але в зв'язку з зростаючим антропогенним навантаженням на річкові басейни, особливо малих та середніх річок, надзвичайно актуальним стає питання збереження їх екологічної стійкості та розробки системи заходів щодо їх оздоровлення.

Окремої уваги заслуговують питання оцінки екологічного стану р. Інгулець, бо під впливом антропогенного навантаження відбулись негативні зміни гідроморфологічного стану басейну річки, які викликані широкомасштабною меліорацією, хімізацією сільського господарства, розорюванням заплав, осушенням земель, розвитком промисловості та розбудовою міст, збільшенням скидів стічних вод тощо.

Головна причина забруднення річки Інгулець є скиди шахтних та кар'єрних вод гірничорудних підприємств Кривбасу, основним наслідком яких є різке збільшення мінералізації вод. Завдяки погіршенню якості поверхневих вод річка втратила природну здатність до самоочищення та самовідновлення, тому надзвичайно актуальним є проведення екологічної оцінки стану водних екосистем, що дасть можливість відстежувати в динаміці зміни якісного стану водних об'єктів, що в свою чергу дозволить обрати заходи, застосування яких сприятиме покращенню стану водного басейну р. Інгулець.

## 2. Постановка проблеми

В статті пропонується новий підхід до оцінювання екологічного ризику погіршення стану водних екосистем, який стане необхідним інструментом для розробки ефективної стратегії управління водними ресурсами. Актуальність застосування нової методики оцінювання екологічного ризику для визначення сучасного стану басейну річки Інгулець в межах Херсонської області обумовлена необхідністю проведення досліджень при вирішенні питання щодо першочерговості впровадження природоохоронних заходів з метою мінімізації негативних наслідків антропогенного впливу на стан водних екосистем.

Особливо важливою така оцінка є в умовах спрямованості державної національної політики в області підвищення якості та ефективності управління водними ресурсами, необхідності наукового обґрунтування проведення водоохоронних заходів, розробки подальшої стратегії використання водних ресурсів з метою екологічного оздоровлення річок басейну Дніпра.

## 3. Аналіз останніх досліджень і публікацій

На сучасному етапі концепція оцінки ризику практично в усіх країнах світу розглядається як головний механізм розроблювання та прийняття управлінських рішень на міжнародному, державному, регіональному

рівнях, а також на рівні окремого виробництва або іншого потенційного джерела забруднення навколишнього середовища [1].

В Україні термін «екологічний ризик» офіційно використовується з 1995 р. з прийняття Верховною Радою Закону України «Про екологічну експертизу». В нашій країні, на відміну від більшості розвинутих країн світу, немає не лише офіційно затвердженої методики обчислювання величини екологічного ризику, але навіть у визначення, що таке «екологічний ризик», вкладають різні уявлення.

В роботі [2] наведено наступне визначення: «екологічний ризик являє собою ймовірність порушення стійкості екосистем, у тому числі і за рахунок можливої втрати генетичного різноманіття, та виникнення несприятливих ефектів для життєдіяльності суспільства (зокрема для здоров'я населення), внаслідок зміни стану навколишнього природного середовища під впливом антропогенних та природних чинників або як результат їх взаємодії».

З цього визначення зрозуміло, що в узагальненому вигляді екологічний ризик зводиться до двох типів:

- ризик порушення стійкості екосистем в результаті реального і потенційного забруднення навколишнього природного середовища;

- ризик для здоров'я населення, який є ймовірністю виникнення несприятливих для здоров'я ефектів [2].

Відповідно до змін та доповнень пункту 2.45 ДБН А.2.2-1-2003 оцінка ризику впливу планованої діяльності на навколишнє середовище включає [3]:

- оцінку ризику впливу планованої діяльності на природне середовище;
- оцінку ризику впливу планованої діяльності на здоров'я населення;
- оцінку соціального ризику планованої діяльності.
- Але викликає здивування, що оцінку ризику впливу об'єкта чи планової діяльності на водне середовище пропонується проводити на основі визначення індексу забруднення вод (ІЗВ), який вчислюється як сума кратності перевищення гранично – допустимих концентрацій (ГДК), що не має нічого спільного як з ризиком порушення стійкості водних екосистем, так і з ризиком для здоров'я населення.
- В.М. Жукінський в роботі [4] дає визначення поняття «екологічний ризик для поверхневих вод» як ймовірність небажаних наслідків для водних екосистем і їх компонентів внаслідок дії антропогенних і природних чинників, в тому числі погіршення якості води. Саме на основі цього визначення екологічного ризику в статті пропонується новий підхід до його оцінювання.

#### 4. Постановка завдання та його вирішення

В основі принципу управління якістю навколишнього середовища в даний час покладено вимогу забезпечення гігієнічних нормативів гранично допустимих концентрацій (ГДК) забруднюючих речовин у природних компонентах (повітрі, воді, ґрунті) і фізичних чинниках (шум, вібрація тощо). Тому, відповідно до

природоохоронної методології, оцінка ступеня забруднення середовища проводиться шляхом порівняння концентрації забруднюючої речовини з її ГДК.

Однак гігієнічним нормативам притаманний антропоцентричний підхід до оцінки стану навколишнього середовища, тобто при безпечних умовах проживання населення не беруться до уваги особливості функціонування власне екосистем [1].

Отже, гігієнічні регламенти не можуть бути критерієм для оцінки якості природних компонентів і екологічної системи в цілому. Актуальною є потреба у розробці системи більш універсальних комплексних критеріїв оцінки якості навколишнього середовища.

Аналіз численних досліджень, що виконані вітчизняними та закордонними вченими, свідчить про те, що об'єктивна оцінка екологічного стану водних об'єктів можлива лише при сумісному використанні гідрохімічних та гідробіологічних даних. Використання гідробіологічних методів дозволяє оцінити екологічний стан водних об'єктів, якість поверхневих вод як середовища існування гідробіонтів, сукупний ефект комбінованого впливу забруднюючих речовин, встановити виникнення вторинного забруднення вод.

В 1998 році в Україні фахівцями УкрНДІЕП, ІГБ НАНУ та УНДІВЕП був розроблений міжвідомчий нормативний документ “Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями”, в якому наведено значна кількість параметрів екологічного стану водних екосистем, у тому числі й біологічних показників, тому узагальнення гідробіологічної інформації та оцінка екологічного стану поверхневих вод України має проводитися за цим документом [5].

Екологічна класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв України побудована за екосистемним принципом. Необхідна повнота і об'єктивність характеристики якості поверхневих вод досягається достатньо широким набором показників, які відображають особливості абіотичної і біотичної складових водних екосистем [5].

Комплекс показників екологічної класифікації якості поверхневих вод включає загальні і специфічні показники. Загальні показники, до яких належать показники сольового складу і трофо-сапробності вод (еколого-санітарні), характеризують звичайні властиві водним екосистемам інгредієнти, концентрація яких може змінюватись під впливом господарської діяльності. Специфічні показники характеризують вміст у воді забруднюючих речовин токсичної і радіаційної дії.

Але аналіз системи біомоніторингу поверхневих вод України свідчить про те, що даний компонент системи державного моніторингу докільця знаходиться в найбільш незадовільному стані. Це виражається в край обмеженій кількості створів спостережень, практичний відсутності експедиційних обстежень водних об'єктів країни, слабому використанні результатів біологічного контролю якості вод в водоохоронній практиці. Вказане свідчить про необхідність проведення комплексу робіт з вдосконалення системи біомоніторингу країни, перш за всього з підвищення її ефективності та гармонізації з аналогічними системами в розвинутих країнах.

Наприклад, гідробіологічна інформація щодо стану водних екосистем басейну р. Інгулець, як і для

більшості річок України, відсутня. Тому пропонується методика оцінювання екологічного ризику погіршення стану водних об'єктів за даними гідрохімічних спостережень. Якщо в наявності є гідробіологічні дані, то пропонується розраховувати екологічний ризик за методикою [6].

При визначенні екологічного ризику за «еталонну» якість води прийнято екологічні нормативи якості поверхневих вод, що являють собою науково обґрунтовані кількісні значення показників якості води (гідрозіфічні, гідрохімічні, гідробіологічні, бактеріологічні, специфічних речовин), які відображають природний стан екосистеми водного об'єкта та цілі водоохоронної діяльності з покращання або збереження його екологічного благополуччя. При застосуванні нової методики оцінювання екологічного ризику погіршення стану водних об'єктів пропонується в якості екологічного нормативу приймати верхню межу 3 категорії класифікації якості поверхневих вод [5], що відповідає II класу з добрим станом.

При оцінці екологічного ризику погіршення стану водних об'єктів окремо обчислюється:

- екологічний ризик, пов'язаний з органолептичними властивостями води;

- екологічний ризик, пов'язаний із санітарно-токсикологічними властивостями води;

- екологічний ризик за гідробіологічними даними розраховується за методикою [6].

Ризик, пов'язаний з органолептичними властивостями води передбачає оцінку ризику за показником забарвленості, за водневим показником, за запахом і присмаком й іншим показникам, що нормуються відповідно до їхнього впливу на органолептичні властивості води.

Ризик за показником забарвленості визначається відповідно до рівняння:

$$Prob = -3,33 + 0,067(C - \text{Фон} + 20), \quad (1)$$

де Фон - природна забарвленість води, отримана за даними багаторічних спостережень і характерна для даного сезону;

C - забарвленість води (у градусах забарвленості);

Prob пов'язаний з ймовірністю (ризиком) відповідно до закону нормального ймовірнісного розподілу.

Для визначення ризику за водневим показником використовуються наступні рівняння

$$Prob = 4 - pH \quad \text{при } pH \leq 7, \quad (2)$$

$$Prob = -11 + pH \quad \text{при } pH > 7,$$

При оцінці ризику за показником природного запаху і присмаку використовується формула:

$$Prob = -1 + 3,32 \lg(\text{Бали}/2,5). \quad (3)$$

Ризик, пов'язаний із санітарно-токсикологічними властивостями води, визначається на основі рівняння:

$$Prob = -2 + 3,32 \lg \frac{C_i}{C_{ен}}, \quad (4)$$

де  $C_i$  - концентрація  $i$  - ї речовини у водному об'єкті;

Сен - екологічний норматив для водних об'єктів, який визначається як верхня межа 3-ої категорії класифікації якості поверхневих вод [5].

Сумарний екологічний ризик погіршення стану водних об'єктів визначається за правилом множення ймовірностей, де як множник виступають не величини ризику, а значення, що характеризують ймовірність його відсутності:

$$ER = 1 - (1 - ER_1) \times (1 - ER_2) \times \dots \times (1 - ER_n), \quad (5)$$

де ER - сумарний екологічний ризик погіршення стану водних об'єктів;

$ER_1, \dots, ER_n$  - екологічний ризик кожної забруднюючої речовини.

При трактуванні отриманих величин екологічного ризику пропонується користуватися наступною ранговою шкалою (табл.1).

Таблиця 1

Залежність якості поверхневих вод від величини екологічного ризику

Клас якості води	Характеристика водних ресурсів	Значення екологічного ризику
I Відмінне	Водні об'єкти в природному стані звичайно оліготрофні, вода прозора чи з невеликою кількістю гумусу. Водні об'єкти придатні для усіх видів використання.	<0,1
II Гарне	Водні об'єкти близькі до природного стану чи слабо евтрофовані. Вода придатна для усіх видів використання.	0,1 – 0,19
III Задовільне	Водні об'єкти знаходяться під слабким впливом стічних вод, площинних джерел забруднення чи інших видів впливу. Якість звичайно задовольняє вимогам більшості видів водокористування.	0,2 – 0,59
IV Незадовільне	Вода водних об'єктів значно забруднена в результаті надходження стічних вод, поверхневого стоку, а також під впливом інших факторів. Водні об'єкти придатні тільки для тих видів використання, у яких менш жорсткі вимоги до якості води.	0,6 – 0,89
V Погане	Водні об'єкти сильно забруднені стічними водами, поверхневим стоком чи у результаті впливу інших факторів.	0,9 – 1,0

Річка Інгулець (рис. 1) бере початок у с. Топило Кіровоградської області на відмітці 205 м БС і протікає територіями Кіровоградської, Дніпропетровської, Миколаївської і Херсонської областей України.

Для кількісної оцінки процесів зміни хімічного складу поверхневих вод виконаний статистичний аналіз рядів спостереження за гідрохімічними елементами басейну ріки Інгулець в Херсонській області. З метою визначення динаміки зміни якісного стану річки Інгулець проведено екологічну оцінку якості поверх-

невих вод за період з 2005 по 2011 роки за методикою [5]. Результати екологічної оцінки показали (табл. 2 і рис. 2), що за останні роки якісний стан р. Інгулець погіршився, але незначно і за значенням середнього екологічного індексу відповідає 3 класу (задовільний стан), а за значенням максимального екологічного індексу відповідає 4 класу (поганий стан).

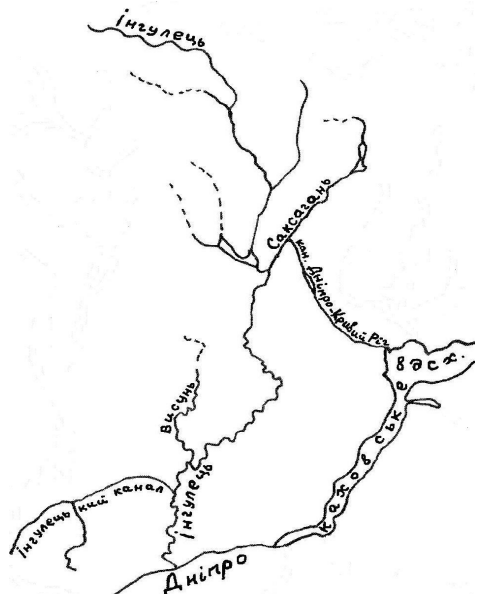


Рис. 1. Географічне положення басейну р. Інгулець (карта-схема)

Таблиця 2

Динаміка екологічного стану поверхневих вод басейну р. Інгулець за період з 2005 по 2011 рік

Найменування пункту спостереження	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
	I <sub>сер</sub>	I <sub>сер</sub>	I <sub>сер</sub>	I <sub>сер</sub>	I <sub>сер</sub>	I <sub>сер</sub>	I <sub>сер</sub>
с. Заградівка	3,94	4,15	4,36	4,16	4,30	3,85	4,14
с. В.Олександрівка	3,63	3,78	4,25	3,96	4,28	3,85	3,91
с. Калінінське	3,87	3,85	4,30	3,86	4,20	3,86	3,74
с. Дар'ївка	2,74	3,85	2,83				
с. Садове	3,28	2,94	3,69	3,21	3,54	2,87	2,97

Для прикладу на рис. 2 показано динаміку зміни середнього значення екологічного індексу за період з 2005 по 2011 роки на посту спостереження в с. Заградівка.

Як видно з табл. 3 та рис.3 значення максимального екологічного індексу майже на всіх постах спостереження за станом поверхневих вод басейну р. Інгулець в Херсонській області за 2011 рік за показниками сольового складу, трофо - сапробіологічними (еколого-санітарними) критеріями та за критеріями втримування специфічних забруднюючих речовин токсичної дії відносяться до 6-7 категорії (поганий і дуже поганий стан). Але з причини того, що середнє значення екологічного індексу враховує всі значення показників

якісного стану водного об'єкту, що досліджується, це не дозволяє визначити які забруднюючі речовини найбільш негативно впливають стан водних екосистем (диктуючи показники) і 3 клас якості (задовільний стан) не відповідає дійсності.



Рис. 2. Динаміка екологічного стану р. Інгулець за період з 2005 по 2011 рік на посту спостереження в с. Заградівка

Таблиця 3

Екологічна оцінка стану поверхневих вод басейну р. Інгулець в Херсонській області за 2011 рік

Найменування пункту спостереження	I <sub>1сер</sub>	I <sub>1max</sub>	I <sub>2сер</sub>	I <sub>2max</sub>	I <sub>3сер</sub>	I <sub>3max</sub>	I <sub>есер</sub>	I <sub>емах</sub>	Клас сер	Клас max
	с. Заградівка	5	7	3,63	7	3,8	5	4,14	6,33	3
с. В.Олександрівка	4,5	7	3,63	7	3,6	4	3,91	6,00	3	4
с. Калінінське	4,5	7	3,13	6	3,6	4	3,74	5,67	3	4
с. Садове	2	3	3,11	6	3,8	5	2,97	4,67	2	3

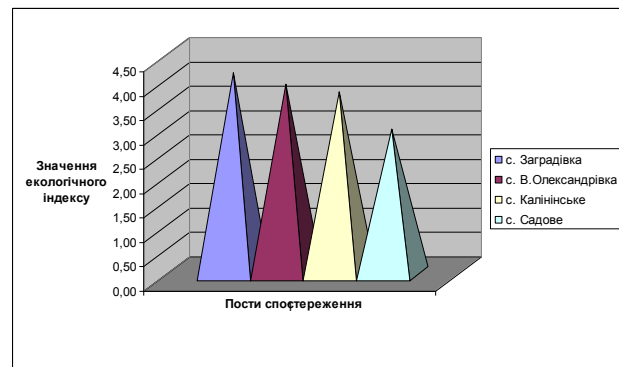


Рис. 3. Екологічний стан р. Інгулець в 2011 році за значення екологічного індексу

До переваг нового методу оцінки екологічного ризику погіршення стану водних об'єктів необхідно віднести ту обставину, що відповідно до нової методики до розрахунку включаються тільки ті речовини, що перевищують екологічний норматив, який визначається як верхня межа 3-ої категорії класифікації якості поверхневих вод [5], що дає змогу не згладжувати та прикрашувати існуючий стан річок.

Так, розрахунок екологічного ризику погіршення стану р. Інгулець в 2011 році показав, що по всім постах спостереження річка є дуже забрудненою: значення екологічного ризику коливається від 0,953 на посту в с. Калінінське до 0,993 на посту в Заградівка, що відповідає 5 класу якості води (табл.1).

Ще одна перевага нового методу: оцінка екологічного ризику погіршення стану водних об'єктів дозволяє також рангувати ризики за окремими забруднюючими речовинами з метою встановлення причини забруднення на основі ідентифікації найбільш небезпечних джерел антропогенного впливу на стан довкілля (рис.4).

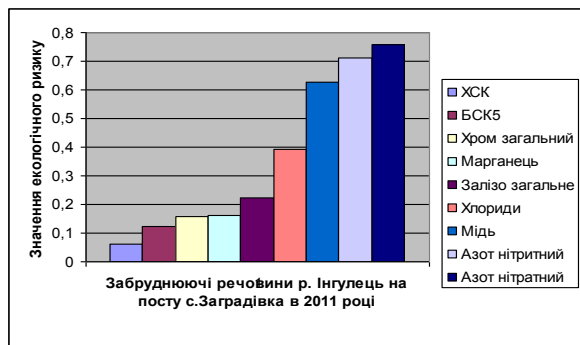


Рис. 4. Рангування забруднюючих речовин за значення екологічного ризику погіршення стану р. Інгулець в 2011 році на посту спостереження в с. Заградівка

## 5. Висновки

В статті представлено нову методику оцінювання екологічного ризику погіршення стану водних об'єктів. Запропонований підхід до визначення екологічного ризику може використовуватися при управлінні водоохоронною діяльністю шляхом розроблення і впровадження програм оздоровлення річкових басейнів з урахуванням всіх чинників погіршення їх екологічного стану, а також при проведенні кризисного моніторингу водних об'єктів у зонах підвищеного екологічного ризику.

Аналіз динаміки екологічної ситуації у водному басейні р. Інгулець в межах Херсонської області показав, що за останні роки екологічна криза продовжує розвиватися. До цього призводить майже повна відсутність фінансування на ефективні масштабні природоохоронні заходи у всіх галузях людської діяльності; відсутність контролю й практична безкарність; зростання кількості й потужності техногенних аварій через тотальне зношення устаткування й технологій на виробництвах; дуже низька ефективність працюючих очисних споруджень; низький рівень екологічної освіти населення.

## Література

1. Рыбалова О.В. Комплексний підхід до визначення екологічного стану басейнів малих річок [Текст] / Рыбалова О.В. // Проблеми охорони навколишнього природного середовища та техногенної безпеки. зб. наук. пр. УкрНДІЕП. – Вип. XXXIII. Харків. - 2011. – С.88-97.
2. Ієрархічний підхід до оцінювання екологічного ризику погіршення стану екосистем поверхневих вод України [Текст] / О. Г. Васенко, О. В. Рыбалова, О. В. Поддашкін [та ін.] // Проблеми охорони навколишнього природного середовища та техногенної безпеки : зб. наук. праць УкрНДІЕП. – Харків, 2010. – Вип. XXXII. – С. 75-90.
3. Зміни та доповнення до п. 2.45 ДБН А.2.2-1-2003\* “Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд”. – К. -2010 – 13 с
4. Жукинський В.Н. Экологический риск и экологический ущерб качеству поверхностных вод: актуальность, терминология, количественная оценка [Текст] / В.Н. Жукинський // Водные ресурсы. – 2003. – Т.30, № 2. – С.213 – 321.
5. 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.
6. Методика оценки экологических рисков, возникающих при воздействии источников загрязнения на водные объекты [Текст] / С.А. Афанасьев, М.Д. Гродзинский – К.: АйБи, 2004. – 59 с.

## Abstract

*High level of anthropogenic load (powerful industrial wastewaters of mines and quarries, large scale irrigation, agricultural chemization, wastewater discharges), which characterizes the basin of the Ingulets river, causes deterioration of surface water quality of the river and requires the development of tools to measure the magnitude that characterizes the degree of environmental safety with the aim to prioritize the implementation of measures to improve the water ecosystems and to provide the restoration of their main components. The article presents a new method of assessment of environmental risk of deterioration of state of water ecosystems, which has advantages in comparison with the existing methods of comprehensive assessment of surface waters due to the ability to range risks according to certain contaminants, in order to determine the cause of contamination on the basis of the identification of the most dangerous sources of anthropogenic impact on water ecosystems. The analysis of the quality of the basin of the Ingulets river in Kherson region on the basis of assessment of environmental risk and index can be used to solve various problems of water management in the existing conditions and to change the anthropogenic influence.*

**Keywords:** surface water, water ecosystem, environmental risk