

УДК 504.4.054 PACS numbers: 92.40.Aa,  
92.40.Bc

## ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ У СТВОРІ Р. ІНГУЛЕЦЬ – М. СНІГУРІВКА ЗА ГІДРОХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

**І.О. Шахман**<sup>1</sup>, доц., к. геогр. н., доц. кафедри екології та сталого розвитку  
**Н.С. Лобода**<sup>2</sup>, проф., д. геогр. н., зав. кафедри гідроекології та водних досліджень

<sup>1</sup> Херсонський державний аграрний університет

вул. Р. Люксембург, 23, 73006, Херсон, Україна, shakhman.i.a@gmail.com

<sup>2</sup> Одеський державний екологічний університет, вул. Львівська, 15, 65016, Одеса, Україна

У статті наведені результати оцінки якості води за гідрохімічними показниками у створі р. Інгулець – м. Снігурівка за період спостереження 2001–2014 рр. на основі сучасних розрахункових методик. Установлено, що води за якісними показниками переважно “брудні”, “дуже брудні” або “катастрофічно брудні”. Виявлено тенденцію до покращення якості води через зменшення вмісту нафтопродуктів, починаючи з 2010 р. Екологічний стан річки охарактеризований як екологічний регрес.

**Ключові слова:** екологічна оцінка якості води, гідрохімічні показники, зміни антропогенного навантаження, оцінка придатності вод для рибогосподарського використання.

### 1. ВСТУП

Рівень забезпечення водними ресурсами України значно нижчий за світовий та європейський. За об'ємом внутрішніх запасів прісної води у розрахунку на душу населення з країн Європи тільки Молдова має показники нижчі, ніж в Україні. Середній показник забезпечення річним стоком на одного мешканця України у маловодний рік дорівнює 0,67 тис. м<sup>3</sup>/рік, на одного мешканця Миколаївської області – 0,26 тис. м<sup>3</sup>/рік (за рахунок місцевого стоку), 2,15 тис. м<sup>3</sup>/рік (сумарний стік) [1]. Основним джерелом водопостачання для населення є річковий стік. У зв'язку з цим у багатьох районах півдня України спостерігається гострий дефіцит прісної води, для ліквідації якого доводиться перекидати воду каналами, будувати водосховища тощо.

Проголошення Україною курсу на Євроінтеграцію стало потужним стимулом для використання європейського досвіду у реалізації водної політики на території нашої країни [2]. Стратегічні напрямки водної політики країн Європейського Співтовариства визначає „Директива 2000/60/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 23 жовтня 2000 року „Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики” [3]. Метою директиви є визначення та здійснення системи дій, необхідних для захисту наземних поверхневих, прибережних та ґрунтових вод.

У зв'язку зі зростаючим антропогенним навантаженням на річкові басейни, особливо малих та середніх річок Нижнього Подніпров'я, окремої уваги та актуальності набувають питання

екологічної оцінки стану р. Інгулець на основі досліджень якості води за гідрохімічними показниками.

Державний моніторинг водних ресурсів виконується за гідрологічними, гідрохімічними та гідробіологічними показниками [4]. Тобто, оцінка можливості їх використання будь-якими галузями економіки включає, наряду з кількісною оцінкою водних ресурсів, визначення якості природних вод. Існуючі сучасні методики оцінки якості води зводяться до аналізу відповідності фактичних значень параметрів води гранично допустимим. Але кількість параметрів, що регламентуються, достатньо велика, тому виникає необхідність узагальнення інформації про екологічний стан поверхневих вод на базі використання комплексних показників, які осереднюють та згладжують вихідну інформацію.

Об'єктом дослідження є пониззя р. Інгулець, де розташований створ м. Снігурівка. Предметом дослідження є оцінка якості води водного об'єкту в порушених господарською діяльністю умовах.

Метою роботи є оцінка якості поверхневих вод за гідрохімічними показниками пониззя р. Інгулець в межах Миколаївської області відповідно до рибогосподарських норм як найбільш чутливих до змін екологічного стану річки з використанням сучасних розрахункових методик [5–8].

Задачі дослідження: оцінити якість води у створі р. Інгулець – м. Снігурівка за гідрохімічними показниками згідно із діючими в Україні методиками. У роботі розглянуті дані гідрохімічних спостережень за 2001–2014 рр.

## 2. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Рівень забезпеченості України водними ресурсами є недостатнім, а їх територіальний розподіл є нерівномірним і не відповідає розміщенню водомістких господарських комплексів. Найменша кількість водних ресурсів формується в місцях зосередження потужних споживачів – Донбас, Криворіжжя, південні області України, Автономна Республіка Крим [9].

Діюча в Україні система Державного моніторингу водних об'єктів (ДМВ) забезпечує отримання первинних даних про склад та обсяги викидів домішок у поверхневі водні об'єкти, узагальнених даних про рівень забруднення на певній території за певний проміжок часу, показників стану й якості та оцінок небезпечності забруднення водного басейну за стандартними методиками [4–8]. Моніторинг гідрохімічного режиму р. Інгулець розпочався разом з будівництвом у 1951 р. на півдні Миколаївської та заході Херсонської областей Інгулецької зрошувальної системи (ІЗС), зрошуваний масив якої обмежується на заході р. Інгул та Бузьким лиманом, на півдні – річкою Дніпро, на сході – річкою Інгулець. Північна межа зрошуваного масиву проходить по Інгулецькому магістральному каналу (ІМК), який перетинає межиріччя Інгулець-Південний Буг від м. Снігурівки до селища Жовтневого. Протяжність масиву зі сходу на захід близько 65 км, а з півночі на південь близько 60 км [10, 11].

Значний внесок в наукові дослідження хімічного складу води р. Інгулець належить вченим Київського Національного університету імені Тараса Шевченка – Гореву Л.М., Пелешенку В.І., Хільчевському В.К., Ромасю І.М., Ромасю М.І., Руденку Р.В., Медведю В.М., Кравчинському Р.Л. та ін. Цими науковцями розглянуті закономірності просторового і часового розподілу гідролого-гідрохімічних характеристик мінімального стоку, виявлені загальні тенденції хімічного складу річкових вод та певні відмінності, які обумовлені взаємодією комплексу географічних, гідроекологічних та антропогенних чинників. За гідрохімічними показниками мінімального стоку проведено районування території басейну Дніпра у межах України [12].

Детальне дослідження ролі техногенного впливу на гідрохімічний режим р. Інгулець за період 1978–2010 рр. також виконане Шерстюк Н.П. і Хільчевським В.К. [13]. Ними описані особливості хімічного складу води у водоймах-хвостосховищах, ставках-накопичувачах шахтних вод, ставках Кривбасу та у річках Саксагань

і Інгулець: виявлена специфіка гідрохімічних процесів у техногенних та природних водних об'єктах; складений ймовірнісний прогноз хімічного складу води у річках Саксагань та Інгулець в умовах стаціонарності гідрохімічних процесів; запропоновані засади формування системи гідрохімічного моніторингу на базі постійно діючої гідрохімічної моделі. Автори відмічають, що у 2011 р. у воді Інгульця карбонатно-кальцієва система була схильною до осадження в усіх пунктах спостереження до с. Андріївка (ІнГЗК). У пункті спостереження (міст, ІнГЗК) встановилися рівноваги з хлоридом внаслідок скидання високомінералізованих шахтних вод із ставка балки Свистуново (ПдГЗК). На нижній ділянці річки, нижче Карачунівського водосховища, було виявлено, що мінералізація води підвищилася і досягла значення 3,5 г/дм<sup>3</sup> [13], що обумовлено впливом гірничо-збагачувальних комбінатів та скидом високомінералізованих вод з балки Свистуново [12].

Опубліковані результати дослідження якості поверхневих вод р. Інгулець найчастіше виконувалися тільки за однією обраною методикою [14], або не охоплювали усього періоду спостережень, особливо у другому десятиріччі ХХІ сторіччя (як правило, розглядається інформація до 2010 р.) [15].

Процеси формування хімічного складу вод р. Інгульця відбуваються під впливом потужного антропогенного навантаження на водні ресурси, наслідки якого посилюються в умовах глобального потепління [16, 17]. У зв'язку із цим дуже важливим є не тільки спостереження і контроль ДМВ, а й своєчасний аналіз зміни гідрохімічних показників в часі та просторі, достовірна оцінка якості води.

## 3. ОПИС ОБ'ЄКТА І МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Державний моніторинг водних об'єктів представлений в Миколаївській області мережею станцій і постів контролю стану довкілля Державною екологічною інспекцією (16 пунктів спостереження) та Державним агентством водних ресурсів. Моніторинг вод в басейні р. Інгулець включає контроль якості води за гідрологічними та гідрохімічними показниками (28–30 показників) по створу м. Снігурівка, який знаходиться вище за течією в районі автомобільного мосту на відстані приблизно 103 км від гирла річки, вище головної насосної станції ІЗС і м. Снігурівка.

Пониззя басейну р. Інгулець знаходиться в межах Миколаївської та Херсонської областей і

належить степовій зоні України з посушливим кліматом, частими суховійними вітрами. Річна кількість опадів в середньому складає 450 мм [17]. Тривалість вегетаційних періодів без опадів досягає 90–100 днів, що негативно відбивається на виробництві сільськогосподарської продукції.

Антропогенне навантаження на басейн р. Інгулець, перш за все, обумовлене скидами високомінералізованих забруднених промислових стоків підприємств м. Кривий Ріг, які обслуговують гірничо-видобувну, металургійну та хімічну промисловість. У Криворізькому басейні розташовано 8 з 11 підприємств України з видобутку та переробки залізничної сировини, також тут знаходяться підприємства з обслуговування металургійного виробництва (одного з найбільших в світі металургійних комбінатів – “АрселорМіттал Кривий Ріг”), п’ять гірничозбагачувальних комбінатів (ГЗК) – Північний ГЗК (ПівнГЗК), Південний ГЗК (ПівдГЗК), Центральний ГЗК (ЦГЗК), Новокриворізький ГЗК (НКГЗК), Інгулецький ГЗК (ІнГЗК), три рудоремонтних заводи.

Наприкінці 60-х років минулого сторіччя, у зв’язку з реалізацією державних програм гідромеліоративного будівництва, розгорнулося спорудження великих зрошувальних каналів, які одночасно вирішували й проблеми водозабезпечення прилеглих населених пунктів та промислових центрів. Ідея розширення зрошуваних площ у посушливих степах півдня Миколаївської області закладалася в проєкті каналу Дунай-Дніпро і частково була реалізована через експлуатацію Інгулецького каналу (1989 р.). Завдяки перекиданню стоку Дніпра (річки-донора) річний стік р. Інгулець збільшується. Окрім того, додаткове надходження вод до річки Інгулець відбувається за рахунок формування зворотних фільтраційних вод із сільськогосподарських масивів, які зрошуються водами Дніпра [18, 19]. При переході до більш посушливих територій вплив антропогенної діяльності збільшується, і, незважаючи на штучне підвищення водності Інгульця, екологічний стан водотоку не покращується, оскільки мова йде про надходження в річку забруднених вод.

Сільськогосподарська освоєність території є досить високою (площа сільськогосподарських угідь складає 69,2%), тому внесення пестицидів призводить до забруднення ґрунтів токсичними елементами, а стікання води з полів поверхневим шляхом та фільтрація спричинюють міграцію канцерогенів до найближчого водного об’єкту (р. Інгулець). В змішаних водах річок Інгулець та Дніпро (площа зрошення 37,14 тис. га) хіміч-

ний склад хлоридно-сульфатно-гідрокарбонатний, сульфатно-хлоридний, натрієво-кальцієво-магнієвий із загальною мінералізацією до 3,5 г/дм<sup>3</sup> (нижче Карачунівського вдсх. [12, 13]).

Сумарний ефект зазначених вище чинників формує гідрохімічні показники води водного об’єкту та обумовлює якісний склад поверхневого стоку.

В діяльності установ Державної гідрометслужби та Державного агентства водних ресурсів України застосовується методика оцінки якості води Гідрохімічного інституту [5]. Поширеною методикою інтегральної оцінки є також розрахунок індексів забруднення води [7]. Фахівці Одеського державного екологічного університету Юрасов С.М., Сафранов Т.А., Чугай А.В. пропонують виконувати порівняльний аналіз оцінки якості води річок за різними методиками [8, 20].

Комплексні індекси, на основі яких здійснюється екологічна оцінка якості вод, розраховуються за всіма гідрохімічними показниками або за їхніми частинами. Вони характеризують стан води в цілому, при цьому інформація по окремих показниках втрачається.

Послідовність виконання оцінки складається з двох етапів: на першому етапі здійснюється розрахунок значення показника, а на другому за розрахованим значенням індексу і за шкалою якості надається словесна характеристика води. Оцінка представляється в балах.

Індекс забруднення води (ІЗВ) розраховується за формулою

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

де  $ГДК_i$  – гранично допустима концентрація хімічного компоненту;  $C_i$  – фактична концентрація хімічного компоненту; 6 – кількість інгредієнтів.

Отже, кількість показників, які беруться для розрахунку ІЗВ, дорівнює шести і включає до себе розчинений кисень ( $O_2$ ), біохімічне споживання кисню ( $БСК_5$ ), амоній ( $NH_4^+$ ), нітриту ( $NO_2^-$ ), нафтопродукти (НП), феноли ( $C_6H_5OH$ ). На відміну від інших показників, для розчиненого кисню при розрахунках ІЗВ береться співвідношення норматив ( $ГДК_i$ )/реальна концентрація ( $C_i$ ). Критерії оцінки якості вод за ІЗВ наведені в таблиці 1 [8]. До I класу належать води, на які найменше впливає антропогенне навантаження. Значення їх гідрохімічних і гідробіологічних показників забруднення води (ІЗВ) [8] близькі до природних значень для даного регіону. Для вод II класу характерні певні зміни порівня-

но з природними, однак ці зміни не порушують екологічної рівноваги. До III класу належать води, які перебувають під значним антропогенним впливом, рівень якого близький до межі стійкості екосистем. Води IV–VII класів відносяться до вод з порушеними екологічними параметрами, і їхній екологічний стан оцінюється як екологічний регрес.

**Таблиця 1** – Критерії оцінки якості вод за індексом забруднення води (ІЗВ) [8]

Клас якості води	Характеристика класу	Значення індексу забруднення води
I	Дуже чиста	≤0,3
II	Чиста	0,3–1,0
III	Помірно забруднена	1,0–2,5
IV	Забруднена	2,5–4,0
V	Брудна	4,0–6,0
VI	Дуже брудна	6,0–10,0
VII	Надзвичайно брудна	>10,0

Модифікований ІЗВ [8] розраховується теж за шістьма показниками: біохімічне споживання кисню (БСК<sub>5</sub>) та розчинений кисень (O<sub>2</sub>) є обов'язковими, а інші чотири показника беруться за найбільшим відношенням до ГДК з переліку: SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, ХСК, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, Fe<sub>заг</sub>, Mn<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Cr<sup>6+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup>, Pb<sup>2+</sup>, Hg<sup>2+</sup>, As<sup>3+</sup>, нафтопродукти (НП), синтетичні поверхневі активні речовини (СПАР).

Методика Гідрохімічного інституту (ГХІ) [5] полягає в одержанні однозначної оцінки якості води і проведенні на її основі класифікації води за ступенем придатності для основних видів водокористування. Відповідно до цієї методики [5, 6, 8, 20] оцінка на основі комбінаторного індексу забруднення (КІЗ) включає декілька етапів: визначення характеру забруднення за величиною умовного коефіцієнта комплексності; встановлення рівня і класу якості води за величиною комбінаторного індексу забруднення; виділення пріоритетних забруднюючих компонентів за кількістю і складом лімітуючих показників забруднення; проведення диференційованої оцінки лімітуючих забруднюючих речовин.

Умовний коефіцієнт комплексності розраховується за формулою

$$K_{\%} = \frac{m'}{m} \cdot 100\%, \quad (2)$$

де  $m'$  – кількість речовин, вміст яких перевищує ГДК;  $m$  – загальне число нормативних інгредієнтів, обумовлених програмою досліджень.

джені.

При  $K < 10\%$  проводиться обстеження за конкретними забруднюючими речовинами. Визначаються максимальні концентрації і забезпеченість перевищень ГДК (1ГДК, 10ГДК, 100ГДК). При  $K \geq 10\%$  проводиться триступенева класифікація.

Перший ступінь класифікації заснований на встановленні міри стійкості забруднення (повторюваності  $P$  випадків перевищення ГДК)

$$P_i = N_{ГДК_i} / N_i, \quad (3)$$

де  $N_{ГДК_i}$  – число результатів аналізу, в яких вміст  $i$ -го інгредієнта перевищує його гранично допустиму концентрацію;  $N_i$  – загальне число результатів аналізу  $i$ -го інгредієнта.

Другий ступінь класифікації ґрунтується на встановленні рівня забруднення, мірою якого є кратність  $K$  перевищення ГДК

$$K_i = C_i / ГДК_i. \quad (4)$$

Оціночні бали визначаються згідно таблиць 2 і 3.

**Таблиця 2** – Класифікація водних об'єктів за повторюваністю забруднення [5, 6, 8, 20]

Повторюваність, %	Характеристика забруднення води	Часткові оціночні бали	
		виражені умовно	абсолютні значення
0–10	одиничне	$a$	1
10–30	нестійке	$b$	2
30–50	стійке	$c$	3
50–100	характерне	$d$	4

**Таблиця 3** – Класифікація водних об'єктів за рівнем забруднення [5, 6, 8, 20]

Кратність перевищення нормативів	Характеристика забруднення води	Часткові оціночні бали	
		виражені умовно	абсолютні значення
0–2	низький	$a_1$	1
2–10	середній	$b_1$	2
10–50	високий	$c_1$	3
50–100	дуже високий	$d_1$	4

При визначенні першого і другого ступенів класифікації води по кожному з інгредієнтів розраховуються узагальнені оцінки якості води.

Для заключного, третього ступеня класифікації комбінаторний індекс забруднення (КІЗ) розраховується шляхом складання узагальнених оціночних балів  $S_i$ , по усіх  $n$  показниках

$$KIZ = \sum_{i=1}^n S_i. \quad (5)$$

Класифікація якості води виконується в залежності від значення КІЗ і кількості лімітуючих показників забруднення (ЛПЗ). До ЛПЗ води відносять будь-який показник, за яким значення  $S_i$ , більше або дорівнює 12.

Метод інтегральної оцінки якості води передбачає визначення коефіцієнту забруднення  $\chi$  за формулою [7, 8]

$$\chi = \sum [(N_i / C_{i,d}) \varphi(i)] / \sum \varphi(i), \quad (6)$$

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

Як основні приймаються такі показники забруднення з відповідною ранговою послідовністю ( $i$ ): біологічне споживання кисню (БСК<sub>5</sub>) ( $i = 1$ ); іон амонію ( $\text{NH}_4^+$ ) ( $i = 2$ ); нафтопродукти (НП) ( $i = 3$ ); розчинений кисень ( $\text{O}_2$ ) ( $i = 4$ ).

Ранги іншим показникам встановлюють експертно або за співвідношенням  $N_i / C_{i,d}$ .

В залежності від значення коефіцієнта  $\chi$  складено атестаційну шкалу по оцінці ступеня забруднення водного середовища (табл. 4) [7, 8]:

**Таблиця 4** – Інтегральна оцінка ступеня забруднення водного середовища

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

#### 4. ОПИС І АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ

Вихідною інформацією для оцінки екологічного стану водних ресурсів басейну р. Інгулець в межах Миколаївської області є результати аналітичного контролю Державної екологічної інспекції поверхневих вод за 2001–2014 роки (83 проаналізовані проби, за якими виконано 1615 хімічних досліджень), що були систематизовані в таблиці середньорічних концентрацій забруд-

нюючих речовин.

Виконана оцінка якості води за гідрохімічними показниками у створі р. Інгулець – м. Снігурівка за індексом забруднення води (ІЗВ) відповідно до рибогосподарських норм, які найбільш жорстко установлюють ГДК для більшості неорганічних та органічних речовин. Зважаючи на результати систематичного аналітичного контролю р. Інгулець, а саме зменшення в річковій воді концентрації нафтопродуктів за останні п'ять років, представляє інтерес дослідження повернення можливості використання водного об'єкту за рибогосподарським призначенням. Приклади розрахунків для 2001–2004 рр. та 2013, 2014 рр. наведені в табл. 5, 6. За період дослідження ступінь чистоти річкової води змінився від “дуже брудної” (2001–2009 рр.) до “помірно забрудненої” (2010–2011 рр.) та до “чистої” (2012–2014 рр.).

Оцінка якості води за модифікованим індексом забруднення (ІЗВ) виконана за нормативами якості вод водойм рибогосподарського призначення для всього періоду, що досліджується, а приклади розрахунків за 2001, 2002, 2012, 2013 роки наведені в таблиці 7. Порівняльна характеристика індексів забруднення води та модифікованих індексів забруднення для р. Інгулець – м. Снігурівка за період 2001–2014 рр. та оцінка якості води водного об'єкту приведена в таблиці 8. Індекс забруднення води ІЗВ по ділянці річки Інгулець, яка знаходиться на території Миколаївської області, за період спостережень змінювався в межах 0,75–6,73, максимальна величина (ІЗВ=6,73) характерна для 2001 року. Загалом, клас якості води змінювався від VI (дуже брудна) до II класу (чиста).

Використання модифікованого індексу забруднення показало, що якість води набагато гірша: кількісні показники змінюються від 3,95 (2014 р.) до 13,7 (2007 р.), а відповідна їм ступінь чистоти оцінюється як “забруднена” та “надзвичайно брудна”. Співпадіння результатів розрахунків за модифікованим та не модифікованим ІЗВ спостерігається для 2001–2009 рр., далі виявлені суттєві розбіжності, особливо для періоду 2012–2014 рр. у зв'язку з відсутністю спостережень за фенолами, складової частини методики, що в результаті дало якісну оцінку вод річки як “чисті” для 2012–2014 рр. Тому необхідне подальше дослідження якості води за іншими методиками.

Таблиця 5 – Оцінка якості води р. Інгулець – м. Снігурівка за індексом забруднення ІЗВ за 2001–2004 рр.

№	Показник	ГДК <sub>i</sub>	2001 р.		2002 р.		2003 р.		2004 р.	
			C <sub>i</sub>	C <sub>i</sub> /ГДК <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	C <sub>i</sub> /ГДК <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	C <sub>i</sub> /ГДК <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	C <sub>i</sub> /ГДК <sub>i</sub>
1	Розч. О <sub>2</sub>	6,0	11,4	0,53	10,4	0,58	11,4	0,53	10,4	0,58
2	БСК <sub>5</sub>	3,0	15,3	5,09	9,0	3,00	15,3	5,09	9,0	3,00
3	Амоній	0,5	0,12	0,24	0,56	1,12	0,12	0,24	0,56	1,12
4	Нітрити	0,08	0,20	2,50	0,152	1,9	0,20	2,50	0,152	1,9
5	НП	0,05	<1,6	32,0	<1,6	32,0	<1,6	32,0	<1,6	32,0
6	Феноли	0,001	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Σ				40,36		38,60		36,63		36,98
Клас якості				<b>ІЗВ=6,73 VI (дуже брудна)</b>		<b>ІЗВ=6,43 VI (дуже брудна)</b>		<b>ІЗВ=6,11 VI (дуже брудна)</b>		<b>ІЗВ=6,16 VI (дуже брудна)</b>

Таблиця 6 – Оцінка якості води р. Інгулець – м. Снігурівка за індексом забруднення ІЗВ за 2013–2014 рр.

№	Показник	ГДК <sub>i</sub>	2013 р.		2014 р.	
			C <sub>i</sub>	C <sub>i</sub> /ГДК <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	C <sub>i</sub> /ГДК <sub>i</sub>
1	Розч. О <sub>2</sub>	6,0	10,9	0,55	11,4	0,52
2	БСК <sub>5</sub>	3,0	5,4	1,80	4,9	1,63
3	Амоній	0,5	0,39	0,78	0,43	0,86
4	Нітрити	0,08	0,044	0,55	0,071	0,89
5	НП	0,05	0,04	0,80	0,040	0,80
6	Феноли	0,001	0,00	0,00	0,00	0,00
Σ				4,48		4,70
Клас якості				<b>ІЗВ=0,75 II (чиста)</b>		<b>ІЗВ=0,78 II (чиста)</b>

Таблиця 7 – Оцінка якості води р. Інгулець – м. Снігурівка за модифікованим індексом забруднення ІЗВ за 2001, 2002, 2012, 2013 рр.

№	Показник	ГДК <sub>i</sub>	2001 р.		2002 р.		2012 р.		2013 р.	
			C <sub>i</sub>	C <sub>i</sub> /ГДК <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	C <sub>i</sub> /ГДК <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	C <sub>i</sub> /ГДК <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	C <sub>i</sub> /ГДК <sub>i</sub>
1	Розч. О <sub>2</sub>	6,0	11,4	0,53	10,4	0,58	10,0	0,60	10,9	0,55
2	БСК <sub>5</sub>	3,0	15,3	5,09	9,0	3,00	5,6	1,87	5,4	1,80
3	НП	0,05	<1,6	32,0	<1,6	32,0	–	–	–	–
4	Мідь	0,001	0,011	11,0	0,011	11,0	0,009	9,00	0,01	10,0
4	Залізо	0,10	0,60	6,00	0,56	5,60	0,87	8,70	0,29	2,9
5	Хлориди	300	1255	4,18	1361	4,54	629,6	6,30	714,3	7,14
6	Сульфати	100	–	–	–	–	1219	4,06	1563	5,21
Σ				58,80		56,72		30,54		27,60
Клас якості				<b>ІЗВ=9,80 VI (дуже брудна)</b>		<b>ІЗВ=9,45 VI (дуже брудна)</b>		<b>ІЗВ=5,09 V (брудна)</b>		<b>ІЗВ=4,60 V (брудна)</b>

Наступним етапом дослідження було проведення оцінки якості води в створі р. Інгулець – м. Снігурівка та придатності цих вод для використання у рибному господарстві за методикою Гідрохімічного інституту [5], яка передбачає розрахунок комбінаторного індексу забруднення КІЗ. Умовний коефіцієнт комплексності (2) перевищує 10% для всіх років розглянутого періоду і змінюється від 44,4% (2013 р.) до 72,2% (2002 р.), тому нами виконана триступенева класифікація.

Результати розрахунків першого (3), другого

(4) ступенів, відповідні оціночні бали (табл. 2, 3), визначені загальні бали та характеристика якості, ЛПЗ і розрахунок КІЗ (заключний 3-й ступінь класифікації (5)), та визначення класифікації якості наведені як приклад для 2001 р. у таблиці 9.

Розрахункові дані для всього періоду спостережень, що досліджується, зведені у таблиці 10.

**Таблиця 8** – Результати оцінки якості води р. Інгулець – м. Снігурівка за індексами забруднення води відповідно до рибогосподарських норм за період 2001–2014 рр.

Рік спостереження	Індекс забрудненості води (ІЗВ)	Клас якості води	Ступінь чистоти	Модифікований індекс забрудненості води (ІЗВ)	Клас якості води	Ступінь чистоти
2001	6,73	VI	дуже брудна	9,80	VI	дуже брудна
2002	6,43	VI	дуже брудна	9,45	VI	дуже брудна
2003	6,11	VI	дуже брудна	9,73	VI	дуже брудна
2004	6,16	VI	дуже брудна	9,12	VI	дуже брудна
2005	6,26	VI	дуже брудна	9,47	VI	дуже брудна
2006	6,14	VI	дуже брудна	12,2	VII	надзвичайно брудна
2007	6,42	VI	дуже брудна	13,7	VII	надзвичайно брудна
2008	6,63	VI	дуже брудна	11,6	VII	надзвичайно брудна
2009	6,23	VI	дуже брудна	9,83	VI	дуже брудна
2010	1,13	III	помірно забруднена	5,27	V	брудна
2011	1,08	III	помірно забруднена	4,70	V	брудна
2012	0,99	II	чиста	5,09	V	брудна
2013	0,75	II	чиста	4,60	V	брудна
2014	0,78	II	чиста	3,95	IV	забруднена

**Таблиця 9** – Оцінка якості води р. Інгулець – м. Снігурівка за комбінаторним індексом забруднення КІЗ для 2001 р.

№ п/п	Показник	$C_i$	$P_i$	Бал	$K_i$	Бал	Загальний бал	Характеристика якості	ЛПЗ
1	БСК <sub>5</sub>	15,3	1,00	4	5,10	2	8	дуже брудна	0
2	Розч. O <sub>2</sub>	11,4	1,00	4	0,53	1	4	брудна	0
3	Зав. речов.	29,6	0,75	4	1,48	1	4	брудна	0
4	Іон амонію	0,12	0,00	1	0,24	1	1	слабо забруднена	0
5	Нітриг-іон	0,20	0,75	3	2,50	2	6	дуже брудна	0
6	Нітрат-іон	6,39	0,00	1	0,16	1	1	слабо забруднена	0
7	Хлориди	1254,7	1,00	4	4,18	2	8	дуже брудна	0
8	Сульфати	392,7	1,00	4	3,93	2	8	дуже брудна	0
9	pH	7,97	0,00	1	0,94	1	1	слабо забруднена	0
10	НП	<1,6	1,00	4	32,0	3	12	неприпустимо брудна	1
11	АПАР	0,16	0,00	1	0,32	1	1	слабо забруднена	0
12	Залізо	0,60	1,00	4	6,00	2	8	дуже брудна	0
13	Мідь	0,011	1,00	4	11,0	3	12	неприпустимо брудна	1
14	Хром	<0,001	0,00	1	1,00	1	1	слабо забруднена	0
15	Нікель	0,010	0,25	2	1,00	1	2	забруднена	0
16	ХСК	13,9	0,00	1	0,70	1	1	слабо забруднена	0
17	Кальцій	171,4	0,75	4	0,95	1	4	брудна	0
18	Фосфати	0,05	0,00	1	0,25	1	1	слабо забруднена	0
$\Sigma$							<b>КІЗ=83</b>		<b>2</b>
$n=18; 2 \text{ ЛПЗ}; \text{КІЗ} = 83 = (83/18) n = 4,6 n$							<b>клас IV а, дуже брудна</b>		

З отриманих результатів витікає, що вода у р. Інгулець – м. Снігурівка була “дуже брудна” у 78,6% випадків і “брудна” у 21,4%. Встановлено, що головними забруднюючими речовинами, які обумовлюють характеристику якості води як “неприпустимо брудна”, у 2001–2009 роках були нафтопродукти та мідь.

Наступним етапом дослідження було використання інтегральної методики на основі розраху-

нку коефіцієнтів забруднення  $\chi$  (6). Приклад розрахунку для створу р. Інгулець – м. Снігурівка за 2002 р. наведений в таблиці 11.

При розрахунку коефіцієнту забруднення  $\chi$  з пріоритетами (табл. 11, стовпчики 4, 5, 6) перші чотири ранги отримують такі показники:

Таблиця 10 – Оцінка якості води р. Інгулець – м. Снігурівка за комбінаторним індексом забруднення КІЗ за 2001–2014 рр.

Рік	КІЗ	ЛПЗ	Клас якості води	Розряд класу якості	Характеристика забруднення води
2001	83	2	IV	а	Дуже брудна
2002	90	2	IV	б	Дуже брудна
2003	94	2	IV	б	Дуже брудна
2004	78	2	IV	а	Дуже брудна
2005	83	1	IV	а	Дуже брудна
2006	92	2	IV	б	Дуже брудна
2007	98	2	IV	б	Дуже брудна
2008	105	2	IV	б	Дуже брудна
2009	88	1	IV	а	Дуже брудна
2010	76	0	IV	а	Дуже брудна
2011	75	0	IV	а	Дуже брудна
2012	67	0	III	б	Брудна
2013	58	0	III	б	Брудна
2014	62	0	III	б	Брудна

Таблиця 11 – Оцінка якості води р. Інгулець – м. Снігурівка за критерієм забрудненості  $\chi$  за 2002 р.

№ п/п	Показник	$C_i/ГДК_i$	З пріоритетами			Без пріоритетів		
			Ранг	$\varphi(i)$	$\varphi(i)C_i/ГДК_i$	Ранг	$\varphi(i)$	$\varphi(i)C_i/ГДК_i$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	БСК <sub>5</sub>	3,00	1	1,000000	3,00000	5	0,312500	0,93750
2	Розч. O <sub>2</sub>	0,58	4	0,500000	0,28846	15	0,000916	0,00053
3	Зав. речов.	2,40	9	0,035156	0,08437	7	0,109375	0,15000
4	Іон амонію	1,12	2	1,000000	1,12000	10	0,019531	0,02187
5	Нітрит-іон	1,90	10	0,019531	0,03711	8	0,062500	0,11875
6	Нітрат-іон	0,24	17	0,000259	0,00006	17	0,000259	0,00006
7	Хлориди	4,54	7	0,109375	0,49656	4	0,500000	2,27000
8	Сульфати	2,73	8	0,062500	0,17063	6	0,062500	0,51188
9	pH	0,93	14	0,001709	0,00159	13	0,003174	0,00295
10	НП	32,0	3	0,750000	24,0000	1	1,000000	32,000
11	АПАР	0,20	18	0,000137	0,00003	18	0,000137	0,00003
12	Залізо	5,60	6	0,062500	1,05000	3	0,750000	4,2000
13	Мідь	11,0	5	0,312500	3,43750	2	1,000000	11,000
14	Хром	1,00	12	0,005859	0,00586	11	0,010742	0,01074
15	Нікель	1,70	11	0,010742	0,01183	9	0,035156	0,05977
16	Кальцій	1,00	13	0,003174	0,00317	12	0,005859	0,00586
17	Фосфати	0,79	15	0,000916	0,00072	14	0,001709	0,00135
18	Марганець	0,50	16	0,000488	0,00024	16	0,000488	0,00024
$\Sigma$				<b>3,9998</b>	<b>33,7097</b>		<b>3,9998</b>	<b>51,2915</b>
			$\chi = 33,7097/3,9998 = 8,43$ (катастрофічно забруднена)			$\chi = 51,2915/3,9998 = 12,8$ (катастрофічно забруднена)		

БСК<sub>5</sub>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, НП і O<sub>2</sub>. Інші показники ранжовані в спадному порядку за співвідношенням  $C_i/ГДК_i$ . При ранжуванні усіх показників за співвідношенням  $C_i/ГДК_i$  без встановлення пріоритетів (табл. 11) результати розрахунків зведені в стовпчики 7, 8, 9. Недоліком методики є значна залежність оцінки якості води від способу ранжування показників.

Результати інтегральної оцінки води у створі р. Інгулець – м. Снігурівка за рибогосподарськими показниками для періоду спостереження 2001–2014 рр. представлені в таблиці 12. Якісна

оцінка ступеня забруднення співпадає для періоду спостереження 2011–2009 рр., якість води оцінюється як “катастрофічно забруднена”. За результатами розрахунку з пріоритетами з 2010 року якість води змінюється від “припустимо забрудненої” до “мало забрудненої” (2014). Аналіз розрахунків без пріоритетів вказує на переміщення з 2010 р. на перші чотири ранги міді, сульфатів, хлоридів та заліза, тоді як нафтопродукти за рахунок різкого зниження їх концентрації у річковій воді з першого рангу для 2009 р. перемістилися на сьомий ранг у 2010 р.,

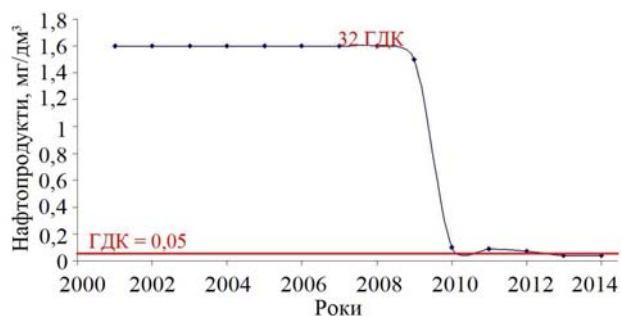


**Таблиця 12** – Оцінка якості води р. Інгулець – м. Снігурівка за методом інтегральної оцінки (за критерієм забрудненості  $\chi$ ) за рибгосподарськими нормами для 2001–2014 рр.

Рік	З пріоритетами		Без пріоритетів	
	Коефіцієнт забруднення вод $\chi$	Якісна оцінка ступеня забруднення	Коефіцієнт забруднення вод $\chi$	Якісна оцінка ступеня забруднення
2001	8,75	катастрофічно забруднена	12,3	катастрофічно забруднена
2002	8,43	катастрофічно забруднена	12,8	катастрофічно забруднена
2003	8,27	катастрофічно забруднена	14,2	катастрофічно забруднена
2004	7,82	катастрофічно забруднена	12,5	катастрофічно забруднена
2005	8,39	катастрофічно забруднена	12,8	катастрофічно забруднена
2006	9,40	катастрофічно забруднена	16,4	катастрофічно забруднена
2007	10,4	катастрофічно забруднена	18,9	катастрофічно забруднена
2008	9,57	катастрофічно забруднена	15,4	катастрофічно забруднена
2009	5,84	катастрофічно забруднена	21,3	катастрофічно забруднена
2010	2,70	припустимо забруднена	6,68	катастрофічно забруднена
2011	2,50	припустимо забруднена	6,04	катастрофічно забруднена
2012	2,49	припустимо забруднена	6,45	катастрофічно забруднена
2013	2,18	припустимо забруднена	5,92	катастрофічно забруднена
2014	1,97	мало забруднена	5,11	катастрофічно забруднена

та на дванадцятий – у 2014 році.

Аналіз наведених результатів оцінки якості води за всіма наведеними методиками дозволяє простежити стійку тенденцію низької якості води з 2001 по 2009 рр. та покращення якості води з 2010 року, яке відбулося за рахунок різкого зниження концентрації нафтопродуктів в річкової воді (рис. 1).

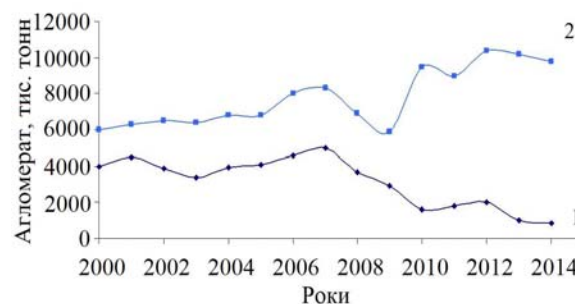


**Рис. 1** – Динаміка зміни концентрації нафтопродуктів в створі р. Інгулець – м. Снігурівка за період з 2001 по 2014 роки

Зниження концентрації нафтопродуктів в поверхневих водах р. Інгулець і р. Саксагань (ліва притока Інгульця) стало можливим, по-перше, в результаті запровадження Розпорядженням КМУ у 2011 році нового Регламенту скиду надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу в р. Інгулець. В процесі скидання шахтних вод в русло річки Інгулець, через канал Дніпро – Інгулець, подається дніпровська вода. Після скиду шахтних вод (наприкінці лютого), починається процес промивки русла Інгульця водою того ж каналу Дніпро – Інгулець (на початку квітня). Промивка триває до середини серпня. Цей захід дає можливість використовувати інгу-

лецьку воду впродовж вегетаційного періоду в ІЗС (Миколаївська обл., м. Снігурівка) для зрошення. Ця схема, після тривалих експериментів, вважається найбільш досконалою [21].

По-друге, відбулося різке падіння виробництва товарної руди у 2008–2009 рр., в порівнянні з 2007 р. на 47% ВАТ “КЗРК”, на 40% – ВАТ “ЄВРАЗ Суха Балка”, на 39% – ВАТ “Арселор-Міттал Кривий Ріг” та ін. Об’єми виробництва агломерату ВАТ “ПівдГЗК” та ВАТ “Арселор-Міттал Кривий Ріг” мають схожі тенденції динаміки виробництва, що знайшло своє відображення в значному спаді виробництва агломерату. За даними Південного гірничозбагачувально-го комбінату відбулося трикратне зниження у 2010 році (рис. 2) [22].



**Рис. 2** – Динаміка виробництва агломерату гірничодобувними підприємствами України в 2000–2014 рр.: 1 – Південний ГЗК, 2 – “АрселорМіттал” [22–24]

Третьою причиною зниження концентрації нафтопродуктів в р. Інгулець, незважаючи на поступове збільшення об’єму виробництва, є впровадження на одному з найбільших в світі металургійних комбінатів “АрселорМіттал Кри-

вий Ріг” екологічної політики підприємства, яка передбачає застосування екологічно безпечних технологій випуску частини продукції (з 2005 по 2014 р. витрачено біля 3 млрд. грн.) та системи контролю впливу підприємства на довкілля. Впровадження системи екологічного моніторингу стічних вод та реконструкція на р. Саксагань у 2010 році зливової каналізації цеху технологічного автотранспорту, з сучасними очисними спорудами “Комплект-Екологія”, дозволили знизити концентрацію зливових, талих та поливних вод з виробничих майданчиків до менш ніж 0,05 мг/дм<sup>3</sup> при нормативі 3 мг/дм<sup>3</sup> для нафтопродуктів, і до 3 мг/дм<sup>3</sup> при нормативі 10 мг/дм<sup>3</sup> для завислих речовин. Також в 2010 році завершено будівництво мойки великомонтажних машин з оборотним циклом водозабезпечення. Виконана реконструкція відвалів та хвостосховищ (“З’єднане”, “Миролюбівське” з нарощуванням дамб обвалування до +146 м та +145 м, відповідно). Впроваджена технологія картового наміву хвостосховищ, яка збільшує ступінь екологічної безпеки експлуатації цих споруд.

Найбільше уваги на підприємстві приділяють ефективності роботи водоочисних споруд (використання принципово нової системи по уловлюванню нафтопродуктів), систем зворотного водопостачання та водовідведення. Контроль якості води проводиться за 39 показниками, основними з яких є іони амонію, аміак, нітрити, нітрати, нафтопродукти, завислі

речовини та залізо. На підприємстві діє автоматична система обліку об’ємів стічних вод, якою обладнані гідротехнічні пости на обвідному каналі. Вимірювання об’ємів виконується акустичним приладом з електронною реєстрацією даних. За період 2003–2010 рр. підприємству “Арселор-Міттал Кривий Ріг” вдалося знизити об’єми стічних вод в 6 разів [24].

В лютому 2015 р. в ВАТ “АрселорМіттал Кривий Ріг” відбувся другий наглядний аудит відповідності системи екологічного менеджменту вимогам міжнародного стандарту ISO 14001:2004. В результаті аудиту в ВАТ “АрселорМіттал Кривий Ріг” спеціалісти компанії “QSCert-Ukraine B.V.” (нідерландський підрозділ міжнародного органа по сертифікації QSCert) підтвердили, що система екологічного менеджменту на підприємстві функціонує ефективно і відповідає вимогам міжнародного стандарту ISO 14001:2004. Дія сертифіката підтверджена до березня 2016 року.

Зведені результати оцінки якості води р. Інгулець – м. Снігурівка за використаними методиками відповідно до рибогосподарських норм за період 2001–2014 рр. представлені в таблиці 13. Результати якісної оцінки ступеня забруднення р. Інгулець демонструють суттєві розбіжності між методиками, що дозволяє стверджувати про недостатність використання однієї методики для повного обґрунтованого висновку щодо екологічного стану водного об’єкту.

**Таблиця 13** – Зведені результати оцінки якості води р. Інгулець – м. Снігурівка за різними методиками за рибогосподарськими нормами за період 2001–2014 рр.

Рік	Якісна оцінка ступеня забруднення				
	Індекс забруднення води (ІЗВ)	Модифікований індекс забруднення води (ІЗВ)	Комбінаторний індекс забруднення води (КІЗ)	Коефіцієнт забруднення вод $\chi$ з пріоритетами	Коефіцієнт забруднення вод $\chi$ без пріоритетів
2001	дуже брудна	дуже брудна	дуже брудна	катастрофічно забруднена	катастрофічно забруднена
2002					
2003					
2004		надзвичайно брудна			
2005					
2006					
2007		дуже брудна			
2008					
2009					
2010	помірно забруднена	брудна	брудна	припустимо забруднена	
2011					
2012	чиста	забруднена	брудна	мало забруднена	
2013					
2014					

Таким чином, аналіз наведених результатів оцінки якості води р. Інгулець – м. Снігурівка за обраними методиками відповідно до рибно-господарських норм для періоду 2001–2014 рр., дозволяє стверджувати, що найбільш адекватні оцінки якості води та екологічного стану водного об'єкту можна отримати за допомогою розрахунків коефіцієнту забруднення  $\chi$  та КІЗ, в яких враховується ефект сумарної дії речовин. Передбачається подальше дослідження якості води р. Інгулець за комплексними показниками екологічного стану, щоб з належною вірогідністю стверджувати про неможливість використання пониззя р. Інгулець для рибного господарства та визначення можливого використання водного об'єкту для інших водокористувачів.

## 5. ВИСНОВКИ

Динаміка зміни концентрацій речовин в р. Інгулець в межах Миколаївської області на протязі 2001–2014 рр. демонструє потужний техногенний вплив на систему хімічного складу води річки. Найчастіше спостерігалось перевищення ГДК по нафтопродуктам, міді, залізу, сульфатам, хлоридам, що свідчить про те, що основним джерелом забруднення залишаються скидні води гірничорудних підприємств Кривбасу. Аналіз результатів дослідження дозволяє стверджувати, що впровадження сучасних технологій випуску продукції та ефективних очисних споруд, які забезпечують очищення забруднених вод окремих промислових підприємств Криворіжжя відповідно до вимог діючих стандартів, дозволяє, в деякій мірі, поліпшити екологічний стан водних ресурсів басейну р. Інгулець. Саме промивка дніпровською водою р. Інгульця в вегетаційний період суттєво знижує концентрацію деяких забруднюючих речовин в межах Миколаївської та Херсонської областей, але негативно впливає на нерестовища риб і в окремі періоди концентрації забруднюючих речовин все одно перевищують чинні нормативи.

Методика оцінки якості води за індексами забруднення (ІЗВ) не може бути рекомендована для використання для створу р. Інгулець – м. Снігурівка у зв'язку з відсутністю спостережень за фенолами, складової частини методики, що в результаті дало якісну оцінку вод річки як “чисті” для 2012–2014 рр., але не відповідає дійсності. Методика оцінки стану вод-

ного об'єкту за модифікованим ІЗВ характеризується обмеженістю показників, тому використання тільки її не є достатнім для обґрунтованого висновку стосовно екологічного стану водного об'єкту. Результати аналізу за модифікованим ІЗВ близькі за підсумками до методик ГХІ та інтегральної оцінки з пріоритетами. Але недоліком методу інтегральної оцінки є вагома залежність оцінки якості води від способу ранжування показників. Також за результатами цього методу наявні розбіжності ступеня забруднення за період 2010–2014 рр. при аналізі з пріоритетами та без них за рахунок переміщення з 2010 р. на перші чотири ранги міді, сульфатів, хлоридів та заліза, тоді як нафтопродукти за рахунок різкого зниження їх концентрації у річковій воді з першого рангу для 2009 р. перемістилися на сьомий ранг у 2010 р., та на дванадцятий – у 2014 році. Тому, відмічаємо необхідність продовження дослідження якості води пониззя р. Інгулець за методиками комплексної оцінки, які забезпечать урахування ефекту сумарної дії поллютантів та допоможуть проаналізувати можливість відновлення гідрохімічного балансу водного об'єкту після “промивки” дніпровською водою або констатувати екологічний регрес водного ресурсу. Поточні зведені результати оцінки якості води для створу р. Інгулець – м. Снігурівка за гідрохімічними показниками, на жаль, вже демонструють неможливість використання пониззя р. Інгулець для рибного господарства.

Дослідження показників якості води у створі р. Інгулець – м. Снігурівка, установлених на основі застосування різних методик розрахунків до гідрохімічних даних, показали, що води є переважно брудні, дуже брудні, катастрофічно брудні з точки зору оцінки можливості їх використання для риборозведення. За цими даними водна екосистема р. Інгулець – м. Снігурівка оцінюється як така, що знаходиться у стані екологічного регресу. Проте, виявлені деякі позитивні зміни, пов'язані із зменшенням надходження нафтопродуктів у річку внаслідок покращення роботи водоочисних споруд. Саме з 2010 р. виявлено покращення якості води, при використанні тих показників, які ураховують концентрацію нафтопродуктів (ІЗВ, КІЗ, за критерієм забрудненості  $\chi$  з пріоритетами). Подальші дослідження передбачають комплексну оцінку якості води відповідно нормативів якості води поверхне-

вих водних об'єктів культурно-побутового та рекреаційного призначення з метою оцінки можливості використання води річки Інгулець для інших водокористувачів.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Миколаївській області у 2012 році. – Миколаїв, 2013. – 204 с.
2. Романенко В.Д. Актуальні гідроекологічні проблеми в контексті Європейської водної політики /В.Д. Романенко //Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. В. Гнатюка. Серія: Біологія. Спеціальний випуск “Гідроекологія”. – 2005. – №3(26). – С. 378–381.
3. Directive 2000/60/ES of the European Parliament of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. *Official journal the European Communities*, 2000, L. 327. 72 p.
4. Положення про державну систему моніторингу довкілля. [затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 30.03.98 №391] [Електронний ресурс] // Кабінет Міністрів України: [сайт]. – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/391-98-п>
5. Емельянова В.П. Оценка качества поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям /В.П. Емельянова, Г.Н. Данилова, Т.Х. Колесникова //Гидрохимические материалы. – 1983. – Т. LXXXVIII/ – С. 119–129.
6. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод /С.І. Сніжко – К.: Ніка-Центр, 2001. – 262 с.
7. Гігієна та екологія /За ред. В.Г. Бардова. – Вінниця: Нова Книга, 2006. – 720 с.
8. Оцінка якості природних вод: навчальний посібник /С.М. Юрасов, Т.А. Сафранов, А.В. Чугай. – Одеса: Екологія, 2012. – 168 с.
9. Вступ до економічної і соціальної географії: Підручник /А.П. Голиков, Я.Б. Олійник, А.В. Степаненко – К.: Либідь, 1997. – 320 с.
10. Морозов В.В. Формування якості зрошувальної води на Інгулецькому масиві /В.В. Морозов, В.М. Нежлукченко, Є.Г. Волощук – Херсон: РВЦ ХДАУ “Колос”, 2004. – 228 с.
11. Джерело зрошення – річка Інгулець. [Електронний ресурс] //Управління каналів Інгулецької зрошувальної системи: [сайт]. – Режим доступу: <http://www.ukios.mk.ua>.
12. Гідролого-хімічна характеристика мінімального стоку річок басейну Дніпра /В.К. Хільчевський, І.М. Ромась, М.І. Ромась та ін. / За ред. В.К. Хільчевського. – К.: Ніка-Центр, 2007. – 184 с.
13. Шерстюк Н.П. Особливості гідрохімічних процесів у техногенних та природних водних об'єктах Кривбасу /Н.П. Шерстюк, В.К. Хільчевський – Дніпропетровськ: Тов. Акцент III, 2012. – 263 с.
14. Перевозчиков І.М. Гідрохімічний режим та якість води річки Інгулець /І.М. Перевозчиков, В.М. Савицький //Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2013. – Т. 1(28). – С. 76–82.
15. Харитонов М.М. Екологічна оцінка якості поверхневих вод басейну річки Дніпро у Дніпропетровській області /М.М. Харитонов, Л.Б. Анісімова //Екологія і природокористування. – 2013. – Випуск 17. – С. 75–85.
16. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України / [С.М. Степаненко, А.М. Польовий, Н.С. Лобода та ін.]; за ред. С.М. Степаненка, А.М. Польового. – Одеса: “ТЕС”, 2015. – 520 с.
17. Гопченко Є.Д. Оцінювання природних водних ресурсів Нижнього Подніпров'я за метеорологічними даними /Є.Д. Гопченко, Н.С. Лобода, І.О. Шахман //Міжвід. наук. зб. України. – Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2005. – Вип. 49. – С. 485–496.
18. Лобода Н.С. Функції відклику водогосподарських систем Нижнього Подніпров'я на зрошення сільськогосподарських масивів водами Дніпра /Н.С. Лобода, І.О. Шахман //Вісник Одеського державного екологічного університету. – 2006. – Вип. 3. – С. 175–181.
19. Шахман І.О. Водні ресурси Нижнього Подніпров'я в умовах зрошувального землеробства /І.О. Шахман //Міжвід. наук. зб. України. – Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2008. – № 50. – С. 102–107.
20. Юрасов С.М. Комплексна оцінка якості вод за різними методиками та шляхи її вдосконалення /С.М. Юрасов, С.О. Кур'янова, М.С. Юрасов //Український гідрометеорологічний журнал. – 2009. – №5. – С. 42–53.
21. Шерстюк Н.П. Результати гідрохімічного районування Інгульця методом кластерного аналізу /Н.П. Шерстюк, О.Г. Байбуз, //Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2015. – Т. 3(38). – С. 60–68.
22. Вилкул Ю.Г. Качество железорудного сырья подземной и открытой добычи как основа конкурентоспособности горнодобывающей промышленности Украины /Ю.Г. Вилкул, А.А. Азарян, В.А. Азарян, В.А. Колосов //Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2012. - №5 (277). – С. 1–4.
23. ЮГОК: О комбинате [Електронний ресурс] //ПАО “Южный горно-обогатительный комбинат”: [сайт]. Режим доступу: <http://www.ugok.info/>.
24. Экология: Основные проекты [Електронний ресурс] // ПАО “АрселорМиталл Кривой Рог”: [сайт]. Режим доступу: <http://ukraine.arcelormittal.com/index.php>.

### REFERENCES

1. Rehional'na dopovid' pro stan navkolyshn'oho pryrodnoho seredovyshcha v Mykolaivys'kiy oblasti u 2012 rotsi [A regional report on the state of the environment in the Mykolaiv region in 2012]. Mykolaiv, 2013. 204 p.
2. Romanenko V.D. Aktual'ni hidroekolohichni problemy v konteksti Yevropeys'koyi vodnoyi polityky [Actual hydroecological problems in the context of European water policy]. *Naukovi zapysky Ternopil's'koho natsional'noho pedahohichnoho universytetu im. V. Hnatyuka. Seriya:*

- Biologiya. Spetsial'nyy vypusk "Hidroheologiya" – Scientific notes of The B. Hnatyuk Ternopil National Pedagogical University. Series: Biology. Special Issue "Hydrogeology"*, 2005, no. 3(26), pp. 378–381.
- Directive 2000/60/ES of the European Parliament of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. *Official journal the European Communities*, 2000, L. 327. 72 p.
  - Statement on the State Environmental Monitoring System. Approved by the Cabinet of Ministers of Ukraine on 03.30.98 no.391* (In Ukraine).
  - Emel'yanova V.P., Danilova G.N., Kolesnikova T.Kh. Otsenka kachestva poverkhnostnykh vod sushi po gidrokhimicheskim pokazatelyam [Evaluation of the quality of surface water on hydrochemical indicators]. *Gidrokhimicheskie materialy – Hydrochemical materials*, 1983, vol. LXXXVIII, pp. 119–129.
  - Snizhko S.I. *Otsinka ta prohnozuvannya yakosti pryrodnykh vod* [Assessing and predicting the quality of natural waters]. Kiev: Nika-Tsentr, 2001. 262 p.
  - Bardova V.H. *Hihiyena ta ekolohiya* [Hygiene and Ecology]. Vinnytsya: Nova Knyha, 2006. 720 p. (Ed.: Bardova V.H.).
  - Urasov S.M., Safranov T.A., Chugay A.V. *Otsinka yakosti pryrodnykh vod* [Evaluation of the quality of natural waters]. Odessa: Ecology, 2012. 168 p.
  - Holykov A.P., Oliynyk Ya.B., Stepanenko A.V. *Vstup do ekonomichnoyi i sotsial'noyi heohrafiyi* [Introduction to the economic and social geography]. Kiev: Lybid', 1997. 320 p.
  - Morozov V.V., Nezhlukchenko V.M., Volochnyuk E.G. *Formirovanie kachestva orositel'noy vody na Inguletskom massive* [Formation of irrigation water quality on Inhulets array]. Herson: RVC HDAU "Kolos", 2004. 228 p.
  - River Ingulets is the source of irrigation. "Unpublished Source". *Management channels Ingulets irrigation system*. Access mode: <http://www.ukios.mk.ua>.
  - Khil'chevskiy V.K., Romas' I.M., Romas' M.I. *Gidrologo-khimicheskaya kharakteristika minimal'nogo stoka rek basseyna Dnepra* [Hydrological and chemical characteristics of the minimum flow of the Dnieper]. Kiev: Nika-Centr, 2007. 184 p. (Ed.: Khil'chevskiy V.K.).
  - Sherstyuk N.P., Khil'chevs'kiy V.K. *Osoblyvosti khidrokhimichnykh protsesiv u tekhnohennykh ta pryrodnykh vodnykh ob'yektakh Kryvbasu* [Features hydrochemical processes in man-made and natural water Krivbas objects]. Dnepropetrovsk: Tov.Akcent III, 2012. 263 p.
  - Perevozchikov I.M., Savits'kiy V.M. *Hidrokhimichnyy rezhym ta yakist' vody richky Ingulets'* [Hydrochemical regime water quality of the Ingulets river]. *Hidrolohiya, hidrokhiimiya i hidroekolohiya – Hydrology, hydrochemistry and hydroecology*, 2013, vol. 1(28), pp. 76–82.
  - Kharitonov M.M., Anisimova L.B. *Ekolohichna otsinka yakosti poverkhnovykh vod baseynu richky Dnipro u Dnipropetrovs'kiy oblasti* [Ecological assessment of surface waters quality for Dnipro river basin in Dnipropetrovsk region]. *Ekolohiya i pryrodokorystuvannya – Ecology and Environmental Sciences*, 2013, issue 17, pp. 75–85.
  - Stepanenko S.M., Pol'ovyy A.M., Loboda N.S. etc. *Klimatychni zminy ta yikh vplyv na sfery ekonomiky Ukrainy* [Climate change and its impact on sectors of the economy of Ukraine]. Odessa: "TES", 2015. 520 p. (Eds: Stepanenko S.M., Pol'ovyy A.M.).
  - Gopchenko E.D., Loboda N.S., Shahman I.A. *Otsinyuvannya pryrodnykh vodnykh resursiv Nyzhn'oho Podniprov'ya za meteorolohichnymi danymi* [Estimation of natural water resources of the Lower Dnieper on meteorological data]. *Mizhvid. nauk. zb. Ukrainy: Meteorolohiya, klimatolohiya ta hidrolohiya – Meteorology, Climatology and Hydrology*, 2005, issue 49, pp. 485–496.
  - Loboda N.S., Shahman I.A. *Funktsiyi vidklyku vodohospodars'kykh system Nyzhn'oho Podniprov'ya na zroshennya sil'skohospodars'kykh masyviv vodamy Dnipro* [Response Functions of the Lower Dnieper water systems for irrigation of agricultural arrays Dnieper]. *Visn. Odes. derz. ekol. univ. – Bulletin of Odessa state environmental university*, 2006, issue 3, pp. 175–181.
  - Shakhman I.O. *Vodni resursy Nyzhn'oho Podniprov'ya v umovakh zroshuval'noho zemlerobstva* [Water resources in the Lower Dnieper under irrigation farming]. *Mizhvid. nauk. zb. Ukrainy: Meteorolohiya, klimatolohiya ta hidrolohiya – Meteorology, Climatology and Hydrology*, 2008, issue 50, pp. 102–107.
  - Urasov S.M., Kur'ianova S.O., Urasov M.S. *Kompleksna otsinka yakosti vod za riznymi metodykami ta shlyakhy yiyi vdoskonalennya* [Complex estimation of quality of waters on different methods and the ways of its perfection]. *Ukr. gidrometeorol. zh. – Ukrainian hydrometeorological journal*, 2009, no. 5, pp. 42–53.
  - Sherstyuk N.P., Baybuz O.H. *Rezultaty hidrokhimichnoho rayonuvannya Inhul'tsya metodom klasternoho analizu* [Results hydrochemical zoning by cluster analysis Inhulets]. *Hidrolohiya, hidrokhiimiya i hidroekolohiya – Hydrology, hydrochemistry and hydroecology*, 2015, vol. 3(38). – pp. 60–68.
  - Vilkul Ju.G., Azaryan A.A., Azaryan V.A., Kolosov V.A. *Khachestvo zhelezorudnogo syr'ya podzemnoy i otkhrytoy dobychi khakh osnova khonkhurentosposobnosti gorno-dobyvayushey promyshlennosti Ukrainy* [The quality of iron ore underground and open-pit mining as the basis for the competitiveness of the mining industry in Ukraine]. *Metallurgicheskaya i gornorudnaya promyshlennost' – Metallurgical and Mining Industry*, 2012, no. 5(277), pp. 1–4.
  - JuGOK: PAO "Yuzhnyy gorno-obogatitel'nyy kombinat"* (Southern Mining Processing Plant). Available at: <http://www.ugok.info/> (accessed 10 November 2015).
  - PAO "ArcelorMittal Krivoj Rog"* (ArcelorMittal Kryviy Rih). Available at: <http://ukraine.arcelormittal.com/index.php> (accessed 10 December 2015).

## WATER QUALITY ESTIMATION AT THE GAUGE STATION OF THE INGULETS RIVER, TOWN OF SNIGURIVKA, BY HYDROCHEMICAL PARAMETERS

I.A. Shakhman<sup>1</sup>, as. prof., c. geogr. n., as. prof. of Chair of Ecology and Sustainable Development  
N.S. Loboda<sup>2</sup>, prof., d. geogr. n., head of Chair of Hydroecology and water researches

<sup>1</sup> Kherson State Agrarian University,  
23 Rosa Luxemburg str., 73006, Kherson, Ukraine

<sup>2</sup> Odessa State Environmental University,  
15 Lvivska str., 65016, Odessa, Ukraine, shakhman.i.a@gmail.com

The article contains the results of water quality estimation by hydrochemical parameters at the gauge station of the Ingulets River, town of Snigurivka, during the observation period of 2001–2014 based on modern calculation methods. The analysis of anthropogenic factors affecting change of quality of surface water of the Ingulets River was used. It was found that by hydrochemical parameters waters are mostly "contaminated", "very contaminated", or "catastrophically contaminated".

River flow appears to be the main source of water supply for the population and the economy. There is an acute deficit of water in the South of Ukraine. Because of use of rivers for economic activity of Mykolaiv region estimation of the ecological state of the Ingulets River should be carried out.

Starting from 2010 a tendency of quality improvement via reducing of petroleum products concentration was discovered. Dynamics of changes pollutants' concentration shows a decrease of petroleum products' concentration but over the last years the chemical composition of water in the river has not significantly improved, ability of the river to cleanse and restore itself does not return. The ecological state of the river is characterized as an ecological regress. There is a necessity of further research using modern methods of complex estimation of surface waters sources' quality.

**Keywords:** ecological estimation of water quality, hydrochemical indicators, changes of anthropogenic stress, estimation of water fitness for fishery use.

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ В СТВОРЕ Р. ИНГУЛЕЦ – Г. СНИГИРЁВКА ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

И.А. Шахман<sup>1</sup>, доц., к. геогр. н., доц. кафедры экологии и устойчивого развития  
Н.С. Лобода<sup>2</sup>, проф., д. геогр. н., зав. кафедры гидроэкологии и водных исследований

<sup>1</sup> Херсонский государственный аграрный университет,  
ул. Р.Люксембург, 23, 73006, Херсон, Украина

<sup>2</sup> Одесский государственный экологический университет,  
ул. Львовская, 15, 65016, Одесса, Украина, shakhman.i.a@gmail.com

В статье приведены результаты оценки качества воды по гидрохимическим показателям в створе р. Ингулец – г. Снигирёвка за период наблюдений 2001–2014 гг. на основе современных расчётных методик. Установлено, что воды преимущественно “загрязнённые”, “очень загрязнённые” или “катастрофически загрязнённые”. Выявлена тенденция улучшения качества воды в результате уменьшения содержания нефтепродуктов, начиная с 2010 года. Экологическое состояние реки охарактеризовано как экологический регресс.

**Ключевые слова:** экологическая оценка качества воды, гидрохимические показатели, изменения антропогенной нагрузки, оценка пригодности вод для рыбохозяйственного использования.

Дата першого подання: 20.03.2016

Дата подання остаточної версії: 13.05.2016

Дата публікації: 04.07.2016