

УДК 556.53

*Лобода Н.С., Яров Я.С., Роша К.І.*

*Одеський державний екологічний університет*

## **ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ РІЧКИ ІНГУЛ ЗА ГІДРОХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ**

*Ключові слова:* якість води; показники забруднення води; забруднення води; повторюваність класів забруднення

**Вступ.** В сучасних умовах особливої актуальності набувають проблеми, пов'язані з екологічним станом річок та з формуванням якості води в них. Не є виключенням і басейн Інгулу, річкові води якого використовуються для задоволення потреб різних галузей економіки. Враховуючи той факт, що протягом 1991-2008 року масштаби водогосподарської діяльності у басейні Інгулу суттєво зменшились за показниками, які найбільше впливають на кількісні та якісні значення водоресурсного потенціалу, необхідно детально розглянути динаміку зміни гідрохімічних показників та оцінити сучасний стан якості води у басейні Інгулу [7].

Річка Інгул розташована в зоні недостатнього зволоження, отож не у всі роки регіональних водних ресурсів вистачає для забезпечення існуючих потреб. Тому нестача води компенсується спеціальними водогосподарськими заходами. Так, до міста Кіровоград підводиться по каналу з Дніпра в середньому 49 млн. м<sup>3</sup> води на рік, що повністю йде на водозабезпечення промисловості і населення міста, а потім, після очистки, скидається в р.Інгул. Вода, що подається з Дніпра, є вже неякісною, тому що стан каналу аварійний, а також у ньому спостерігається «цвітіння» води. Стік зарегульований багаточисленними ставками (у верхній течії) та водосховищами у середній та нижній течії. Сумарна кількість водойм становить 702 з сумарною площею водного дзеркала 7,79 тис.га. Греблі побудовані у м. Кіровоград, с. Інгуло-Кам'янка, с. Лаврівка, с. Софіївка. Ставки здійснюють сезонне регулювання річкового стоку і впливають на якість води. Вздовж р.Інгул та його приток розташовані основні джерела забруднення – сільгоспугіддя, населені пункти, промисловість [4].

Джерелами забруднення є: КП "Кіровоградське ВКГ", ДП "Теплоенергоцентр", Інгульська шахта, МКП «Миколаївводоканал», КП «Міський водоканал» (м. Баштанка), ВАТ «Кіровоградолія», ЗАТ «РУР ГРУП С.А.» Кіровоградська нафтобаза, «Кіровоградський райагропостач», Кіровоградський м'ясокомбінат, Баштанський сироварний завод [1, 3].

**Метою роботи** є здійснення оцінки екологічного стану р. Інгул за якістю води в ній. Оцінка якості води була зроблена за різними методиками: індексом забруднення води (ІЗВ), питомим комбінаторним індексом забрудненості води (ПКІЗВ), методикою НДІ гігієни ім. Ф.Ф. Ерісмана, методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. Обрані методики мають широке практичне застосування і розглядають якість води з різних позицій.

**Матеріали і методи дослідження.** Для вирішення поставлених задач використані матеріали Гідрометслужби України та Держуправлінь екології в Кіровоградській та Миколаївській областях, за якими сформована база даних по 23 пунктам спостережень за хімічним складом води за період 1949-2008 роки.

Першою використаною робочою методикою була оцінки якості води за індексом забруднення води (ІЗВ).

Розрахунок ІЗВ проводився за визначеним числом інгредієнтів: азот амонійний, азот нітритний, нафтопродукти, феноли, розчинений кисень, біохімічне споживання кисню (БСК<sub>5</sub>) :

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

де  $C_i$  – концентрація одного із шести показників якості води;  $ГДК_i$  – гранично допустима концентрація кожного з шести показників якості води [6].

Другою робочою методикою, за якою проводилися розрахунки, була оцінка якості води питомого комбінаторного індексу забрудненості. З метою встановлення рівня якості водних об'єктів проводиться трьохступінчаста класифікація за ознаками повторюваності випадків забруднення, кратності перевищення нормативів, а також з урахуванням характеру забрудненості.

Перша ступінь класифікації базується на встановленні ступеня стійкості забрудненості за повторюваністю випадків перевищення ГДК :

$$H_i = \frac{N_{ГДК_i}}{N_i} * 100\%, \quad (2)$$

де  $H_i$  – повторюваність випадків перевищення ГДК по  $i$ -му інгредієнту;  $N_{ГДК_i}$  – кількість результатів аналізу, в яких вміст  $i$ -го інгредієнта перевищує його гранично допустиму концентрацію;  $N_i$  – загальна кількість результатів аналізу по  $i$ -му інгредієнту.

При аналізі забрудненості за ознакою повторюваності виділяються характеристики, яким присуджуються кількісні вирази в балах.

Друга ступінь класифікації заснована на встановленні рівня забрудненості за кратністю перевищення ГДК, яка розраховується наступним чином :

$$K_i = \frac{C_i}{СГДК} * 100\%, \quad (3)$$

де  $K_i$  – кратність перевищення ГДК по  $i$ -му інгредієнту;  $C_i$  – концентрація  $i$ -го інгредієнта у воді водного об'єкта, мг/дм<sup>3</sup>;  $C_{ГДКi}$  – гранично допустима концентрація  $i$ -го інгредієнта, мг/дм<sup>3</sup>.

За величиною кратності перевищення ГДК устанавлюються характеристики рівня забрудненості, кожному з яких відповідає певна якісна та кількісна (у балах) оцінка.

При поєднанні першої ( $H_i$ ) та другої ( $K_i$ ) ступеней класифікації води, одержують узагальнені характеристики забрудненості, яким присуджуються оціночні бали  $S_i$  розраховані як добуток  $H_i$  на  $K_i$ .

Показник  $KIЗ$  визначається по сумі оціночних балів гідрохімічних речовин :

$$KIЗ = \sum_{i=1}^n S_i . \quad (4)$$

Завершальним етапом є осереднення  $KIЗ$  у межах розглянутих гідрохімічних речовин, що містяться у воді.

У випадках, коли  $S_i > 11$ , розглядувальний  $i$ -тий інгредієнт класифікується як ЛОЗ (лімітуюча ознака забрудненості). Характеристика стану забрудненості та клас і розряд якості устанавлюються в залежності від  $KIЗ$ , з урахуванням ЛОЗ за спеціальною таблицею [2].

Для визначення якості води за методикою НДІ ім. Ф.Ф. Ерісмана використовуються чотири критерії забруднення, до кожного з яких відноситься певна група речовин і специфічних показників якості води:

1) критерій санітарного режиму ( $W_C$ ) - враховує розчинений кисень, БСК<sub>5</sub>, ХСК і специфічні забруднювальні речовини, що впливають на санітарний режим;

2) критерій органолептичних властивостей ( $W_\Phi$ ), враховує запах, завислі речовини, ХСК і специфічні забруднювальні речовини, що нормуються за органолептичною ознакою шкідливості;

3) критерій, що характеризує небезпеку санітарно-токсикологічного забруднення ( $W_{CT}$ ), враховує ХСК і специфічні забруднювальні речовини, нормовані за санітарно-токсикологічною ознакою;

4) епідеміологічний критерій ( $W_e$ ) враховує небезпеку мікробного забруднення.

Одні і ті ж показники можуть входити одночасно в декілька груп.

Комплексна оцінка обчислюється за формулою:

$$W = 1 + \frac{\sum_{i=1}^n (\delta_i - 1)}{n}, \quad (5)$$

$$\delta_i = C_i / ГДК_i, \quad (6)$$

де  $W$  – комплексна оцінка рівня забруднення води;  $n$  – кількість показників, що використовуються в розрахунку;  $ГДК_i$  – нормативне значення показника, мг/дм<sup>3</sup>;  $C_i$  – концентрація хімічних речовин, мг/дм<sup>3</sup>

За значенням  $W$  для кожного із критеріїв встановлюється рівень забруднення [8].

Четвертою робочою методикою, по якій проводилися розрахунки, була комплексна екологічна класифікація якості поверхневих вод суші.

Процедура виконання методики складається з послідовних етапів, а саме:

1 етап – показники з вихідних даних класифікуємо за мінералізацією, присвоюючи відповідні класи та категорії;

2 етап – класифікуємо воду по іонному складу (за Альокінім), присвоюючи відповідно клас, групу та індекси забрудненості;

3 етап – показники вихідних даних класифікуємо по трьох групах: 1) за критеріями сольового складу, 2) за трофо-сапробіологічними критеріями, 3) за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії;

4 етап – в межах кожного блоку визначаємо індекси забруднення, осереднюючи категорії, надані кожному показнику;

5 етап – осереднюємо всі чотири індекси забруднення та отримуємо екологічні індекси ( $I_E$ ) по кожній даті, відповідно надаючи цим індексам категорії та клас.

Значення екологічного індексу якості води визначається за формулою :

$$I_E = (I_1 + I_2 + I_3 + I_4) / 4, \quad (7)$$

де  $I_1$  – індекс забруднення компонентами сольового складу;  $I_2$  – індекс трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників;  $I_3$  – індекс специфічних показників токсичної та специфічної дії;  $I_4$  – індекс забруднення по мінералізації [5]

**Результати дослідження та їх аналіз .** Методика ІЗВ враховує наявність у воді речовин, які найкраще характеризують забруднення води (кисень, БСК<sub>5</sub>, амоній, нітрити, феноли, нафтопродукти). За отриманими середньорічними значеннями ІЗВ побудовано графік динаміки для постів з найдовшим періодом спостережень (рис. 1).

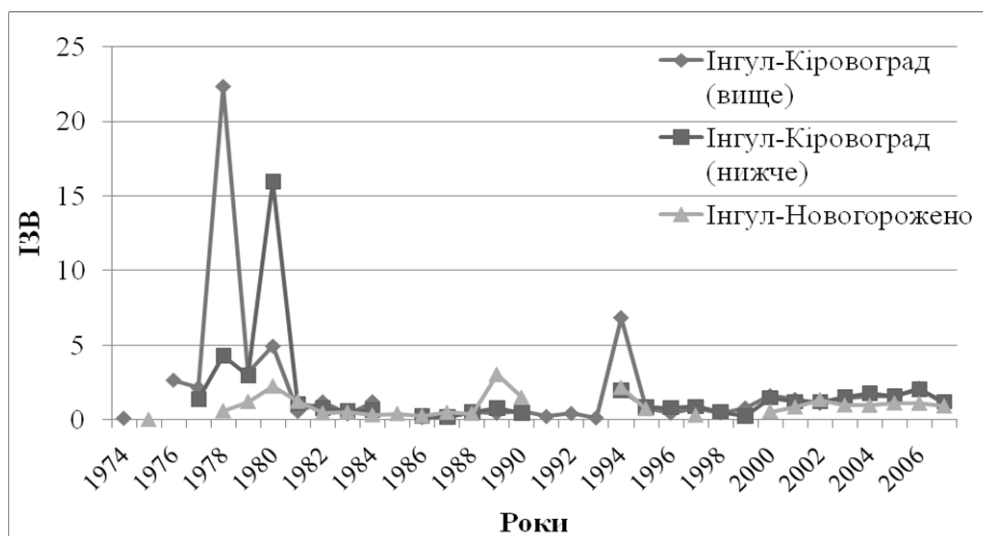


Рис.1. Динаміка зміни ІЗВ по постах (1974-2007 рр.)

Можна побачити, що найбільші значення ІЗВ спостерігаються у 1978, 1980, 1994 рр. Надзвичайно брудними води р. Інгул були у 1978 та 1980 рр.,

дуже брудними були у 1994 році, а у 1989 – забрудненими. Починаючи з 1995 року, води річки Інгул залишаються в класі «помірно забруднені». Значний внесок у кількісні значення ІЗВ у створах р. Інгул – м. Кіровоград (вище міста) та р. Інгул – м. Кіровоград (нижче міста) вносять перевищення ГДК вмістом амонію. Перевищення ГДК по концентрації у воді амонію відмічалось у довіднику по водним ресурсам [7]. За даними національної доповіді по Кіровоградській області [3], у місті Кіровоград були введені в дію очисні споруди, перша черга яких почала роботу у 1974 році, а друга – в 2004, що могло вплинути на покращення якості води. Значний сплеск концентрації амонію у верхній частині р. Інгул може бути поясненим подачею дніпровської води по водоводу Дніпро-Кіровоград. Значного вмісту амонію у нижній течії р. Інгул не спостерігається, що забезпечується процесами самоочищення. Також на кількісне значення ІЗВ впливає концентрація фенолів. Так води Інгулу нижче міста Кіровоград набагато брудніші, ніж вище міста (кратність перевищення у 1980 році вище міста склала 35 разів, а нижче міста – 160, також, в цілому, кратність перевищення вище міста коливається в межах 0-10 разів, а нижче міста – 0-35 разів), що пов'язано зі значним антропогенним навантаженням міста (значними постачальниками забруднення фенолами є ТОВ «Хімпрогрес» та ВАТ «Кіровоградський райагropостач») [3]. Стосовно поста р.Інгул – с.Новогорожено можна сказати, що значні сплески забруднення Інгулу фенолами спостерігалися у 1980 році (перевищення ГДК склали 26 разів), 1989 (у 17 разів) та у 1992 році ( у 13 разів).

Найчастіше, по довжині русла р. Інгул, якість вод можна охарактеризувати класом «дуже чиста» (повторюваність склала 68, 41, 29 % для створів м. Кіровоград (вище міста), м. Кіровоград (нижче міста), с. Новогорожено) причому добре видно, що у створі Інгул – м.Кіровоград (нижче) якість води гірша ніж вище міста, що пов'язано зі значним антропогенним навантаженням м. Кіровоград на р.Інгул. У створі р.Інгул – с.Новогорожено - відзначається поліпшення екологічного стану вод. Повторюваність інших класів забруднення була незначна та склала менше 5% (рис. 2).

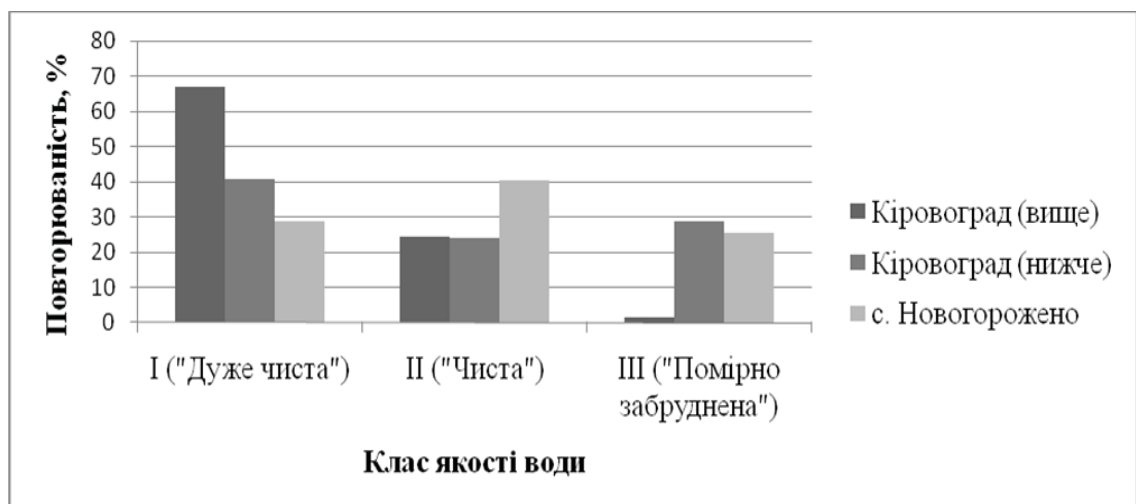


Рис.2. Повторюваність класів забруднення за методикою ІЗВ по постах



Друга методика оцінки якості води передбачає розрахунок питомого комбінаторного індексу забрудненості води (ПКІЗВ) за комплексом гідрохімічних показників. За господарсько-питними нормативами було отримано повторюваність класів забрудненості води р. Інгул за даними кожної відібраної проби. На рис.3 показано відповідну діаграму повторюваності класів забруднення за методикою ПКІЗВ.

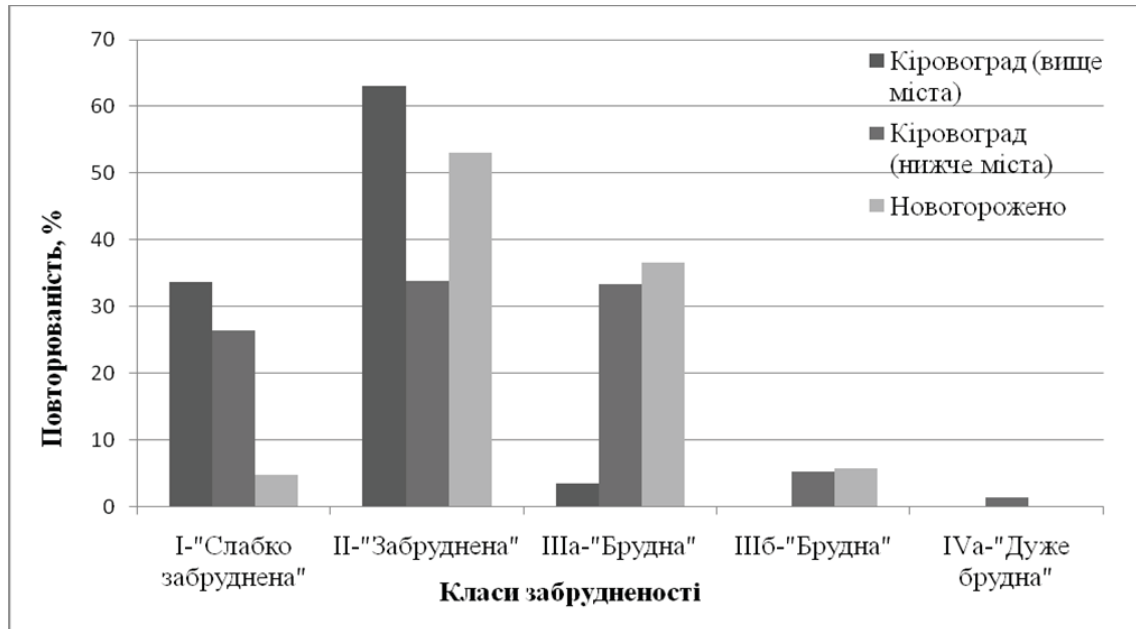


Рис. 3. Діаграма повторюваності класів забруднення за методикою ПКІЗВ

Видно, що найчастіше повторюється II клас якості води (вода „слабко забруднена”). В той же час досить велике значення повторюваності по I і III класам (води „слабко забруднені”, „брудні”). Для м. Кіровоград визначено, що нижче міста зростає повторюваність більш гірших класів якості, що можна пояснити скиданням стічних вод від КП ”Кіровоградводоканал” та низки інших джерел забруднення і відповідним погіршенням якості води. Основними забруднювачами є залізо, СПАР, феноли та БСК<sub>5</sub>.

На основі методики НДІ гігієни ім. Ф.Ф. Ерісмана були визначені рівні забрудненості води в басейні р. Інгул за санітарним, органолептичним і санітарно-токсикологічним критеріями.

За санітарним режимом якість води р. Інгул перебуває на рівні допустимого та помірного забруднення. Але по величині комплексної оцінки санітарного режиму можна зробити висновок про погіршення якості води за показниками санітарного режиму по довжині річки. Основними забруднюючими речовинами є – залізо (вміст якого перевищує ГДК у 13 разів) та аміак (кратність перевищення досягає 9 разів) (рис. 4).

Органолептичне забруднення води (надзвичайно високий рівень) також характерне для м. Кіровоград (нижче міста). Основними забруднюючими речовинами є – феноли (кратність перевищення яких досягає 50), СПАР (перевищують ГДК у 15-20 разів) та сума іонів (кратність перевищення становить 10-15 разів) (рис. 5).

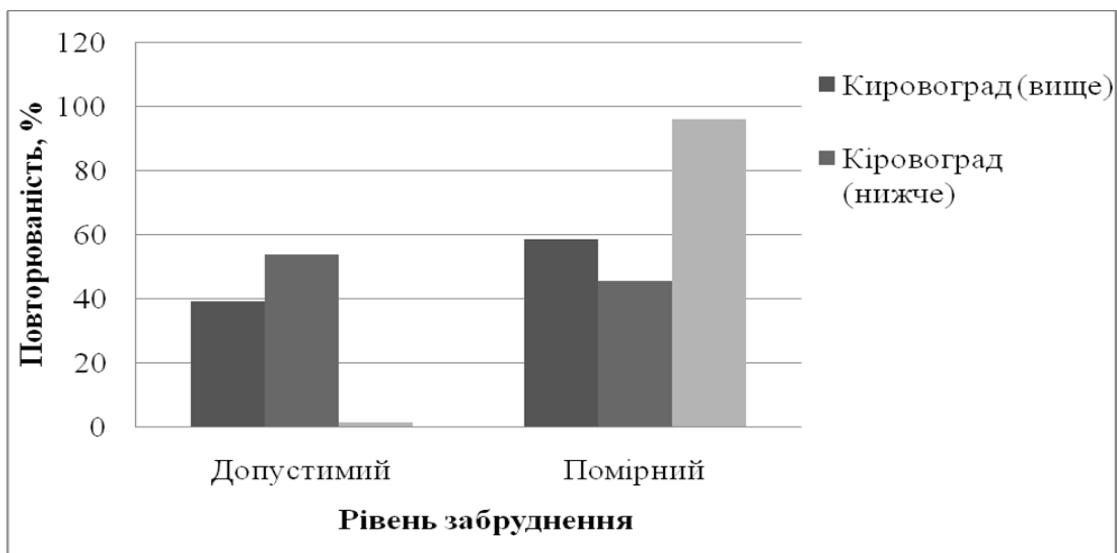


Рис. 4. Повторюваність рівнів забруднення за санітарним критерієм

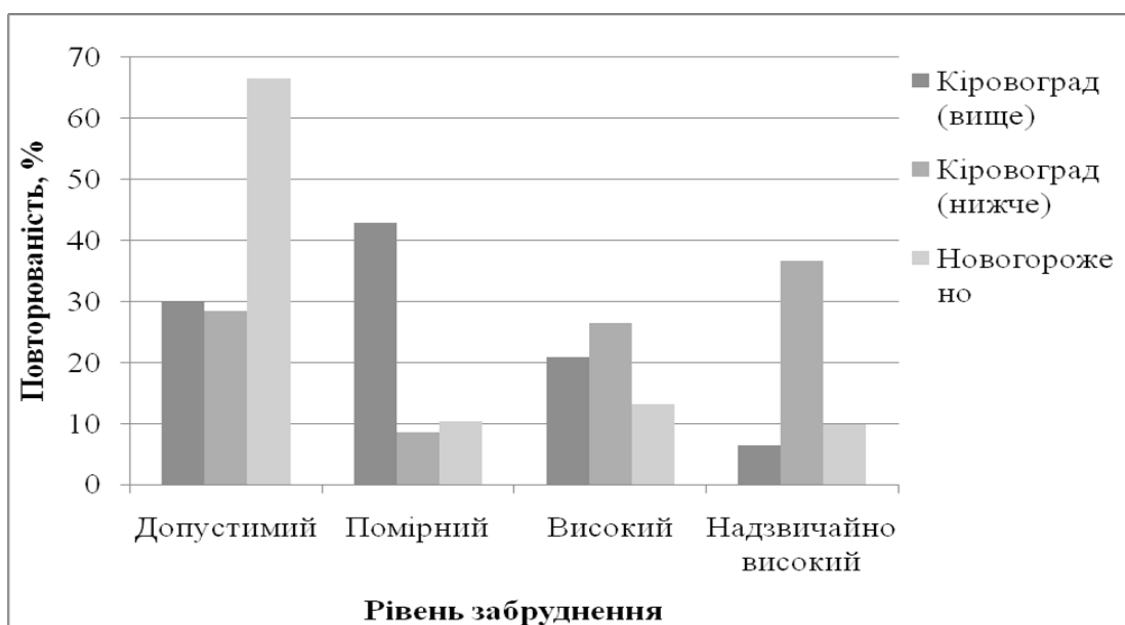
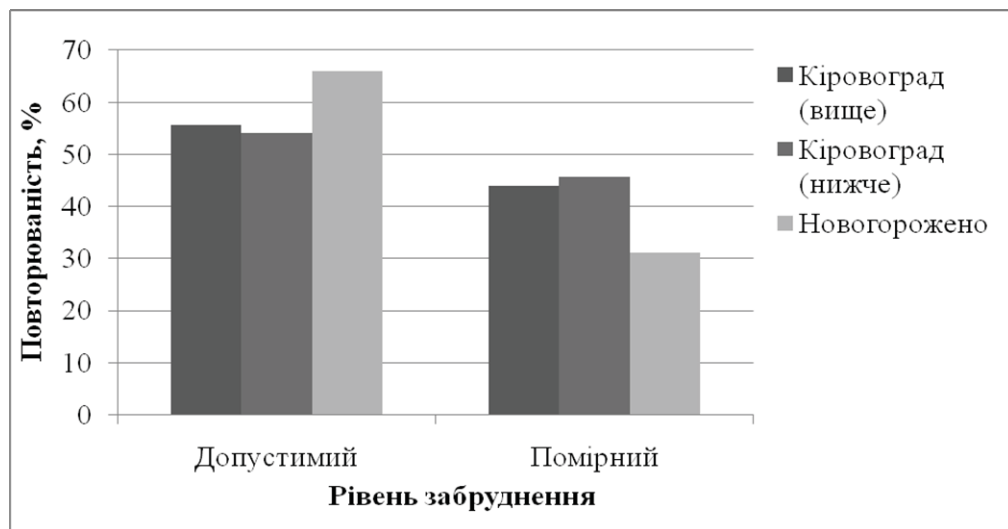


Рис. 5. Повторюваність рівнів забруднення за критерієм органолептичних властивостей

За санітарно-токсикологічним критерієм на р. Інгул переважає ситуація, коли рівень забруднення помірний (повторюваність > 50 %). Для випадків, коли води р. Інгул переходять в категорію помірно-забруднених значне перевищення допустимих концентрацій токсичних речовин установлене для таких інгредієнтів, як аміак та залізо. Найбільше забруднення спостерігається у створі м. Кіровоград (нижче міста). Перевищення аміаку досягають 9 разів, а заліза – у 13 разів (рис. 6).

У той же час у нижній течії ( р. Інгул – с. Новогорожено) переважають випадки, коли рівень забруднення залишається в межах допустимого (повторюваність < 60 %).

Використовуючи методику екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями, щодо якості води річки Інгул можна зробити наступні висновки:



**Рис. 6. Повторюваність рівнів забруднення за санітарно-токсикологічним критерієм**

- 1) за критеріями забруднення компонентами сольового складу значення якості індексу води коливається в межах від 1 до 4,33;
- 2) за трофо-сапробіологічними (еколого-санітарними) критеріями індекс якості води коливається від 1 до 5,33;
- 3) за специфічними показниками токсичної та радіаційної дії індекс якості води змінювався від 1 до 6.

Середні екологічні індекси якості води ( $I_e$ ) р.Інгул в досліджуваних створах, змінювались в межах від 1,27 до 3,9.

Результати екологічної оцінки якості води за відповідними категоріями вказують на те що за період з 1949 по 2007 роки вода на постах змінювалася за станом від відмінної до доброї, за ступенем чистоти – від дуже чистої до досить чистої, за трофністю – від оліго–мезотрофних до мезоевтрофних, за сапробністю – від  $\beta$ -олігосапробних до  $\beta'$ -мезасапробних. Проаналізувавши якість води за відповідною методикою по постах, було визначено, що в період з 1949 по 1995рр. спостерігалось погіршення якості води, а починаючи з 1996 р. спостерігається стабілізація забруднення Інгула останні п'ятнадцять років. Це може бути пов'язане з спадом виробництва після 1996 року, коли відповідно знизилась обсяги надходження в річку стічних вод. Також за даною методикою була побудована повторюваність класів забруднення, яка представлена на рис. 7

Добре видно, що основний відсоток повторюваностей склав другий клас забруднення, тобто води за характеристикою забрудненості «чисті», для створу Кіровоград (вище) – 48 %, Кіровоград (нижче) - 46 %, для р. Інгул - с. Новогорожено – 88 %.Також, аналізуючи приведену діаграму, можна побачити, що якість води вище м.Кіровоград гірша, ніж нижче міста.

**Висновки.** Таким чином якість води була оцінена чотирма методиками за господарсько-питними нормативами.



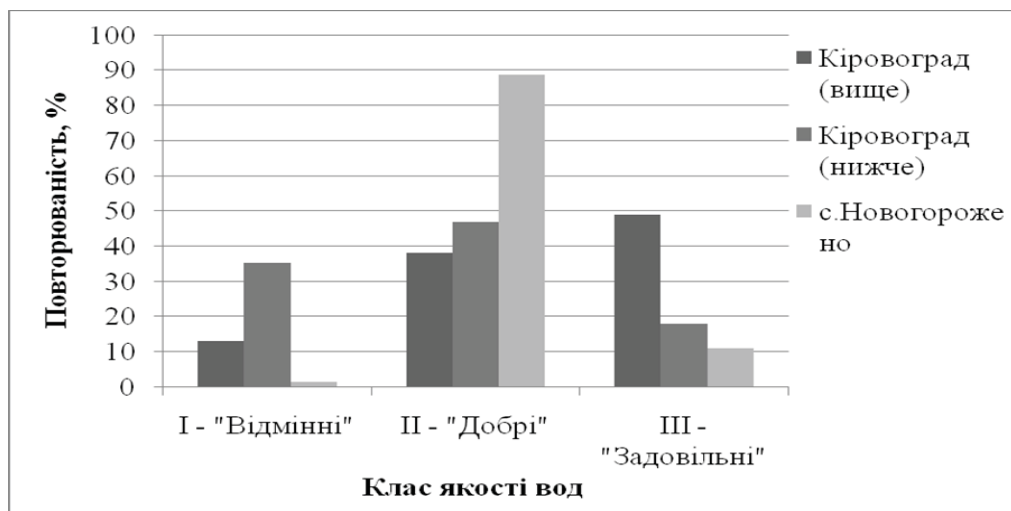


Рис. 7. Повторюваність класів забруднення води в басейні за методикою екологічної оцінки якості води

У результаті проведеної роботи, можна сказати, що якість води р. Інгул оцінюється як «задовільна». При чому за останні п'ятнадцять років спостерігається зниження рівня забруднення р. Інгул, який однак продовжує лишатись досить відчутним. Це пов'язано з тим, що за останні п'ятнадцять років спостерігається зниження рівня забруднення р. Інгул, який однак продовжує лишатись досить відчутним, що пов'язано з активною інтенсифікацією промисловості та сільського господарства до 1995 року і його спадом 1996 року. В останні 15 років основним джерелом забруднення р. Інгул виступають комунально-побутові і шахтно-дренажні стічні води.

Сучасний екологічний стан басейну річки Інгул негативний, це проявляється у поганій якості води та високих показниках захворюваності населення.

#### Список літератури

1. Екологічні паспорти Кіровоградської області, 2001-2009 рр.
2. Емельянова В.П. Оценка качества поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям / В.П. Емельянова, Н.Г. Данилова, Т.Х. Колесникова // Гидрохимические материалы . – 1983. – Т. LXXXVIII. – С. 119-129.
3. Національні доповіді про стан навколишнього природного середовища в Кіровоградській та Миколаївській областях, 2001-2009 рр.
4. Ресурси поверхностных вод СССР. – Т.6.Украина и Молдавия. – Вып.1. Западная Украина и Молдавия / Под.ред. М.С.Каганера. – Л. : Гидрометиздат, 1969. – 900 с.
5. Романенко В.Д. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В.Д.Романенко, В.М.Жукинський, О.П. Оксіюк. – К. : Символ-Т, 1998. – 28 с.
6. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод./ С.І.Сніжко – К. : Ніка-Центр, 2001. – 264 с.
7. Справочник по водным ресурсам / Под ред. Б.И. Стрельца – К. : Урожай, 1987. – 304 с.
8. Шитиков В.К. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. / В.К.Шитиков, Г.С.Розенберг, Т.Д.Зинченко. – Тольятти : ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с.

#### Оцінка якості води річки Інгул за гідрохімічними показниками

Лобода Н.С., Яров Я.С., Роша К.І.

Проведена оцінка якості води за довжиною річки Інгул за різними показниками, які ґрунтуються на даних спостережень (1974-2007 рр.). Встановлена повторюваність класів забруднення та головні забруднюючі речовини.

**Ключові слова:** якість води; показники забруднення води; забруднення води; повторюваність класів забруднення.

### **Оценка качества воды реки Ингул по гидрохимическим показателям**

**Лобода Н.С., Яров Я.С., Роша Е.И.**

*Проведена оцінка якості води по довжині річки Інгул по різним показателям, які базуються на даних спостережень (1974 – 2007 г.). Встановлено повторюваність класів забруднення та головні забруднюючі речовини.*

**Ключевые слова:** качество воды, показатели загрязнения воды, загрязнение воды, повторяемость классов загрязнения.

### **Estimation of quality of water of the river Ingul on hydrochemical indexes**

**Loboda N.S., Yarov Y.S., Rosha K.I.**

*The quality estimation is spent drive on length of the river Ingul on different indicators which are based on the data of supervision (1974 – 2007). Repeatability of classes of pollution and the main polluting substances is established.*

**Keywords:** quality of water, indicators of pollution of water, water pollution, repeatability of classes of pollution.

**Надійшла до редколегії 27.10.10**

УДК 504.45:556.55(477)

**Шерстюк Н.П.**

*Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара*

## **ВПЛИВ ГІРНИЧО-ВИДОБУВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ НА МІГРАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ГОЛОВНИХ ІОНІВ У ПОВЕРХНЕВИХ ВОДАХ**

**Ключові слова:** головні іони, поверхневі води, родовища залізних руд, техногенна метаморфізація, коефіцієнт водної міграції

**Постановка проблеми.** Ступінь екологічної небезпеки підприємств гірничо-видобувної промисловості визначається їх багатofакторним (багато в чому геохімічним) впливом на всі елементи навколишнього середовища.

У ході поширення хімічних елементів і сполук, що надходять від техногенних джерел (процесів і об'єктів) утворюються ореоли та потоки розсіювання, подібні із природними геохімічними аномаліями.

З початку промислового освоєння залізородних родовищ у Криворізькому районі суттєво змінилися характер та інтенсивність надходження в гідросферу хімічних елементів, що обумовлено техногенним переміщенням великих мас гірських порід з їхнім наступним перерозподілом у відвалах, гідровідвалах і хвостосховищах, водовідливом з кар'єрів і шахт, скидами виробничих стічних вод збагачувальних фабрик і хвостосховищ, поверхневим зливом з території гірничих відвалів і т.п.