

А.В. Чугай, к.г.н., А.В. Колісник, магістр
Одеський державний екологічний університет

ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД р. ПІВДЕННИЙ БУГ ЗА ГІДРОХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ (У МЕЖАХ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ)

Виконано оцінку якості вод р. Південний Буг у межах Вінницької області за 2000 – 2004 рр. Проаналізовано зміни якості води за період, що розглядається, та можливі джерела антропогенного впливу на природні води.

Ключові слова: *якість води, лімітуючий показник забруднення, комбінаторний індекс забрудненості.*

Вступ. Систематизація якості поверхневих вод на основі певних критеріїв приводить до необхідності розробки різних класифікацій забрудненості або якості води водних об'єктів. Найчастіше при класифікації якості поверхневих вод здійснюють зіставлення розрахованих певним чином концентрацій з відповідними нормативними значеннями показників, встановлених для кожного класу якості. В інших випадках класифікацію якості вод можна здійснювати за значеннями індексів, розрахованих по певній запропонованій системі.

Сучасні комплексні оцінки забрудненості поверхневих вод являють собою досить різноманітну систему методів оцінки. Різноманітність методів обумовлено різними рівнями дослідження водних об'єктів, цілями і задачами оцінки якості води, різноманіттям позицій, з яких ведеться оцінка. Сучасні методи комплексної оцінки забрудненості поверхневих вод розрізняються за метою використання, принципами розробки, критеріями оцінки, за обсягом та характером наявної інформації, за способами формалізації даних.

Основним методом оцінки якості поверхневих вод в Україні є методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями, яка затверджена в 1999 р. [1]. Ця методика передбачає оцінку якості поверхневих вод за трьома групами класифікацій: сольового складу, трофо-сапробіологічні (еколого-санітарні), специфічні показники токсичної і радіаційної дії. Такий метод передбачає оцінку якості вод за гідрохімічними та гідробіологічними показниками. Але в більшості випадків моніторинг якості вод виконується за гідрохімічними показниками.

У зв'язку з цим пропонується оцінка якості поверхневих вод за гідрохімічними показниками.

Матеріали і методи дослідження. На основі даних моніторингу р. Південний Буг та її приток, наданих Державним управлінням екології і природних ресурсів у Вінницькій області, виконана оцінка якості вод ріки за 2000 - 2004 рр. З цією метою була обрана методика оцінки якості води водних об'єктів за гідрохімічними показниками [2], яка широко застосовується при проведенні досліджень якості води, в тому числі і в Україні.

Цей метод оцінки якості води водних об'єктів за гідрохімічними показниками розроблено Гідрохімічним інститутом Держкомгідромету колишнього СРСР. Головна мета методу полягає в одержанні оцінки якості води і проведенні на її основі класифікації води за ступенем придатності для основних видів водокористування - господарсько-питного, культурно-побутового, а також для рибогосподарських цілей.

Перший ступінь класифікації оснований на встановленні міри стійкості забруднення. Як міра стійкості забруднення використовується величина повторюваності випадків перевищення *ГДК*:

$$H_i = \frac{N_{ГДК}}{N_i}, \quad (1)$$

де H_i - повторюваність випадків перевищення $ГДК$ по i -му інгредієнту;

$N_{ГДК}$ - число результатів аналізу, в яких вміст i -го інгредієнта перевищує його гранично допустиму концентрацію;

N_i - загальне число результатів аналізу по i -му інгредієнту.

Після проведення аналізу забруднення за ознакою повторюваності було виділено як якісно відмінні такі характеристики: забруднення може спостерігатися в окремих пробах, тобто бути одиничним; забруднення може бути нестійким; може не бути домінуючим, але очевидно мати стійкий характер; забруднення може бути домінуючим, тобто характерним. Якісним вираженням виділених характеристик забруднення води присуджуються кількісні вираження в балах (табл. 1).

Таблиця 1 - Класифікація води водних об'єктів за ознаками повторюваності випадків забрудненості

Повторюваність, %	Характеристика забруднення води	Часткові оціночні бали	
		виражені умовно	абсолютні значення
0; 10	одинична	a	1
10; 30	нестійка	b	2
30; 50	стійка	c	3
50; 100	характерна	d	4

Другий ступінь класифікації ґрунтується на встановленні рівня забруднення, мірою якого є також поширений в гідрохімічній практиці показник кратності перевищення $ГДК$:

$$K_i = \frac{C_i}{C_{ГДК}}, \quad (2)$$

де K_i - кратність перевищення $ГДК$ по i -му інгредієнту;

C_i - концентрація i -го інгредієнта у воді водного об'єкта, мг/дм³;

$C_{ГДК}$ - гранично допустима концентрація i -го інгредієнта, мг/дм³.

За аналізом забруднення води водних об'єктів по кратності перевищень нормативів окремою забруднювальною речовиною відокремлюються чотири якісно відмінні ступеня рівня забруднення: низький; середній; високий; дуже високий. Якісним вираженням виділених характеристик також присвоюються кількісні вирази градацій в балах (табл. 2).

Таблиця 2 - Класифікація води водотоків за рівнем забрудненості

Кратність перевищення нормативів	Характеристика рівня забруднення	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

По кожному з урахованих інгредієнтів отримують узагальнені оцінки якості води за визначений термін часу (табл. 3). Узагальненим характеристикам присвоєно узагальнені оціночні бали S_i , отримані як підсумок за окремими характеристиками. Значення узагальненого оціночного балу по одному інгредієнту може коливатися в різних за якістю водах від 1 до 16.

Таблиця 3 - Можливі варіації якісного стану води водотоків за окремими інгредієнтами та показниками забрудненості

Комплексна характеристика стану забрудненості води водотоку	Загальні оціночні бали		Характеристика якості води водотоку
	виражені умовно	абсолютні значення	
Одинична забрудненість низького рівня	$a x a_1$	1	слабко забруднена
Одинична забрудненість середнього рівня	$a x v_1$	2	забруднена
Одинична забрудненість високого рівня	$a x c_1$	3	брудна
Одинична забрудненість дуже високого рівня	$a x d_1$	4	брудна
Нестійка забрудненість низького рівня	$v x a_1$	2	забруднена
Нестійка забрудненість середнього рівня	$v x v_1$	4	брудна
Нестійка забрудненість високого рівня	$v x c_1$	6	дуже брудна
Нестійка забрудненість дуже високого рівня	$v x d_1$	8	дуже брудна
Стійка забрудненість низького рівня	$c x a_1$	3	брудна
Стійка забрудненість середнього рівня	$c x v_1$	6	дуже брудна
Стійка забрудненість високого рівня	$c x c_1$	9	дуже брудна
Стійка забрудненість дуже високого рівня	$c x d_1$	12	неприпустимо брудна
Характерна забрудненість низького рівня	$d x a_1$	4	брудна
Характерна забрудненість середнього рівня	$d x v_1$	8	дуже брудна
Характерна забрудненість високого рівня	$d x c_1$	12	неприпустимо брудна
Характерна забрудненість дуже високого рівня	$d x d_1$	16	неприпустимо брудна

Проте якість води водних об'єктів є функцією не тільки окремих її елементів і тривалості їх впливу, але і числа цих елементів та комбінаторних відношень їх концентрацій. Врахування спільного впливу цих факторів здійснюється у заключному, третьому ступені класифікації. Якість води водного об'єкта визначається через комплексний показник, одержаний складанням узагальнених оціночних балів усіх визначених у створі забруднювальних речовин. Оскільки при цьому враховуються різні комбінації концентрацій забруднювальних речовин в умовах їх одночасної

присутності, цей комплексний показник називається комбінаторним індексом забрудненості (*KIЗ*):

$$KIЗ = \sum_{i=1}^n S_i, \quad (3)$$

Заключний етап класифікації здійснюється на основі величини *KIЗ*. Встановлення градації якості води відносно її придатності для використання з тією чи іншою метою здійснюється залежно від їх числа (табл. 4). Із загального числа урахованих інгредієнтів і показників якості води водних об'єктів визначаються лімітуючі показники забрудненості. До лімітуючих показників забрудненості (*ЛПЗ*) води відносять будь-яку забруднювальну речовину, забрудненість води якою визначається як "стійка дуже високого рівня" або "характерна високого і дуже високого рівня". Величина сумарного оціночного балу за таким інгредієнтом дорівнює чи більше 11.

Результати дослідження та їх аналіз. При виконанні оцінки якості вод аналізувалися дані спостережень по течії р. Південний Буг та її приток з 19 постів (в межах Вінницької області) за період 2000 -2004 рр. за 20 показниками якості води. Аналіз проводився для двох видів водокористування: рибогосподарського та господарсько-питного. В табл. 5 представлені результати оцінки якості поверхневих вод.

Результати розрахунків показують, що в 2000 - 2001 рр. при оцінці вод для рибогосподарського водокористування *ЛПЗ* у різних створах були *Fe*, *Cu*, *Cd*. В 2002 р. на всіх створах визначено один *ЛПЗ* – *Cu*, в 2003 р. тільки в створі 8 визначено в якості *ЛПЗ* NO_2^- . Оцінка якості вод у 2004 р. показала відсутність показників зі значенням $KIЗ \geq 11$. Якості води в 2000 р. в середньому відповідає IV клас, розряд *a*, дуже брудний стан водного середовища; в 2001 р. - III клас, розряд *b*, брудний стан; в 2002 р.- III клас, брудний стан; в 2003 р. - III клас, розряд *a*, брудний стан; в 2004 р. - III клас, розряд *a*, брудний стан.

При оцінці якості вод для потреб господарсько-питного водокористування було встановлено, що в 2000 р. тільки на 4 та 8 пунктах спостереження *ЛПЗ* є *Cd*. В наступні роки при розрахунках не було виявлено лімітуючих показників забруднення. Середній ступень забруднення р. Південний Буг, як об'єкта господарсько-питного водокористування за період, що розглядається, відповідав II класу якості, забрудненому стану водного середовища.

Так, можна відзначити, що в період з 2000 по 2004 рр. спостерігається покращення якості вод р. Південний Буг в межах досліджуваного району.

На основі розрахунку комбінаторного індексу забрудненості для 19 пунктів спостереження, розміщених на р. Південний Буг, побудовані графіки їх зміни (рис.1-5).

Аналіз представлених графіків показує, що за період 2000-2004 рр. значення *KIЗ* при оцінці якості вод для рибогосподарських потреб зменшилось практично вдвічі. Необхідно відзначити поступове зниження значення цього показника на протязі 5 років.

Щодо придатності вод для господарсько-питного водокористування, також відзначено зменшення *KIЗ*. Але на протязі 2000-2002 рр. картина практично не змінювалась. Незначне поступове зниження значення комбінаторного індексу забрудненості відзначалось в 2003 - 2004 рр.

Таблиця 4 – Класифікація якості води за величиною комбінаторного індексу забруднення

Клас якості води	Розряд класу якості води	Характеристика стану забрудненості води	Величина комбінаторного індексу забрудненості з урахуванням кількості лімітуючих показників забрудненості (<i>ЛПЗ</i>)					
			без урахування числа <i>ЛПЗ</i>	1 <i>ЛПЗ</i> ($k=0,9$)	2 <i>ЛПЗ</i> ($k=0,8$)	3 <i>ЛПЗ</i> ($k=0,7$)	4 <i>ЛПЗ</i> ($k=0,6$)	5 <i>ЛПЗ</i> ($k=0,5$)
I	—	Слабко забруднена	1n	0,9n	0,8n	0,7n	0,6n	0,5n
II	—	Забруднена	1n; 2n	0,9n; 1,8n	0,8n; 1,6n	0,7n; 1,4n	0,6n; 1,2n	0,5n; 1,0n
III	—	Брудна	2n; 4n	1,8n; 3,6n	1,6n; 3,2n	1,4n; 2,8n	1,2n; 2,4n	1,0n; 2,0n
III	а	Брудна	2n; 3n	1,8n; 2,7n	1,6n; 2,4n	1,4n; 2,1n	1,2n; 1,8n	1,0n; 1,5n
III	б	Брудна	3n; 4n	2,7n; 3,6n	2,4n; 3,2n	2,1n; 2,8n	1,8n; 2,4n	1,5n; 2,0n
IV	а	Дуже брудна	4n; 6n	3,6n; 5,4n	3,2n; 4,8n	2,8n; 4,2n	2,4n; 3,6n	2,0n; 3,0n
IV	б	Дуже брудна	6n; 8n	5,4n; 7,2n	4,8n; 6,4n	4,2n; 5,6n	3,6n; 4,8n	3,0n; 4,0n
IV	в	Дуже брудна	8n; 10n	7,2n; 9,0n	6,4n; 8,0n	5,6n; 7,0n	4,8n; 6,0n	4,0n; 5,0n
IV	г	Дуже брудна	10n; 11n	9,0n; 9,9n	8,0n; 8,8n	7,0n; 7,7n	6,0n; 6,6n	5,0n; 5,5n

Таблиця 5 - Оцінка якості вод р. П. Буг (в межах Вінницької області) у 2000 – 2004 рр.

Номер пункту	Господарсько-питне водокористування	Рибогосподарське водокористування	Номер пункту	Господарсько-питне водокористування	Рибогосподарське водокористування
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
2000 р.			Ств.4	I, слабо забруднена	IV, а, дуже брудна
Ств.1	II, забруднена	IV, а, дуже брудна	Ств.5	II, забруднена	IV, а, дуже брудна
Ств.2	II, забруднена	IV, а, дуже брудна	Ств.6	II, забруднена	IV, а, дуже брудна
Ств.3	II, забруднена	IV, а, дуже брудна	Ств.7	II, забруднена	IV, а, дуже брудна
Ств.4	III, брудна	IV, а, дуже брудна	Ств.8	II, забруднена	IV, а, дуже брудна
Ств.5	II, забруднена	IV, а, дуже брудна	Ств.9	II, забруднена	III, брудна
Ств.6	II, забруднена	IV, а, дуже брудна	Ств.10	II, забруднена	IV, а, дуже брудна
Ств.7	II, забруднена	IV, а, дуже брудна	Ств.11	II, забруднена	IV, а, дуже брудна
Ств.8	II, забруднена	IV, а, дуже брудна	Ств.12	II, забруднена	III, брудна
Ств.9	II, забруднена	III, брудна	Ств.13	II, забруднена	III, брудна
Ств.10	II, забруднена	III, брудна	Ств.14	II, забруднена	IV, а, дуже брудна
Ств.11	II, забруднена	IV, а, дуже брудна	Ств.15	II, забруднена	IV, а, дуже брудна
Ств.12	II, забруднена	IV, а, дуже брудна	Ств.16	II, забруднена	III, брудна
Ств.13	II, забруднена	IV, а, дуже брудна	Ств.17	II, забруднена	III, брудна
Ств.14	II, забруднена	IV, а, дуже брудна	Ств.18	II, забруднена	IV, а, дуже брудна
Ств.15	II, забруднена	IV, а, дуже брудна	Ств.19	II, забруднена	IV, а, дуже брудна
Ств.16	II, забруднена	III, брудна	2002 р.		
Ств.17	II, забруднена	IV, а, дуже брудна	Ств.1	II, забруднена	III, брудна
Ств.18	II, забруднена	III, брудна	Ств.2	II, забруднена	III, брудна
Ств.19	II, забруднена	IV, а, дуже брудна	Ств.3	II, забруднена	III, брудна
2001 р.			Ств.4	II, забруднена	III, брудна
Ств.1	II, забруднена	IV, а, дуже брудна	Ств.5	II, забруднена	III, брудна
Ств.2	II, забруднена	IV, а, дуже брудна	Ств.6	II, забруднена	III, брудна
Ств.3	II, забруднена	IV, а, дуже брудна	Ств.7	II, забруднена	III, брудна

Продовження таблиці 5.

1	2	3	4	5	6
Ств.8	II, забруднена	III, брудна	Ств.14	II, забруднена	III, а, брудна
Ств.9	II, забруднена	III, брудна	Ств.15	II, забруднена	III, а, брудна
Ств.10	II, забруднена	III, брудна	Ств.16	II, забруднена	III, а, брудна
Ств.11	II, забруднена	III, брудна	Ств.17	II, забруднена	III, а, брудна
Ств.12	II, забруднена	III, брудна	Ств.18	II, забруднена	III, а, брудна
Ств.13	II, забруднена	III, брудна	Ств.19	II, забруднена	III, а, брудна
Ств.14	II, забруднена	III, брудна	2004 р.		
Ств.15	II, забруднена	III, брудна	Ств.1	II, забруднена	III, брудна
Ств.16	II, забруднена	III, брудна	Ств.2	I, слабо забруднена	III, брудна
Ств.17	I, слабо забруднена	III, брудна	Ств.3	II, забруднена	III, брудна
Ств.18	I, слабо забруднена	III, брудна	Ств.4	I, слабо забруднена	III, а, брудна
Ств.19	II, забруднена	III, брудна	Ств.5	II, забруднена	III, брудна
2003 р.			Ств.6	II, забруднена	III, а, брудна
Ств.1	II, забруднена	III, б, брудна	Ств.7	I, слабо забруднена	III, а, брудна
Ств.2	II, забруднена	III, а, брудна	Ств.8	II, забруднена	III, а, брудна
Ств.3	II, забруднена	III,	Ств.9	II, забруднена	III, а, брудна
Ств.4	II, забруднена	III, а, брудна	Ств.10	I, слабо забруднена	III, а, брудна
Ств.5	II, забруднена	III, а, брудна	Ств.11	II, забруднена	III, а, брудна
Ств.6	II, забруднена	III, а, брудна	Ств.12	I, слабо забруднена	III, брудна
Ств.7	II, забруднена	III, а, брудна	Ств.13	II, забруднена	III, а, брудна
Ств.8	II, забруднена	III, брудна	Ств.14	II, забруднена	III, а, брудна
Ств.9	II, забруднена	III, б, брудна	Ств.15	II, забруднена	III, брудна
Ств.10	II, забруднена	III, а, брудна	Ств.16	II, забруднена	III, брудна
Ств.11	II, забруднена	III, б, брудна	Ств.17	II, забруднена	III, брудна
Ств.12	II, забруднена	III, а, брудна	Ств.18	I, слабо забруднена	III, брудна
Ств.13	II, забруднена	III, а, брудна	Ств.19	II, забруднена	III, брудна

Так, за наявними даними, якість води р. Південний Буг в межах досліджуваного району характеризується тенденцією до поліпшення.

Ріки басейну Південного Бугу є основним постачальником води в області (97,9 % водозабору області у 2003 р.). Головний водозбір області - Ладижинська ТЕС. За даними Держуправління екології і природних ресурсів у Вінницькій області [3], в останні роки зменшилося водоспоживання в сільському та комунальному господарстві. Зменшилася кількість скинутих забруднених вод. Відповідно зменшилася кількість аварійних скидів. Слід зазначити збільшення обсягів оборотного і повторно-послідовного водопостачання в області [3].

Останнім часом основними забруднювачами поверхневих вод області були підприємства харчової і переробної промисловості. Значне падіння обсягів виробництва на цих підприємствах привело до зменшення обсягів скидів. Але більший внесок в обсяги забруднень вносять підприємства житлово-комунального господарства.

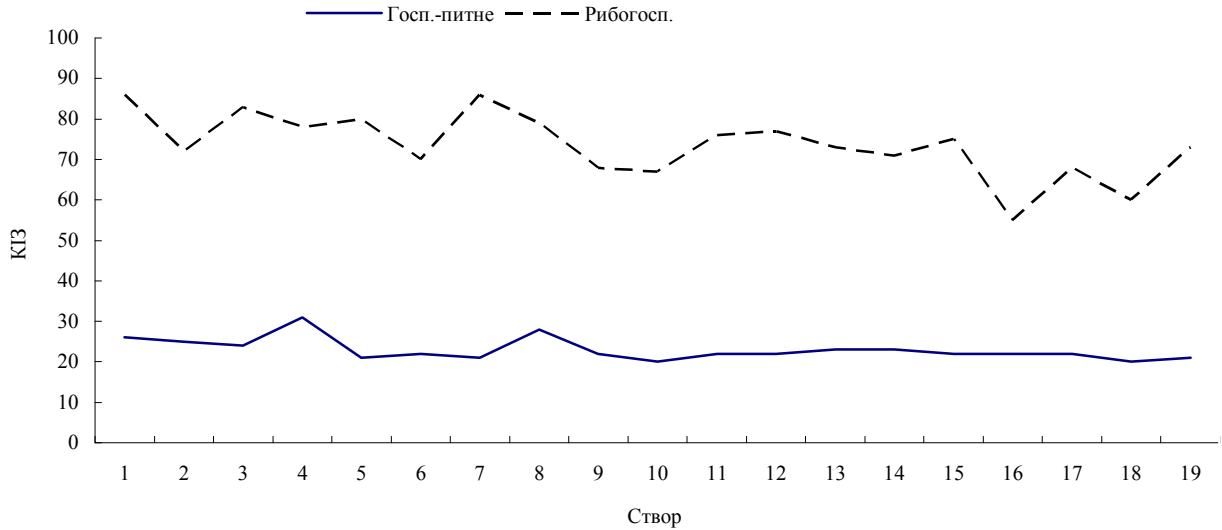


Рис. 1. Значення $K13$ по створах (р. Південний Буг, 2000 р.).

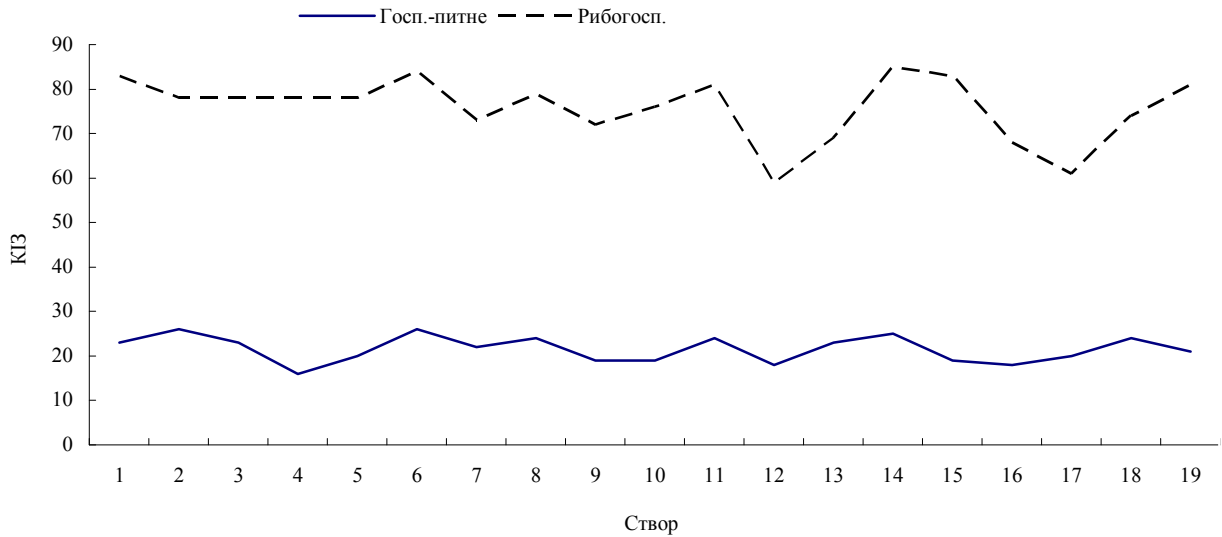


Рис. 2. Значення $K13$ по створах (р. Південний Буг, 2001 р.).

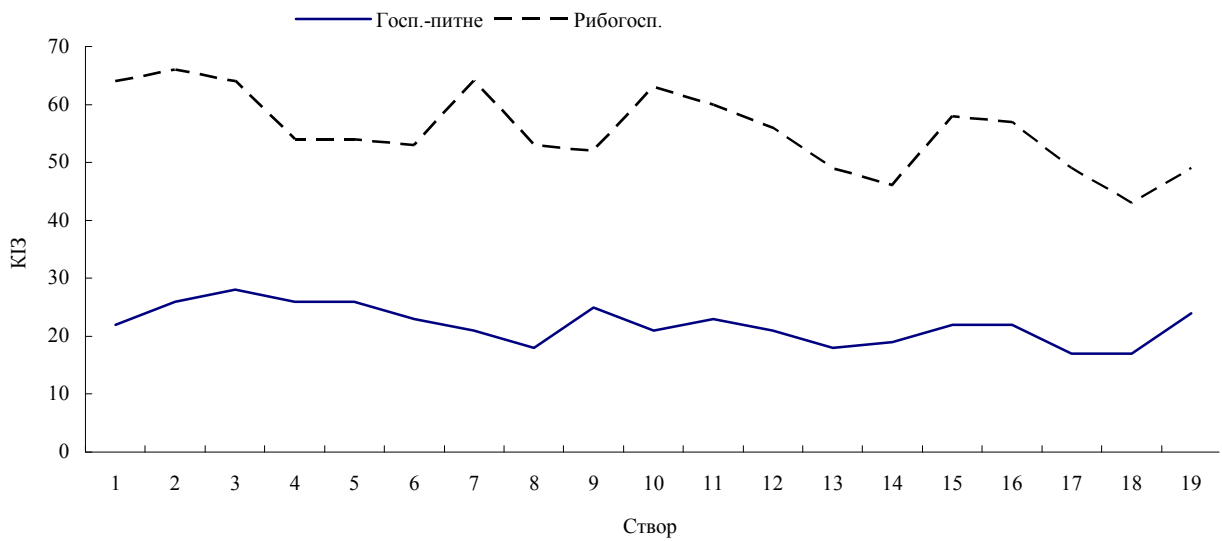


Рис. 3. Значення $K13$ по створах (р. Південний Буг, 2002 р.).

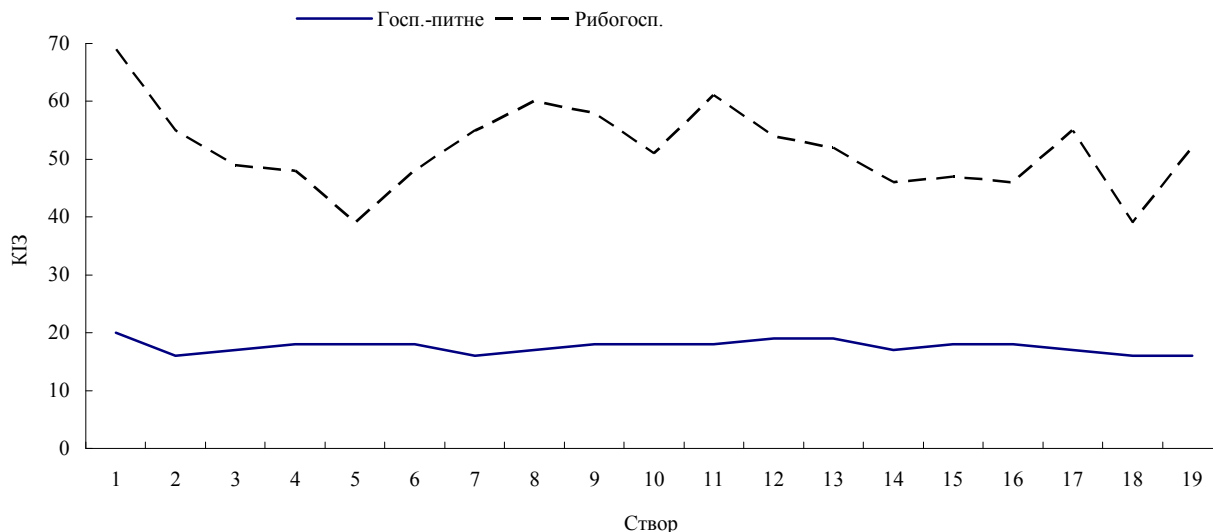


Рис. 4. Значення *KИЗ* по створах (р. Південний Буг, 2003 р.).

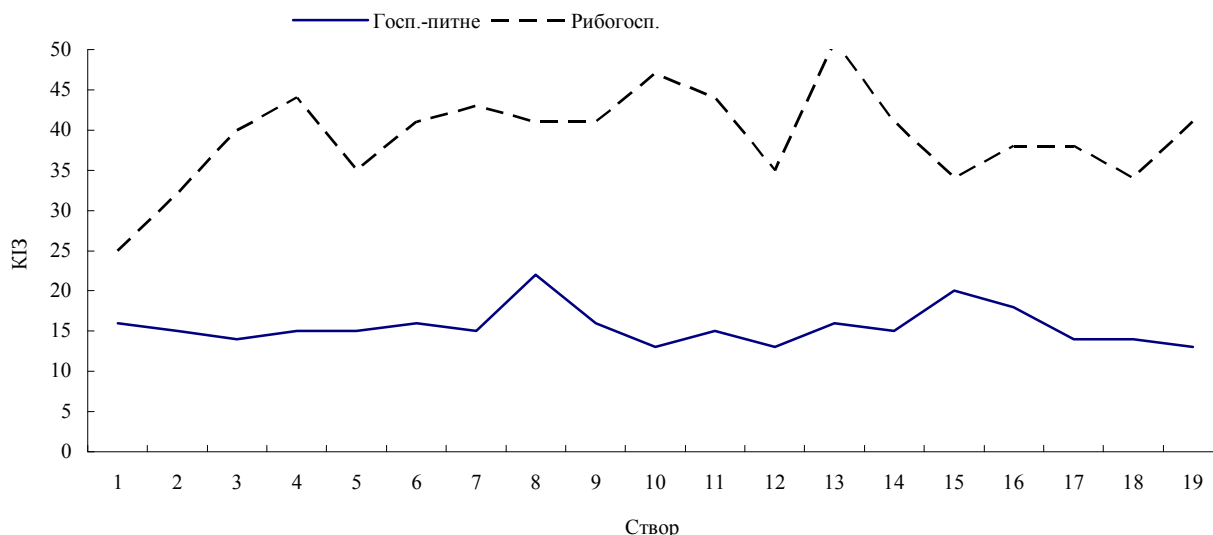


Рис. 5. Значення *KИЗ* по створах (р. Південний Буг, 2004 р.).

На території Вінницької області експлуатуються 55 очисних споруд каналізації (ОСК) біологічного і механічного типу очищення оборотних вод. Основною загальною проблемою майже всіх ОСК області є наднормативне скидання азоту амонійного внаслідок недостатнього рівня і глибини біологічного очищення.

Разом з тим, в зв'язку із незадовільним технічним станом каналізаційних насосних споруд (КНС) постійно виникають аварійні ситуації із скидом неочищених стоків в р. Південний Буг в м. Вінниця [3].

Висновки. На основі оцінки якості поверхневих вод р. Південний Буг (в межах Вінницької області) за 2000 – 2004 рр., виконаної за допомогою методики оцінки якості води водних об'єктів за гідрохімічними показниками, можна відзначити, що за досліджуваній період спостерігається тенденція поліпшення якості вод. Так, при оцінці вод для рибогосподарських потреб рівень забруднення зменшився майже вдвічі.

Основними лімітуючими показниками забруднення в водах ріки виявлено *Fe*, *Cu*, *Cd*, *NO₂⁻*. Проте, 2004 р. характеризувався повною відсутністю *ЛПЗ* в водах р. Південний Буг.

Такі результати, за даними Держуправління екології і природних ресурсів у Вінницькій області, є результатом зменшення в останні роки водоспоживання в області, аварійних скидів, а також зменшення обсягів виробництва, що привело до зменшення обсягів скидів.

Отримані дані є основою для подальшого аналізу якості вод ріки та вивчення міжрічної мінливості показників забруднення.

Список літератури

1. *Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями* / Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П. та інші. – К.: Символ - Т, 1998. – 28 с.
2. *Сніжко С.І.* Оцінка та прогнозування якості природних вод. - К.: Ніка центр, 2001. – 262 с.
3. *Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Вінницькій області в 2003 р.* – Вінниця, 2004. – 62 с.

Оценка качества вод р. Ю. Буг по гидрохимическим показателям (в пределах Винницкой области). Чугай А.В., Колесник А.В.

Выполнена оценка качества вод р. Южный Буг в пределах Винницкой области за 2000 – 2004 гг. Проанализированы изменения качества воды за рассматриваемый период и возможные источники антропогенного воздействия на природные воды.

Ключевые слова: *качество воды, лимитирующий показатель загрязнения, комбинаторный индекс загрязненности.*

Estimation of S. Bug waters quality on hydrochemical parameters (within the boundary of Vinnitsa region). Chugai A., Kolesnik A.

The estimation of South Bug waters quality within the boundary of Vinnitsa region in 2000 – 2004. The changes of waters quality for the considered period and possible sources of anthropogenic influence on natural waters are analyzed.

Keywords: *waters quality, limiting parameter of pollution, combination index of pollution.*