

Є.І. Колодєєв, к.г.н., доц., М.В. Захарова, к.г.н.
Одеський державний екологічний університет

ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ ВЕРХНЬОЇ ЧАСТИНИ БАСЕЙНУ р. ПІВДЕННИЙ БУГ ЗА ГІДРОХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

В статті для характеристики гідроекологічного стану річкових вод верхньої частини басейну Південного Бугу використовується гідрохімічний індекс забруднення, для аналізу впливу водності на якість річкових вод – метод інтегральних різницеєвих кривих.

Ключові слова: гідроекологічний стан, водність, гідрохімічний індекс забруднення, забруднювальні речовини.

Вступ. Найважливішим завданням гідроекології є вивчення просторово-часових закономірностей гідрохімічного режиму та здійснення оцінки якісного стану водних об'єктів в умовах антропогенної дії. Господарський вплив на водні об'єкти неможливо вивчати без дослідження природного гідрохімічного режиму, а гідрохімічний режим – без гідрологічного. Такі обставини ускладнюються поєднаним впливом багатьох чинників природного та штучного походження. Серед чинників антропогенного характеру найважливішими є зарегульованість стоку річок та вплив промислових і господарсько-побутових стічних вод, а серед чинників природного характеру, як пріоритетні, виділяють площу водозбору, озерність, заболоченість, закарстованість, водність року [1].

Метою статті є дослідження динаміки гідроекологічного стану річкових вод верхньої частини басейну Південного Бугу за гідрохімічними показниками, а також виявлення впливу водності досліджуваних річок на їх гідрохімічний режим за розрахованими величинами гідрохімічного індексу забруднення ІЗВ [2].

Об'єкти та вихідні матеріали досліджень. Для виконання поставленої задачі було використано матеріали спостережень за гідрологічними характеристиками та хімічним складом вод р. Південний Буг у верхній її частині в системі Державної гідрометеорологічної служби України на 6 постах (табл. 1).

Таблиця 1 – Пости гідролого-гідрохімічного моніторингу в верхній частині р. Південний Буг

№	Річка – пункт	Місце-розташування	Період спостережень	
			гідрологічних характеристик	гідрохімічних характеристик
1	р. Південний Буг – м. Хмельник	3,5 км вище	-	1976-2006
2	р. Південний Буг – с. Лелітка	в межах села	1963-2006	1961-1989
3	р. Південний Буг – с. Сабаров	вище села	1930-1991	1976-1981
4	р. Бужок – с. Меджибіж	в межах села	1961-1987	1978-2006
5	р. Іква – с. Стара Синява	1,0 км вище	1961-2004	1976-1985
6	р. Ров – с. Демидівка	в межах села	1964-2006	1978-2006

Методи дослідження. Для дослідження гідроекологічного стану річкових вод верхів'їв басейну Південного Бугу в роботі використовувався гідрохімічний індекс забруднення ІЗВ, розроблений Держкомгідрометом СРСР [2], який належить до категорії показників, що найчастіше використовуються для оцінки якості води водних об'єктів. Слід відзначити й те, що це одна з найпростіших методик комплексної оцінки

якості води.

Розрахунок ІЗВ виконується за обмеженим числом інгредієнтів. Визначається середнє арифметичне значення результатів хімічних аналізів по кожному з таких показників: азот амонійний (NH_4^+), азот нітритний (NO_2^-), нафтопродукти, феноли, розчинений кисень (O_2), біохімічне споживання кисню (БСК_5). Визначене середнє арифметичне значення кожного з показників порівнюється з їх гранично допустимими концентраціями.

Цей індекс є типовим адитивним коефіцієнтом і водночас є середньою часткою перевищення ГДК за лімітованим числом індивідуальних інгредієнтів

$$\text{ІЗВ} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{ГДК}_i}, \quad (1)$$

де C_i – концентрація компонента, мг/дм³;

n – кількість показників, що використовуються для розрахунку індексу;

ГДК_i – величина нормативу для відповідного типу водокористування, мг/дм³.

За величинами розрахованих ІЗВ виконується оцінка якості води. При цьому виділяються такі класи якості води:

I – дуже чиста ($\text{ІЗВ} \leq 0,3$);

II – чиста ($0,3 < \text{ІЗВ} < 1,0$);

III – помірно забруднена ($1,0 < \text{ІЗВ} < 2,5$);

IV – забруднена ($2,5 < \text{ІЗВ} < 4,0$);

V – брудна ($4,0 < \text{ІЗВ} < 6,0$);

VI – дуже брудна ($6,0 < \text{ІЗВ} < 10,0$);

VII – надзвичайно брудна ($\text{ІЗВ} > 10,0$).

До першого класу належать води, на які найменше впливають антропогенні чинники. Величини їх гідрохімічних та гідробіологічних показників близькі до природних значень для певного регіону.

Для вод другого класу характерні певні зміни порівняно з природними, однак ці зміни не порушують екологічної рівноваги.

До третього класу належать води, які перебувають під значним антропогенним впливом, рівень якого близький до межі стійкості екологічних систем.

Води IV-VII класів – це води з порушеними екологічними параметрами, їх екологічний стан оцінюється як екологічний регрес.

Для оцінки водності річок верхів'їв Південного Бугу в роботі використовувався поширений у гідрології метод, заснований на побудові різницевого інтегрального кривих модульних коефіцієнтів річного стоку [3].

Результати дослідження та їх аналіз. Перш ніж розпочати безпосереднє представлення результатів дослідження слід окремо зауважити, що за весь період спостережень за хімічним складом річкових вод на перелічених постах (табл. 1) найбільш повно інформація представлена тільки по головних іонах. Починаючи з 1976 року, кількість інгредієнтів при оцінці якості води значно зросла, з'явилися дані по біогенних речовинах, важких металах і показниках забруднення води (жорсткість, СПАР, нафтопродукти, феноли та ін.), але відбори проб води все одно не були стабільні і впродовж досліджуваних періодів часто припинялися.

Одержані дані (ІЗВ) по кожному посту для комплексного аналізу зведені в табл. 2. Аналіз цієї таблиці показав, що з 6 досліджуваних постів найбільш сприятливі умови щодо якості води встановлені по водопосту р. Південний Буг – м. Хмельник (3,5 км вище) і р. Ров – с. Демидівка, де відповідно класи «дуже чистої» і «чистої» води

становили 52% і 17%. На інших постах ці класи не перевищували 11% – на водпосту р. Бужок – с. Меджибіж, а на водпосту р. Іква – с. Синява ці класи зовсім не зустрічалися.

Аналізуючи підвищені значення ІЗВ, які характеризують значний ступінь забруднення річкових вод, слід відзначити, що максимальний рівень забруднення (клас води «забруднена», «брудна», «дуже брудна», «надзвичайно брудна») характерний для водпоста р. Південний Буг – с. Лелітка з повторюваністю 88%, дещо нижчий показник відзначався на водпосту р. Ров – с. Демидівка і становив 78% відповідно.

Таблиця 2 – Повторюваність класів забруднення ІЗВ (у %) по постах

№	Річка – пункт	Клас якості						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
1	р. Південний Буг – м. Хмельник	5	47	30	9	5	3	1
2	р. Південний Буг – с. Лелітка	4	4	4	4	24	24	36
3	р. Південний Буг – с. Сабаров	0	8	19	19	19	19	15
4	р. Бужок – с. Меджибіж	1	10	1	18	24	18	28
5	р. Іква – с. Стара Синява	0	0	38	20	1	40	1
6	р. Ров – с. Демидівка	0	17	5	33	25	20	0

Слід зауважити, що дані табл. 2 характеризуються деякою неоднозначністю, оскільки розраховані ряди ІЗВ мають різну довжину. По водпостах м. Хмельник, с. Демидівка і с. Меджибіж ряди спостережень за хімічним складом води мають період спостережень з 1976-1978 по 2006 рр., а по постах с. Стара Синява, с. Лелітка, с. Сабаров цей період завершується у 1985, 1989 та 1981 р. В зв'язку з цим для оцінки надійності наведених в табл. 2 даних було виконано співставлення результатів обчислення повторюваності класів якості води, одержаних за різні періоди спостережень по водпосту с. Хмельник (періоди 1976-2006 рр. і 1976-1985 рр.). В результаті було з'ясовано, що найбільш значні розходження мають II клас якості (6% і 47%), IV клас (38% і 9%), V клас (16% і 5%). Це означає, що при накопиченні даних за хімічним складом річкових вод ці показники можуть змінити свої значення.

Оцінка внеску забруднювальних речовин виконувалася по екстремальних значеннях, концентрації яких перевищували ГДК:

- р. Південний Буг – м. Хмельник – БСК₅, кисень (O₂), нафтопродукти;
- р. Південний Буг – с. Лелітка – іони нітритів (NO₂⁻);
- р. Південний Буг – с. Сабаров – нафтопродукти, феноли;
- р. Бужок – с. Меджибіж – нафтопродукти, феноли;
- р. Іква – с. Стара Синява – іони амонію (NH₄⁺);
- р. Ров – с. Демидівка – іони нітритів (NO₂⁻).

Класи забруднення води р. Південний Буг поблизу м. Хмельник за багаторічний період змінюються від I («дуже чиста») до VII («надзвичайно брудна»). Чітка динаміка в часі простежується, якщо побудувати відповідний хронологічний графік (рис. 1). Видно, що рівень забруднення переважно «чистий» та «помірно брудний». На графіку простежуються чіткі пікові значення ІЗВ (найбільше спостерігалось 03.07.1978 р. і становило 27,63, найменше – 17.10.1986 р. і становило 0,86). Протягом 1978 року якісний стан води погіршувався, йому привласнювався найвищий клас, який характеризується порушенням екологічних параметрів, а гідроекологічний стан таких вод оцінюється як екологічний регрес. Пікові значення погіршення води спостерігалися також 22.04.1980 р. і становили 6,50; 01.07.1980 р. – 7,80; 10.09.1999 р. – 8,28, коли стан якості води був віднесений до «дуже брудної» (VI класу забруднення). 3 жовтня

1999 року по грудень 2006 року якість води характеризувалася деякою стабільністю і тому її можна віднести до «чистої» (II класу якості води). Це води з певними змінами щодо природного стану, однак зміни поки що не порушили екологічної рівноваги.

Підрахунок повторюваності різних класів забруднення показав, що у 5% випадків вода була «дуже чиста», у 47% – «чиста», у 30 % – «помірно забруднена», у 9% – «забруднена», у 5% – «брудна», у 3% – «дуже брудна» і у 1% випадків була «надзвичайно брудна» (табл. 2).

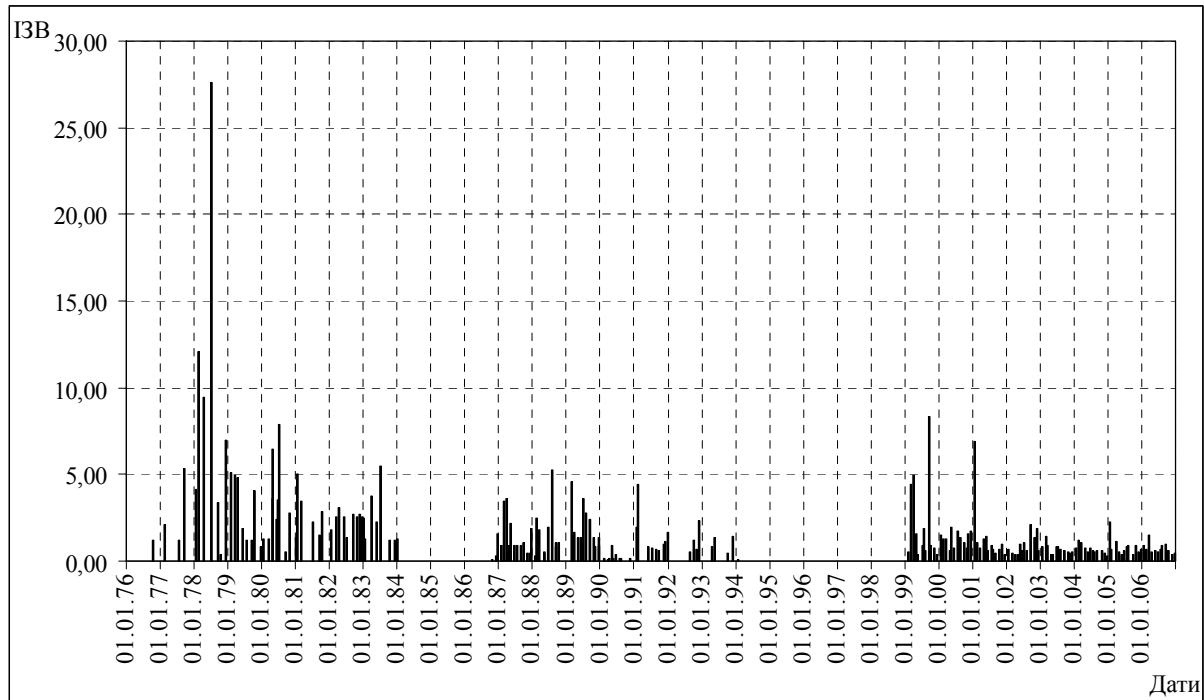


Рис. 1 – Графік динаміки індексу забруднення води (ІЗВ) на водопосту р. Південний Буг – м. Хмельник.

Класи забруднення води р. Південний Буг біля с. Лелітка змінюються від V («брудна») до VII («надзвичайно брудна»). Чіткої динаміки індексів забруднення води у часі в створі цього пункту спостережень не виявлено. Однак помітно, що рівень забруднення переважно «брудний» та «помірно забруднений». Найбільше пікове значення ІЗВ спостерігалось 03.12.1969 р. і становило 42, найменше – 29.05.1986 р. і становило 0,33 відповідно.

Підрахунок повторюваності різних класів забруднення показав, що у 4% випадків вода була «дуже чиста», у 4% – «чиста», у 4% – «помірно забруднена», у 4% – «забруднена», у 24% – «брудна», у 24% – «дуже брудна» і у 36% випадків була «надзвичайно брудна» (табл. 2).

Класи забруднення води р. Південний Буг біля с. Сабарова змінюються від II («чиста») до VII («надзвичайно брудна»). Чітка динаміка індексів забруднення води у часі також відсутня. Переважний рівень забруднення розподілився від «помірно забрудненого» до «надзвичайно брудного». Максимальна величина ІЗВ становила 25 та спостерігалась 30.01.1981 р., мінімальна – 0,99 в 11.03.1981 р.

Підрахунок повторюваності різних класів забруднення показав, що «дуже чистою» вода в створі досліджуваного поста не була жодного разу, у 8% від загального числа відібраних проб вона була «чистою», у 19% – «помірно брудною», у 19% – «забрудненою», у 19% – «брудною», 19% – «дуже брудною» і у 15% випадків була

«надзвичайно брудною» (табл. 2).

Класи забруднення вод р. Бужок біля с. Меджибіж змінюються від II («чисті») до VII («надзвичайно брудні»). Односпрямована тенденція до зміни якісного стану вод досліджуваної притоки не виявляється. Переважні класи якості варіюють від «брудного» до «надзвичайно брудного». Серед розрахованих значень ІЗВ найбільшим значенням відрізнялася величина ІЗВ 09.12.1982 р. та дорівнювала 39, найменшим значенням характеризувалася величина ІЗВ 08.09.1998 р. і становила 0,07.

Підрахунок повторюваності різних класів забруднення показав, що у 1% випадків вода характеризувалася як «дуже чиста», у 10% – «чиста», у 1% – «помірно забруднена», у 18% – «забруднена», у 24% – «брудна», у 18% – «дуже брудна» і у 28% випадків «надзвичайно брудна» (табл. 2).

Класи забруднення вод р. Іква в створі с. Синява змінюються від III класу якості («помірно забруднені») до VI («дуже брудні»). Чітка тенденція до зміни величин ІЗВ в часі не виділяється. Рівень забруднення переважно «помірно забруднений» та «дуже брудний». Максимальне значення ІЗВ спостерігалось 12.03.1983 р. і становило 13, мінімальне – 07.04.1985 р. і становило 0,28.

Підрахунок повторюваності різних класів забруднення показав, що «дуже чистий» та «чистий» класи води впродовж досліджуваного періоду не простежуються, 38% випадків характеризуються «помірно забрудненим» класом якості, 20% – «забрудненим», 1% – «брудним», 40% – «дуже брудним», 1% – «надзвичайно брудним» (табл. 2).

Класи забруднення води р. Ров біля с. Демидівка змінюються від II («чиста») до VI класу («дуже брудна»). Чіткої динаміки в часі в створі цього пункту спостережень не відзначається. Видно, що рівень забруднення змінюється від «чистого» до «дуже брудного». Найбільше пікове значення ІЗВ дорівнювало 23,5 та відзначалося 20.02.1978 р., найменше значення спостерігалось 20.04.1985 р. і становило 0,28.

Підрахунок повторюваності різних класів забруднення показав, що у 17% вода характеризується як «чиста», у 5% – «помірно забруднена», у 33% – «забруднена», у 25% – «брудна», у 20% – «дуже брудна» (табл. 2).

Відомо, що на гідрологічний режим досліджуваної річки суттєво впливає водогосподарська діяльність розвинена в її басейні. Саме тому цікавим є виявлення впливу водності років на гідроекологічний режим верхів'їв річки Південний Буг, для чого було побудовано сумісні графіки інтегральних різницевих кривих стоку води та середніх багаторічних значень ІЗВ.

Водпост р. Південний Буг – с. Лелітка, розташований на північній околиці села, в 0,1 км нижче впадіння р. Лілія. Долина річки використовується під сільськогосподарські угіддя. Вище басейну вода забирається на господарські потреби. В басейні річки є 325 ставків та 20 водосховищ. На режим рівнів впливає робота Ново-Костянтинівської ГЕС, яка розташована в 35 км вище поста. Можна відзначити, що з 1963 по 1967 рр. спостерігалася маловодна фаза водності річки. Протягом 13 років – з 1968 по 1982 рр. відбувався різкий підйом водності, який переривався періодом незначного спаду в 3 роки. Період з 1983 по 1995 рр. характеризувався значним зменшенням загальної водності річки. Після чого відбувався наступний цикл її підвищення.

Якщо аналізувати зміни величин ІЗВ, то максимальне значення спостерігалось в 1969 р. і становило 27,63, мінімальне в – 1986 р. і становило 0,57. Комплексний аналіз, показав, що в період з 1982 по 1989 рр. спостерігався відносно стійкий якісний стан, який збігався з маловодною фазою водності, та характеризувався покращенням стану річкових вод. Загальну тенденцію в змінах значень ІЗВ простежити неможливо через їх значне коливання впродовж досліджуваного періоду.

Водпост р. Південний Буг – с. Сабаров, розташований на південній околиці м. Вінниця (район Сабаров), в 0,6 км нижче греблі ГЕС. Вище створу поста в басейні річки розташовується 1022 ставка, які використовуються для господарських потреб та риборозведення, а також 40 водосховищ. На рівневий та льодово-термічний режими значно впливає робота вище розташованої Сабаровської ГЕС та скиди каналізаційних вод в 45 м вище поста.

В ході водності на цьому посту можна виділити два яскраво виражених періоди – зменшення фази водності у період з 1930 по 1964 рр., та збільшення – 1964-1991 рр. Стосовно зміни якісного стану річкових вод через дуже короткий ряд розрахованих величин гідрохімічного індексу забруднення (ІЗВ) не можна встановити більш-менш значущих відповідностей та зв'язків.

На водпосту р. Бужок – с. Меджибіж чітко простежується маловодна фаза водності у період з 1961 по 1965 рр., а з 1965 по 1971 рр., навпаки, – багатоводна. З 1972 по 1978 рр. змін водності не відбувалося. А вже з 1978 по 1982 рр. спостерігалось різке підвищення водності, з 1983 по 1987 рр. – її значне зменшення (рис. 2).

За результатами розрахунків було встановлено, що найменше значення ІЗВ спостерігалось у 1985 р. і становило 0,47. Максимальне значення дорівнювало 23,95 в 1981 р. Слід відзначити, що на описуваному посту можна простежити такий вид залежності між величинами ІЗВ та витратами води, при якому їх значення є синхронними відносно одне одного, тобто багатоводним періодам водності відповідають періоди погіршення якісного стану річкових вод та навпаки. Однак через відсутність даних спостережень за витратами води у сучасний період більш детально проаналізувати вплив водності на гідроекологічний режим річки в цьому створі неможливо.

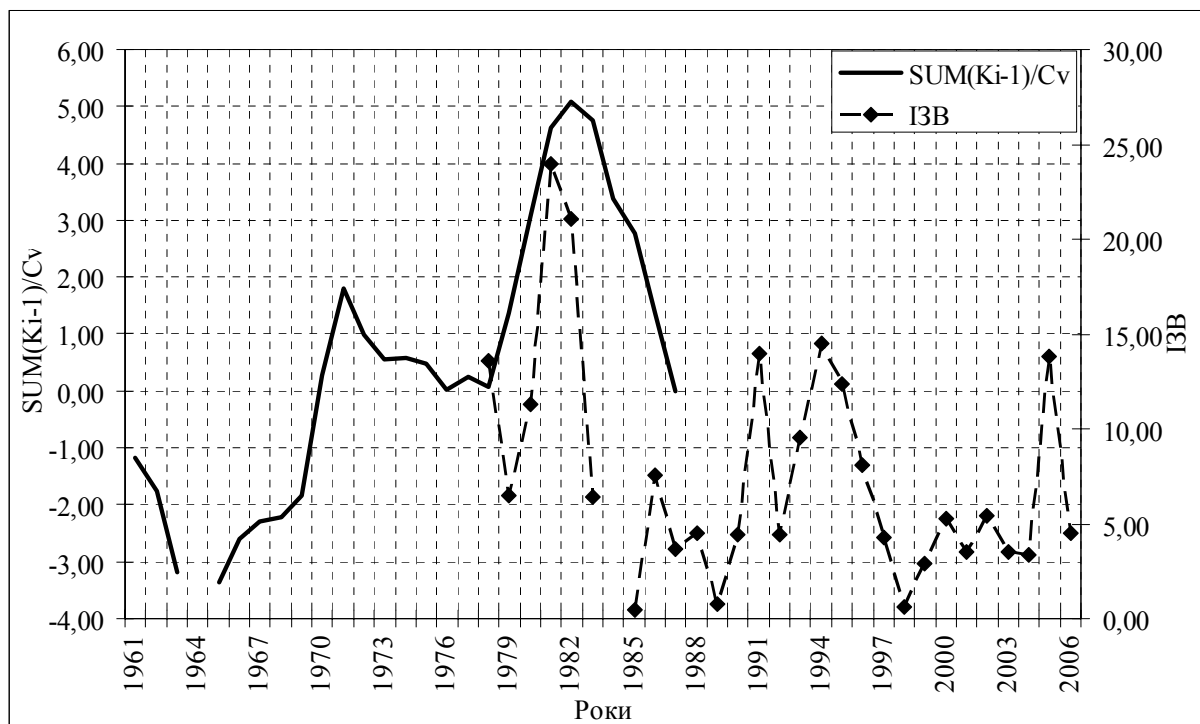


Рис. 2 – Сумісні графіки різницевої інтегральної кривої модульних коефіцієнтів та величин гідрохімічного індексу забруднення ІЗВ на водпосту р. Бужок – с. Меджибіж

Пост, розташований в с. Стара Синява на р. Іква, знаходиться на південно-східній околиці села поблизу відстійників цукрового заводу, в 3,4 км нижче моста по шосе Стара Синява – Заставці. В басейні річки вище поста здійснюється забір води для господарських потреб. На рівневий та льодово-термічний режим впливають водозатримні греблі, розташовані в 3,5 та 1,0 км вище поста, 2,5 км нижче поста, та скид промислових вод в 0,8 км вище поста.

У ході водності р. Іква на водпосту, розташованому в с. Стара Синява, можна виділити невеликий за довжиною період її зменшення з 1962 по 1967 рр., а вже починаючи з 1967 по 1985 рр. – поступове її підвищення впродовж 18 років. З 1985 р. по 1999 р. відбувалося настання чергового циклу, що характеризувався маловодною фазою, який у тій або іншій мірі виявлявся на всіх досліджуваних постах верхів'їв басейну р. Південний Буг.

Характеризуючи зміну величин гідрохімічного індексу забруднення, можна відзначити, що максимальне значення ІЗВ спостерігалось у 1981 р., становило 9,77 та збігалось з черговою фазою підвищення водності річки до максимальних значень. Слід відзначити тенденцію до збільшення рівнів забруднення річки зі збільшенням водності, хоча недостатньо довгий період спостережень за гідролого-гідрохімічними характеристиками не дає змогу підтвердити це з великою ймовірністю.

Висновки. 1) Аналіз значень ІЗВ верхів'їв р. Південний Буг підтвердив, що рівень забруднення річки з часом поступово знижується, що можна пов'язати зі зменшенням кількості стічних вод, які потрапляють до неї недостатньо очищеними. Основні причини цього – зростання можливостей очисних споруд та зменшення кількості активно працюючих підприємств через складну економічну ситуацію в Україні. 2) Переважання II та III класів якості вод свідчить про те, що вже у верхньому створі р. Південний Буг рівень антропогенного навантаження на екосистему близький до межі її стійкості і в подальшому ситуація може погіршитись, якщо не вжити запобіжних заходів. 3) Аналіз сумісних графіків коливання циклів водності та динаміки ІЗВ показав, що тенденцію до збільшення рівнів забруднення річки зі збільшенням водності, хоча недостатньо довгий період спостережень за гідролого-гідрохімічними показниками не дає змогу підтвердити це з великою ймовірністю.

Список літератури

1. *Фадеев В.В., Тарасов М.Н., Павелко В.Л.* Зависимость минерализации и ионного состава воды рек от их водного режима. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 173 с.
2. *Сніжко С.І.* Оцінка та прогнозування якості природних вод. – К.: НІКА – Центр, 2001. – 264 с.
3. *Лучшева А.А.* Практическая гидрология. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 440 с.

Оценка качества воды верхней части бассейна р. Южный Буг по гидрохимическим показателям. Колодеев Е.И., Захарова М.В.

В статье для характеристики гидроэкологического состояния речных вод верхней части бассейна Южного Буга используется гидрохимический индекс загрязнения, для анализа влияния водности на качество речных вод – метод интегральных разностных кривых.

Ключевые слова: гидроэкологическое состояние, водность, гидрохимический индекс загрязнения, загрязняющие вещества.

Evaluation of water quality of the upper part basin of The Southern Bug river by hydrochemical indicators. Kolodeev E., Zakharova M.

Hydrochemical index of pollution for the characterization of hydroecological status of The Southern Bug river is used in this article to analyze the influence of water content on the quality of river water – a method of integrated difference curves.

Keywords: hydroecological status, water content, hydrochemical index of pollution, pollutants.