

Іванок Д. В.

Тестування методики моделювання водно-якісної параметрично-інтегральної стійкості на прикладі басейнової геосистеми річки Десна

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м.Київ
e-mail: dmytro.ivanok@gmail.com

Анотація. Проаналізовано теоретико-методологічні основи моделювання водно-якісної параметрично-інтегральної стійкості басейнових геосистем середніх та великих річок. Протестовано та верифіковано методику моделювання на прикладі басейнової геосистеми Десни. Детерміновано проблемні аспекти стану басейнової геосистеми Десни та запропоновано механізми його покращення.

Ключові слова: басейнова геосистема, рівень стану, водно-якісна параметрично-інтегральна стійкість, індекс якості води.

Вступ

Басейнова геосистема річки Десна, з її понад тисячакілометровою довжиною і площею водозбору понад 33 тис.км² в межах України, виконує ряд важливих природно-соціально-економічних функцій (зокрема, її водотоки використовуються для потреб питного та промислового водопостачання), тому оцінка якості води в контексті моделювання її стану має на меті визначити проблемні аспекти та окреслити можливі природоохоронні заходи, спрямовані на забезпечення стійкості цієї геосистеми.

Матеріали і методи

Теоретико-методологічним базисом дослідження слугували наукові розробки В.М. Самойленка у сфері гідроінвайронментології [1,2]. При цьому, в основу моделювання покладена методика оцінки водно-якісної параметрично-інтегральної стійкості розроблена В. М. Самойленком та К.О. Верес [1], адаптована для геосистем басейнової ландшафтно-територіальної структури середніх та великих річок. Крім того, в ході тестування бралися до уваги, по-перше, комплексні методики [3] та окремі аспекти оцінки якості поверхневих вод вітчизняних гідрохіміків і гідроекологів С.І.Сніжка [4] та В.Д.Романенка [5]. По-друге, були всіляко враховані методологічні рекомендації щодо оцінки стійкості басейнових геосистем, запропоновані провідними фізико-географами М.Д.Гродзинським та П.Г.Шищенком [6,7].

Головним об'єктом дослідження виступає басейнова геосистема річки Десна в межах території України, яка має площу водозбору 33,8 тис км².

Для репрезентативності отриманих результатів в межах БГ р.Десна було виокремлено 6 басейново-територіальних підсистем (БТП): Деснянсько-Остерську, Смолянсько-Замглайську, Середньодеснянську, Сновську, Верхньодеснянську і Сеймську (рис. 1).



Рис. 1. Диференціація басейнової геосистеми річки Десна в межах України на басейнові територіальні підсистеми

Методика моделювання водно-якісної параметрично-інтегральної стійкості басейнової геосистеми річки Десна ґрунтується на теоретичному базисі, в основу якого покладено ряд теоретичних понять.

Так, зокрема, **стійкість басейнової геосистеми** розглядається в двох аспектах (фазовому та параметричному) та тлумачиться як здатність вищезгаданих об'єктів моделювання зберігати при антропогенних і природних впливах на них, передусім геоecологічно негативних, власні природні властивості, структуру та класифікаційні особливості головним чином за рахунок саморегуляції [1,2]. **Рівень стану** басейнової геосистеми та/або її певних складників (підсистем, елементів тощо) розглядався як сукупність її властивостей та/або властивостей її окремих елементів, які оцінюються за стійкістю та надійністю таких об'єктів або комбінацій чи наборів останніх.

Стійкість басейнової геосистеми (з її двома типами – фазовою і параметричною) розуміється як здатність цього об'єкта зберігати при антропогенних і природних впливах на нього, насамперед «суто» екологічних, власні природні властивості, структуру та типові (класифікаційні) особливості головним чином за рахунок саморегуляції, у т.ч. «за сприяння» останній вже діючих природоохоронних заходів (технологічних, законодавчих, організаційних тощо) [1,8].

Параметрична стійкість басейнової геосистеми віддзеркалює міру поліваріантної відповідності обраних визначальних параметрів стану басейнових геосистем певним еталонним параметрам, заданим з огляду на «нормальність» природних властивостей, структури та типових особливостей цих об'єктів [8].

Різновидом параметричної стійкості є *параметрично-інтегральна стійкість*, зміст якої зумовлено специфічними рисами формування стану басейнової геосистеми, а саме такими рисами, як:

– істотна безпосередня детермінованість кількісно-якісних та «суто» якісних гідроекологічних показників головного водотоку структурами (підсистемами) та станом його водозбору, включаючи джерела екологічного антропогенного навантаження і т.ін.;

– наслідкова велика «вага» щойно зазначених показників як дійсно інтегральних характеристик рівня стану усієї басейнової геосистеми.

Слід зазначити, що оцінка і класифікація якості води базується на системі контрольних показників, з якими порівнюється якість досліджуваної води. При цьому, по-перше, контрольна база повинна якомога повніше описувати стан басейнової геосистеми або основні вимоги до якості води при різних видах її використання. По-друге, найбільш інформативними є індекси забрудненості або якості води. **Індекс якості води** – це узагальнена чисельна оцінка якості води за сукупністю основних показників і видами водокористування, оскільки індекси – це формалізовані показники забрудненості води, що узагальнюють більш широкі групи вихідних показників та враховують специфіку басейнової геосистеми.

Для моделювання **водно-якісної параметрично-інтегральної стійкості** була застосована *категорійно-класифікаційна схема*, яка оперує з чотирма критеріальними блоками та рівнем стану басейнових геосистем за сімома категоріями та чотирма класами. Її у спрощеному, з мінімально-необхідним складом компонентів, варіанті наведено у табл.1. При цьому, розподіл значень модельних індексів між категоріями встановлюється за допомогою набору обмежених інтервалів, а саме для 1-ої категорії – (0-1,50), для 2-ої – [1,50-2,50), для 3-ої – [2,50-3,50) тощо (див. табл.1).

При моделюванні за табл.1 використовувався набір індексів рівня стану басейнових геосистем за ознаками їхньої ВЯПІС (нижніх, відповідних ймовірним найкращим категоріям рівня стану, середніх, відповідних категоріям за вибірковою середнім, та верхніх, відповідних ймовірним найгіршим категоріям, моделі (2)-(3) за 3 варіантами такої оцінки: а) компонентної (для компонентних індексів); б) блокової (для індексів, середньовиважених за компонентними, з урахуванням числа вимірів); в) інтегральної (для індексів, середньовиважених для блоками, з огляду на число вимірів, кількість розрахункових компонентів і їхню усереднену варіабельність для блоків), тобто

$$x(t)^* (1 + \Phi_{x,95\%} \cdot C_{v,x}^* / n_x^{0,5}) \leq m_x(t) \leq x(t)^* (1 + \Phi_{x,5\%} \cdot C_{v,x}^* / n_x^{0,5}), \quad (1)$$

де $m_x(t)$ – функція дійсного середнього значення компонента якості води; $x(t)^*$ і $C_{v,x}(t)$ – функція його вибіркового середнього значення та середній коефіцієнт варіації; $\Phi_{x,95\%}$ і $\Phi_{x,5\%}$ – квантілі нижньої та верхньої межі довірчої ймовірності перевищення, які задаються за відповідними індивідуальними геостохастичними функціями конкретного компонента; n_x – кількість вимірів компонента.

Модель *компонентної оцінки рівня стану* басейнових геосистем (за діапазонами компонентного індексу I_x) має вигляд

$$I_{x,95\%} \{ [N_{c,x,95\%}] \} \leq I_x^* \{ [N_{c,x}^*] \} \leq I_{x,5\%} \{ [N_{c,x,5\%}] \} \\ \text{або } I_x \equiv \{ I_x [N_c]; I_{x,95\%} - I_{x,5\%} [N_{c,95\%} - N_{c,5\%}] \}, \quad (2)$$

де $I_{x,95\%}$, I_x^* та $I_{x,5\%}$ – назви нижнього (ймовірного найкращого, за лівою частиною (1)), середнього (за вибірковою середнім) та верхнього (можливого найгіршого за правою частиною (1)) компонентних індексів, адекватні $N_{c,95\%}$, N_c^* і $N_{c,5\%}$ – номерам категорій табл.1 як середнім значенням цих індексів.

Друга частина (2) є повним "компонентним" визначенням рівня стану, тобто, наприклад, цей рівень певного об'єкта моделювання за компонентом "хлориди" кваліфікуватиметься як $I_{Cl} \equiv \{ \text{задовільний} [4,00]; \text{задовільний} - \text{посередній} [4,00-5,00] \}$ тощо.

По-четверте, модель *блокової оцінки рівня стану* басейнових геосистем (за діапазонами блокового індексу $I_{Бл}$) виглядає як

$$I_{Бл,95\%}^{**} \{ [N_{c,Бл,95\%}^{**}] \} \leq I_{Бл}^{**} \{ [N_{c,Бл}^{**}] \} \leq I_{Бл,5\%}^{**} \{ [N_{c,Бл,95\%}^{**}] \} \\ \text{або } I_{Бл} \equiv \{ I_{Бл} [N_{c,Бл}]; I_{Бл,95\%} - I_{Бл,5\%} [N_{c,Бл,95\%} - N_{c,Бл,5\%}]; n_{Бл,НП}/n_{Бл} \}, \quad (3)$$

де $I_{Бл,95\%}^{**}$, $I_{Бл}^{**}$ і $I_{Бл,5\%}^{**}$ – відповідно, назви нижнього, середнього та верхнього блокових індексів, визначені для кожного блоку за його компонентними індексами-складниками вже як середньовиважені за значеннями цих індексів і числом вимірів кожного компонента (n_x), прийнятого при цьому в розрахунок, та адекватні $N_{c,Бл,95\%}^{**}$, $N_{c,Бл}^{**}$ і $N_{c,Бл,5\%}^{**}$ – середньовиваженим щойно зазначеним способом числовим значенням цих індексів; $n_{Бл,НП}/n_{Бл}$ – відношення числа найгірших компонентних індексів у блоці, які маркують категорії незадовільного та поганого рівнів стану, до загального числа блокових модельних компонентів.

Інтегральна оцінка рівня стану басейнових геосистем (за діапазонами інтегрального індексу I_{Σ}) використовує модель

$$I_{\Sigma,95\%}^{**} \{ [N_{c,\Sigma,95\%}^{**}] \} \leq I_{\Sigma}^{**} \{ [N_{c,\Sigma}^{**}] \} \leq I_{\Sigma,5\%}^{**} \{ [N_{c,\Sigma,95\%}^{**}] \} \\ \text{або } I_{\Sigma} \equiv \{ I_{\Sigma} [N_{c,\Sigma}; N_{c,\Sigma,95\%} - N_{c,\Sigma,5\%}]; I_{\Sigma,Бл,95\%} - I_{\Sigma,Бл,5\%}; n_{\Sigma,НП}/n_{\Sigma} \}, \quad (4)$$

де $I_{\Sigma,95\%}^{**}$, I_{Σ}^{**} і $I_{\Sigma,5\%}^{**}$ – назви нижнього, середнього та верхнього інтегральних індексів, визначені для кожного об'єкта моделювання за його блоковими індексами-складниками як середньовиважені; $N_{c,\Sigma,95\%}^{**}$, $N_{c,\Sigma}^{**}$ і $N_{c,\Sigma,5\%}^{**}$ – власне числові значення індексів $I_{\Sigma,95\%}^{**}$, I_{Σ}^{**} і $I_{\Sigma,5\%}^{**}$, середньовиважені за виразом $n_{x,\Sigma,Бл} \cdot n_{Бл} / C_{v,Бл}^2$, де $n_{x,\Sigma,Бл}$ – сумарне число вимірів всіх компонентів у блоці, $n_{Бл}$ – кількість таких компонентів; $C_{v,Бл}$ – середні коефіцієнти варіації усереднених розподілів компонентів кожного блоку ("блокових" геофункцій, [8, 9], які за табл.1 становлять для першого блоку 0,290, для другого – 0,325, для третього – 0,555 та для четвертого – 0,625; $I_{\Sigma,Бл,95\%}$ і $I_{\Sigma,Бл,5\%}$ – назви найкращого і найгіршого блокового індексу для об'єкта; $n_{\Sigma,НП}/n_{\Sigma}$ – відношення числа всіх найгірших компонентних індексів (6 і 7 категорії за табл.1) до загальної їхньої використаної кількості.

Результати і обговорення

Перш за все, варто зазначити, що для модельної оцінки ВЯПІС басейнової геосистеми Десни були використані дані багаторічних гідрохімічних спостережень надані Деснянським басейновим управлінням та Сумським обласним управлінням водних ресурсів за 6 постами, що розташовані в межах відповідних БТП (табл.2).

Таким чином, інтегральні оцінки за *індексом стану*, відображені на рис. 2. дозволяють стверджувати, що в цілому стан досліджуваних басейнових територіальних систем можна ідентифікувати як добрий, що відповідає 3-й категорії та III-му класу рівня стану (відповідно до категорійно-класифікаційної схеми табл.1). Проте, середні значення відповідних інтегральних індексів для БТП дещо різняться. Зокрема, значення індексу I_{Σ} для Сновської БТП складає 2,66 і прямує до нижньої межі відповідної категорії, тоді як значення індексів I_{Σ} для Сеймської БТП та Деснянсько-Остерської (3,24 та 3,42) прямують до верхньої межі категорії доброго рівня стану.

Крім того, *інтегральний індекс* найгіршого ймовірного рівня стану для Деснянсько-Остерської БТП складає 3,89 (табл.3), що вказує на значну вірогідність погіршення її стану, та, в свою чергу, зумовлює необхідність комплексу природоохоронних заходів.

Для більш комплексної оцінки було детально розглянуто структуру інтегральних індексів досліджуваних БТП шляхом аналізу їх блокових індексів (табл. 3). Таким чином, покомпонентна оцінка дала змогу виявити ряд тенденцій:

- по-перше, для всіх 6-ти БТП значення $I_{СК}$ не перевищували 1,5, тобто, можна стверджувати, що за сольово-компонентним блоком басейнової геосистеми Десни має відмінний стан (1 категорія та, відповідно, I клас рівня стану);
- по-друге, за трофо-сапробізаційним блоком, який маркує $I_{ТС}$, стан 3-х із 6-ти БТП (Середньодеснянської, Сновської та Верхньодеснянської) можна означити, відповідно до методики, як добрий (3 категорія та II клас рівня стану) (табл.3), в той час, для решти (а саме: Деснянсько-Остерської, Смолянсько-Замглайської та Сеймської) характерний задовільний стан (4 категорія та III клас рівня стану) (табл.3);

Таблиця 1.

Категорійно-класифікаційна схема для моделювання рівнів стану басейнових геосистем за ознаками їхньої водно-якісної параметрично-інтегральної стійкості

Рівень стану за класом	Відмінний (I)		Добрий (II)		Задовільний (III)		Незадовільний (IV)	Поганий (V)	Параметри геофункцій блоків і компонентів якості води			
	Рівень стану за категорією	Відмінний (1)	Вельми добрий (2)	Добрий (3)	Задовільний (4)	Посередній (5)	Незадовільний (6)	Поганий (7)	$C_{s,x}$	$C_{v,x}^*$	$\Phi_{x,95\%}$	$\Phi_{x,5\%}$
1. Сольово-компонентний блок (СК)	(0-1,50)	[1,50-2,50]	[2,50-3,50]	[3,50-4,50]	[4,50-5,50]	[5,50-6,50]	$\geq 6,50$	1,935	0,290	–	–	
1.1. Сума іонів, мг/дм ³	≤ 500	(500-750]	(750-1000]	(1000-1250]	(1250-1500]	(1500-2000]	> 2000	0,863	0,141	-1,380	1,834	
1.2. Хлориди, мг/дм ³	≤ 20	(20-30]	(30-75]	(75-150]	(150-200]	(200-300]	> 300	5,992	0,644	-0,680	1,641	
1.3. Сульфати, мг/дм ³	≤ 50	(50-75]	(75-100]	(100-150]	(150-200]	(200-300]	> 300	2,200	0,323	-1,054	1,888	
2. Трофо-сапробізаційний блок (ТС)	(0-1,50)	[1,50-2,50]	[2,50-3,50]	[3,50-4,50]	[4,50-5,50]	[5,50-6,50]	$\geq 6,50$	2,218	0,325	–	–	
2.1. Зависи, мг/дм ³	≤ 5	(5-10]	(10-20]	(20-30]	(30-50]	(50-100]	> 100	5,998	0,644	-0,680	1,640	
2.2. Прозорість, м	$> 1,50$	[1,50-0,95]	[0,95-0,60]	[0,60-0,45]	[0,45-0,30]	[0,30-0,15]	$\leq 0,15$	2,340	0,339	-1,032	1,878	
2.3.1. рН (1)	[7,0-6,8)	[6,8-6,6)	[6,6-6,4)	[6,4-6,2)	[6,2-6,0)	[6,0-5,8)	$\leq 5,8$	0,305	0,051	-1,559	1,721	
2.3.2. рН (2)	(7,0-7,5]	(7,5-7,9]	(7,9-8,1]	(8,1-8,3]	(8,3-8,5]	(8,5-8,7]	$> 8,7$	0,305	0,051	-1,559	1,721	
2.4. NH ₄ , мгN /дм ³	$\leq 0,10$	(0,10-0,20]	(0,20-0,30]	(0,30-0,50]	(0,50-1,00]	(1,00-1,50]	$> 1,50$	4,384	0,531	-0,789	1,757	
2.5. NO ₂ , мгN /дм ³	$\leq 0,002$	(0,002-0,005]	(0,005-0,010]	(0,010-0,020]	(0,020-0,050]	(0,050-0,070]	$> 0,070$	5,955	0,641	-0,682	1,643	
2.6. NO ₃ , мгN /дм ³	$\leq 0,20$	(0,20-0,30]	(0,30-0,50]	(0,50-0,70]	(0,70-1,00]	(1,00-2,00]	$> 2,00$	5,679	0,624	-0,697	1,660	
2.7. PO ₄ , мгP /дм ³	$\leq 0,015$	(0,015-0,030]	(0,030-0,050]	(0,050-0,100]	(0,100-0,200]	(0,201-0,300]	$> 0,300$	4,959	0,575	-0,742	1,713	
2.8. БСК ₅ , мгO ₂ /дм ³	$\leq 1,0$	(1,0-1,6]	(1,6-2,1]	(2,1-4,0]	(4,0-7,0]	(7,0-11,0]	$> 11,0$	5,540	0,615	-0,705	1,670	
3. Екотоксифікаційний блок (ЕТ)	(0-1,50)	[1,50-2,50]	[2,50-3,50]	[3,50-4,50]	[4,50-5,50]	[5,50-6,50]	$\geq 6,50$	4,688	0,555	–	–	
3.1. Нафтопродукти, мкг/дм ³	≤ 10	(10-25]	(25-50]	(50-100]	(100-200]	(200-300]	> 300	4,420	0,534	-0,786	1,755	
3.2. Феноли леткі, мкг/дм ³	0	(0,1-0,5]	(0,5-1,0]	(1,0-2,0]	(2,0-3,0]	(3,0-5,0]	$> 5,0$	2,700	0,378	-0,970	1,870	
3.3. СПАР, мкг/дм ³	0	(1-10]	(10-20]	(20-50]	(50-100]	(100-150]	> 150	4,267	0,522	-0,797	1,760	
4. Радіонуклідний блок (РН)	(0-1,50)	[1,50-2,50]	[2,50-3,50]	[3,50-4,50]	[4,50-5,50]	[5,50-6,50]	$\geq 6,50$	5,700	0,625	–	–	
4.1. ⁹⁰ Sr, Бк/дм ³	$\leq 0,01$	(0,01-0,03]	(0,03-0,05]	(0,05-0,50]	(0,50-1,00]	(1,00-1,20]	$> 1,20$	5,679	0,624	-0,697	1,660	
4.2. ¹³⁷ Cs, Бк/дм ³	$\leq 0,04$	(0,04-0,10]	(0,10-0,15]	(0,15-1,00]	(1,00-2,00]	(2,00-2,50]	$> 2,50$	5,726	0,627	-0,694	1,657	
Інтегральна оцінка	(0-1,50)	[1,50-2,50]	[2,50-3,50]	[3,50-4,50]	[4,50-5,50]	[5,50-6,50]	$\geq 6,50$	–	–	–	–	

1

Таблиця 2.

Розташування постів спостереження за гідрохімічними показниками в межах басейнової геосистеми Десни

БТП	Розташування посту спостереження
Деснянсько-Остерська БТП	р. Остер, м.Козелець, в межах міста
Смолянсько-Замглайська БТП	р. Десна, м.Чернігів, в межах міста
Середньодеснянська БТП	р. Десна, смт.Макошине, Менського району
Сновська БТП	р.Снов, с.Горськ, Щорського району
Верхньодеснянська БТП	р. Десна, с.Спаське, Сосницького району
Сеймська БТП	р. Сейм, с.Чумакове, Буринський район

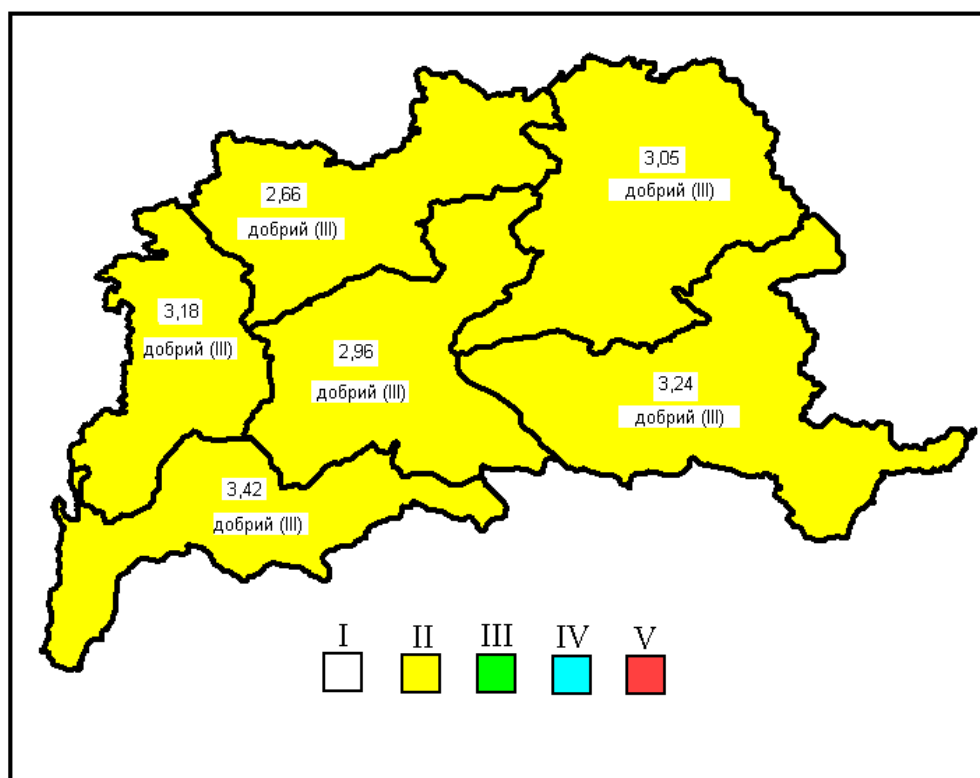


Рис. 2. Рівень стану басейнової геосистеми Десни за ознаками їх фазово-антропоізаційної стійкості в розрізі БТП (2,66...3,42 – значення інтегрального індексу I_{Σ} водно-якісної параметрично-інтегральної стійкості; добрий – рівень стану за категорією; (III) та кольором – класи рівня стану: I – відмінний, II – добрий, III – задовільний, IV – незадовільний, V – поганий)

- по-третє, найбільшу строкатість в розрізі БТП продемонстрував показник I_{ET} , що характеризує рівень стану басейнової геосистеми за екотоксифікаційним блоком. Зокрема, для Середньодеснянської та Сеймської БТП він складає 1,33 (відмінний рівень стану за категорією); для Деснянсько-Остерської та Сновсько-Замглайської цей показник не перевищує 2,02, що дозволяє ідентифікувати їх стан як вельми добрий (2 категорія); в решті для Сновської і Верхньодеснянської БТП значення показника I_{ET} знаходиться в межах доброго рівня стану (3 категорія).

Задовільний стан, характерний для Деснянсько-Остерської, Смолянсько-Замглайської та Сеймської БТП за трофо-сапробізаційним блоком пояснюється наявністю в їх межах значних за площею і кількістю населення міст та смт. (Козельця, Чернігова та Путивля) із розвинутою інфраструктурою. Побутові та промислові стоки є головним джерелом поліфосфатів, які сприяють збільшенню концентрації PO_4 . Крім того, збільшення концентрації NO_3 та PO_4 є наслідком інтенсивного використання на цих територіях в сільському господарстві фосфатних та нітратних добрив.

Підвищені концентрації фенолів і синтетичних поверхнево активних речовин (СПАР), які визначають рівень стану Сновської і Верхньодеснянської БТП за екотоксифікаційним блоком як добрий, спричинені насамперед їх надходженням з території Російської Федерації, де, власне, головні водотоки цих БТП (Снов та Десна) і беруть початок. Порівняно вищі ніж у Середньодеснянської та Сеймської БТП концентрації зазначених показників, що характерні для Сновської і Верхньодеснянської БТП продиктовані, в першу чергу, антропогенним впливом міст Чернігова та Остра та смт.Козелець, які знаходяться в межах даних басейнових територіальних підсистем.

Таблиця 3.

Формалізовані результати модельної оцінки рівня стану БТП басейнової геосистеми Десни за ознаками її водно-якісної параметрично-інтегральної стійкості; індекси блоків: $I_{СК}$ - сольово-компонентного, $I_{ТС}$ - трофо-сапробізаційного, $I_{ЕТ}$ - екотоксифікаційного; I_{Σ} - інтегральний індекс)

Варіант оцінки	Результат оцінки (рівень стану)
Деснянсько-Остерська БТП	
Блокова за індексом $I_{СК}$	{відмінний [1,33]; відмінний - відмінний [1,00 - 1,33]; 0/3}
Блокова за індексом $I_{ТС}$	{задовільний [3,85]; задовільний - задовільний [3,60 - 4,36]; 0/8}
Блокова за індексом $I_{ЕТ}$	{вельми добрий [2,00]; вельми добрий - вельми добрий [2,00 - 2,33]; 0/3}
Інтегральна за індексом I_{Σ}	{добрий [3,42]; добрий - задовільний [3,18 - 3,86]; 0/14}
Смолянсько-Замглайська БТП	
Блокова за індексом $I_{СК}$	{відмінний [1,00]; відмінний - відмінний [1,00 - 1,00]; 0/3}
Блокова за індексом $I_{ТС}$	{задовільний [3,66]; задовільний - задовільний [3,66 - 3,80]; 0/8}
Блокова за індексом $I_{ЕТ}$	{вельми добрий [2,02]; вельми добрий - вельми добрий [2,02 - 2,34]; 0/3}
Інтегральна за індексом I_{Σ}	{добрий [3,18]; добрий - добрий [3,18 - 3,32]; 0/14}
Середньодеснянська БТП	
Блокова за індексом $I_{СК}$	{відмінний [1,00]; відмінний - відмінний [1,00 - 1,00]; 0/3}
Блокова за індексом $I_{ТС}$	{добрий [2,99]; добрий - задовільний [3,13 - 3,53]; 0/8}
Блокова за індексом $I_{ЕТ}$	{відмінний [1,33]; відмінний - відмінний [1,33 - 1,33]; 0/3}
Інтегральна за індексом I_{Σ}	{добрий [2,96]; добрий - добрий [2,83 - 3,33]; 0/14}
Сновська БТП	
Блокова за індексом $I_{СК}$	{відмінний [1,00]; відмінний - відмінний [1,00 - 1,00]; 0/3}
Блокова за індексом $I_{ТС}$	{добрий [2,90]; добрий - задовільний [2,90 - 3,60]; 1/8}
Блокова за індексом $I_{ЕТ}$	{добрий [3,00]; добрий - добрий [3,00 - 3,00]; 0/3}
Інтегральна за індексом I_{Σ}	{добрий [2,66]; добрий - добрий [2,66 - 3,23]; 1/14}
Верхньодеснянська БТП	
Блокова за індексом $I_{СК}$	{відмінний [1,00]; відмінний - відмінний [1,00 - 1,00]; 0/3}
Блокова за індексом $I_{ТС}$	{добрий [3,41]; добрий - задовільний [3,41 - 3,81]; 1/8}
Блокова за індексом $I_{ЕТ}$	{добрий [2,68]; добрий - добрий [2,68 - 3,40]; 0/3}
Інтегральна за індексом I_{Σ}	{добрий [3,05]; добрий - добрий [3,05 - 3,41]; 1/14}
Сеймська БТП	
Блокова за індексом $I_{СК}$	{відмінний [1,33]; відмінний - відмінний [1,00 - 1,33]; 0/3}
Блокова за індексом $I_{ТС}$	{задовільний [4,00]; задовільний - задовільний [3,75 - 4,00]; 1/8}
Блокова за індексом $I_{ЕТ}$	{відмінний [1,33]; відмінний - відмінний [1,33 - 1,33]; 0/3}
Інтегральна за індексом I_{Σ}	{добрий [3,46]; добрий - добрий [3,24 - 3,46]; 1/14}

Висновки

Таким чином, покращення стану басейнової геосистеми Десни за критерієм водно-якісної параметрично-інтегральної стійкості вбачається у нівелюванні зазначених вище причин погіршення рівня стану шляхом якіснішого первинного та вторинного очищення стічних вод, зменшення обсягів скиду неочищених стоків, застосування сучасних інтенсивних (на відміну від екстенсивних) механізмів ведення сільського господарства, які дозволять суттєво знизити рівень нітратів та фосфатів.

Література

1. Самойленко В. М. Моделювання урболандшафтних басейнових геосистем / В. М. Самойленко, К. О. Верес. Монографія. – К. : Ніка-Центр, 2007. – 296 с.
2. Самойленко В. М. Модельна ідентифікація берегових геосистем / В. М. Самойленко, І. О. Діброва. Монографія – К. : Ніка-Центр, 2012. – 328 с.
3. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В. Д. Романенко, В. М. Жукинський, О. П. Оксіюк та ін. – К. : СИМВОЛ-Т, 1998. – 48 с.
4. Сніжко С. І. Теорія і методи аналізу регіональних гідрохімічних систем / С. І. Сніжко. – К. : Ніка-Центр, 2006. – 284 с.
5. Романенко В. Д. Основи гідро екології / В. Д. Романенко. – К. : Обереги, 2001. – 728 с.
6. Гродзинський М. Д. Стійкість геосистем до антропогенних навантажень / М. Д. Гродзинський – К. : Лікей, 1995. – 223 с.
7. Гродзинський М. Д. Ландшафтно-екологічний аналіз в мелиоративном природопользованні / М. Д. Гродзинський, П. Г. Шищенко. – К. : Лыбедь, 1993. – 244 с.
8. Самойленко В. М. Модельна параметризація компонентів параметричної стійкості басейнової геосистеми та її надійності / В. М. Самойленко, Д. В. Іванок. – 2011. – Т.3(24), С.15-35.

Анотация. Д. И. Иванюк **Тестирование методики моделирования водно-качественной параметрически-интегральной устойчивости на примере бассейновой геосистемы реки Десна.** Проанализированы теоретико-методологические основы моделирования водно-качественной параметрически-интегральной устойчивости бассейновых геосистем средних и больших рек. Протестировано и верифицировано методику моделирования на примере бассейновой геосистемы Десны. Детерминировано проблемные аспекты состояния бассейновой геосистемы Десны и предложены механизмы его улучшения.

Ключевые слова: бассейновая геосистема, уровень состояния, водно-качественная параметрически-интегральная устойчивость, индекс качества воды.

Abstract. D. V. Ivanyk **Testing of the water-quality-parametric integral stability modeling technique on the example of the Desna river basin geosystem.** It were analyzed the theoretical and methodological foundations of water-quality parametrically-integral stability modeling for basin geosystems medium and large rivers. The modeling technique was tested and verified on the example of Desna river geosystem. The problematic aspects of the state of basin geosystems were determined and the mechanisms for its improving were offered.

Keywords: basin geosystem, state level, water-quality-parametric integral stability, index of water quality.

Поступила в редакцию 01.02.2014 г.