

ГЕОГРАФІЧНІ АСПЕКТИ ГІДРОЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

УДК (502.63+504.4) : 913 (477-25)

Іванок Д. В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

МОДЕЛЮВАННЯ АЦИДИФІКАЦІЙНОЇ ПАРАМЕТРИЧНО-ПРОЦЕСНОЇ СТІЙКОСТІ БАСЕЙНОВОЇ ГЕОСИСТЕМИ РІЧКИ ДЕСНА

Ключові слова: *басейнова геосистема, басейнова територіальна підсистема, ацидифікація, кислотна седиментація, параметрично-процесна стійкість*

Стан проблеми. Характерною тенденцією сучасного природокористування є галопуюче зростання антропогенного навантаження на басейнові геосистеми, що призводить до переформотування речовинно-енергетичних потоків, зміни їх основних властивостей та, як наслідок, зменшення можливості «адекватної відповіді» геосистем на «суто» екологічні впливи. Процес **ацидифікації** (збільшення кислотності та, відповідно, зменшення величини водневого показника рН компонентів довкілля, що відбувається внаслідок випадання кислотних опадів) є інтегрованим наслідком зазначених перетворень, адже його рушійною силою виступає кислотна седиментація, яку, в свою чергу, спричиняє надходження в атмосферу сполук сірки (діоксиду SO₂, сульфідів SO₄, сірковуглецю CS₂, сірководню H₂SO₄ та ін.) і азоту (насамперед, моно NO та діоксиду NO₂), що у більшості випадків мають антропогенну генезу.

Серед головних джерел емісії сполук сірки найбільшу частку займає процес промислового спалення вугілля, оскільки під час горіння сірка перетворюється в сірчистий газ який, власне, і надходить до атмосфери. Крім того, потужними стаціонарними джерелами емісії діоксиду сірки, як правило, виступають металургійні комбінати, а також підприємства хімічної та нафтохімічної галузі. При цьому, головною причиною потрапляння до атмосфери азоту також є процес згорання викопного палива (вугілля, нафти і газу). Під час згорання в результаті виникнення високої температури азот і кисень поєднуються, утворюючи таким чином монооксид азоту NO.

Кислотна седиментація є завершальним етапом колообігу вище згаданих забруднюючих речовин та своєрідним симбіозом двох процесів. Перший – це, так зване, «вимивання» опадів, або волога седиментація, а другий – їх випадіння, що має назву сухої седиментації [8]. Волога седиментація виникає під час формування хмар в умовах перенасиченості повітря водяною парою і відносній вологості близько 100%, коли краплі хмар можуть утворюватись лише на частинках аерозолів, так званих, конденсаційних ядрах, якими, власне, і є добре розчинні у воді сполуки сірки і азоту. Краплі поступово збільшуються у розмірах та в результаті дії гравітаційних сил в решті випадвають з висоти від кількох сотень до тисяч метрів. Під час падіння поглинаються нові газові молекули, а нові аерозольні частки захоплюються краплею.

Кислотні опади негативно впливають на всі компоненти басейнових геосистем та процеси, що в них відбуваються, які є чутливими до зміни рН середовища, тобто до зміни концентрації іонів водню.

Зокрема, потрапляючи на поверхню ґрунту, кислотні опади сприяють її підкисленню, але, на відміну від інших компонентів басейнової геосистеми, ґрунт має властивість вирівнювати кислотне середовище, тобто здатність до певної міри протистояти ацидифікації. Проте, варто відзначити, що ступінь цієї здатності визначається, в першу чергу, масштабом антропогенного впливу на педосферу. Стійкість ґрунту до кислотної седиментації обумовлена також його генетичним типом, фізичними та хімічними властивостями, літологічними породами, а також способом антропогенного природокористування. Іони водню, що надходять до ґрунту заміщуються наявними в ньому катіонами, в результаті чого відбувається вилуговування кальцію, магнію і калію, або їх седиментація у зневодненій формі. Крім того, в результаті кислотної седиментації зростає мобільність токсичних важких металів (марганцю, міді, кадмію та ін.) в ґрунтах з низьким значенням рН.

Розчинні важкі метали, що легко поглинаються рослинами спричиняють пригнічення процесів їхньої життєдіяльності, а при значній інтенсивності кислотних опадів навіть загибель. Доведеним є також той факт, що алюміній, розчинений в сильно кислому середовищі згубно впливає на біоту, яка знаходиться в ґрунтовій товщі. В північних помірних широтах відбувається більш інтенсивне поглинання алюмінію в порівнянні з концентрацією лужних катіонів. При цьому, варто наголосити, що при значній інтенсивності кислотної седиментації співвідношення «алюміній/кальцій» в ґрунтових водах зростає настільки, що знищує кореневу систему і створює серйозну небезпеку для лісової деревної рослинності, зокрема і багаторічних дубів. Надмірна концентрація азоту в ґрунті, крім усього іншого, редує процеси розкладу органічних решток та мінералізації, що знижує інтенсивність та зменшує обсяг надходження поживних речовин в ґрунт.

Особливу увагу, в контексті моделювання ацидифікаційної стійкості, варто звернути на вплив кислотних опадів на ріллю. Сільськогосподарські угіддя а-рґіорі характеризуються підвищеною кислотністю, оскільки, як правило, обробляються азотними мінеральними добривами. В наслідок синергетичного впливу кислотної седиментації ступінь підкислення ґрунту зростає в кілька разів, що, в результаті, знижує його родючість та збіднює його органічну частину.

Підвищення кислотності ґрунту також призводить до суттєвого переформовування кругообігу речовин в системі «ґрунт-рослинний покрив», наслідком чого є зменшення концентрацій кальцію, магнію і калію, які забезпечують процеси життєдіяльності рослин. Крім того, діоксид сірки внаслідок ацидифікації абсорбується поверхнею рослин, як правило, через листову пластину і, проникаючи, безпосередньо, в їх організм приймає участь в різноманітних окислювальних процесах. Зокрема, діоксид сірки та монооксид азоту окислюють ненасичені жирні кислоти мембран, тим самим змінюючи їхню проникність, що суттєво сповільнює процеси дихання та фотосинтезу та у подальшому викликає генні і видові зміни. Ряд структурних елементів рослинного покриву, зокрема, таких як лісове різнотрав'я та епіфітні лишайники взагалі повністю елімінуються.

Водні об'єкти басейнової геосистеми зазнають негативного впливу кислотних опадів шляхом втрати ними здатності до нейтралізації. Сірчана та азотна кислоти викликають закислення прісних вод. При цьому, розглядаючи цей процес у значному часовому масштабі, варто зазначити, що домінуючу роль у ньому відіграють сульфати, проте, під час раптових явищ (таких як, наприклад, танення снігу) сульфати та нітрати діють разом. Важливою особливістю є те, що процес закислення водних об'єктів є наслідком не стільки, безпосереднього потрапляння сполук сірки та азоту до водної товщі, скільки шляхом їх надходженням з території водного басейну.

Надмірна кислотність поверхневих вод призводить до загибелі живих організмів: в таких умовах здатні існувати лише рослинний і тваринний планктон, а також білі водорості.

Таким чином, керуючись принципами системного підходу та, відповідно, розглядаючи басейнову ландшафтно-територіальну структуру через призму однієї з головних її функцій – емерджентності, варто наголосити, що всі вищезгадані впливи, як і реакцію на них компонентів (квазі) природної басейнової геосистеми доцільно розглядати комплексно. При цьому, у першому наближенні, найбільш небажаною такою реакцією вбачається кислотна відмова геосистеми, яку відповідно до [2] можна визначити як процес незворотного порушення основних функцій та властивостей природно-територіальних комплексів внаслідок дії на них кислотних опадів.

Отже, базуючись на вищенаведених засновках, слід підкреслити, що **головною метою** моделювання є встановлення рівня стану басейнової геосистеми р. Десна за критерієм ацидифікаційної стійкості для визначення її здатності до нівелювання негативного впливу кислотної седиментації та оцінка ймовірності настання кислотної відмови досліджуваної геосистеми.

Методологія. Для розуміння сутності моделювання доцільно спершу зупинитись на вихідних теоретико-методологічних положеннях.

Основним об'єктом зазначеного моделювання є **басейнова геосистема (БГ)** р. Десна, що ідентифікується як територіальна одиниця (елемент) басейнової ландшафтно-територіальної структури (ЛТС), ядром якої є головний водотік – річка Десна в межах території України з площею водозбору 33, 8 тис. км².

При цьому, для забезпечення репрезентативності та наочності отриманих результатів, в межах даної геосистеми було виокремлено 6 **басейново-територіальних підсистем (БТП)**: Деснянсько-Остерську, Смолянсько-Замглайську, Середньодеснянську, Сновську, Верхньодеснянську і Сеймську (рис. 1).

Слід наголосити, що зазначені БТП були виокремлені на основі двох головних критеріїв: по-перше, досліджувана басейнова геосистема була диференційована на суббасейнові геосистеми водотоків рангу, нижчого за головний у БГ (**СБГ**), а також нерушлі суббасейни ерозійних форм рельєфу; по-друге, визначені ділянки басейнової геосистеми у цілому, виокремлені вздовж її головної річки до обумовлених створів на ній (**ДБГ**). Крім того, для виокремлення БТП басейнової геосистеми Десни також враховувались комбінації першого та другого варіанту з огляду на ландшафтну специфіку її української частини (**КБГ**). Формалізовано цей процес можна представити наступним чином [6]:

$$\begin{aligned} \{БТП\} &\in \{СБГ \cap ДБГ \cap КБГ\}, \\ D \{БТП\} &= \\ &= \{БТП(\omega_{БТП}, R_{БТП}, t)\} = \{СБГ(\omega_{СБГ}, R_{СБГ}, t) \cap ДБГ(\omega_{ДБГ}, R_{ДБГ}, t) \cap КБГ(\omega_{КБГ}, R_{КБГ}, t)\}, \end{aligned} \quad (1)$$

де $\omega_{БТП}$, $\omega_{СБГ}$, $\omega_{ДБГ}$ і $\omega_{КБГ}$ – числа фіксацій випадкових субполів відповідних підсистем; $R_{СБГ}$, $R_{ДБГ}$ і $R_{КБГ}$ – просторові субобласті субполів цих підсистем за умови, що загальна просторова область субполів підсистем БТП $R_{БТП} \equiv R \in \{R_{СБГ} \cap R_{ДБГ} \cap R_{КБГ}\}$.

Таким чином, для модельної параметризації ацидифікаційної стійкості басейнової геосистеми Десни саме зазначені БТП слугували первинними об'єктами дослідження.



I - Деснянсько-Остерська БТП; II - Смолянсько-Замгласька БТП; III - Середньодеснянська БТП; IV - Сновська БТП; V - Верхньодеснянська БТП; VI – Сеймська БТП.

Рис. 1. Диференціація басейнової геосистеми р.Десна на басейнові територіальні підсистеми

Параметрична стійкість басейнової геосистеми (ПС(БГ)) розглядалась як міра поліваріантної відповідності обраних визначальних параметрів стану (геопараметрів за [5]) об'єктів моделювання заданим еталонним параметрам. При цьому, останні визначаються з огляду на «нормальність» природних властивостей, структури та типових особливостей цих об'єктів.

Параметрично-процесну стійкість (ППС(БГ)) є одним з підтипів параметричної стійкості, за ознаки якої правлять ті, що характеризують щойно відзначену міру відповідності для геопараметрів, які відображають основні структуротворні та інші процеси та/або наслідки їхньої комбінації в об'єктах моделювання. Звідси як складники-види цієї стійкості розглядаються флювіо-ерозійна ППС (ФЕППС(БГ)), радіогеоекологічна ППС (РГППС(БГ)), ацидифікаційна ППС (АЦППС(БГ)), ґрунтово-самоочищувальна ППС (ГСППС(БГ)) і інші змістово зумовлені її види (ІВППС(БГ)).

Ацидифікаційну параметрично-процесну стійкість (АЦППС(БГ)), доцільно моделювати з огляду на характеристики процесів ацидифікації їхніх водозборів (кислотної забруднювальної седиментації з атмосферними опадами), тобто випадіння на ці водозбори опадів з певними допустимими чи небажаними значеннями водневого показника pH . Останнє задається відповідними полями **АЦВЗ**($\omega_{АЦВЗ}, R_{АЦВЗ}, t$) для їхнього оцінювального перетину з субполями модельних об'єктів і розрахунку **індексу ацидифікаційної ППС** ($I_{АЦППС, k}$, у %) k -того об'єкта моделювання, звідки

$$\begin{aligned} \{АЦППС(БГ)\} &\equiv \{АЦППС(БТП)\} = \\ &= \{БТП(\omega_{БТП}, R_{БТП}, t) \cap БМПП(\omega_{БМПП}, R_{БМПП}, t)\} \cap \\ &\quad \cap \{АЦВЗ((\omega_{АЦВЗ}), R_{АЦВЗ}, t)\}, \end{aligned} \quad (2)$$

$$I_{\text{АЦППС},k} = 100 - I_{\text{АЦВЗ},k} = 100 - \sum_{j=1}^{n_{\text{КАО},k}} I_{\text{КАО},k,j} p_{\text{КАО},k,j}, \quad (3)$$

де $I_{\text{АЦВЗ},k}$ – середньовиважений (за площами відповідних субполів) індекс ацидифікації водозбору k -того об'єкта моделювання (у %); $I_{\text{КАО},k,j}$ – значення j -того індексу кислотності атмосферних опадів, які можна визначати (в %) в інтервальному або усередненому подаванні за, розробленою з урахуванням [3,4], спеціальною шкалою відношень у залежності від середніх за багатоліття інтервальних величин водневого показника цих опадів (табл.1); $p_{\text{КАО},k,j}$ – загальна частка площі субполів k -того об'єкта з j -тим індексом кислотності $I_{\text{КАО}}$ (у частках одиниці); $n_{\text{КАО},k}$ – кількість розрахункових інтервалів індексу $I_{\text{КАО},k,j}$.

Таблиця 1. Інтервальні та усереднені значення індексу кислотності атмосферних опадів ($I_{\text{КАО},k,j}$ у (2) в залежності від середніх за багатоліття інтервальних значень водневого показника (рН) цих опадів

Інтервальні значення рН	Інтервальні та усереднені значення $I_{\text{КАО},k,j}$, %
(7,0-6,8]	(0-14]; 7
(6,8-6,6]	(14-28]; 21
(6,6-6,4]	(28-42]; 35
(6,4-6,2]	(42-56]; 49
(6,2-6,0]	(56-70]; 63
(6,0-5,8]	(70-84]; 77
< 5,8	(84-100]; 92

Розроблену за такими засновками *категорійно-класифікаційну* схему для оцінювання ацидифікаційної ППС об'єктів моделювання в інтервальному подаванні наведено у табл.2.

Таблиця 2. Категорійно-класифікаційна схема рівнів стану БГ за ознаками її ацидифікаційної параметрично-процесної стійкості (ступеня ацидифікації водозбору)

Значення $I_{\text{АЦППС},k}$ за моделлю (2), %	Ступінь ацидифікації водозбору (категорія рівня стану)	Рівень стану за класом
(100-86]	незначний (1)	відмінний (I)
(86-72]	вельми низький (2)	добрий (II)
(72-58]	низький (3)	
(58-44]	середній (4)	задовільний (III)
(44-30]	підвищений (5)	
(30-16]	високий (6)	незадовільний (IV)
< 16	вельми високий (7)	поганий (V)

Ця схема визначає сім категорій рівня стану басейнової геосистеми за ознаками цієї стійкості (ступеня ацидифікації водозбору) – від геосистем з незначним до геосистем з вельми високим таким ступенем – та відповідні цим категоріям п'ять класів рівня стану.

Основні результати. Аналізуючи індекс ацидифікації водозбору Десни, варто відзначити, що загалом його значення ($I_{\text{АЦППС},k} = 67,11\%$, табл.3) ідентифікує її як басейнову геосистему, яка має низький ступінь ацидифікації (3-тя категорія рівня стану, табл.4), що відповідає доброму стану за класом категорійно-

класифікаційної схеми. При цьому, це значення є ближчим до верхньої межі інтервалу ($I_{\text{АЦППС,к}} = 72\%$), тобто прямує до 4-ї категорії рівня стану (вельми низький ступінь ацидифікації) та відповідного їй II класу (добрий стан). Таким чином, такі результати вказують на те, що кислотна седиментація в межах БГ Десни на разі не виступає лімітуючим фактором її функціонування. Передумовами цього, в першу чергу, є відсутність значних стаціонарних джерел емісії (потужних промислових об'єктів) сполук сірки та азоту.

Таблиця 3. Інтегральне значення індексу ацидифікації $I_{\text{АЦППС,к}}$, % та характеристики стійкості басейнової геосистеми р.Десна

БГ Десни загалом	Значення $I_{\text{АЦППС,к}}$, %	Ступінь ацидифікації водозбору (категорія рівня стану)	Рівень стану за класом
	67,11	низький (3)	добрий (II)

Таблиця 4. Показники стійкості БТП басейнової геосистеми р.Десна

БТП	Значення $I_{\text{АЦППС,к}}$, %	Ступінь ацидифікації водозбору (категорія рівня стану)	Рівень стану за класом
1.Деснянсько-Остерська	40,78	середній (4)	задовільний (III)
2.Смолянсько-Замглайська	34,16	підвищений (5)	задовільний (III)
3.Середньодеснянська	51,89	середній (4)	задовільний (III)
4.Сновська	50,80	середній (4)	задовільний (III)
5.Верхньодеснянська	61,46	низький (3)	добрий (II)
6.Сеймська	60,89	низький (3)	добрий (II)

В розрізі БТП простежуються незначні флуктуації $I_{\text{АЦППС,к}}$: від верхнього екстремуму 34,16% (Деснянсько-Остерська БТП, 5-та категорія рівня стану (підвищений ступінь ацидифікації водозбору)) до нижнього – 61,46% (Верхньодеснянська БТП, 3-тя категорія рівня стану (низький ступінь ацидифікації водозбору)) (рис. 2).

Слід звернути особливу увагу на територіальну закономірність розподілу індексу $I_{\text{АЦППС,к}}$, а саме: збільшення його чисельного значення і відповідно зменшення ступеню ацидифікації басейнової геосистеми у напрямку із заходу на схід. Причинами такої територіальної диференціації в першу чергу є відмінність у локалізації промислових підприємств: так, зокрема, Деснянсько-Остерська БТП (пд.–зх. частина БГ) знаходиться в межах безпосереднього антропогенного впливу м. Києва, де, окрім промислових підприємств, потужним джерелом емісії оксидів азоту та сірчистого ангідриду є транспорт; в той же час, в межах Смолянсько-Замглайської БТП розташоване м. Чернігів – адміністративний і, головне, промисловий центр Чернігівської області. Масштаби впливу міста на обсяг емісії сполук сірки і азоту наочно ілюструють показники, наведені у Екологічному паспорті Чернігівської області за 2011 р. [1]: викиди сполук сірки у річному вираженні складають понад 7,5 тис. т зі стаціонарних джерел та більш ніж 0,5 тис. тон з пересувних; при цьому, річний обсяг викидів оксидів азоту складає понад 3,3 тис. т зі стаціонарних та більш ніж 5,3 тис. т з пересувних джерел відповідно.

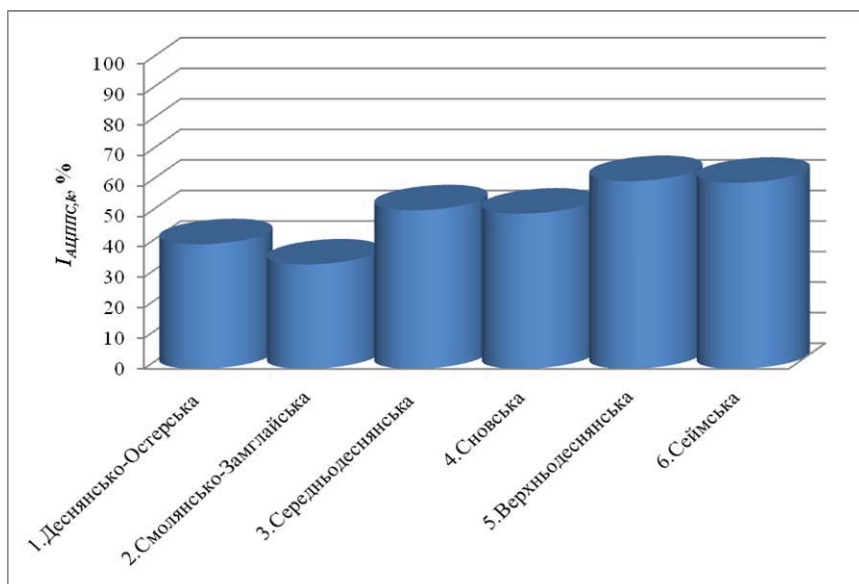


Рис 2. Значення індексу ацидифікації $I_{ацппс,к}, \%$ для БТП басейнової геосистеми р.Десна

На особливу увагу заслуговує і той факт, що у зменшенні кислотності опадів у напрямку із зх. на сх. не останню роль відіграють особливості атмосферної циркуляції. Так, зокрема, північ України де, власне, і локалізована досліджувана басейнова геосистема знаходиться в зоні безпосереднього впливу західного переносу повітряних мас. Тобто, рухаючись із заходу на схід повітряні маси поступово втрачають вологу та надмірну кислотність.

Висновки та перспективи подальших досліджень.

1. Процес ацидифікації характеризується збільшенням кислотності та, відповідно, зменшення величини водневого показника рН компонентів довкілля, що відбувається внаслідок випадання кислотних опадів.

2. Його рушійною силою виступає кислотна седиментація, яку, в свою чергу, спричиняє надходження в атмосферу сполук сірки і азоту, що у більшості випадків мають антропогенну ґенезу.

3. Кислотна седиментація є своєрідним симбіозом двох процесів: перший – це, так зване, «вимивання» опадів, або волога седиментація, а другий – їх випадіння, що має назву сухої седиментації.

4. Басейнова геосистема р. Десна ідентифікується як територіальна одиниця (елемент) басейнової ландшафтно-територіальної структури (ЛТС), ядром якої є головний водотік – річка Десна в межах території України з площею водозбору 33, 8 тис. км²

5. В межах досліджуваної геосистеми було виокремлено 6 басейново-територіальних підсистем: Деснянсько-Остерську, Смолянсько-Замглайську, Середньодеснянську, Сновську, Верхньодеснянську і Сеймську.

6. Ацидифікаційну параметрично-процесну стійкість доцільно моделювати з огляду на характеристики процесів ацидифікації їхніх водозборів, тобто випадіння на ці водозбори опадів з певними допустимими чи небажаними значеннями водневого показника рН та формалізувати за допомогою індексу ацидифікаційної ППС ($I_{ацппс,к}$, у %).

7. Значення індексу ацидифікації водозбору Десни ($I_{ацппс,к} = 67,11\%$) ідентифікує її як басейнову геосистему, яка має низький ступінь ацидифікації (3-тя категорія рівня стану), що відповідає доброму стану за класом категорійно-класифікаційної схеми та вказує на те, що кислотна седиментація в межах БГ Десни на разі не виступає лімітуючим фактором її функціонування.

8. Перспективи вдосконалення методики моделювання ацидифікаційної параметрично-процесної стійкості бачиться, насамперед, у врахуванні властивостей ґрунтів або інших поверхонь, на які надходять атмосферні опади. Адже, ґрунт має властивість вирівнювати кислотне середовище, тобто здатність до певної міри протистояти ацидифікації.

9. Крім того, в майбутніх дослідженнях особлива увага буде приділена врахуванню ацидифікаційних синергетичних ефектів в басейнових геосистемах викликаних як природною кислотністю їх окремих компонентів (насамперед, ґрунтів), так і специфікою речовинно-енергетичних потоків.

Список літератури

1. Екологічний паспорт Чернігівської області. – Чернігів: ДУОНПР в Чернігівській області, 2012. – 142 с. 2. Кривошеїн О. О. Моделювання кислотної відмови геосистеми за допомогою графічної моделі у вигляді «дерева відмов» / О. О. Кривошеїн // Наук. праці Укр.НДГМІ. – 2010. – № 259. – С. 254–262. 3. Національний атлас України. Електронна версія / Інститут географії НАНУ, «ІС ГЕО», ДНВП «Картографія», ДСГКК. – 2007. 4. *Самойленко В. М.* Моделювання урболандшафтних басейнових геосистем / В. М. Самойленко, К. О. Верес – К. : Ніка-Центр, 2007. – 296 с. 5. *Самойленко В. М.* Модельна ідентифікація берегових геосистем / В. М. Самойленко, І. О. Діброва. – К. : Ніка-Центр, 2012. – 328 с. 6. *Самойленко В. М.* Модельна параметризація компонентів параметричної стійкості басейнової геосистеми та її надійності / В. М. Самойленко, Д. В. Іванок // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2011. – Т.3(24). – С.15–35. 7. *Самойленко В. М.* Математичне моделювання в геоecології / В.М. Самойленко – К. : ВПЦ «Київський університет», 2003. – 199 с. 8. *Хорват Л.* Кислотный дождь / Л. Хорват. – М. : Стройиздат, 1990. – 83 с. 9. *Тарасова Т. Ф.* Оценка воздействия кислотных дождей на элементы экосистемы промышленного города / Т. Ф. Тарасова, О. В. Чаловская // Вестник ОГУ. – 2005. – Т.2(10). – С. 80–84.

Моделювання ацидифікаційної параметрично-процесної стійкості басейнової геосистеми річки Десна

Іванок Д. В.

Виокремлено особливості процесу ацидифікації та кислотної седиментації в басейнових геосистемах. Удосконалено та протестовано на прикладі басейнової геосистеми р.Десна методику моделювання параметрично-процесної стійкості. Проаналізовано закономірності ацидифікаційних процесів водозбору р.Десна та окреслено перспективи подальших досліджень.

Ключові слова: басейнова геосистема, басейнова територіальна підсистема, ацидифікація, кислотна седиментація, параметрично-процесна стійкість.

Моделирование ацидификационной параметрически-процессовой устойчивости бассейновой геосистемы реки Десна

Іванок Д. В.

Определено особенности процесса ацидификации и кислотной седиментации в бассейновых геосистемах. Усовершенствовано и протестировано на примере бассейновой геосистемы р.Десна методику моделирования параметрически-процессной устойчивости. Проанализировано закономерности ацидификационных процессов водозбора р.Десна и выделено перспективы дальнейших исследований.

Ключевые слова: бассейновая геосистема, бассейновая территориальная подсистема, ацидификация, кислотная седиментация, параметрически-процессовая устойчивость.

Modeling of acidified parametric-processing stability of Desna river basin geosystem

Ivanok D.V.

There were defined acidification and acid sedimentation peculiarities in basin geosystems. The technique of modeling of acidified parametric-processing stability was updated and tested on Desna river basin geosystem's example. There were analyzed regularities of acidification processes of Desna river's catchment area and outlined prospects for further investigations.

Keywords: basin geosystem, basin territorial subsystem, acidification, acid sedimentation, parametric-processing stability.

Надійшла до редколегії 07.02.2013