

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКЕ ПОРУШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СТІЙКОСТІ БАСЕЙНУ РІЧКИ ДНІПРО

В. І. ПІЧУРА, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Херсонський державний аграрний університет

E-mail: pichura@yandex.ua

***Анотація.** Транскордонний басейн Дніпра є багатогалузевим комплексом, що має високу природну і соціально-економічну цінність для трьох сусідніх держав (Російської Федерації, Білорусі, України), але екологічна кризова ситуація, спричинена значною антропогенною трансформацією, привела до погіршення функціонування цілісності геогідроекосистеми басейну та зниження якості питної води і, як наслідок, погіршення здоров'я населення. Основною причиною дестабілізації екологічної стійкості являється сільськогосподарська освоєність водозбірної території річки Дніпро. В основу завдання досліджень покладені принципи басейнового підходу. Для водозбірної території площею 511 тис.км² виділено 776 суббасейнів IV-IX порядків. Аналіз ступеня розораності і лісистості вказують на високу екологічну вразливість та прояви сильних деградуючих процесів земельних ресурсів більше ніж на 70 % території транскордонного басейну, що приводить до значного порушення функціонування геогідроекосистем річки Дніпро. Отримані результати забезпечать можливість обґрунтувати впровадження конкретних земле- та водоохоронних заходів щодо оптимізації земельного фонду на основі басейнових позиційно-динамічних та адаптивно-ландшафтних принципах, які дозволять створити передумови для раціонального використання та оздоровлення земельних і водних ресурсів транскордонного басейну річки Дніпро.*

***Ключові слова:** сільськогосподарська освоєність, антропогенне порушення, розораність, лісистість, екологічна стійкість, басейн, річка Дніпро, геомодельовання*

Річка Дніпро є однією з найбільших річок Європи, басейн якої складає 511 тис га і розташований в межах трьох держав – Російської Федерації (19,8 % від загальної площі басейну), Білорусі (22,9 %), України (57,3 %). Транскордонний басейн Дніпра є багатогалузевим комплексом, що має високу природну і соціально-економічну цінність для трьох сусідніх держав, але екологічна кризова ситуація, причинами якої є будівництво на Дніпрі каскаду водосховищ, що абсолютно змінило динаміку стоку, екстенсивна система

господарювання, великомасштабні меліорації, будівництво в межах басейну потужних промислових комплексів, величезні обсяги водоспоживання для промисловості і агровиробництва, скидання значних обсягів забруднених вод тощо [1] призвели до значного погіршення функціонування цілісності геогідроекосистеми транскордонного басейну та зниження якості питної води і, як наслідок, зумовили погіршення здоров'я населення. Внаслідок всіх історично сформованих закономірностей розвитку української частини басейну річки Дніпро на її території розміщено понад 60 % всього промислового виробництва України. Площа орних земель транскордонного басейну становить 283 тис км², або 55,4 % від загальної площі басейну, з них 206 тис км² (72,8 %) розташовані на території України. Враховуючи умови високого антропогенного навантаження для раціонального управління природокористуванням, є необхідним пошук оптимальної взаємодії між людиною і природою, тобто формування збалансованих відносин між експлуатацією геогідроекосистеми, їх охороною і цілеспрямованим перетворенням.

Основні завдання дослідження басейнової організації та географічних систем полягають в дослідженні організації територіальної системи шляхом: виявлення просторово-часової ієрархії елементів і явищ, розташованих на земній поверхні шляхом розбиття цілого на частини; визначення просторових форм різнорангових структур і виявлення закономірностей, що визначають кількісні відносини між різноранговими елементами структури; виявлення типу організації системи і визначення міри її організованості. Теоретичне обґрунтування басейнова концепція (підхід, принцип) отримала в роботі Л. М. Коритного [2], де представлений повний і всебічний аналіз концепції, узагальнено накопичений на той час досвід її застосування в різних аспектах. Перевагами використання басейнового підходу в раціональному природокористуванні говорить чіткість і простота виділення границь; ієрархічна структура, що дозволяє переходити на різні територіальні рівні управління; організація односпрямованих потоків речовини, енергії та інформації; геосистемний взаємозв'язок, що дає можливість здійснювати всі

типи екологічного моніторингу; приуроченість ґрунтового і рослинного покриву, системи розселення і природокористування до окремих басейнових структур; локалізація техногенних джерел забруднення середовища уздовж водозбірних басейнів – водотоків.

Розвиток підходів до обґрунтування організації басейнового природокористування відображено в роботах Ф. М. Милькова [3], Г. І. Швєбса [4], Ю. Г. Симонова [5], Ф. М. Лисецького [6] та інших вчених.

Мета дослідження – оцінити ступінь антропогенно-обумовленої сільськогосподарської дестабілізації екологічної стійкості транскордонного басейну річки Дніпро.

Матеріали і методи дослідження. В основу завдання дослідження басейнової організації, екологічного стану і просторова-часової трансформації ландшафтних екосистем водозбірної території річки Дніпро покладені принципи басейнового підходу, в якому водозбірний басейн оцінюється як особлива просторова одиницю біосфери, найбільш перспективну для багатоаспектного вивчення природи, економіки і для управління навколишнім середовищем. Для поділу річних басейнів на групи в залежності від порядку головного русла використаний підхід Стралера-Філософова [2]. Можливість дослідження особливостей навантаження геоморфологічної роботи на басейн Дніпра і всіх компонентів ландшафту у взаємозв'язку їх характеристик із параметрами стоку води дозволяє басейнова організація території на рівні водозборів ерозійних форм IV порядку (рис. 1), де передбачається можливість виявлення ландшафтно-неоднорідності території.

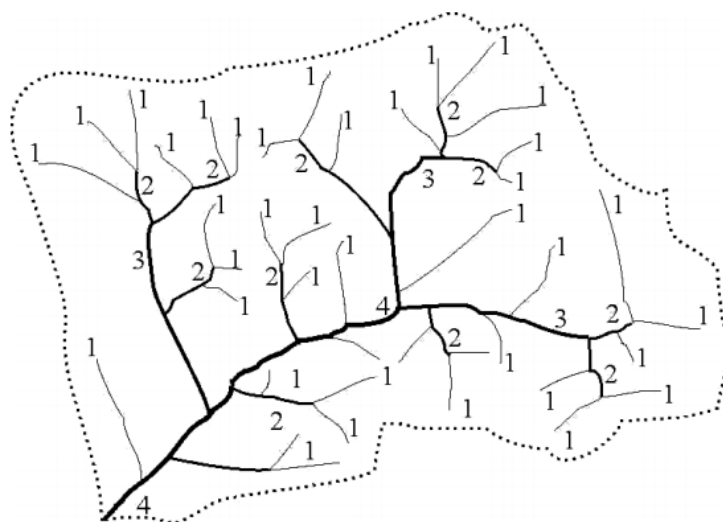


Рис.1. Структура річкового басейну 4-го порядку, виділена у відповідності з кодуванням басейнів за Стралером-Філософовим (пунктирною лінією показаний вододіл, цифрами – порядки видатків)

Виділення руслової мережі і поділ території басейну Дніпра на різнопорядкові суббасейни на основі растрової цифрової моделі рельєфу SRTM-90 із дозволом пікселя на місцевості 90×60 м, що приблизно відповідає масштабу 1:230000, здійснювалося із використанням алгоритму гідрологічного моделювання робочого модуля Hydrology tools of Spatial Analyst Tools. Алгоритм передбачає, що дослідник задає деяке граничне значення, виражене через мінімальну кількість чарунків растра або мінімальну водозбірну площу (км²), які дають поверхневий стік. Під час побудови моделі річкової мережі басейну Дніпра на основі растра акумуляції стоку гранична величина виділення чарунків, складових руслової мережі, була прийнята рівною 600. Таке граничне значення пов'язано з тим, що у використанні цифрової моделі рельєфу SRTM-90 для автоматичного виділення річкової мережі засобами ГІС-технологій є деякі обмеження, що обумовлені наявністю на цифровій моделі рельєфу рослинності і штучних споруд, які ускладнюють достовірність виділення верхніх ланок річкової мережі Дніпра. Після отримання моделі басейнової організації території річки Дніпро здійснена додаткова ручна корекція, що дало можливість підвищити якість моделювання.

Сільськогосподарська освоєність і розподіл лісових масивів у границях території басейну річки Дніпро визначена на основі даних Національних

атласів транскордонних держав (України, Республіки Білорусь і Російської Федерації) та дешифрування даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) із застосуванням серії коректно каліброваних супутникових знімків MODIS (геометричне розрізнення $\sim 230 \times 230$ м) на 23.04.2015 р. і 13.08.2015 р. Тематична інтерпретація зображення проводилася на основі процедури безрозмірного показнику NDVI – нормалізованого диференціального вегетаційного індексу. Обробка, геоінформаційний аналіз і математичне моделювання просторової неоднорідності розподілу порушення стійкості агроландшафтів на території водозбірного басейну Дніпра використані ліцензовані програмні продукти ArcGIS 10.1, MathWorks MATLAB 7.9 R2009b і STATISTICA Advanced + QC for Windows v.10 Ru.

Результати досліджень та їх обговорення. В результаті просторового гідрологічного геомодельовання встановлено, що майже половина довжини всіх ерозійних форм басейну Дніпра представлені формами 1-го порядку, а 90 % складає сумарна довжина 1-4 порядків (рис. 2а). Структури долинної і яружно-балочної мережі (C_{MB} , км) в залежності від порядку басейну (ПБ) функціонально описується експоненціальною моделлю виду: $C_{MB} = 1,75 \cdot 10^5 \cdot \exp(-1,41ПБ)$. Для всієї території басейну Дніпра ($S = 511$ тис км²) виділено 776 басейнів (рис. 2б) розміром від 1,9 км² до 22680,2 км² IV-IX порядків (табл. 1). В результаті порівняльного аналізу структури площ схилів різного порядку в басейні Дніпра із такою у модальному басейні встановлено, що у верхній ланці основного русла Дніпра площа басейнів VII – VIII порядків зменшена у 2 рази, а IX порядку – збільшена майже в 3 рази у відповідності з модальною формою. У верхніх ланках спостерігаються незначні збільшення в 1,2 рази.

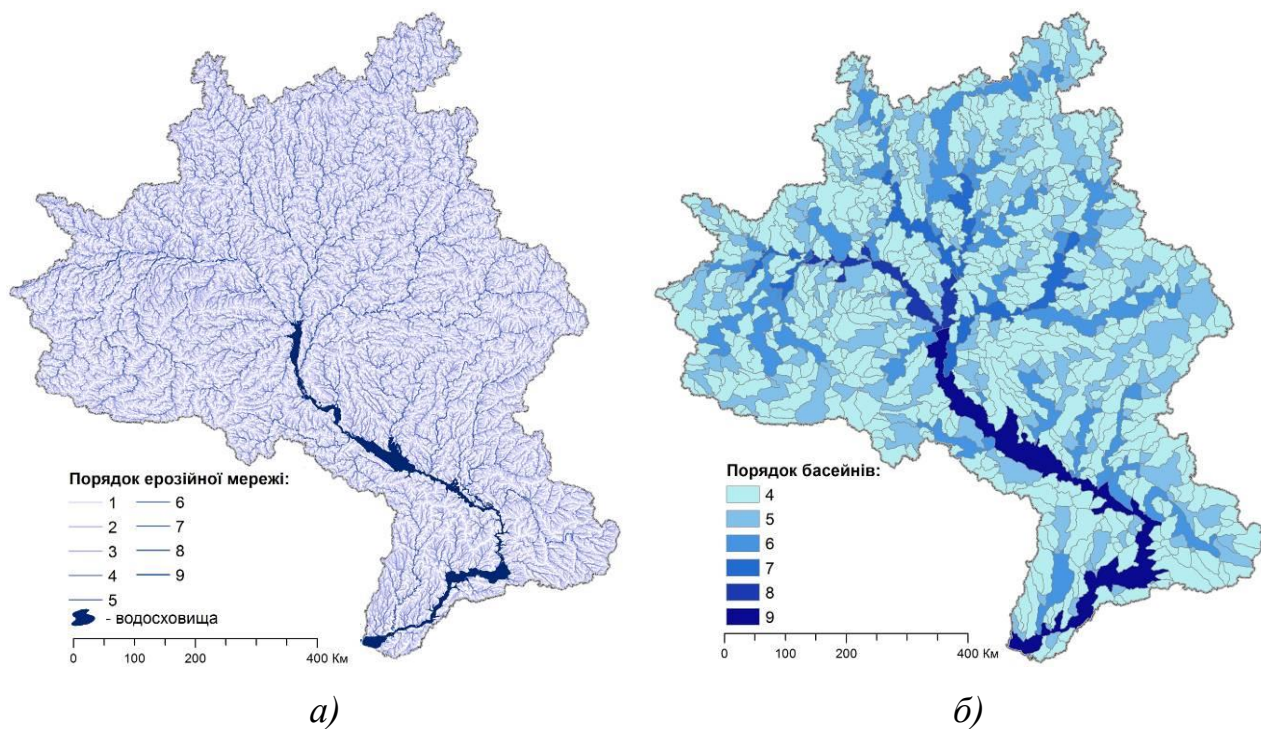


Рис. 2. Просторова організація внутрішньої структури басейну річки Дніпро: а) порядкова структура долинної і яружно-балочної мережі; б) басейнова структура

1. Розподіл річкових басейнів в межах дослідної території за порядками

Порядок	Всього, шт.	Загальна площа, км ²	Відносне значення до загальної площі, %	\bar{S} , км ²	Відносне значення до загальної площі у модальному річному басейні, %	Відхилення від модального значення, +/-
IV	607	298379,8	58,4	492,5	50	+8,4
V	131	104036,7	20,4	795,6	25	-4,6
VI	30	64555,0	12,6	2155,8	12	+0,6
VII	5	15391,1	3,0	3083,8	6	-3,0
VIII	2	5957,2	1,2	2984,1	3	-2,8
IX	1	22680,2	4,4	22680,2	1,5	+2,9
Всього	776	511000	100	—	100	—

Із площею річкового басейну пов'язані довжина пройденого шляху і витрачений час на переміщення води і наносів зі схилів у русла. Відповідним відхиленням від модального типу являється показник площинної аномальності басейнової структури, що дає можливість проаналізувати збільшення або зменшення потенційного значення акумуляції місцевих рихлих відкладень в руслі Дніпра. Аналіз структури різнопорядкових водозбірних площ басейну

Дніпра показав, що живлення головного русла наносами здійснюється за рахунок верхньої і середньої ланків (91,4 %), а живлення місцевими наносами нижньої ланки русла Дніпра складає 1,8 %.

Ліси, будучи частиною природної сфери басейну Дніпра, виконують цілий ряд найважливіших і унікальних еколого-економічних функцій. Вони впливають на водообмін і стан водних екосистем, запобігають ерозії ґрунтів, перешкоджають утворенню ярів і зсувів, а також зберігають ландшафти і родючість ґрунтів тощо. Ступінь лісистості водозбірних річкових суббасейнів забезпечує збереження природної екологічної рівноваги всього транскордонного басейну, який значно порушений господарською діяльністю людини. Земельні ресурси басейну річки Дніпро характеризуються високим рівнем господарської освоєності. За обліку ступеня розораності і лісистості для оцінки наслідків антропогенного порушення території перехід від середньої до сильної ступеня трансформації земельного фонду пов'язаний із часткою ріллі більше 40 % і лісистості не менше 20 %. Аналіз впливу основних компонентів агроландшафту на формування максимальних втрат схилового стоку показав, що найбільший порядок у функціонуванні агроландшафтних систем відзначається за розораності 40-60 % і полезахисної лісистості 17-20 %. Найменші втрати річкового стоку спостерігаються за середньозваженої крутизни схилів до 2,5 °, коли розораність водозбору становить 40-60 %, природні кормові угіддя – 33-53 % і полезахисна лісистість – 7 % [7].

Лісові ресурси дуже нерівномірно розподілені територією басейну річки Дніпро. Ліси головним чином зосереджені у верхній частині басейну і мало представлені в його нижній частині, де переважають відносно невеликі за площею штучні лісонасадження і лісові полезахисні смуги. Загальна площа лісів становить ~ 175,4 км² (рис. 3а), в т.ч. у Білорусії – 48,6 %, у Російській Федерації – 31,6 % і в Україні – 17,1 %. Лісистість територій транскордонного басейну Дніпра за окремими водозбірними річковими суббасейнами варіює від 0 % до 95 % (рис. 3б): 516 (67,4 %) суббасейнів із загальною площею ~ 324,4 тис км² або 63,5 % від загальної площі транскордонного басейну мають

менше 20 % лісних масивів; ступінь лісистості в межах 20-40 % мають 143 (18,7 %) суббасейни із загальною площею ~ 110,1 тис км² (21,5 %); лісистість більшу 40 % мають 117 (22,9 %) суббасейнів із загальною площею ~ 76,5 тис км² (15,0 %). Більша частина суббасейнів (~ 97 %) із лісистістю > 20 % розміщені в границях верхньої течії (лісовій зоні) річки Дніпро. В свою чергу у суббасейнах степової та лісостепової зон дніпровського басейну площа лісів відсутня або у 2-3 рази менша за оптимальний рівень. Просторові моделі розподілу лісових масивів наведені на рисунку 3в.

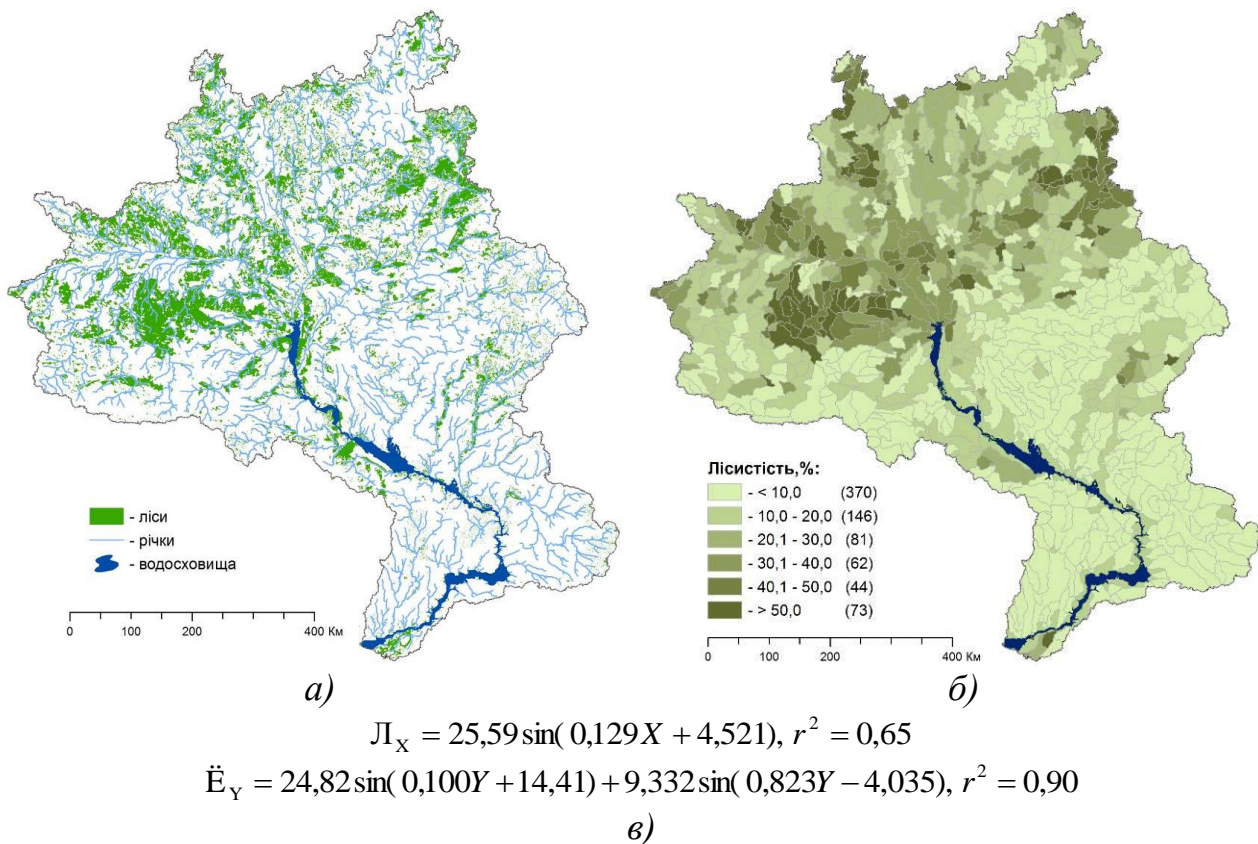
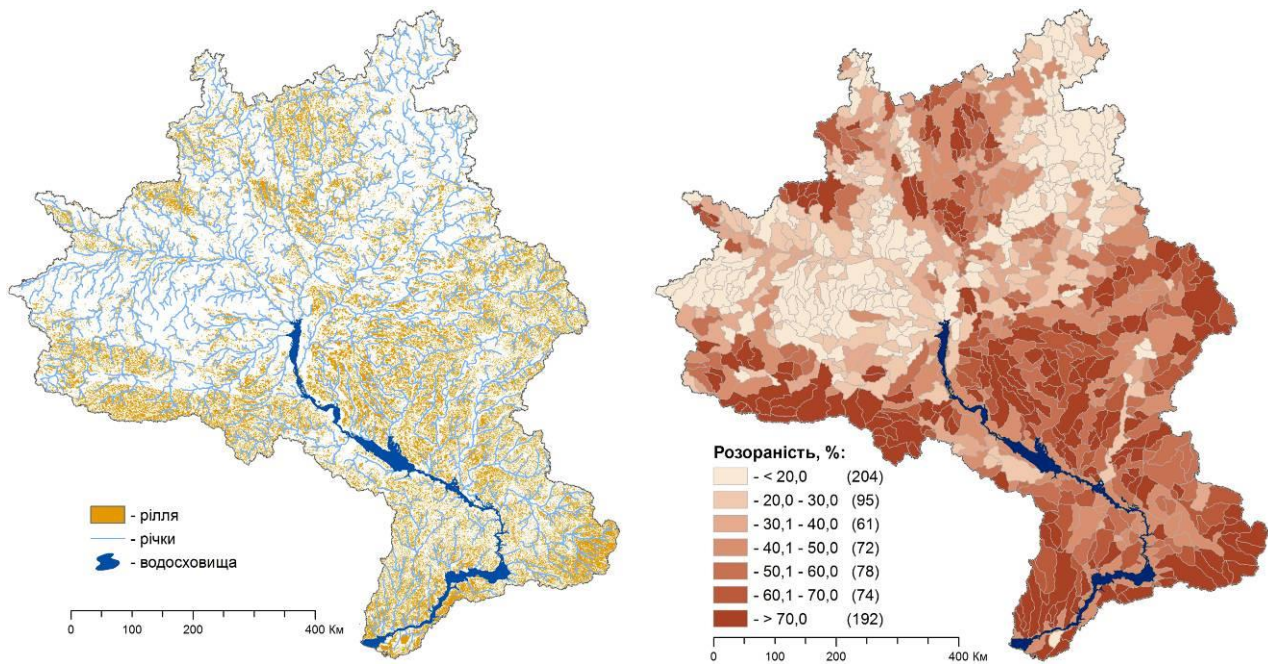


Рис. 3. Просторова характеристика розподілу лісових масивів на території басейну річки Дніпро: а) ліси; б) частка в границях різнопорядкових водозбірних суббасейнів, %; в) моделі закономірностей просторового розподілу лісних масивів – із заходу на схід (L_x), із півдня на північ (L_y)

Земельні ресурси басейну річки Дніпро характеризуються високим рівнем господарської освоєності (рис. 4а). Майже 60 % площі басейну повністю втратили свій природний ландшафт у результаті інтенсивного господарського використання. Лопирьов М. І. [8] пропонує оцінювати стійкість агроландшафтів за співвідношенням «рілля / природні угіддя». В середньому для погого-

горбистого рельєфу співвідношення «рілля / природні угіддя» визначає наступні типи стану агроландшафту: 70:30 – руйнування, 60:40 – нестійкий, 50:50 – граничностійкий, 40:60 – мінімально стійкий, 35:65 – середньостійкий, 30:70 – стійкий, 25:75 – високостійкий, 0-25:100-75 – екологічна рівновага зі стійким підвищенням родючості ґрунтів. На основі цієї класифікації середнє значення стійкості агроландшафтів басейну Дніпра оцінюється як нестійке.



а) $P_x = 8,43 \exp(0,052X) + 1,7 \cdot 10^{-13} \exp(0,88X), r^2 = 0,70$
 б) $P_y = 1,20 \cdot 10^5 \exp(-0,15Y), r^2 = 0,77$
 в)

Рис. 4. Сільськогосподарська освоєність ландшафтів басейну річки Дніпро: а) сільськогосподарські угіддя; б) частка в границях різнопорядкових водозбірних суббасейнів, %; в) моделі закономірностей просторового розподілу с.-г. угідь – із заходу на схід (P_x), із півдня на північ (P_y)

Розораність територій транскордонного басейну Дніпра за окремими водозбірними суббасейнами розподілена достатньо нерівномірно (рис. 4б), в напрямку течії Дніпра із заходу на схід вона збільшується в середньому на 60 % (рис. 4в), із півночі на південь на 75 % (рис. 4в): 299 (39,0 %) суббасейнів із загальною площею $\sim 164,9$ тис км² або 32,3 % від загальної площі транскордонного басейну мають високостійкі та стійкі агроландшафти із розораність рівною 30 % і менше; середню і мінімальну стійкість агроландшафтів (розораність – 30–40 %) мають 61 (8,0 %) суббасейни із

загальною площею ~ 66,1 тис км² (12,9 %); розораність в межах 40-50 % і відповідно граничностійкі агроландшафти мають 72 (9,4 %) басейни із загальною площею ~ 9,3 тис км² (18,2 %); нестійкий і руйнівний ступінь (> 50 %) агроландшафтів мають 344 (67,3 %) басейни із загальною площею ~ 21,4 тис км² (42,0 %). Співвідношення показників розораності і лісистості території дає уявлення про ступінь екологічної стійкості кожного суббасейну.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Досліджено, що лісистість водозбірних річкових суббасейнів варіює від 0 % до 95 %, майже 67,4 % суббасейнів степової та лісостепової зон із загальною площею ~ 324,4 тис км² (63,5 %) мають менше 20 % лісових масивів, що вказує на значну просторову неоднорідність і низьку здатність збереження природної екологічної рівноваги в зонах середньої та нижньої течії річки Дніпро. Близько 416 водозбірних суббасейнів, які займають 60,2 % площі басейну Дніпра мають сильний ступінь трансформації земельного фонду. Аналіз ступеня розораності і лісистості вказують на високу екологічну вразливість та прояви сильних деградуючих процесів земельних ресурсів більше ніж на 70 % території транскордонного басейну, що призводить до значного порушення функціонування геогідроекосистем річки Дніпро. Отримані результати дають можливість оцінити ступінь антропогенно-обумовленої сільськогосподарської дестабілізації екологічної стійкості кожного суббасейну і обґрунтувати конкретні заходи щодо необхідності розробки та впровадження земле- та водоохоронних шляхів оптимізації земельного фонду на основі басейнових позиційно-динамічних та адаптивно-ландшафтних принципів, що дозволять створити передумови для раціонального використання та оздоровлення земельних і водних ресурсів транскордонного басейну річки Дніпро.

Список літератури

1. Forecasting of Hydrochemical Regime of the Lower Dnieper Section using Neurotechnologies / [V. I. Pichura, Yu.V. Pilipenko, F.N. Lisetskiy, O. E. Dovbysh] // Hydrobiological Journal. – 2015. – Vol. 51, No 3. – P. 100-110.
2. Корытный, Л. М. Бассейновая концепция в природопользовании / Л. М. Корытный – Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2001. – 163 с.

3. Мильков, Ф. Н. Бассейн реки как парадинамическая ландшафтная система и вопросы природопользования / Ф. Н. Мильков // География и природные ресурсы. – 1981. – № 4. – С. 11-17.

4. Швебс, Г. И. Проектирование контурно-мелиоративной системы почвозащитного земледелия / Г. И. Швебс // Земледелие. – 1989. – № 2. – С. 55-59.

5. Симонов, Ю. Г. Речной бассейн и бассейновая организация географической оболочки / Ю. Г. Симонов // Эрозия почв и русловые процессы. – М.: Изд-во МГУ. – 2003. – Вып. 14. – С. 7-32.

6. Basin organization of nature management for solving hydroecological problems / [F. N. Lisetskii, Ya. V. Pavlyuk, Zh. A. Kirilenko, V. I. Pichura] // Russian Meteorology and Hydrology. – 2014. – V. 39, No 8. – P. 550-557. DOI: 10.3103/S106837391408007X.

7. Буряк, Ж. А. Бассейновая организация природопользования в Белгородском экорегионе: автореф. дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.36 / Ж. А. Буряк. – М., 2015. – 23 с.

8. Проектирование и внедрение эколого-ландшафтных систем земледелия в сельскохозяйственных предприятиях Воронежской области / М. И. Лопырев, В. Е. Шевченко, Н. И. Зезюков [та ин.]. – Воронеж: Истоки, 1999. – 186 с.

References

1. Pichura, V. I., Pilipenko, Yu. V., Lisetskiy, F. N., Dovbysh, O. E. Forecasting of Hydrochemical Regime of the Lower Dnieper Section using Neurotechnologies. Hydrobiological Journal, 2015, 51 (3), 100-110.

2. Korytnyy, L. M. (2001). Basseynovaya kontseptsiya v prirodopol'zovanii [Basin concept in nature management]. Irkutsk: Izd-vo Instituta geografii SO RAN, 163.

3. Mil'kov F. N. (1981). Basseyn reki kak paradinamicheskaya landshaftnaya sistema i voprosy prirodopol'zovaniya [A river basin as a paradyamic landscape system, and nature management issues]. Geografiya i prirodnye resursy, 4, 11-17.

4. Shvebs G. I. (1989). Proektirovanie konturno-meliorativnoy sistemy pochvozaschitnogo zemledeliya [Designing a contour-reclamation system of soil conservation agriculture]. Zemledelie, 2, 55-59.

5. Simonov Yu. G. (2003). Rechnoy basseyn i basseynovaya organizatsiya geograficheskoy obolochki [A river basin and basin organization of a geographic shell]. Eroziya pochv i ruslovye protsessy, M.: Izd-vo MGU, 2003, 14, 7-32.

6. Lisetskii, F. N., Pavlyuk, Ya. V., Kirilenko, Zh. A., Pichura, V. I. Basin organization of nature management for solving hydroecological problems. Russian Meteorology and Hydrology, 2014, 39 (8), 550-557. DOI: 10.3103/S106837391408007X.

7. Buryak, Zh. A. (2015). Basseynovaya organizatsiya prirodopol'zovaniya v Belgorodskom ekoregione [Basin organization of nature management in Belgorod ecoregion]. Moscow, 23.

8. Lopyrev, M. I., Shevchenko, V. E., Zezyukov, N. I., Fedotov, V. A. (1999) Proektirovanie i vnedrenie ekologo-landshaftnykh sistem zemledeliya v sel'skokhozyaystvennykh predpriyatiyakh Voronezhskoy oblasti [Design and implementation of eco-landscape systems of agriculture in the agricultural enterprises of the Voronezh area]. Voronezh: Istoki, 186.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ НАРУШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ БАСЕЙНА РЕКИ ДНЕПР

В. И. Пичура

***Аннотация.** Трансграничный бассейн Днепра является многоотраслевым комплексом, имеющим высокую природную и социально-экономическую ценность для трех соседних государств (Российской Федерации, Беларуси, Украины), но экологическая кризисная ситуация, вызванная значительной антропогенной трансформацией, привела к ухудшению функционирования целостности геогидроэкосистемы бассейна и снижению качества питьевой воды и, как следствие, ухудшению здоровья населения. Основной причиной дестабилизации экологической устойчивости является сельскохозяйственная освоенность водосборной территории реки Днепр. В основу задачи исследований положены принципы бассейнового подхода. Для водосборной территории площадью 511 тыс км² выделено 776 суббассейнов IV-IX порядков. Анализ степени распаханности и лесистости указывают на высокую экологическую уязвимость и проявление сильных деградирующих процессов земельных ресурсов более чем на 70 % территории трансграничного бассейна, что приводит к значительному нарушению функционирования геогидроэкосистемы реки Днепр. Полученные результаты обеспечат возможность обосновать внедрение конкретных земле- и водоохранных мероприятий по оптимизации земельного фонда на основе бассейновых позиционно-динамических и адаптивно-ландшафтных принципах, которые позволят создать предпосылки для рационального использования, оздоровления земельных и водных ресурсов трансграничного бассейна реки Днепр.*

***Ключевые слова:** сельскохозяйственная освоенность, антропогенное нарушение, распадка, лесистость, экологическая устойчивость, бассейн, река Днепр, геомоделирование*

DAMAGE TO ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY OF THE DNIEPER RIVER BASIN CAUSED BY AGRICULTURE

V. I. Pichura

***Abstract.** The transboundary basin of the Dnieper is a diversified complex having a high natural and socio-economic value for three neighboring countries (Russia, Belarus, Ukraine); however, the ecological crisis caused by considerable anthropogenic transformations has led to the deterioration in the functioning of the integrity of the basin's geohydroecosystem and decrease in the quality of drinking*

water, and, as a result, to the deterioration of public health. The main reason for the destabilization of the environmental sustainability is agricultural development in the catchment area of the river Dnieper. The basis of the research's objectives is based on principles of basin approach. For a catchment area of 511 thousand km², 776 sub-basins of orders IV-IX were identified. Analysis of the share of arable land and forest cover indicates high ecological vulnerability and manifestation of strong land degradation processes at an area of more than 70% of the transboundary basin territory, which leads to a significant disturbance in the functioning of the Dnieper geohydroecosystem. The results obtained will provide an opportunity to substantiate the introduction of specific land and water conservation measures for optimizing the land fund based on basin position-dynamic and adaptive landscaping principles that will create conditions for rational use and rehabilitation of land and water resources of the transboundary Dnieper river basin.

Keywords: *agricultural development, anthropogenic interference, plowing, forest area share, environmental sustainability, basin, Dnieper river, geo-modeling.*