

УДК 504.4:556:631:551.58:519.2:528.94
DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2020.2.18>

ПРОТИЕРОЗІЙНА ОПТИМІЗАЦІЯ СТРУКТУРИ ЗЕМЕЛЬНОГО ФОНДУ ТА ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ НА ТЕРИТОРІЇ БАСЕЙНУ РІКИ ДНІПРО

Пічура В.І. – д.с.-г.н.,

Потравка Л.О. – д.е.н.,

*Херсонський державний аграрно-економічний університет,
pichuravitalii@gmail.com, potravkalarisa@gmail.com*

Потужна за масштабами проявів і інтенсивністю впливу трансформація територій і акваторій басейну Дніпра зумовила необхідність у створенні системи природоохоронних заходів на основі науково обґрунтованого контролю та раціонального використання ресурсів навколишнього середовища. Встановлено, що розроблення та впровадження відповідних ґрунто- та водоохоронних заходів із облаштування водозбірної території р. Дніпро оптимально проводити на рівні басейнів 5–4-го порядків і нижче на басейнових позиційно-динамічних, адаптивно-ландшафтних і геосистемних принципах. На прикладі модельного регіону басейну Дніпра (транскордонного суббасейну р. Ворсклиця) розроблено детальний проект басейнової організації природокористування в контексті протиерозійної оптимізації структури земельного фонду та екологізації природокористування із використанням ГІС і ДЗЗ-технологій. В результаті запропонованого проекту оптимізації земельного фонду можна значно поліпшити екологічну ситуацію у водозборі р. Ворсклиця. Значення коефіцієнту природної захищеності підвищиться з 0,36 до 0,41, тобто частка середостабілізуючих угідь у басейні наблизиться до позначки 50%. Показник коефіцієнту стійкості агроландшафту зміниться із задовільного (0,57) до відносно сприятливого (0,68), екологічна стабільність із помірно стабільного стану (0,37) покращиться до середньо стабільного (0,51). В цілому в басейні вдасться збільшити площу середостабілізуючих угідь на 14,8 тис. га. Застосування методології просторово-часової оцінки стану екосистеми басейнів річок і організації раціонального природокористування дозволить оптимізувати структуру земельного фонду, зменшити ризики екологічної деструкції земельних і водних ресурсів, забезпечити екологізацію сільського господарства та поліпшення екологічної ситуації в окремих суббасейнах та басейні Дніпра.

Ключові слова: басейн річки, природокористування, еколого-раціональна експлуатація, ґрунто- та водоохоронні заходи, екологізація сільського господарства, річка Дніпро, річка Ворсклиця, ГІС-технології, ДЗЗ.

Постановка проблеми. У сформованих надзвичайно важких соціальних, економічних і екологічних умовах ключовими факторами, що впливають на здоров'я населення на значній території України є антропогенно обумовлена деградація земельних і водних ресурсів транскордонного

річкового басейну Дніпра. Значну роль у деструкції екологічної ситуації в басейні відіграють вирубування лісів, «хімізація» сільського господарства, гідромеліорація, створення та функціонування каскаду дніпровських водосховищ, інтенсивне використання водних ресурсів (більше 5000 млн. м³ на рік) і скидання значних обсягів забруднених вод (більше 400 млн. м³ на рік) тощо [1; 2]. Така потужна за масштабами проявів і інтенсивністю впливу трансформація територій і акваторій басейну Дніпра зумовила необхідність у створенні системи природоохоронних заходів на основі науково обґрунтованого контролю та раціонального використання ресурсів навколишнього середовища. Раціональне природокористування, крім оптимізації використання природних ресурсів, повинно також забезпечити підтримку механізмів їх відтворення шляхом пошуку оптимальних сценаріїв природокористування, які будуть формувати перспективи ефективного територіального розвитку та оздоровлення екосистеми ріки Дніпро.

Необхідною умовою для поліпшення екологічного стану басейну Дніпра є розроблення транскордонного плану управління річковим басейном у відповідності до Водної рамкової директиви (ВРД) 2000/60/ЄС [3], в якій визначено, що встановлення рамок діяльності транскордонного співробітництва в галузі водної політики повинно бути здійснено не відповідно до адміністративних чи політичних кордонів, а згідно з межами річкового басейну як природного гідрографічного цілісного об'єкту. План управління для оздоровлення ріки Дніпро повинен ґрунтуватися на комплексному просторово-часовому аналізі екологічного стану басейну, як того вимагає стаття 5 ВРД «Характеристики району річкового басейну, огляд екологічного впливу людської діяльності та економічний аналіз використання води» [4]. Результатом транскордонної взаємодії сусідніх держав для оздоровлення екосистеми річки має стати створення постійно діючої Міждержавної басейнової ради р. Дніпро. Її програма організації басейнового природокористування повинна ґрунтуватися на формуванні та використанні єдиних підходів до вивчення, оцінки, прогнозу, експлуатації окремих суббасейнів і всієї території транскордонного басейну на засадах єдності у вирішенні кризових ситуацій і забезпеченні екологічної безпеки з урахуванням усіх компонентів природно-господарської територіальної системи, міжкомпонентних і геосистемних зв'язків на основі використання інтегративного підходу, басейнових позиційно-динамічних, адаптивно-ландшафтних, геосистемних принципів і з урахуванням обов'язковості впровадження протирозійної організації територій. Для цього найбільш перспективним є впровадження концептуальної моделі еколого-раціональної експлуатації території транскордонного басейну [4; 5] на основі геоінформаційно-аналітичної системи моніторингу та управління басейновим природокористуванням, методики визначення структури земельного фонду водозбору та

розроблення проекту басейнової організації природокористування на території водозбору ріки з використанням ГІС і ДЗЗ-технологій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Усвідомлення закономірностей функціонування екосистеми басейну річки, як єдиного ерозійного комплексу, вимагає розроблення нових теоретико-методологічних основ організації природокористування на засадах басейнових позиційно-динамічних, адаптивно-ландшафтних і геосистемних принципів. Вагомий внесок у вивчення геоморфологічної будови басейнових структур, теоретичного обґрунтування реалізації басейнового підходу та перші спроби прикладної реалізації концепції басейнового природокористування відображені в наукових працях вітчизняних і зарубіжних учених: Р. Хортон [6], А. Стралера [7], Г.І. Швєбса [8], Ф.М. Лисецького [9], М. Amakali [10], А. Dinar [11], М. Bozzola [12], М. Barbosa [13], А. Milmana [14], В. Zhang [15] та інших вчених.

Майже 60 суббасейнів водозбірної території Дніпра перетинають державний кордон України. Тому завдання управління природокористуванням вимагає першочергової активної співпраці прикордонних країн. У цих суббасейнах повинен бути реалізований транскордонний підхід до управління природокористуванням, що фокусується на якості вод.

Постановка завдання. На прикладі модельного регіону басейну Дніпра (транскордонного суббасейну р. Ворсклиця) розробити детальний проект басейнової організації природокористування на території річкового басейну в контексті протиерозійної оптимізації структури земельного фонду та екологізації природокористування.

Матеріали і методи досліджень. Прикладом транскордонного суббасейну на території водозбору Дніпра є Ворсклиця – права притока річки Ворскли протяжністю 101 км, її басейн має V порядок, площа складає 1,5 тис. км² (рис. 1). За ступенем агрогенної трансформації басейн Ворсклиці відноситься до найнебезпечнішої 3-ої групи – агрогенно трансформованих суббасейнів Дніпра з високою ґрунтово-ерозійною небезпекою [16], тому як приклад розроблення та впровадження проекту басейнового природокористування обраний саме цей суббасейн.

Ворсклиця бере початок у Росії, на південній околиці смт Пролетарський (Белгородська область, Ракитянський район) і тече на південний захід. Українсько-російський кордон перетинає в с. Сподарюшино й протікає територією України у Великописарівському, Тростянецькому, Кириківському районах Сумської області. У Ворсклу впадає на 286-му км на північній околиці смт Кириківка. Протяжність Ворсклиці на території Росії становить 49 км, в Україні – 52 км [5]. Площа водозбору річки на території країн розподілена майже однаково: 718 км² (48 %) на російській території, 784 км² (52 %) на українській.

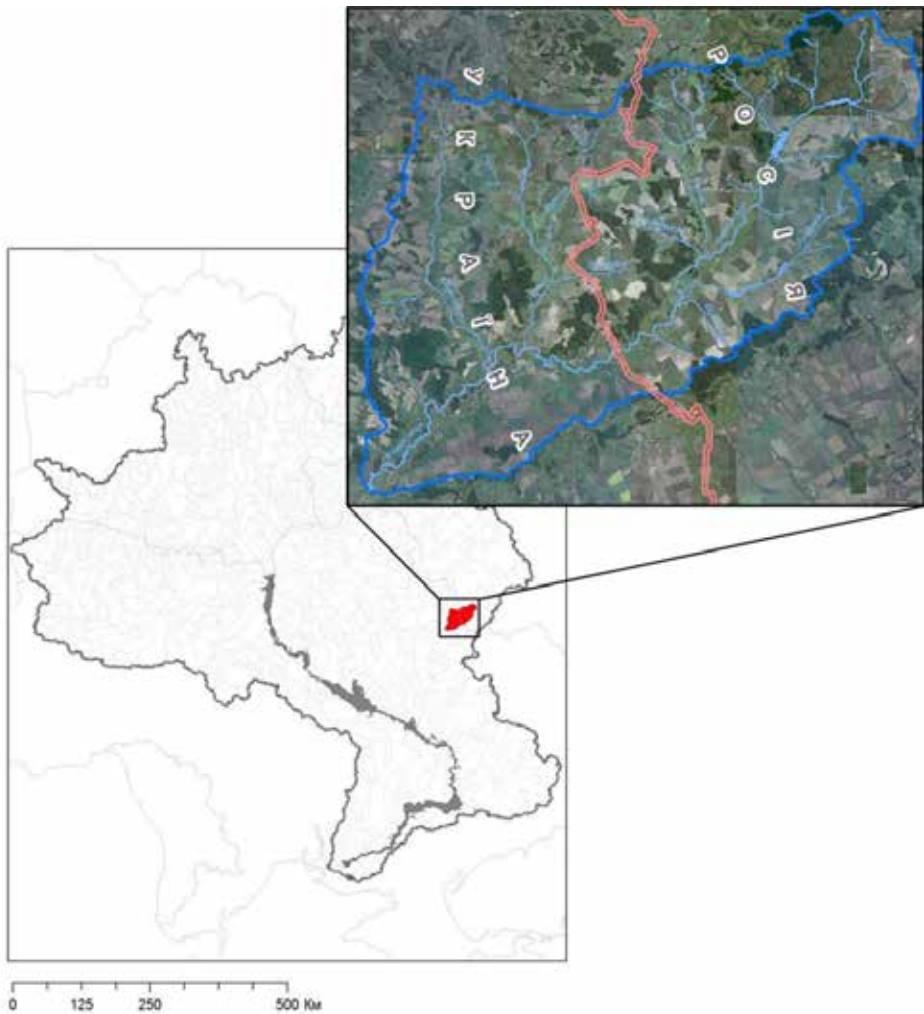


Рис. 1. Транскордонний басейн р. Ворсклиця

Протиерозійна оптимізація структури земельного фонду та екологізація природокористування на території транскордонного суббасейну р. Ворсклиця здійснено відповідно до авторської ієрархічної моделі організації геоінформаційно-аналітичної системи моніторингу та управління басейновим природокористуванням, методикою визначення структури земельного фонду водозбору та розробкою проекту басейнової організації природокористування на території водозбору річки з використанням ГІС і ДЗЗ-технологій [1; 4; 5], яка повинна включати наступні етапи: 1 – землевпорядкування ріллі на основі позиційно-динамічних і басейнових принципів; 2 – проектування лісних насаджень; 3 – проектування водоохорон-

них зон; 4 – раціоналізація використання кормових угідь; 5 – проектування рекреаційних зон; 6 – виявлення нових природних резерватів.

Розроблення та впровадження відповідних ґрунто- та водоохоронних заходів із облаштування водозбірної території здійснюється відповідно до установлених землевпорядних дій (табл. 1). Просторова диференціація екологізації ріллі здійснено відповідно до основних способів, зокрема:

1. Зміна частки стабілізуючих сівозмін на ріллі за рахунок збільшення площ багаторічних трав. Це найоптимальніший спосіб підвищення екологічної стабільності ріллі без скорочення її площі [17]. У структурі польових сівозмін на схилах крутизною 0–3° необхідно вводити до 20 % багаторічних трав. На схилах 3–5° впроваджують зернотрав'яні сівозміни з часткою багаторічних бобово-злакових трав до 50 % і не допускають вирощування просапних культур. Найбільш ерозійно небезпечні ділянки ріллі на схилах крутизною понад 5° необхідно повністю віддати під травопільні та ґрунтозахисні сівозміни.

2. Упровадження агролісомеліоративних заходів на ріллі, а саме збільшення частки контурних протиерозійних лісосмуг на схилах. Під захистом лісових смуг продуктивність ріллі підвищується на 15–30 %, середня врожайність зернових культур на 18–23 %, технічних культур – на 20–26 %, кормових – на 29–41 %. Найбільш стійкі ландшафтні умови формуються при частці агролісомеліоративних насаджень на ріллі в зоні Лісостепу – 3,0–3,5 % і в зоні Степу – 3,5–4,5 %.

3. Тимчасова (поворотна) консервація сильноеродованої ріллі. Такі землі слід перевести в довгостроковий поклад. Сукцесії, які з'являються на покладах, характерні для зональних екосистем, мають значний ресурсний і біосферний потенціал і особливо важливі для відновлення родючості ґрунтів. Для формування екологічно стабільних покладів необхідно досягнення ними як мінімум 10-річного віку, передчасне їх повернення в сільськогосподарське використання посилить їх ерозійну деструкцію.

Таблиця 1. Критерії та заходи землевпорядних робіт при басейновій організації природокористування

Заходи	Критерії
<i>Організація території ріллі</i>	
Інтенсивне використання, прямолінійна організація території	Ухил до 3°, незмиті ґрунти
Зернотрав'яна сівозмінна, контурна організація території	Ухил 3-5°, переважно слабозмиті ґрунти, відстань від плакорів не більше 200-300 м
Зернотрав'яна сівозмінна, контурна організація, залужені водостоки. Смугове розміщення культур (на 4-6 захватів агрегату при посіві)	Ухил 3-5°, переважно слабозмиті ґрунти, відстань від плакорів не більше 200-300 м, мікроложбинний рельєф

Ґрунтозахисні сівозміни, контурна організація	Ухил 5-7°, переважно середньозмиті ґрунти, відстань від плакорів не більше 300-500 м
Консервація ріллі	Ухил більше 7°. Сильно еродовані угіддя. Угіддя, які зазнали забруднення, вторинного засолення, осушення, ущільнення
Залуження водостоків	Ложбини і мікроложбини на території ріллі
Трансформація ріллі в кормові угіддя	Ухил понад 7°, переважно сильнозмиті ґрунти, відстань від плакорів понад 500 м
<i>Проектування лісових насаджень і виділення земель для природного самовідновлення</i>	
Суцільне заліснення екологічно-придатними породами дерев	Ухил більше 16° і площі, пориті струменистими розмивами, вимоїнами і ярами. Ділянки незадернованих і розбитих пісків. Відкоси ярів. Верхів'я балок.
Ґрунтозахисні лісосмуги шириною 9-15 м	Вздовж межі польової і зернотрав'яної сівозмін. Відстань від вододілу 500-600 м
Стокореґулюючі лісосмуги шириною 12,5-20 м. Конструкція ажурна з введенням 25% низькорослих чагарників	Контурно вздовж межі зернотрав'яної і ґрунтозахисної сівозмін
Прибалочні і прибалкові лісосмуги, конструкція щільна з наявністю 40-50% чагарникових порід. Ширина 12,5-21 м	На відстані 2-5 м від бровки ярів і балок. Вище вершини яру на 15-20 м
Водоохоронні лісосмуги шириною до 20 м	На берегах водойм, в межах водоохоронних зон та прибережних лісосмуг
Посадка лісосмуг контурно вздовж меж полів сівозмін трьохрядні протиерозійні лісосмуги	Межі полів сівозмін на схилах понад 3°
Самозаростання лісом	На територіях, що безпосередньо прилягають до лісних масивів з поростою лісу
Створення реміз	Невеликі ділянки на території ріллі (група чагарників, западина, що поросла травною і ін.)

4. Трансформація сильно деградованих ділянок ріллі в інші види угідь. При цьому слід враховувати фізико-географічні умови території: для зони Лісостепу – переважно вибіркоче заліснення, для Степу – переведення в природні кормові угіддя. На ріллі, що залишилася після скорочення, слід максимально сконцентрувати енергетичні та матеріальні ресурси для екологічно безпечної інтенсифікації сільськогосподарського виробництва з метою отримання обсягів продукції, необхідних для сталого розвитку економіки регіону та країни.

Іншим способом підвищення екологічної стійкості басейнових ландшафтних територіальних структур є облаштування природно-кормових угідь, зокрема виділення площ під їх природне самовідновлення та створення умов для розширеного відтворення родючості ґрунтів. Природне самовідновлення здійснюється шляхом проведення суцільного заліснення, насаджень лісосмуг, виділення ділянок для самозаростання лісом, створення реміз. Заходи для заліснення території проводять шляхом створення різних типів насаджень і з урахуванням високої природної здатності лис-

тятих насаджень до розростання від початкових лісових масивів. При проектуванні місць заліснення використані наступні прийоми: суцільне заліснення крутих еродованих схилів; заліснення у вигляді прибалкових і прибалочних лісових смуг на межі ріллі та кормових угідь; суцільне заліснення верхньої частини балок у верхів'ях річок і місцях скупчення джерел; заліснення водоохоронної зони річок.

Особливу увагу приділено водоохоронній лісистості – лісонасадження в межах водоохоронної зони запобігають забрудненню, замуленню водних об'єктів і виснаженню їх вод. Особливе значення водоохоронна лісистість набуває в зонах Лісостепу та Степу, де сума опадів у 1,5–1,7 рази менше суми їх випаровування. На площах ріллі, де на непридатних ділянках зустрічаються острівці з природною рослинністю організовані ремізи – ділянки з частково штучно загущеною рослинністю, із забороною випасу худоби та сінокосіння, ці ділянки служать укриттям для диких тварин. Під самозаростання відведені ділянки, віддалені від населених пунктів. Це верхів'я ярів і балок, прилеглих до великих прияркових лісових смуг або лісових масивів, і в яких спостерігаються ознаки відновлюваних сукцесій. Такі балки «обрамляють» проектними додатковими лісосмугами для підсилення розростання деревно-чагарникової рослинності.

Розроблення та впровадження відповідних ґрунто- та водоохоронних заходів із облаштування водозбірної території суббасейну р. Ворсклиця здійснено відповідно до алгоритму оцінки стану водозбору та розроблення проекту басейнової організації природокористування зі застосуванням ГІС і ДЗЗ-технологій (рис. 2). Для протиерозійного проектування ландшафтів використані відомості про структуру просторового розподілу земельного фонду території суббасейну за даними дистанційного зондування Землі зі супутникового апарату *Landsat* із просторовим дозволом до 15 метрів.

Екологічну ефективність оптимізації агроландшафтів суббасейну р. Ворсклиця оцінено за співвідношенням стабілізуючих і дестабілізуючих угідь, виражених через набір коефіцієнтів.

1. Коефіцієнт природної захищеності ($K_{пз}$) [18] визначає рівень стійкості природних ландшафтів до антропогенних впливів, який залежить, перш за все, від кількості та характеру розподілу земель екологічного фонду: природних біогеоценозів, природоохоронних зон і особливо природних територій, що знаходяться під охороною:

$$K_{пз} = \frac{\sum S_{ст}}{S}, \quad (1)$$

де $S_{ст}$ – площа земель екологічного фонду; S – площа дослідної території. Для досягнення критичного рівня захищеності хоча б половина всього земельного фонду повинна належати до стабілізуючих ландшафтів.

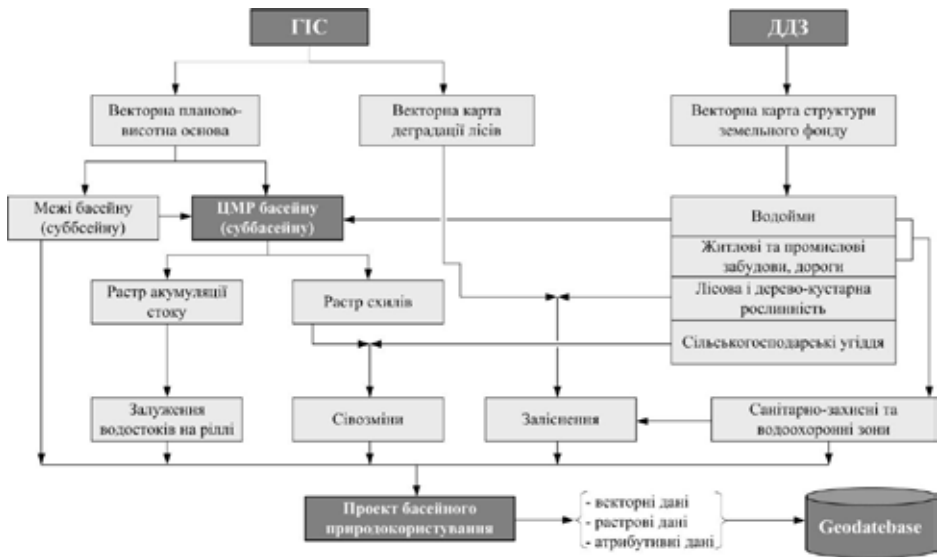


Рис. 2. Алгоритм оцінки стану водозбору та розроблення проекту басейнової організації природокористування із застосуванням ГІС і ДЗ-технологій

2. Стійкість агроландшафту (K_{CA}) можна оцінити за співвідношенням площ, зайнятих середньоформуючими та дестабілізуючими угіддями за формулою [19]:

$$K_{CA} = \frac{\sum S_{ст}}{\sum S_{дест}}, \quad (2)$$

де $S_{ст}$ – площа стабілізуючих угідь; $S_{дест}$ – площа дестабілізуючих угідь.

Сприятливій екологічній стійкості відповідає коефіцієнт $K_{CA} \geq 0,71$, відносно сприятливий – 0,70–0,60, задовільний – 0,59–0,56, напруженій – 0,55–0,46, критичній – $K_{CA} \leq 0,45$.

До стабілізуючих елементів ландшафту відносять природну деревно-чагарникову трав'янисту рослинність, сади, кормові угіддя, частину орних земель, зайнятих багаторічними травами, болота, водні об'єкти; до дестабілізуючих – ріллю, яри, зсуви, площі під забудовою та дорогами, промисловими об'єктами, іншими ділянками, що зазнали значних антропогенних змін.

3. Більш детальну оцінку екологічного стану ландшафтів дає коефіцієнт екологічної стабільності (K_{EC}), який враховує диференційований внесок кожного елементу ландшафту через систему коефіцієнтів [20]:

$$K_{EC} = \frac{\sum S_i \cdot k_i}{S} \cdot K_p, \quad (3)$$

де S_i – площа угіддя i -го виду; k_i – коефіцієнт екологічної стабільності угіддя i -го виду (табл. 2); S – загальна площа оцінюваної території; K_p – коефіцієнт морфологічної стабільності рельєфу (1 – для стабільних територій, 0,7 – для нестабільних, наприклад, пісків, зсувів, крутих схилів).

Якщо значення $K_{EC} \leq 0,33$ – територія екологічно нестабільна, 0,34–0,50 – помірно стабільна, 0,51–0,66 – середня ступінь стабільності, $K_{EC} \geq 0,67$ – територія екологічно стабільна.

Таблиця 2. Коефіцієнти екологічної оцінки угідь

Вид угідь	Коефіцієнт екологічної стабільності угіддя, k_i
Забудовані території та дороги	0,00
Рілля	0,14
Виноградники	0,29
Лісополоси	0,38
Фруктові сади і чагарники	0,43
Городи	0,50
Сінокоси	0,62
Пасовища	0,68
Водойми та болота природного походження	0,79
Ліси природного походження	1,00

Опрацювання та візуалізація статистичної, картографічної інформації та результатів дослідження здійснювалися за допомогою пакетів програм Microsoft Excel, Statistica, ArcGIS.

Результати досліджень та їх обговорення. Долина р. Ворсклиця трапецієвидна, шириною 4–5 км. Річка має звивисте русло, заплава місцями, особливо в нижній течії, заболочена, порізана мережею проток і стариць. Ухил річки – 0,77 м/км. Усі надзаплавні тераси акумулятивні, як правило, без різко виражених уступів. Береги порізані ярами й балками, подекуди є оголення корінних порід (крейди, мергелі та ін.). Місцями високо над низинною заплавою річки височать крейдянні гори-останці. Згідно з даними моніторингу Сумського регіонального управління водних ресурсів, якість поверхневих вод р. Ворсклиця відповідно до рибогосподарських потреб за модифікованим індексом забруднення води віднесено до III-го класу – «помірно забруднена».

Відповідно до системи Стралера-Філософова [7], ієрархічна структура водотоків басейну має V порядок. Система річки налічує 93 постійних і тимчасових водотоків загальною довжиною 385 км. Загальна густота річкової мережі в басейні становить 0,26 км/км². Ґрунтовий покрив представлений в основному чорноземами вилуженими й типовими, чорноземами опідзоленими, темно-сірими лісовими та луговими ґрунтами.

Особливістю рельєфу басейну є виражена гідролого-геоморфологічна асиметрія долини річки та макросхилів водозбору (рис. 3 а).

Лівий макросхил басейну Ворсклиці – низький, пологий, із ухилами переважно 1–2°, не порізаний яружно-балочною мережею. Займає 1/3 площі водозбору. З лівого берега у Ворсклицю впадає лише один приток у верхів'ї, до нього прилягають кілька врізаних ерозійних форм. На решті території макросхил примикає безпосередньо до русла Ворсклиці й розчленований неглибокими, але протяжними вимоїнами. Правий макросхил (2/3 площі басейну) характеризується складними геоморфологічними умовами. Більшість приток Ворсклиці розташовуються саме тут, формуючи розгалужену, густу, глибоко врізану (до 120 м) яружно-балочну мережу. Середня крутизна схилів – 3,7°. Таким чином, геоморфологічна неоднорідність басейну формує два різних типи агроландшафтів, для яких повинні застосовуватися диференційні підходи до територіального планування.

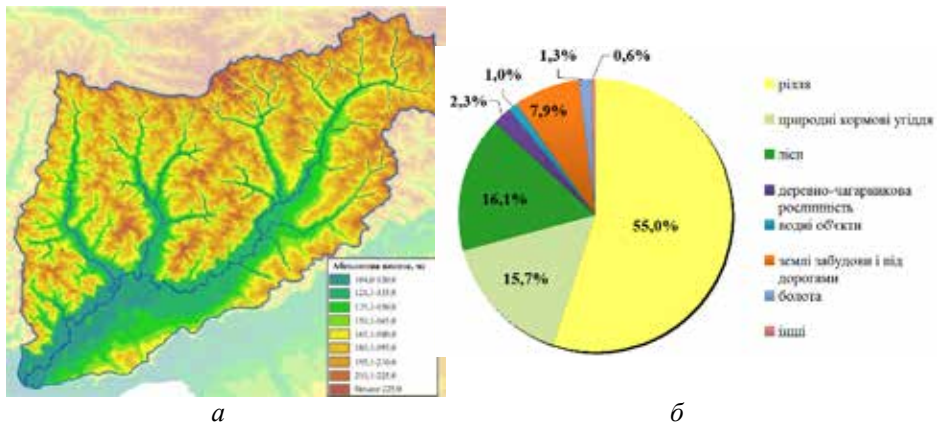


Рис. 3. Гіпсометрична карта (а) і структура земельного фонду (б) басейну р. Ворсклиця

Басейн Ворсклиці представлений типовими для Центрально-Чорноземної зони агроландшафтами з високим антропогенним навантаженням, із часткою ріллі 55 % (рис. 3 б). Для досягнення мінімальних показників стійкості необхідно скоротити рілля басейну на 30 тис. га. Антропогенно-перетворені території займають 63 % площі басейну. Частка лісових насаджень становить 18,4 %, у тому числі ліс – 16,1 %, деревно-чагарникова рослинність – 2,3 %. Ліси басейну єдиного масиву не утворюють. Вони в переважній більшості нерівномірно розподілені невеликими ділянками на правому березі Ворсклиці.

Значна кількість невеликих лісових масивів розташована переважно в верхів'ях балок. Склад деревостану представлений, в основному, дубом черешчатим, ясенем звичайним, кленом гостролистим, липою. У підліску

переважають ліщина, клен татарський і польовий. У заплавах річок поширений особливий вид вологих листяних лісів із переважанням вільхи чорної та різних видів верби. Трав'яний покрив цих лісів із вологолюбною рослинністю – герань лугова, жовтець повзучий. Часто зустрічаються густі зарості бур'янів – кропиви, колючого татарника. Практично всі ліси належать до протиерозійних насаджень, окрім дібров у заплавах річок, де ростуть вільшаники (50 років, частково віднесені до лісів водоохоронної зони). Є також і мішані листяні деревостани, сосняк штучного походження, невеликі ділянки культур берези, ільма, ясеня звичайного та зеленого.

Інтенсивна господарська діяльність людини, вирубування лісових масивів і використання значних площ степових територій у сільському господарстві призвели до суттєвих змін у ландшафтах басейну й погіршення їх екологічного стану. Тривале розорювання на схилах понад 3° посилило інтенсивність ерозійно-аккумулятивних процесів, що призвело до деградації ґрунтового покриву. Відомо [21], що при перетворенні степового ландшафту в польову агроєкосистему величини ерозії збільшуються на один-два порядки, для лісового ландшафту – на два-три порядки. На сьогоднішні частка змитих ґрунтів у басейні становить близько 76 %. В агроландшафтах активно протікають процеси як поверхневого змиву, так і лінійного розмиву ґрунтів (рис. 4).



Рис. 4. Виходи ґрунтоутворюючих порід на ріллі басейну внаслідок водної ерозії ґрунтів

З усіх факторів рельєфу, що впливають на еродованість ґрунтів, вирішальну роль відіграє ухил. Він визначає швидкість руху, а відповідно, кінетичну енергію водного потоку, яка безпосередньо впливає на інтенсивність відриву ґрунтових частинок. Фізичний сенс значення ухилу підтверджують безліч вітчизняних і зарубіжних спостережень, які свідчать про збільшення змиву ґрунту зі збільшенням ухилу як при зливівій ерозії, так і при ерозії талого стоку. Для басейну Ворсклиці в *ArcGIS* був виконаний морфометричний аналіз цифрової моделі рельєфу та визначені частки земель за крутизною схилів (рис. 5).

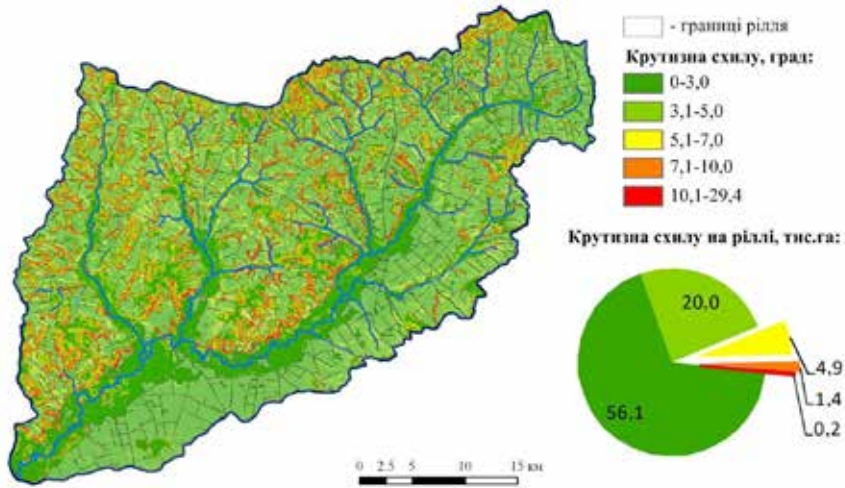


Рис. 5. Розподіл крутизни схилів в агроландшафтах басейну р. Ворсклиця

Аналіз показав, що 32 % ріллі знаходяться в ерозійно небезпечних геоморфологічних умовах, причому 8 % орних земель наближені до схилів більше 5°. Такі землі (6,6 тис. га) характеризуються найбільшим ерозійним потенціалом і першочергово потребують превентивних заходів ґрунтозахисного облаштування.

Водна ерозія ґрунтів не тільки знижує продуктивність орних угідь, а й негативно позначається на стані малих річок і водойм. При інтенсивному поверхневому стоці в умовах слабкої протиерозійної ефективності рослинності, характерної для більшості сільськогосподарських культур (особливо просапних), ерозійний винос зважених наносів у річкове русло значно збільшується. Залежно від господарської освоєності басейнів річок у зоні лісостепу модуль стоку зважених наносів може збільшитися в 5 разів [22]. За попередніми підрахунками [23], для частини басейну Ворсклиці на території Белгородської області довжина річкової мережі з кінця XVIII ст. скоротилася на 19%. Деградовані водотоки – верхні ланки річкової мережі I–II порядків, транспортуюча здатність яких не справилась із надмірним надходженням твердих наносів зі схилів. Деградація річкових русел – інтегральний відгук природної системи на сформовану еколого-господарську ситуацію на водозборі. Це яскравий приклад того, як геосистема басейну реагує на широкомасштабне перетворення її компонентів, а у випадку з Ворсклицею, як і більшості суббасейнів Дніпра, – на аграрно орієнтовану трансформацію земельного фонду. Для забезпечення сприятливого режиму водних об'єктів, попередження їх забруднення, засмічення й виснаження, знищення навколводних рослин і тварин, зменшення коливань стоку вздовж водойм установлюють водоохоронні зони. Це природоохоронна територія, на якій обмежується господар-

ська діяльність і забороняється використання стійких і сильнодіючих пестицидів на сільськогосподарських територіях. Відповідно до статті 88 Водного кодексу України, в межах водоохоронних зон виділяються земельні ділянки під прибережні захисні смуги. Для малих річок і ставків до 3 га ширина прибережної смуги становить 25 м, для середніх річок і ставків більше 3 га – 50 м, для великих річок – 100 м. Водний кодекс Росії регламентує ширину водоохоронної зони для річок довжиною понад 100 км – 200 м, 10–50 км – 100 м, до 10 км – 50 м. Для річкової системи басейну Ворсклиці була виділена водоохоронна зона загальною площею 9,7 тис. га. Аналіз структури угідь у межах водоохоронної зони показав, що в ній переважають землі природно-кормових угідь (53 %). На другому місці землі населених пунктів – 16 %, на третьому місці лісові території – 13 %. У водоохоронну зону потрапляє 450 га ріллі, що підсилює загрозу надходження у водойми хімікатів від добрив і пестицидів. Таким чином агроландшафти басейну р. Ворсклиця потребують оцінки ступеня їх перетворення та порушення для розроблення ґрунто- та водоохоронного проекту оптимізації структури земельного фонду на басейнових принципах природокористування.

Із застосуванням методики визначення структури земельного фонду водозбору та розроблення проекту басейнової організації природокористування на території водозбору річки з використанням ГІС і ДЗЗ-технологій розроблений проект басейнової організації природокористування р. Ворсклиця (рис. 6).

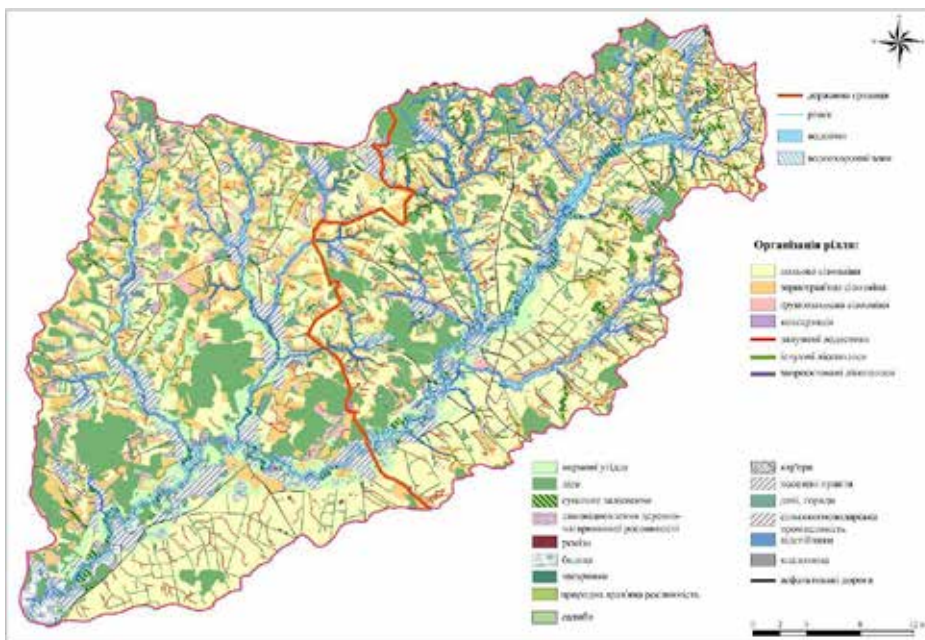


Рис. 6. Проект басейнової організації природокористування водозбору р. Ворсклиця

Згідно з проектними рішеннями, структура земельного фонду повинна бути просторово трансформована (рис. 7). Для досягнення мінімальних показників стійкості басейнових ландшафтних структур необхідно скоротити рілля у водозборі на 30 тис. га (36,3 % площі ріллі). Разом із тим орні землі є основним джерелом сільськогосподарської продукції та запорукою продовольчої безпеки країни, їх правове використання суворо контролюється. Тому організовуючи басейнове природокористування, слід знайти компроміс між досягненням екологічної стійкості агроландшафтів і економічно вигідною інтенсивністю сільськогосподарського виробництва з отриманням стабільних урожаїв.

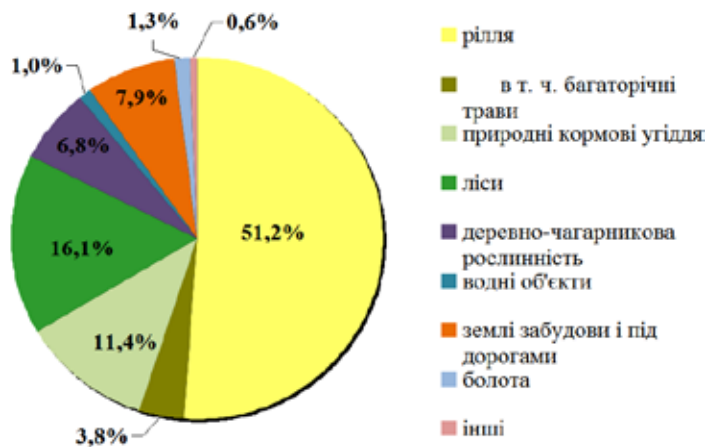


Рис. 7. Запропонована структура угідь басейну р. Ворсклиця

Розроблений проект організації басейнового природокористування басейну р. Ворсклиця показав, що можна залишити без змін загальну площу орних земель, однак структура ріллі має бути оптимізована. В основу оптимізації покладений загально визнаний принцип класифікації сівозмін за виробничим призначенням, а саме: польова (для вирощування зерна, технічних культур), кормова (для вирощування соковитих, зелених і грубих кормів) і спеціальна (для вирощування культур, які потребують спеціальних умов вирощування та спеціальної агротехніки). Запропонована конфігурація полів сівозмін на проектованій ріллі відповідає контурно-ландшафтним принципам організації території, умовам збереження та відтворення родючості ґрунту, адаптивній еколого-ландшафтній системі землеробства та ґрунто- й водоохоронним цілям (рис. 8).

У проектних пропозиціях залежно від ерозійної небезпеки була збільшена частка багаторічних трав у структурі сівозмін (табл. 3). Вирощування багаторічних трав допоможе збільшити екологічну ємність орних

земель і подолати бар'єр екологічної дестабілізації при незмінній площі ріллі. Багаторічні трави необхідно розмістити на 26,5 тис. га басейну, це 33 % території ріллі, з яких 19,2 тис. га відведено для бобових трав.

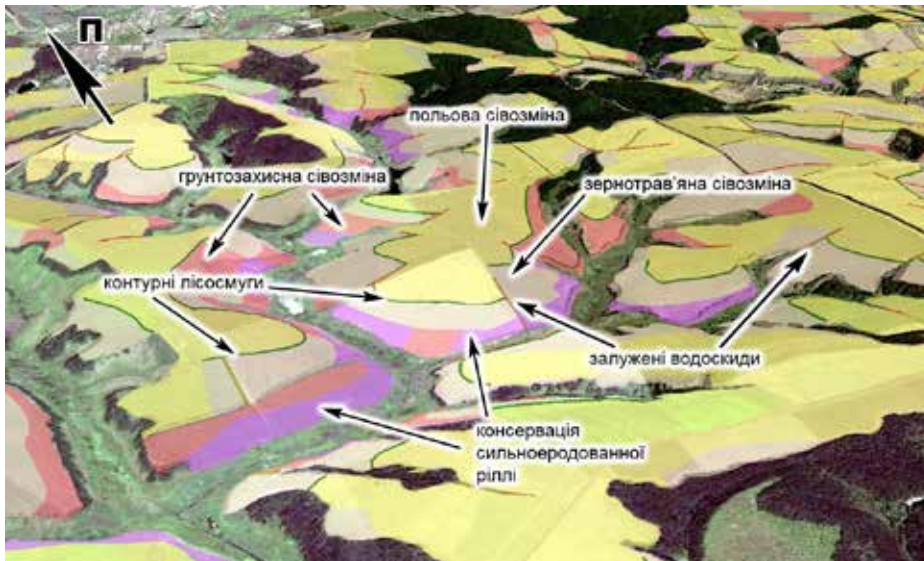


Рис. 8. Приклад організації сівозмін на схилах басейну р. Ворсклиця

Таблиця 3. Структура багаторічних трав у різних типах сівозмін у басейні р. Ворсклиця

Тип сівозміни виробничого призначення	Площа сівозміни, тис. га	Площа багаторічних трав, тис. га										
		всього	бобові				злакові					
			еспарцет	люцерна синя	коношина гібридна та лучна	буркун білий	стоколос безостий	житняк ширококолосий	костріця лучна	пирій безкореневий	інші (грястия збірна, пожитік пасовищний та ін.)	
Польова	55,6	11,1	1,1	1,1	1,7	7,2	–	–	–	–	–	
Кормова	20,8	10,4	2,9	1,9	0,4	–	2,4	1,2	0,3	0,3	0,9	
Ґрунтозахисна	4,9	4,9	1,4	0,7	0,7	–	1,4	0,2	0,2	0,2	–	
Всього	81,4	26,5	5,5	3,7	2,8	7,2	3,8	1,5	0,6	0,6	0,9	

Згідно з багаторічними експериментальними даними провідних учених у галузі ґрунтознавства, втрати гумусу в ґрунтах України в перші роки після освоєння цілинних земель досягають 40 % в дерново-підзолистих, 20–35 – в чорноземах типових, 15–20 – в чорноземах південних і 12–17 – в

темно-каштанових від початкового рівня. На староорних ґрунтах, на яких не вносили добрива, втрати гумусу за рахунок його мінералізації залежно від структури посівних площ в абсолютних значеннях склалися: на дерново-підзолистих ґрунтах 0,2–0,7, сірих лісових – 0,21, чорноземах типових – 0,3–1,4, чорноземах південних і темно-каштанових – 0,2–0,4 т/га. За агрокліматичними зонами України втрати становили: на Поліссі – 0,8, в Лісостепу – 0,7 і Степу – 0,6 т/га. Величина втрат гумусу зумовлена також способом обробки ґрунту, вони становлять під ярими зерновими 0,5–0,6, озимою пшеницею і житом – 0,7, горохом і кукурудзою – 1,0–1,1, цукровими буряками – 1,5 т/га [24].

За даними С.А. Балюка [25] щорічно ґрунти втрачають 400–500 кг/га органічної речовини, які майже не відновлюються. В Україні використовують в основному мінеральні добрива через відсутність органічних, які забезпечувала галузь тваринництва. Раніше тваринництво щорічно продукувало 270 млн. т гною, тоді як нині – лише 20 млн т. За останні 100 років вміст гумусу в чорноземах зменшився з 13–14 до 3–5 %, а за останні 20 років у середньому по Україні зменшився на 0,22 % в абсолютних величинах – з 3,36 до 3,14 %. Це суттєве відхилення, оскільки для його збільшення в ґрунті на 0,1 % в природних умовах необхідно 25–30 років.

У результаті нейропрогнозування було встановлено [26], що в ґрунтах зони сухого степу при використанні існуючих агротехнологій прогнозується процес поступової дегуміфікації: на богарних землях – на 0,01, на зрошуваних – на 0,03 %/рік і скорочення площ земель, які характеризуються середнім і підвищеним вмістом гумусу. Саме тому проблема збереження та підвищення вмісту гумусу в ґрунтах для України, в т. ч. у басейні Дніпра, є досить актуальною. Баланс гумусу в ґрунті суттєво залежить від структури посівних площ і агротехніки вирощування сільськогосподарських культур. Велике різноманіття сільськогосподарських культур неоднаково забезпечує збереження та поповнення балансу органічної речовини, а відповідно й гумусу в ґрунті. Вчені встановили, що в польових сівоzmінах коефіцієнт гуміфікації органічних решток коливається в межах від 0,10–0,13 % (цукрові буряки, соняшник) до 0,23–0,25 % (горох, віка, соя, люцерна, еспарцет). Згідно цих висновків, найбільше значення в накопиченні органічної речовини в ґрунті мають багаторічні трави та бобові культури, середнє – зернові, а мінімальне – просапні культури [27].

Виходячи з вищенаведеного, ясно, що збільшення частки в структурі посівних площ бобових культур забезпечить підвищення біологічного потенціалу ґрунту, посилить мікробіологічні процеси перетворення органічної речовини та формування гумусу, що сприятиме екологізації землеробства, зниженню витрат на додаткове внесення добрив і підви-

щенню урожаю та якості сільськогосподарських культур. На нашу думку, збільшення в структурі посівних площ бобових трав до 20 % і більше забезпечить стабілізацію запасів гумусу в ґрунті. За рахунок збільшення посівних площ під бобові культури відбувається гуміфікація післяжнивнo-кореневих залишків, маса яких, у середньому, становить 0,24 т на одну тонну отриманої продукції (врожаю). Більшість бобових трав здатна накопичити в ґрунті 150–300 кг/га біологічного азоту [28]. В результаті розрахунків встановлено, що використання багаторічних бобових трав у структурі сівозмін забезпечить додаткове утворення гуміфікованої органічної речовини в ґрунтах до 111,00 тис. т і накопичення біологічного азоту – 4337 т (табл. 4).

Таблиця 4. Утворення гумусу й накопичення біологічного азоту за рахунок зміни структури посівних площ

Культура	Площа посіву, тис. га	Загальна урожайність післяжнивнo-кореневих залишків, т/га	Кількість гуміфікованої органічної речовини		Кількість накопиченого біологічного азоту	
			на 1 га, т	з усієї площі, тис. т	на 1 га, кг	з усієї площі, т
Еспарцет	5,5	18	4,32	23,76	227	1249
Люцерна синя	3,7	15	3,60	13,32	245	907
Конюшина гібридна та лучна	2,8	20	4,80	13,44	252	706
Буркун білий	7,2	35	8,40	60,48	205	1476
Всього	19,2	–	–	111,00	–	4337

Зміна структури посівних площ завдяки включенню бобових культур забезпечить екологічно стабільне поповнення запасів біологічного азоту, гуміфікованої органічної речовини (післяжнивнo-кореневих), бездефіцитний баланс поживних речовин, зменшить потребу внесення мінеральних азотних добрив на 25–50 % і забезпечить збереження та збільшення гумусу в ґрунті сільськогосподарських земель на території басейну р. Ворсклиця.

Геоморфологічно басейн р. Ворсклиця можна розділити за лінією русла на два макросхили, що значно відрізняються один від одного. Тому основні прийоми організації ріллі на них відрізняються (табл. 5).

Майже всі площі багаторічних трав у складі зернотрав'яної та ґрунтозахисної сівозмін і консервації ріллі зосереджені на правому макросхилі басейну. Круті, порізані схили обумовлюють диференціацію ріллі за ухилом і насадженням контурних протиерозійних лісосмуг. Загалом у басейні налічується 281 така лісосмуга шириною до 9 м. На лівому виположеному макросхилі через малу крутизну схилів домінує польової сівозміни з вільним плануванням меж полів.

Таблиця 5. Результати організації ріллі басейну р. Ворсклиця

Структура рілля	Всього в басейні, га	Частка площі від сумарної за видами угідь, %	
		Правий макросхил	Лівий макросхил
Сівозміни:	81374,3	–	–
польовий	55625,7	54,0	46,0
зернотрав'яний	20827,6	82,2	17,8
грунтозахисний	4920,9	90,9	9,1
Консервація	661,8	81,5	18,5
Залужені водостоки	412,6	51,8	48,2
Контурні лісосмуги	190,4	64,9	35,0
Всього	82639,1	–	–

Тут основним ґрунтозахисним заходом є розміщення в місцях концентрації стоку на ріллі залужених водостоків. Водостоки пропонується засівати трав'яними сумішами 5-7-річної ефективної дії, які сприяють затриманню твердих наносів із ріллі і переведення поверхневого стоку води в ерозійно безпечний – внутрішньогрунтовий. Всього в цій частині басейну запроєктовано протиерозійного облаштування (залуження) 217 водостоків протяжністю 128 км. Збільшення лісистості проведено за рахунок площі природних кормових угідь, які використовували як сінокоси або пасовища (рис. 9).

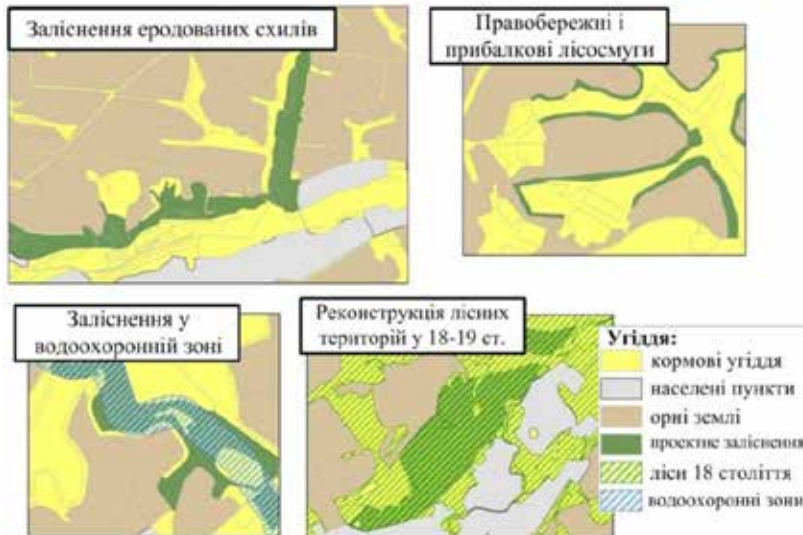


Рис. 9. Варіанти проектних рішень підвищення лісистості території басейну

При проектуванні площу природних кормових угідь необхідно скоротити на 190,4 га (із 15,7 % до 11,3 %), в результаті чого територія, зайнята лісами, збільшиться на 6,7 тис. га (із 18,1 % до 22,6 %) за рахунок суціль-

ного заліснення (4 тис. га), консервації ярів і балок під самозаростання (2,5 тис. га) та висадження лісосмуг на ріллі (0,2 тис. га).

У водоохоронній зоні залуженню підлягає 224,7 га ріллі, запропоновано до суцільного лісонасадження 1378,3 га, віддано під самозаростання 170,2 га. Запропоновані зміни структури земельного фонду для забезпечення ґрунто- та водоохоронних заходів на адаптивно-ландшафтних і басейнових принципах у басейні р. Ворсклиця представлені в таблиці 6.

Таблиця 6. Результати оптимізації структури земельного фонду в басейні р. Ворсклиця

Структура земельного фонду	Площа, га*		Баланс: +/-	
	фактичні	після оптимізації	га	%
Пашня, в т.ч.:	82639,1	82639,1	0	0
Сівозміни на ріллі:	–	81374,3	–	–
польовий	–	55625,7	–	–
зернотрав'яний	–	20827,6	–	–
ґрунтозахисний, в т.ч.:	–	4921,0	–	–
залуження у водоохоронних зонах	–	224,7	–	–
контурні лісополоси	0	190,4	+190,4	+100
консервація земель	0	661,8	+661,8	+100
залужені водостоки	0	412,6	+412,6	+100
Природні кормові угіддя	23631,6	16999,8	-6631,8	-28,1
Ремізи	0	81,3	+81,3	+100
Сади	429,8	429,8	0	0
Садові та дачні ділянки, городи	898,8	898,8	0	0
Лісні площі, в т.ч.:	27237	33977,9	+6740,9	+24,7
ліси	24207,4	24207,4	0	0
деревно-чагарникова рослинність (в т.ч. на ріллі)	3029,6	3220,0	+190,4	+6,3
під самозаростання деревно-чагарниковою рослинністю	0	2510,4	+2510,4	+100
під заліснення	0	4040,1	+4040,1	+100
Під водними об'єктами та болотами	3472,1	3472,1	0	0
Землі під забудовою і дорогами	11901,0	11901,0	0	0
Всього	150209,4	150209,4	–	–

* Прочерк – немає даних

Оцінку екологічного стану території можна проводити як диференційно за окремими компонентами природного середовища (гідросфера, атмосфера, педосфера, біота), так і інтегрально для ландшафтів у цілому, коли розглядається весь комплекс компонентів і міжкомпонентних зв'язків. При другому варіанті доцільно як операційно-територіальній одиниці оцінки екологічного стану та планування оптимізації угідь використовувати басей-

нові ландшафтні структури, які є цілісними багатокомпонентними геосистемами. Оцінити екологічну стійкість ландшафтів, відповідно басейну річки, можна через набір порівнюваних якісних показників, які інтегрують якісні та кількісні характеристики абіотичних і біотичних елементів ландшафту.

В результаті запропонованого проекту оптимізації земельного фонду можна значно поліпшити екологічну ситуацію на території транскордонного суббасейну р. Ворсклиця. Значення коефіцієнту природної захищеності підвищиться з 0,36 до 0,41, тобто частка средостабілізуючих угідь у басейні наблизиться до позначки 50 %. Показник коефіцієнту стійкості агроландшафту зміниться із задовільного (0,57) до відносно сприятливого (0,68), екологічна стабільність із помірно стабільного стану (0,37) покращиться до середньо стабільного (0,51). В цілому в басейні вдасться збільшити площу средостабілізуючих угідь на 14,8 тис. га.

Висновки. Розроблення та впровадження відповідних ґрунто- та водоохоронних заходів із облаштування водозбірної території р. Дніпро оптимально проводити на рівні басейнів 5–4-го порядків і нижче на басейнових позиційно-динамічних, адаптивно-ландшафтних і геосистемних принципах. Екологічну ефективність басейнової організації природокористування необхідно оцінювати за співвідношенням стабілізуючих і дестабілізуючих угідь, виражених через коефіцієнти природної захищеності, коефіцієнт стійкості агроландшафтів, коефіцієнт екологічної стабільності басейнових ландшафтних структур. Визначено, що основою басейнової організації природокористування повинна стати реорганізація структури угідь в прив'язці до рельєфу та ґрунтів, яка матиме наступні етапи: земле-впорядкування ріллі на основі позиційно-динамічних і басейнових принципів; проектування лісових насаджень; проектування водоохоронних зон; раціоналізація використання кормових угідь; проектування рекреаційних зон; виявлення нових природних резерватів. На прикладі території транскордонного суббасейну р. Ворсклиця продемонстрована басейнова організація природокористування. В результаті запропонованого проекту оптимізації земельного фонду можна значно поліпшити екологічну ситуацію у водозборі р. Ворсклиця. Значення коефіцієнту природної захищеності підвищиться з 0,36 до 0,41, тобто частка средостабілізуючих угідь у басейні наблизиться до позначки 50%. Показник коефіцієнту стійкості агроландшафту зміниться із задовільного (0,57) до відносно сприятливого (0,68), а екологічна стабільність із помірно стабільного стану (0,37) покращиться до середньо стабільного (0,51). В цілому в басейні вдасться збільшити площу средостабілізуючих угідь на 14,8 тис. га. Застосування методології просторово-часової оцінки стану екосистеми басейнів річок і організації раціонального природокористування дозволить оптимізувати структуру земельного фонду, зменшити ризики екологічної деструкції земельних і

водних ресурсів, забезпечити екологізацію сільського господарства та поліпшення екологічної ситуації в окремих суббасейнах та басейні Дніпра.

ANTI-EROSION OPTIMIZATION OF LAND FUND STRUCTURE AND ECOLOGIZATION OF NATURE USE ON THE TERRITORY OF THE DNIPRO RIVER BASIN

Pichura V.I. – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor,

Potravka L.O. – Doctor of Economic Sciences, Associate Professor,

Kherson State Agrarian and Economic University,

pichuravitalii@gmail.com, potravkalarisa@gmail.com

Powerful in terms of scale of manifestations and intensity of impact transformation of territories and waters of the Dnipro river basin has necessitated the creation of a system of environmental protection measures based on scientifically grounded control and rational use of environmental resources. It is detected that the development and implementation of appropriate soil and water protection measures for the improvement of the catchment area of the Dnipro river is best carried out at the level of basins of 5–4th orders and lower on basin positional-dynamic, adaptive-landscape and geosystem principles. On the example of the model region of the Dnipro river basin (transboundary sub-basin of Vorsklytsa river) a detailed project of basin organization of nature use in the context of anti-erosion optimization of land structure and ecologization of nature use through GIS and remote sensing technologies is developed. As a result of the proposed land fund optimization project, the ecological situation in the Vorsklytsa river basin can be significantly improved. The value of the coefficient of natural protection will increase from 0.36 to 0.41, it means the part of lands that stabilize the environment in the basin will approach the mark of 50 %. The indicator of the coefficient of stability of the agricultural landscape will change from satisfactory (0.57) to relatively favorable (0.68), ecological stability from moderately stable state (0.37) will improve to middle stable (0.51). In general, the basin will be able to increase the area of lands that stabilize the environment by 14.8 thousand hectares. The application of the methodology of spatio-temporal assessment of the state of the river basins ecosystems and the organization of rational nature use will optimize the structure of the land fund, reduce the risks of ecological destruction of land and water resources, ensure ecologization of agriculture and improve the ecological situation in sub-basins and Dnipro river basin.

Keywords: river basin, nature use, ecological and rational exploitation, soil and water protection measures, ecologization of agriculture, Dnipro river, Vorsklytsa river, GIS technologies, Remote Sensing of Earth.

ЛІТЕРАТУРА

1. Pichura V.I., Domaratsky Y.A., Yaremko Yu.I., Volochnyuk Y.G., Rybak V.V. (2017). Strategic Ecological Assessment of the State of the Transboundary Catchment Basin of the Dnieper River Under Extensive Agricultural Load. *Indian Journal of Ecology*. Vol. 44 (3). P. 442–450.

2. Pichura V.I., Malchykova D.S., Ukrainskij P.A., Shakhman I.A., Bystriantseva A.N. (2018). Anthropogenic Transformation of Hydrological Regime of The Dnieper River. *Indian Journal of Ecology*. Vol. 45 (3). P. 445–453.
3. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000, establishing a framework for Community action in the field of water policy. *Official Journal of the European Communities*. 2000. L. 327. P. 1–72.
4. Пічура В.І., Потравка Л.О. Методологія просторово-часової оцінки стану екосистеми басейнів річок і організації раціонального природокористування. *Водні біоресурси та аквакультура*. 2019. № 2. С. 144–174.
5. Пічура В.І. Теоретико-методологічні основи басейнової організації природокористування на водозбірних територіях транскордонних річок (на прикладі басейну Дніпра). Дис. на здобуття наукового ступеня д.с.-г.н. за спеціальністю 03.00.16 «екологія», ДДАЕУ, Дніпро, 2017. 283 с.
6. Хортон Р.Е. Эрозионное развитие рек и водосборных бассейнов. Москва: Иностран. лит-ра, 1948. 158 с.
7. Strahler A.N. (1952). Hypsometric (Area Altitude) Analysis of Erosional Topology. *Geological Society of America Bulletin*. P. 1117–1142.
8. Швєбс Г.И. Концентрация природно-хозяйственных систем и вопросы рационального природопользования. *География и природные ресурсы*. 1987. № 2. С. 30–38.
9. Lisetskii F.N., Pavlyuk Ya.V., Kirilenko Zh.A., Pichura V.I. (2014). Basin organization of nature management for solving hydroecological problems. *Russian Meteorology and Hydrology*. Vol. 39, No. 8. P. 550–557.
10. Amakali M., Shixwameni L. (2003). River basin management in Namibia. *Physics and Chemistry of the Earth*. Vol. 28, Is. 20–27. P. 1055–1062.
11. Dinar A., Kemper K., Blomquist W., Kurukulasuriya P. (2007). White water: Decentralization of river basin water resource management. *Journal of Policy Modeling*. Vol. 29, Is. 6. P. 851–867.
12. Bozzola M., Swanson T. (2014). Policy implications of climate variability on agriculture: Water management in the Po river basin, Italy. *Environmental Science & Policy*. Vol. 43. P. 26–38.
13. Barbosa M.C., Mushtaq S., Alam K. (2017). Integrated water resources management: Are river basin committees in Brazil enabling effective stakeholder interaction? *Environmental Science & Policy*. Vol. 76. P. 1–11.
14. Milmana A., Gerlakb A.K. (2020). International river basin organizations, science, and hydrodiplomacy. *Environmental Science & Policy*. Vol. 107. P. 137–149. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.02.023>

15. Zhang B., Ding W., Xu B., Wang L., Li Y., Zhang C. (2020). Spatial characteristics of total phosphorus loads from different sources in the Lancang River Basin. *Science of The Total Environment*. 2020. Vol. 722. 137863. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137863>
16. Пічура В.І., Потравка Л.О. Типізація території басейну ріки Дніпро за ступенем агрогенної трансформації ландшафтних територіальних структур. *Наукові горизонти*. 2019. № 9 (82). С. 45–56. DOI: 10.33249/2663-2144-2019-82-9-45-56
17. Лисецкий Ф.Н., Землякова А.В., Нарожняя А.Г., Терехин Э.А., Пичура В.И., Буряк Ж.А., Самофалова О.М., Григорьева О.И. Геопланирование сельских территорий: опыт реализации концепции бассейнового природопользования на региональном уровне. *Вестник ОНУ*. Серия: Географические и геологические науки. 2014. № 19. Вып. 3 (22). С. 125–137.
18. Кочуров Б.И., Иванов Ю.Г. Оценка эколого-хозяйственного состояния территории административного района. *География и природные ресурсы*. 1987. № 87. С. 49-53.
19. Лопырев М.И., Макаренко С.А. Агрорландшафты и земледелие. Воронеж: ВГАУ, 2001. 168 с.
20. Рыбарски И., Гайссе Э. Влияние состава угодий на экологическую стабильность территории. Землеустроительные работы в специфических условиях. Татранска Ломница, 1981. С. 19–26.
21. Голубев Г.Н. Геоэкология. Москва: Аспект Пресс, 2006. 288 с.
22. Дедков А.П., Мозжерин В.И. Эрозия и сток наносов на Земле. Казань: Издательство Казанского университета, 1984. 264 с.
23. Кузьменко Я.В., Лисецкий Ф.Н., Кириленко Ж.А., Григорьева О.И. Обеспечение оптимальной водоохранной лесистости при бассейновой организации природопользования. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2013. Том 15, № 3 (2). С. 652–657.
24. Барвінський А.В., Тихенко Р.В. Оцінка і прогноз якості земель: підручник. Київ: Медінформ, 2015. 642 с.
25. Балюк С.А. Пропозиція – Главный журнал по вопросам агробизнеса. [Электронный ресурс]. URL: <http://propozitsiya.com/shchoroku-ukrayinskyu-grunt-vtrachaye-po-400-500-kgga-organiky>
26. Lisetskii F.N., Pichura V.I., Breus D.S. (2017). Use of Geoinformation and Neurotechnology to Assess and to Forecast the Humus Content Variations in the Step Soils. *Russian Agricultural Sciences*. No 2 (43). P. 151–155.
27. Охорона та відтворення родючості ґрунтів: Дегуміфікація ґрунтів. Дніпропетровськ, 2008. [Електронний ресурс]. URL: <http://www.studfiles.ru/preview/6272748/page:18/>

28. Аширбеков М.Ж. Накопление корневой массы и пожнивных остатков растений в серозёмно-луговой почве хлопкового севооборота староорошаемой зоны Голодной степи. *Вестник АГАУ*. 2012. № 8. С. 32–37.

REFERENCES

1. Pichura V.I., Domaratsky Y.A., Yaremko Yu.I., Volochnyuk Y.G., Rybak V.V. (2017). Strategic ecological assessment of the state of the transboundary catchment basin of the Dnieper river under extensive agricultural load. *Indian Journal of Ecology*, Vol. 44 (3), 442–450.
2. Pichura V.I., Malchykova D.S., Ukrainskij P.A., Shakhman I.A., Bystriantseva A.N. (2018). Anthropogenic transformation of hydrological regime of the Dnieper river. *Indian Journal of Ecology*, Vol. 45 (3), 445–453.
3. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000, establishing a framework for Community action in the field of water policy. (2000). *Official Journal of the European Communities*, L. 327, 1–72.
4. Pichura V.I., Potravka L.O. (2019). *Metodologija prostorovo-chasovoi' ocinky stanu ekosystemy basejnih richok i organizacii' racional'nogo pryrodokorystuvannja* [Methodology of spatio-temporal assessment of the river ecosystem state and organization of rational using of nature]. *Aquatic bioresources and aquaculture*, No 2, 144–174. [in Ukrainian].
5. Pichura V.I. (2017). *Teoretyko-metodologichni osnovy basejnovoi' organizacii' pryrodokorystuvannja na vodozbirnyh terytorijah transkordonnyh richok (na prykladi basejnu Dnipro)* [Theoretical and methodological principles of the basin organization of nature management in the catchment areas of transboundary rivers (by the example of the Dnipro river basin)]. Doctor of Science in Agriculture in the area of specialization 03.00.16 "Ecology". DSAEU, Dnipro, 283. [in Ukrainian].
6. Horton R.E. (1948). *Eroziionnoe razvitie rek i vodosbornykh basseynov* [Erosive development of rivers and watersheds]. Moscow: Foreign Literature. [in Russian].
7. Strahler A.N. (1952) Hypsometric (Area Altitude) Analysis of Erosional Topology. *Geological Society of America Bulletin*, 1117–1142.
8. Shvebs G.I. (1987) *Kontsentratsiya prirodno-khozyaystvennykh sistem i voprosy ratsional'nogo prirodo-pol'zovaniya* [Concentration of natural-economic systems and issues of rational nature management]. *Geography and natural resources*, No. 2, 30–38. [in Russian].
9. Lisetskii F.N., Pavlyuk Ya.V., Kirilenko Zh.A., Pichura V.I. (2014) Basin organization of nature management for solving hydroecological problems. *Russian Meteorology and Hydrology*, Vol. 39, No. 8, 550–557.

10. Amakali M., Shixwameni L. (2003). River basin management in Namibia. *Physics and Chemistry of the Earth*, Vol. 28, Is. 20–27, 1055–1062.
11. Dinar A., Kemper K., Blomquist W., Kurukulasuriya P. (2007). Whitewater: Decentralization of river basin water resource management. *Journal of Policy Modeling*, Vol. 29, Is. 6, 851–867.
12. Bozzola M., Swanson T. (2014). Policy implications of climate variability on agriculture: Water management in the Po river basin, Italy. *Environmental Science & Policy*, Vol. 43, 26–38.
13. Barbosa M.C., Mushtaq S., Alam K. (2017). Integrated water resources management: Are river basin committees in Brazil enabling effective stakeholder interaction? *Environmental Science & Policy*, Vol. 76, 1–11.
14. Milmana A., Gerlakb A.K. (2020). International river basin organizations, science, and hydrodiplomacy. *Environmental Science & Policy*, Vol. 107, 137–149. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.02.023>
15. Zhang B., Ding W., Xu B, Wang L., Li Y., Zhang C. (2020). Spatial characteristics of total phosphorus loads from different sources in the Lancang River Basin. *Science of The Total Environment*, Vol. 722, 137863. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137863>
16. Pichura V.I., Potravka L.O. (2019). *Typizacija terytorii' basejnu riky Dnipro za stupenem agrogennoi' transformacii' landshaftnyh terytorial'nyh struktur* [Typization of the Dnipro river basin territory according the degree of agrogenic transformation of landscape territorial structures] *Scientific horizons*, No 9 (82), 45–56. DOI: 10.33249/2663-2144-2019-82-9-45-56 [in Ukrainian].
17. Lisetskij F.N., Zemlyakova A.V., Narozhnaya A.G., Terekhin E.A., Pichura V.I., Buryak Zh.A., Samofalova O.M., Grigoryeva O.I. (2014). *Geoplanirovanie sel'skikh territorij: opyt realizatsii kontseptsii basseynovogo prirodopol'zovaniya na regional'nom urovne* [Geo-planning of rural areas: experience in implementing the concept of basin environmental management at the regional level]. *Bulletin of ONU. Series: Geographical and geological sciences*, No. 19, Vol. 3 (22), 125–137. [in Russian].
18. Kochurov B.I., Ivanov Yu.G. (1987). *Otsenka ekologo-khozyaystvennogo sostoyaniya territorii administrativnogo rayona* [Assessment of the ecological and economic condition of the territory of the administrative region]. *Geography and natural resources*, No. 87, 49–53. [in Russian].
19. Lopyrev M.I., Makarenko S.A. (2001). *Agrolandschafty i zemledelie* [Agrolandscapes and agriculture]. Voronezh: VGAU. [in Russian].
20. Rybarski I., Geiss E. (1981). *Vliyanie sostava ugodyi na ekologicheskuyu stabil'nost' territorii* [The influence of land composition on the ecological stability of the territory]. *Land management work in specific conditions, Tatranska Lomnica*, 19–26. [in Russian].

21. Golubev G.N. (2006). *Geoekologiya* [Geoecology]. Moscow. [in Russian].
22. Dedkov A.P., Mozzherin V.I. (1984). *Eroziya i stok nanosov na Zemle* [Earth erosion and runoff]. Kazan: Kazan University Press. [in Russian].
23. Kuz'menko Ya.V., Lisetskii F.N., Kirilenko Zh.A., Grigor'eva O.I. (2013). *Obespechenie optimal'noy vodookhrannoy lesistosti pri basseynovoy organizatsii prirodopol'zovaniya* [Ensuring optimal water conservation forest cover in the basin organization of nature management]. *Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, Vol. 15, No 3 (2), 652–657. [in Russian].
24. Barvins'kyj A.V., Tyhenko R.V. (2015). *Ocinka i prognoz jakosti zemel'* [Assessment and forecast of land quality]. Kyiv: Medinform. [in Ukrainian].
25. Balyuk S.A. *Propozitsiya – Glavnyy zhurnal po voprosam agrobiznesa* [Proposition – The main magazine on agribusiness]. URL: <http://propozitsiya.com/shchoroku-ukrayinsky-grunt-vtrachaye-po-400-500-kgga-organiky> [in Russian].
26. Lisetskii F.N., Pichura V.I., Breus D.S. (2017). Use of Geoinformation and Neurotechnology to Assess and to Forecast the Humus Content Variations in the Step Soils. *Russian Agricultural Sciences*, No 2 (43), 151–155.
27. *Ohorona ta vidtvorennja rodjuchosti g'runtiv: Degumifikacija gruntiv* [Protection and reproduction of soil fertility: Dehumidification of soils]. (2008). Dnipro. URL: <http://www.studfiles.ru/preview/6272748/page:18/> [in Ukrainian].
28. Ashirbekov M.Zh. (2012). *Nakoplenie kornevoy massy i pozhnivnykh ostatkov rasteniy v serozemno-lugovoy pochve khlopkovogo sevooborota starooroshaemoy zony Golodnoy stepi* [Accumulation of root mass and crop residues in gray-meadow meadow cotton crop rotation in the old irrigated zone of the Hungry Steppe]. *Bulletin of Altai State Agrarian University*, No 8, 32–37. [in Russian].