

ОСОБЛИВОСТІ МЕРЕЖІ ПРИДОРОЖНІХ ЕКОТОНІВ ЗАХИСНОГО ТИПУ ЧЕРНІВЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

Жук А.В., Мишілюк І.І.

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
вул. Коцюбинського, 2, 58012, м. Чернівці
a.zhuk@chnu.edu.ua, rrkau581@gmail.com

Стаття присвячена дослідженню структури важливого елементу сучасного природно-антропогенного ландшафту – мережі придорожніх екотонів захисного типу (ПЕЗТ) Чернівецької області. ПЕЗТ виконують численні господарсько важливі функції і надають широкий спектр екосистемних послуг, які можуть втрачатися через незадовільний стан насаджень. На основі аналізу супутникових знімків засобами Google Earth Pro встановлено загальну протяжність та структурні особливості мережі ПЕЗТ, яка охоплює 346 населених пунктів. Сумарна протяжність придорожніх насаджень різного призначення на дослідженій території склала 1282 км, тоді як сукупна протяжність автомобільних доріг із твердим покриттям становить 2604 км. Виявлено 15 населених пунктів, де захисні насадження вздовж автомобільних шляхів зовсім відсутні. Структурно у мережі ПЕЗТ області встановлене переважання лівобічних насаджень. Обчислено кількісні показники захисної лісистості досліджуваної території. Показано територіальні одиниці з достатнім, задовільним та низьким рівнем забезпечення захисними деревними насадженнями вздовж автошляхів. Показник придорожньої лісистості на різних дослідних полігонах коливається від 14 % до 79 %. Встановлено, що у достатній мірі забезпечені ПЕЗТ лише близько 50 % доріг області. Наведено перелік екосистемних послуг ПЕЗТ, які можуть бути втрачені через незадовільний стан придорожніх насаджень. Зокрема, це послуги газорегуляції, регуляції клімату і водообміну, підтримки колообігу речовин, асиміляції відходів, забезпечення біотопу рефугіумів і міграційних коридорів для диких видів флори та фауни, формування цілісної екологічної мережі тощо. У результаті проведеного аналізу актуальний стан мережі ПЕЗТ Чернівецької області охарактеризовано як недостатній для стабілізації довкілля і створення оптимальних умов для господарювання. Представлені у статті матеріали демонструють перший етап багаторівневого аналізу мережі ПЕЗТ, який можна застосовувати як окреме завершене дослідження або як базу для подальших розрахункових, аналітичних робіт. *Ключові слова:* придорожні екотони захисного типу, придорожні насадження, захисні лісосмуги лінійного типу, придорожня лісистість, екосистемні послуги.

Features of the roadside protective ecotones network in Chernivtsi region. Zhuk A., Myshiliuk I.

This paper is dedicated to the study of the roadside protective ecotones network (RPEN) structure in Chernivtsi region as an important element of the modern natural-anthropogenic landscape. RPEN perform numerous economically important functions and provide a wide range of ecosystem services, which can be lost due to the unsatisfactory state of plantations. The total length and structural features of the RPEN, which cover 346 settlements, is determined based on the analysis of the satellite images Google Earth Pro. The total length of roadside plantings for various purposes in the studied territory is 1,282 km, while the total length of paved roads is 2,604 km. Fifteen settlements without any plantations along roads were identified. Structurally, there is a predominance of left-sided plantations in the RPEN network of the region. The quantitative indicators of the protective shelterbelts are calculated for the studied area. The territorial units with sufficient, satisfactory and low levels of provision with the roadside plantations are shown. The indicator of roadside forest cover at various polygons ranges from 14% to 79%. It was established that only about 50% of the roads in the region are sufficiently equipped with RPEN. The list of RPEN ecosystem services that may be lost due to the unsatisfactory conditions of roadside plantations is given. In particular, these are the services of gas regulation, climate regulation and water exchange, support of the nutrient cycling, air filtration, provision of habitat and migration corridors for wild flora and fauna species, formation of a complete ecological network, etc. As a result of the analysis, the current state of the RPEN network in the Chernivtsi region was characterized as insufficient to stabilize the environment and create optimal conditions for land use. The materials presented in the article demonstrate the first stage of a multi-level analysis of the RPEN network, which can be used as a separate completed study or as a basis for further calculation and analytical work. *Key words:* roadside protective ecotones, roadside plantations, protective shelterbelts, roadside forest coverage, ecosystem services.

Постановка проблеми. У світлі концепції екосистемних послуг останніми роками в наукових колах відбувається переосмислення господарської та екологічної цінності багатофункціональних насаджень вздовж автошляхів. Наразі активно досліджується низка питань, пов'язаних з (1) виокремленням і монетарною оцінкою екосистемних послуг, які можуть надавати такі насадження [1, 2, 3], (2) діагностикою якості їхнього функціонування [4, 5]; (3) пошуками дієвих методів оптимізації [6, 7, 8] тощо. Лінійні захисні насадження розглядаються

також як потенційні елементи (коридори) екологічної мережі [9, 10].

На заміну широко вживаного раніше терміну «захисні лісові насадження лінійного типу» вітчизняні науковці запропонували поняття «екотони захисного типу» [5, 11], визначаючи їх як самодостатні складні системи, основу яких складають деревні насадження та асоційовані з ними супутні види рослин. Такі системи здатні надавати широкий спектр екосистемних послуг (рис. 1), однак повнота реалізації цих послуг прямо залежить від загальної

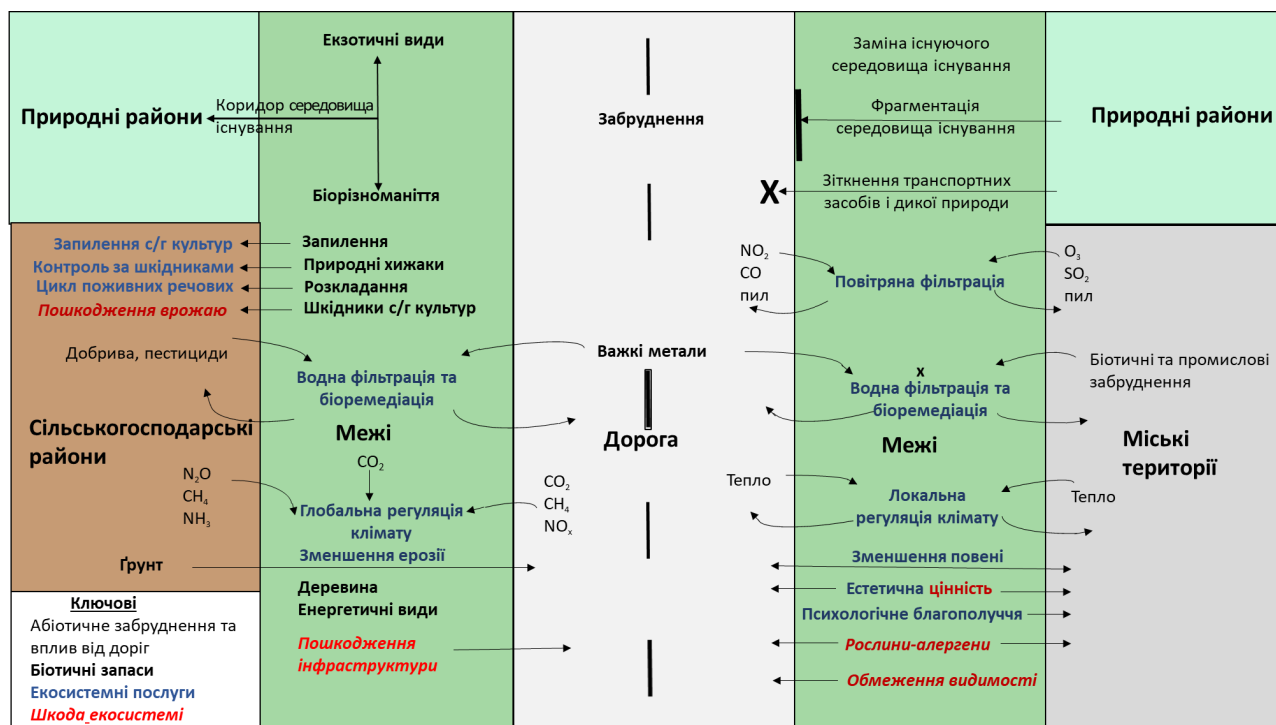


Рис. 1. Спектр екосистемних послуг та шкідливих впливів ЕЗТ [3]

протяжності ЕЗТ, їхнього стану, видового складу, ступеня антропогенного навантаження, ефективності заходів з реконструкції та багатьох інших чинників. Втрати екосистемних послуг через незадовільний стан ЕЗТ не лише ведуть до порушення балансу в природно-антропогенних ландшафтах, але й до загострення конфліктів природокористування.

Актуальність дослідження. Реформування автотранспортної інфраструктури України – одна з ключових умов забезпечення конкурентоспроможності та ефективності національної економіки [12]. Проте перелік пріоритетних напрямків реалізації реформи не містить конкретних рішень щодо зниження негативного впливу автотранспорту на компоненти оточуючих екосистем, окрім використання альтернативних видів пального та збільшення частки «зелених» видів транспорту. Зауважимо, що хімічне забруднення – лише один із багатьох деструктивних ефектів автошляхів. Оскільки наша держава тримає курс на Євроінтеграцію, варто приділити достатню увагу створенню або реставрації комплексної багатофункціональної системи лісових насаджень вздовж доріг, щоб вони надавали необхідний рівень захисту.

Стале придорожнє озеленення, спрямоване на формування сталого придорожного ландшафту нині активно впроваджується європейською спільнотою [6, 8, 13]. Проектування ж придорожного ландшафту варто здійснювати з урахуванням довгострокових перспектив отримання якомога ширшого спектру екосистемних послуг. Перший крок на шляху до формування виваженої стратегії управління і оптимізації екосистемних послуг ПЕЗТ – оцінка актуального

стану наявної системи захисних лінійних насаджень вздовж автошляхів. Тому дані про оцінювання стану лісових насаджень вздовж доріг та їх ідентифікація є надзвичайно важливими та актуальними для вдосконалення придорожніх ландшафтів та розвитку екологічної політики нашої держави.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Тематика дослідження відповідає основним напрямкам наукової діяльності кафедри екології та біомоніторингу Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича та виконується у рамках проекту фундаментального дослідження «Моніторинг і оптимізація екосистемних послуг в умовах деструктивних агровиробничих впливів на засадах концепції соціоекологічної системи», що виконується за рахунок видатків загального фонду державного бюджету.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Концепція ЕЗТ запропонована і глибоко досліджена на прикладі багатофункціональних насаджень вздовж шляхів залізничного транспорту науковим колективом Національного лісотехнічного університету України [5, 11, 14]. Різні аспекти функціонування лісових насаджень лінійного типу вздовж автомобільних доріг досліджують Г. Б. Гладун і Ю. Г. Гладун [15, 16], Дребот О. І. [17], О. М. Павлішина [18], В. В. Лавров, А. В. Житовоз, Т. Ю. Сагдєєва [19] та інші. У ландшафтах із розвиненим агровиробництвом придорожні насадження водночас виконують полезахисні функції і надають ширший спектр екосистемних послуг. Їх детальний аналіз наведено у працях В. В. Лукіши [20] і О. З. Петрович [1],

Н. Ю. Висоцької, А. О. Калашнікова, С. В. Сидоренко, С. Г. Сидоренка, В. А. Юрченка [21] Водночас про незадовільний стан придорожніх насаджень по всій території України повідомляють Н. Ю. Висоцька, О. Р. Зубов, Л. Г. Зубова, В. І. Фомін [21, 22], А. П. Стадник [23], М. О. Клименко, О. П. Ткачук, С. О. Панкова, [24], Л. М. Грановська, В. А. Сташук, П. В. Жужа [25] та інші.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Незважаючи на те, що проблема ПЕЗТ постійно залишається у фокусі інтересів вітчизняних науковців, більшість досліджень носить локальний характер, охоплюючи конкретні насадження в межах населених пунктів, рідше – адміністративних районів. Або ж, навпаки, статті мають широкий оглядовий характер, узагальнюючи спільні для таких систем проблеми. Наше ж дослідження має на меті аналіз стану цілісної мережі ПЕЗТ Чернівецької області з акцентом на її повноту, ступінь забезпечення автомобільних доріг захисними насадженнями та якість екосистемних послуг, які вони здатні надавати.

Новизна. Представлені матеріали ґрунтуються на результатах власних досліджень. Вперше комплексно вивчено актуальний стан мережі ЕЗТ Чернівецької області. Розроблено оригінальну методологічну базу із застосуванням доступного і вільного програмного забезпечення для ДЗЗ. Показано території із задовільним та недостатнім забезпеченням автошляхів захисними деревними насадженнями.

Методологічне або загальнонаукове значення. Для опрацювання космоснімків та статистичної обробки результатів застосовані методи, які легко відтворити при аналогічних дослідженнях для інших регіонів України та забезпечують ліцензійну чистоту отриманих даних. Представлені у статті матеріали демонструють перший етап багаторівневого аналізу мережі ПЕЗТ, який можна застосовувати як окреме завершене дослідження або як базу для подальших розрахункових, аналітичних робіт.

Викладення основного матеріалу. У науковій літературі та нормативній документації донині немає єдиного підходу до визначення ПЕЗТ вздовж автодоріг. До прикладу, Г. Б. Гладун і Ю. Г. Гладун відносять до них природні та штучно створені лісові смуги, групово-куртинні насадження дерев і чагарників обабіч автомобільних доріг та у смугах їхнього відведення, призначені захищати від снігових і піщаних занесень, селів, лавин, обвалів, осипів, ерозії та дефляції, а також знижувати рівень шуму, виконувати санітарно-гігієнічні та естетичні функції, убезпечувати рухомий транспорт від несприятливих аеродинамічних впливів [15, 16]. Водночас В. П. Ткач та В. Л. Мешкова [25] зараховують до площі придорожніх насаджень лише смуги вздовж доріг обласного та вищих рівнів підпорядкування. Це пов'язано з тим, що дороги нижчих рівнів під-

порядкування зазвичай розташовані на межах полів сівозмін. Лісосмуги вздовж цих доріг при визначенні структури насаджень на «основних» ділянках автори рекомендують зараховувати до полезахисних [26]. С. В. Сидоренко й Ю. М. Біла ототожнюють полезахисні і снігозахисні насадження [27], а І. Р. Чорнявська розглядає в якості снігозахисних смугів насадження вздовж залізниць [28]. Л. М. Стрельчук наголошує на багатокomпонентному впливові насаджень лінійного типу на прилеглі угіддя [29].

У даному дослідженні ми відносили до ПЕЗТ такі лінійні насадження вздовж доріг Чернівецької області, які можуть одночасно виконувати дві основні функції: придорожню та лісомеліоративну. При цьому до уваги не брали вуличні насадження у межах населених пунктів, приватні садиби, насадження вздовж ґрунтових доріг, полезахисні лісосмуги вздовж стежок між полями та природні лісові масиви. Саме з цих причин наше дослідження не охоплює колишній Путильський район, оскільки він має високу природну лісистість, а також обласний центр – м. Чернівці. У колишньому Вижицькому районі досліджувалися тільки лінійні насадження, не враховуючи лісові масиви вздовж доріг.

У 2020 р. відбулася зміна адміністративно-територіального устрою України, згідно якого нині Чернівецька область поділена на три адміністративні райони з площами від 1,88 до 4,10 тис. кв. км. Такі великі території незручно використовувати як дослідні полігони для аналізу мережі ПЕЗТ. Кількість територіальних громад у межах області – 52, причому 7 із них міські, а площі значно різняться між собою, що також обумовлює незручність аналізу. Окрім того, наразі відсутня статистична інформація стосовно протяжності автомобільних доріг як у межах нововиділених районів, так і у межах окремих територіальних громад. З наведених причин ми вирішили притримуватися старого районування, розглядаючи колишні райони не як адміністративні одиниці, а як полігони для дослідження.

Інформація щодо протяжності захисних насаджень вздовж доріг отримана за допомогою вільних даних ГІС у програмному продукті Google Earth Pro. Вимірювання проводили із застосуванням засобів “лінійка” та “шлях”, які входять до стандартної панелі інструментів програми. Дані про протяжність автодоріг у межах кожного дослідного полігону отримано з паспортів колишніх адміністративних районів Чернівецької області.

Показник забезпечення районів ПЕЗТ обчислили за формулою:

$$L_{\text{пд}} = L_{\text{пн}} / L_{\text{ад}} \times 100 \%,$$

де $L_{\text{пд}}$ – придорожня лісистість; $L_{\text{пн}}$ – загальна протяжність екотонів захисного типу; $L_{\text{ад}}$ – сукупна протяжність всіх автодоріг у межах полігону.

Отримані результати зведені у інвентаризаційну базу даних, де окремо враховано протяжність ПЕЗТ

з правого та лівого узбіччя дороги, а також середнє значення. Статистичну обробку результатів та візуалізацію отриманих даних виконували із застосуванням пакету з відкритим кодом R v. 0.3.5 з функцією `vioplot (0.3)` [30]. Карти створено у вільному програмному середовищі QGIS 3.14, у системі координат Pulkovo 1942 / Gauss-Kruger zone5.

Дане дослідження охопило 364 населені пункти Чернівецької області, які входять до складу 10 дослідних полігонів (табл. 1). Встановлено, що у межах Вижицького, Герцаївського, Глибоцького, Заставнівського, Кіцманського та Сокирянського полігонів наявні села, де зовсім відсутні ПЕЗТ. Загалом виявлено 15 таких сіл. Окрім того, показано що для 27 населених пунктів сумарна протяжність мережі ПЕЗТ не перевищує одного кілометра.

Аналіз сумарної протяжності ПЕЗТ показав, що лише на території Глибоцького, Заставнівського, Сторожинецького і Хотинського дослідних полігонів наявні населені пункти, де цей показник перевищує 20 км. Проте частотний розподіл показує, що їхня частка незначна. Лише для Кельменецького та Сторожинецького полігонів показана медіана ранжованої вибірки на рівні 10 км. Варто зазначити, що низькі значення забезпечення автомобільних доріг ПЕЗТ, показані для Глибоцького та Вижицького полігонів, обумовлені вищою лісистістю порівняно з рештою аналізованих.

Сумарна протяжність автомобільних доріг у Чернівецькій області складає 2875 км, із них 2869 км – із твердим покриттям [17]. Наші дослідження охопили з них 2603,8 км. Кельменецький, Заставнівський, Хотинський, Сторожинецький та Кіцманський полігони характеризуються добре розвинутою автоінфраструктурою, ними прокладено багато трас державного і міжнародного значення. Для відповідних полігонів встановлено й найвищі показники забезпечення ПЕЗТ. Найбільш забезпеченим ПЕЗТ є Заставнівський полігон, найменше –

Вижицький. Останній характеризується високою природною лісистістю, що пояснює низький рівень його сільськогосподарського освоєння і, відповідно, засадження захисними лінійними смугами.

Окремо проаналізували протяжність правото- та лівобічних насаджень у структурі мережі ПЕЗТ (рис. 2). Показане переважання лівобічних насаджень на території Глибоцького, Кельменецького, Хотинського, Кіцманського, Новоселицького, Сокирянського та Сторожинецького районів. Це пов'язано із особливостями рози вітрів на території області, розташування вододію та просторовою орієнтацією автомобільних доріг [20].

Вижицький полігон вирізняється переважанням правобічних ЕЗТ, на території Герцаївського та Заставнівського дослідних полігонів протяжність ліво- і правосторонніх насаджень однакова. Разом з тим для Герцаївського, Кіцманського, Сокирянського та Заставнівського полігонів відмічено суттєвий дисбаланс міжквартильних діапазонів за ознакою розташування ПЕЗТ відносно полотна автошляхів.

Повноту мережі ПЕЗТ для Чернівецької області відображено на картосхемі (рис. 3) на основі показника придорожньої лісистості. Згідно літературних даних, Чернівецька область потребує найменшої кількості ПЕЗТ по Україні [17]. За отриманими нами результатами встановлено, що у достатній мірі забезпечені ПЕЗТ лише близько 50 % доріг області. Найвищий індекс придорожньої лісистості показано у рівнинній частині області, що належить до басейну р. Дністер.

Центральна частина області забезпечена ПЕЗТ у меншій мірі, незважаючи на високі показники сільськогосподарської освоєності [31]. Більшість ПЕЗТ на цій території виконують додатково й полезахисні функції. Недостатнє забезпечення деревними насадженнями веде до втрат численних екосистемних послуг. Наприклад, у межах Новоселицького полігону частка ріллі до загальної площі складає 74,7 %.

Таблиця 1

Зведені показники мережі ПЕЗТ Чернівецької області

Назва дослідного полігону	Кількість населених пунктів (НП)	К-ть НП з протяжністю ПЕЗТ до 1 км	К-ть НП, де відсутні ПЕЗТ	Загальна протяжність доріг, км	Протяжність доріг, забезпечених ПЕЗТ, км
Вижицький	34	8	4	294,20	41,15
Новоселицький	24	0	2	307,90	99,83
Кіцманський	38	4	1	247,2	134,26
Сокирянський	39	3	1	238,4	107,96
Заставнівський	33	0	0	243,3	191,75
Герцаївський	46	4	3	151,4	61,93
Глибоцький	43	8	2	235,4	119,405
Кельменецький	29	0	1	279,2	195,365
Хотинський	39	0	0	269,1	165,47
Сторожинецький	39	0	1	337,7	164,76
Загалом	364	27	15	2603,8	1281,88

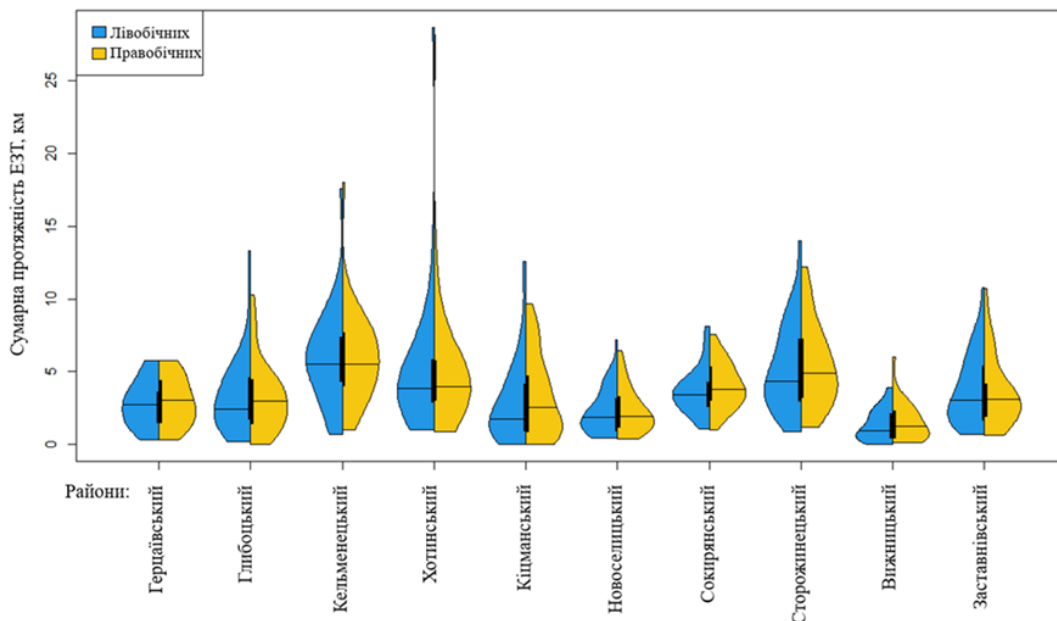


Рис. 2. Співвідношення протяжності ліво- і правобічних ПЕЗТ у межах дослідних полігонів

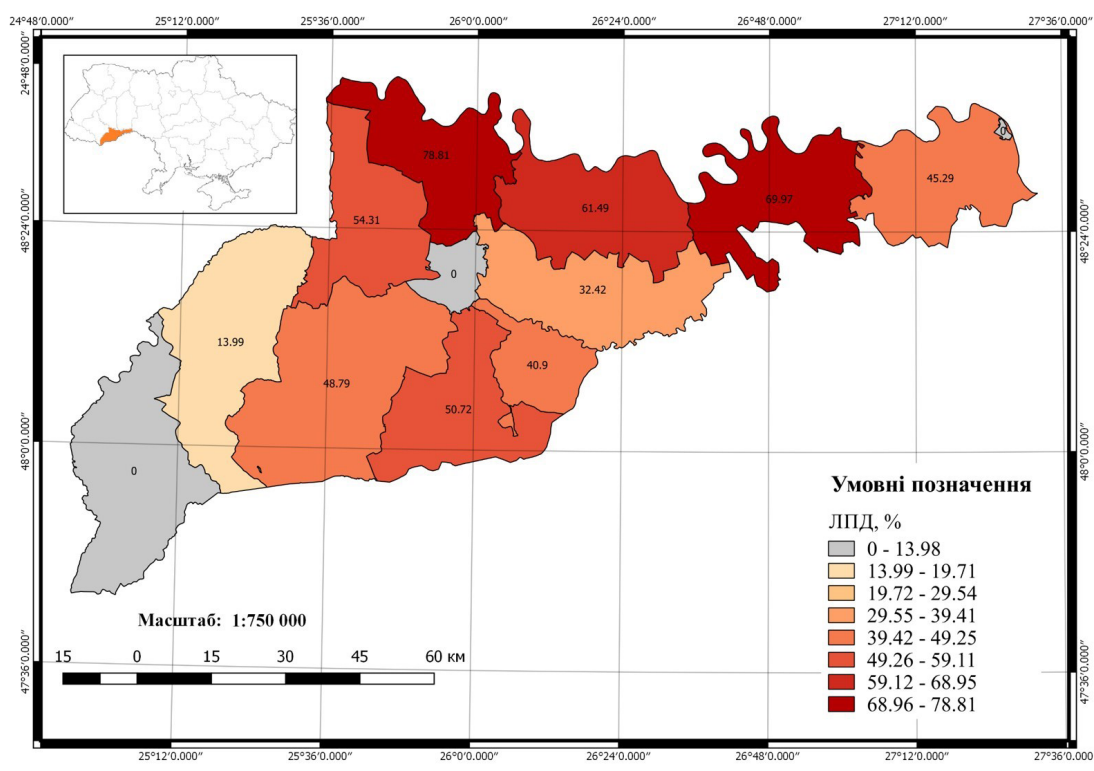


Рис. 3. Карта придорожньої лісистості Чернівецької області

При цьому мережа автодоріг – одна з найбільш розгалужених у області, її сумарна протяжність становить 307,90 км. Захисні насадження ж мають загальну протяжність 99,83 км (32,42 % від загальної протяжності доріг). Така ситуація супроводжується втратами таких важливих для сільського господарства екосистемних послуг, як підвищення врожайності прилеглих полів, зниження швидкості вітру, запобігання виникненню пилових бур та пом'якшення їх впливу, попередження

еродування і деградації ґрунтів, регуляція гідрологічного режиму, запилення дикими комахами-запилювачами, популяційний контроль шкідників через трофічні зв'язки тощо. Масштабні втрати екосистемних послуг стосуються не лише сільського господарства, але й агроландшафту загалом. Особливої уваги варті втрати регулюючих і підтримуючих послуг: газорегуляції, регуляції клімату і водообміну, підтримки колообігу речовин, асиміляції відходів, забезпечення біо-

топу рефугіумів і міграційних коридорів для диких видів флори та фауни, формування цілісної екологічної мережі.

Головні висновки. Актуальний стан мережі ПЕЗТ Чернівецької області може бути охарактеризований як недостатній для стабілізації довкілля і створення умов для нормального господарювання. Тому мережа екотонів захисного типу Чернівецької області, зокрема у районах із високим рівнем сільськогосподарської освоєності, вздовж автотрас загальноукраїнського та міжнародного значення потребує реставрації та розширення. Втрачені через недостатню забезпеченість ПЕЗТ екосистемні послуги – вагомий чинник

недоотримання економічної вигоди у галузі сільськогосподарства, а також широкого спектру екологічних і соціальних благ.

Перспективи використання результатів дослідження. Отримані дані – результат першого етапу дослідження актуального стану ПЕЗТ Чернівецької області. Наступний етап стосується аналізу якісних показників придорожніх насаджень за допомогою космічних знімків та польових досліджень. На основі отриманих результатів буде висунуто конкретні практичні рекомендації з реставрації наявної мережі ПЕЗТ із урахуванням ландшафтних, метеорологічних та агротехнічних умов, перспектив заселення корисними видами тварин тощо.

Література

- Петрович О. З. Полезахисні лісосмуги в контексті впровадження концепції екосистемних послуг. *Екосистеми, їх оптимізація і охорона*. 2014. Вип. 11. С. 42–29.
- Säumel I., Weber F., Kowarik I. Toward livable and healthy urban streets: Roadside vegetation provides ecosystem services where people live and move. *Environmental Science & Policy*. 2016. № 62. P. 24–33.
- Phillips B. B., Bullock J. M., Osborne J. L., Gaston K. J. Ecosystem service provision by road verges. *Journal of Applied Ecology*. 2020. № 57, Vol. 3. P. 488–501.
- Takács V., Frank N. The traditions, resources and potential of forest growing and multipurpose shelterbelts in Hungary. *Agroforestry in Europe*. 2009. P. 415–433.
- Руда М. В. Удосконалення нормативно-технічного забезпечення функціонування консорційних екотонів захисного типу : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.01.02. Нац. ун-т «Львів. політехніка». Львів, 2017. 20 с.
- Hambrey Consulting. The management of roadside verges for biodiversity. *Scottish Natural Heritage Commissioned Report*. 2013. № 551. 96 p.
- O'Sullivan O. S., Holt A. R., Warren P. H., Evans K. L. Optimising UK urban road verge contributions to biodiversity and ecosystem services with cost-effective management. *Journal of environmental management*. 2017. № 191. P. 162–171.
- Bautista S., Camargo M., Bachmann C. Sustainable roadside management from an innovative approach to ecosystem services and bioenergy generation. *2020 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC)*. 2020, June. IEEE. P. 1–6.
- Чиркова О. В. Структура лісосмуг як складових елементів екологічної мережі. *Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону*. Донецьк: ДонНУ, 2010. № 1 (10). С. 97–104.
- Даниленко Б. Створення екологічних коридорів в Україні: земельно-правовий аспект. *Вісник Академії правових наук України*. 2013. № 1. С. 186–197.
- Бойко Т. Г., Руда М. В., Казимира І. Я., Паславський М. М., Соколов С. О., Петренко С. В. Значення екотонів захисного типу у зменшенні акустичного навантаження на шляхах залізничного транспорту. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2019. № 6, Вип. 29. С. 58–66.
- Реформа інфраструктури URL: <https://www.kmu.gov.ua/diyalnist/reformi/ekonomichne-zrostannya/reforma-infrastrukturi>
- Chowdhury M. H., Lasker M. S. Roadside landscaping with native plants in the Czech Republic: A review. *Horticult Int J*. 2018. № 2(3), 76–82.
- Руда М. В., Бубела Т. З. Застосування інформаційно-вимірювальних систем для дослідження якості процесу функціонування консорційних екотонів захисного типу. *Український метрологічний журнал*. 2018. № 3, С. 55–61
- Гладун Г. Б., Гладун Ю. Г. Значення захисних лісових насаджень для забезпечення сталого розвитку агроландшафтів. *Наук. вісн. Нац. лісотехн. ун-ту України*. 2005. Вип. 15.7. С. 113–118.
- Гладун Г. Б., Трофименко М. Є., Лохматов М. А. Захисні лісові насадження: проектування, вирощування, впорядкування. Харків : Нове слово. 2005. 390 с.
- Дребот О. І. Вплив лісосмуг на екологічний стан земель автомобільного транспорту. *Збалансоване природокористування*. 2019. № 4. 26–34.
- Павлішина О. М. Кумулятивна функція захисних лісових насаджень уздовж транспортних магістралей. *Біоресурси і природокористування*. 2014. Т. 6, № 1–2. 99–105.
- Лавров В. В., Житовоз А. В., Сагдєєва Т. Ю. Захисні лісові насадження у зонах можливих конфліктів транспортної та екологічної мереж. *Агроекологічний журнал*. 2016. № 4. С. 15–24.
- Лукиша В. В. Екологічні функції полезахисних лісових насаджень. *Екологічні науки*. 2013. № 2. С. 56–64.
- Висоцька Н. Ю., Калашніков А. О., Сидоренко С. В., Сидоренко С. Г., Юрченко В. А. Екосистемні послуги полезахисних лісових смуг як основа компенсаційних механізмів їхнього створення та утримання. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2021. № 22. С. 199–207.
- Висоцька Н. Ю., Зубов О. Р., Зубова Л. Г., Фомін В. І. Стан захисних лісових смуг різного призначення в оleshківському Оleshківському районі Херсонської області. *Лісівництво та агролісомеліорація*. 2019. Вип. 135. С. 103–113.

23. Стадник А. П. Оптимізація структури захисних лісових насаджень та їх систем в агроландшафтах України. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2018. Вип. 16. С. 70–80.
24. Клименко М. О., Ткачук О. П., Панкова С. О. Екологічні проблеми функціонування полезахисних лісосмуг в умовах Лісостепу Правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 20. С. 179–194.
25. Грановська Л.М., Сташук В.А., Жужа П.В. Наукове обґрунтування реконструкції лісозахисних смуг вздовж Каховського магістрального каналу. *Зрошуване землеробство: Міжвідомчий тематичний науковий збірник*. 2019. Вип. 71. С. 41–44.
26. Ткач В. П., Мешкова В. Л. Сучасні проблеми оптимізації лісистості України. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2008. Вип. 113. С. 8–15.
27. Сидоренко С. В., Біла Ю. М. Особливості розподілу снігу й вологи під впливом полезахисних лісових смуг щільної конструкції. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2017. Вип. 131. С. 104–112.
28. Чорнявська І. Р. Вплив смугових захисних лісових насаджень Південної залізниці на розподіл снігового покриву. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2017. Вип. 130. С. 119–124.
29. Стрельчук Л. М. Полезахисне лісорозведення у Херсонській області: стан та перспективи. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2015. Вип. 127. С. 124–130.
30. Adler D., Kelly S. T. Vioplot: violin plot. R package version 0.3.5. 2020. URL: <https://github.com/TomKellyGenetics/vioplot>
31. Статистичний щорічник Чернівецької області за 2020 рік. Головне управління статистики у Чернівецькій області, 2021. 464 с.