

УДК 911.9

## ЛАНДШАФТНЕ РІЗНОМАНІТТЯ ТА РІЗНОМАНІТТЯ ЛАНДШАФТНОЇ СТРУКТУРИ МІШАНОЛІСОВИХ КОМПЛЕКСІВ ТЕРИТОРІЇ ЛІВОБЕРЕЖНОЇ УКРАЇНИ (НА ПРИКЛАДІ ТЕСТОВОЇ ДІЛЯНКИ ДОСЛІДЖЕННЯ)

Вікторія Удовиченко

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка,  
просп. Глушкова, 2А, МСП-680, м. Київ, Україна,  
e-mail: reussite303@gmail.com*

Стисло окреслено зміст поняття “ландшафтне різноманіття” та ініціальних щодо нього термінів. Означено математичні залежності, відповідно до яких визначено ландшафтне різноманіття. Метризацію ландшафтного різноманіття виконано на прикладі ділянки дослідження, закладеної у північній частині Новгород-Сіверського Полісся з використанням запропонованого алгоритму, а також сукупності методичних підходів і принципів, спрямованих на виявлення його специфічних рис, та групи параметрів структурного блоку. Риси ландшафтного різноманіття ділянки дослідження відображено за допомогою таких його показників: таксономічне і типологічне, хорологічне і топологічне, індивідуальне топологічне різноманіття, інтегральний рівень складності структури, таксономічна презентивність, таксономічна дисперсність й ентропія; специфіки їхнього розвитку. Результати аналізу візуалізовано у вигляді картографічної моделі та графічним моделюванням. Увагу акцентовано також на можливостях наступного використання отриманих результатів для обґрунтування заходів з ландшафтного планування територій.

*Ключові слова:* ландшафтне різноманіття, ландшафтна структура, мішанолісовий комплекс, математична залежність, параметр.

Увага до вивчення ландшафтно-ї структури території та збереження ландшафтного різноманіття (ЛР), необхідності його вивчення й уточнення показників, а також спрямування досліджень сучасних ландшафтів за цим аспектом були ініційовані рішеннями двох європейських конференцій з питань збереження навколишнього середовища [8, 31]. З іншого боку, євроінтеграційні ініціативи України щодо міжнародного екологічного простору зумовили посилення практичного інтересу до питань збереження ландшафтного та біотичного різноманіття, формування безпечного простору буття людини [4].

Ландшафтне різноманіття відображає всю реальну на земній поверхні множинність ландшафтних комплексів, хоча ця категорія доволі суб’єктивна. ЛР тієї чи іншої ділянки земної поверхні регіонально щоразу особливе [15], вирізняється елементами якісно-кількісного складу й рисами їхніх просторових поєднань, що створює неоднакові вихідні умови для заселення, проживання, ведення господарської діяльності, соціально-економічного та культурного розвитку населення. Проте від того, як ландшафтознавець сприймає та розуміє різноманіття ландшафту і різноманіття ландшафтно-ї структури території, як бачить означену проблему, залежатиме і різноманітність ландшафту в її фізичному/реальному вимірі.

Диференціація ландшафтів генетико-морфологічної структури території, як одного з типів ландшафтних територіальних структур, – це просторове вираження ландшафт-

ного різноманіття, дослідження якого загалом є доволі новим напрямом ландшафтознавства та перспективним щодо розробки і картографічного моделювання ландшафтно-планувальних планів, проектів, схем, оскільки його врахування є визначальним щодо фонового чи одиничного, типового чи унікального впровадження відповідних заходів.

Концептуальні засади розуміння, визначення, вивчення та метризації ландшафтного різноманіття застосуванням різних методичних підходів та принципів з використанням різних програмних продуктів добре розроблені й опрацьовані зарубіжними [32–34] та українськими [5, 10–12, 14, 15, 18, 19, 24, 26, 30] вченими. Проте нагромадження спеціалізованих, хоча і розрізнених, відомостей про ландшафтне різноманіття території Лівобережної України відбувалося поступово та вкрай нерівномірно. Наприклад, безпосередньо ЛР регіону [1, 9, 20–22] та окремих його ділянок [2, 3, 6, 7, 25, 27, 29] відображено переважно на дрібно- та середньомасштабних картах. Водночас власне вивчення, метризація та паспортизація ландшафтного різноманіття означеного регіону практично не реалізовані, за винятком нечисленних публікацій [27].

З огляду на це наша **мета** – визначити специфічні риси та виконати метризацію ландшафтного різноманіття й різноманіття ландшафтно-структури мішанолісових комплексів території Лівобережної України (на прикладі тестової ділянки дослідження) для потреб розробки і запровадження системи ландшафтно-планувальних заходів у регіоні.

Метризацію ландшафтного різноманіття й різноманіття ландшафтно-структури та їхніх специфічних рис мішанолісових комплексів території Лівобережної України проведено на прикладі тестової ділянки дослідження, яка охоплює північні райони фізико-географічної області Новгород-Сіверського Полісся [22] та Середньодеснянсько-Нижньошосткинського фізико-географічного району північної частини Сумської адміністративної області (рис. 1).



Рис. 1. Тестовий полігон на карті України  
Fig. 1. The tested area on the Ukraine map

Власне метризацію виконано за запропонованою групою параметрів структурного блоку, оскільки презентивність геокомплексів разом з їхнім таксономічним різноманіттям відображає особливості історичного розвитку ландшафтів регіону та напрями дії на них основних ландшафтовітвірних чинників.

Основою для розрахунків послугувала авторська ландшафтна карта тестової ділянки дослідження та її векторна модель, створена у масштабі 1:200 000 на основі збирання, верифікації й аналізування даних про структуру актуальних ландшафтів за вихідною інформацією з фондових матеріалів, результатами власних польових досліджень та узагальнень. Розрахунки метричних показників ландшафтних комплексів території дослідження виконували з використанням ГІС-пакета MapInfo Professional 10.0.1 та Microsoft Office Excel 2007. База даних охоплювала інформацію про ландшафтні комплекси рангу урочищ і складних урочищ, які були операційними одиницями реалізації цього дослідження. Застосування означених у статті методичних прийомів дало змогу виявити внутрішньорегіональні й топічні відмінності ландшафтного різноманіття та різноманіття ландшафтної структури території дослідження на прикладі тестової ділянки розвитку мішанолісових комплексів.

Ландшафтне різноманіття у різних працях визначено відповідно до концепції ландшафтного різноманіття як системи поглядів на геокомплекси планети в контексті закономірно утвореного ними різноманіття [15, с. 22], різних підходів до його трактування, які зумовили розвиток численних методик його вивчення й аналізу.

*Різнманіття* – це наслідок прояву загального закону переходу кількісних змін у якісні, нескінченного процесу саморозвитку матерії; кількісне вираження багатоманіття світу, якісно відмінних станів і структурних рівнів матерії, на кожному з яких виявляються специфічні властивості та форми руху речовини, енергії й інформації [15, 28]. Залежно від змісту та кількості критеріїв й ознак, за якими відрізняються елементи між собою, ступінь різноманіття може змінюватися в широкому діапазоні значень: від найнижчого, який є проявом одноманіття, до максимального можливого в бік нескінченності [15].

*Природне різноманіття/георізнманіття* (geodiversity) є природною закономірністю високого рангу, однією з форм існування множинних реалій природи [24]; сукупність типів відмінностей об'єктів світу (універсуму) будь-якого простору (території, акваторії, планети) на підставі обраної міри [5, 30].

Ландшафти, як одна з форм існування матерії, що має всі притаманні їй ознаки, разом з ґрунтами, гірськими породами, формами рельєфу, типами клімату, гідрологічними об'єктами та біотою утворюють певний рівень (вияв) земного природного різноманіття. У цьому сенсі ландшафтне різноманіття відзначається інтегративністю змісту, адже закономірно поєднує властивості множинності складових геокомпонентів, а за основу концепції ландшафтного різноманіття взято розуміння ландшафту як просторової гетерогенної поліструктурної цілісності.

Поняття “ландшафтне різноманіття” (landscape diversity) вперше введено у науковий обіг під час роботи III Конференції міністрів “Довкілля для Європи”, що відбулася в Софії [10, 13, 26], та задокументовано у “Загальноєвропейській стратегії у галузі біологічного та ландшафтного різноманіття” (м. Софія, 1995 р.) [16], розробленій з ініціативи Ради Європи [23], а також визнано як основу збереження біологічного різноманіття [17].

Розуміння та визначення поняття “ландшафтне різноманіття”, відповідно до різних поглядів на зміст ключового, емного за сутністю, поняття “ландшафт” [12, 18, 19], можна трактувати за кількома підходами: *традиційно-ландшафтознавчим* (класичним) [11, 12],

антропоїчним [12, 35], біоцентричним [11, 12, 15 та ін.] та гуманістичним [11, 12, 31 та ін.]. На підставі означених аспектів ЛР можна назвати основні його форми/зрізи: просторово-структурний, зокрема генетико-морфологічний, парадинамічний, парагенетичний та басейновий [4], ландшафтно-антропоїчний (просторово-функціональний), ландшафтно-біоцентричний та ландшафтно-гуманістичний [12].

Нині найчастіше в наукових працях [15 та ін.] застосовують визначення поняття “ландшафтне різноманіття”, запропоновані В. Гриневецьким [10], В. Пащенко [24], А. Домаранським [14, 15] та ін.

З огляду на зміст запропонованих різними дослідниками визначень поняття ландшафтного різноманіття й аспектів, за якими його розглядають, далі в праці під ЛР розумітимемо множинність (кількісного та якісного змісту) створених природою цілісних дискретно-континуальних структур ландшафтів, специфічне (з унікальною комбінацією елементів) сформоване просторово-часове поєднання певної кількості геокомплексів території системного змісту регіонального та локального масштабних рівнів; особливий вияв загального земного природного різноманіття, інтегративний за суттю, який набуває виразу як функція числа відмінних між собою структур ландшафтів та їхніх поєднань.

Для потреб вивчення, характеристики й метризації ландшафтного різноманіття, специфіки поширення та просторового розподілу ландшафтних комплексів з метою розробки, обґрунтування і впровадження ландшафтного планування запроваджено низку аспектів й відповідних їм ініціальних показників та математичних залежностей структурного аспекту, застосування яких дало змогу визначити ландшафтне різноманіття та різноманіття ландшафтно-генетико-морфологічної структури дослідного полігона (табл. 1) й сформувані цілісне уявлення про складність та багатоманіття ландшафтів регіону дослідження, ступінь такого багатоманіття/різноманіття, специфіку горизонтальної територіальної (просторової) структури та її конфігурації.

Таблиця 1

Метричні показники ландшафтного різноманіття мішанолісових комплексів території Лівобережної України (на прикладі тестової ділянки дослідження)  
The metrization parameters of landscape diversity of mixed-forest complexes of the Left-Bank the Dnipro river of Ukraine (on the example of the tested research area)

Параметр оцінювання та джерело, у якому є його пояснення		Розраховані значення параметра оцінювання
назва	індекс	
Таксономічне різноманіття [15]	TaxD	214
Топологічне різноманіття/мозаїчність [15]	TopD	633
Типологічне ландшафтне різноманіття [12, 15]	TD	0,12
Хорологічне різноманіття (1) [12, 33]	CD <sub>1</sub>	0,368
Хорологічне різноманіття (2) [12, 33]	CD <sub>2</sub>	2,716
Інтегральна складність	(DI)	135 462
Таксономічна дисперсність [15]	Dis <sub>tax</sub>	331,419
Таксономічна ентропія [15]	E <sub>tax</sub>	1,65
Максимальна таксономічна ентропія [15]	E <sub>max tax</sub>	2,585
Максимальна топологічна ентропія [15]	E <sub>max top</sub>	9,306

Саме запропонований та використаний набір параметрів метризації структурного ЛР є найбільш доцільним з огляду на те, що частина з них ґрунтується на використанні під

час обчислення цифрових значень загальної площі досліджуваної території та кількості видів геокомплексів або їхніх контурів у її складі, інша – дає змогу оперувати показниками співвідношення площ територій, що підлягають дослідженню, та площовими співвідношеннями геокомплексів. Разом вони створюють широкі можливості для об'єктивного відображення співвідношень елементів ландшафтних систем у просторовому аспекті й визначення рівня їхньої просторової варіабельності, основних характеристик територіальної гетерогенності ландшафтів, стану геокомплексів обраного для моделювання регіону.

Наприклад, *таксономічне різноманіття* ландшафтів тестової ділянки поширення мішанолісових комплексів території Лівобережної України становить 214 (див. табл. 1) та визначене за такою залежністю:

$$\text{TaxD} = \sum_{j=1}^n g_j (g_1 + g_2 + g_3 + \dots + g_n),$$

де TaxD – таксономічне різноманіття;  $g_j$  – сумарна кількість таксономічних одиниць геокомплексів ( $g$ ) конкретного рангу (від  $g_1$  до  $g_n$ ) в межах окремої ділянки поверхні в певний момент часу.

Добре узгоджуються з показниками таксономічного різноманіття отримані в ході розрахунків значення *типологічного ландшафтного різноманіття* тестової ділянки, для якої воно становить 0,12 і визначене за такою математичною залежністю:

$$\text{TD} = \frac{m}{S_{\text{заг}}},$$

де TD – типологічне ландшафтне різноманіття;  $m$  – сумарна кількість “видів” ландшафтних комплексів (типів місцевості, урочищ/складних урочищ);  $S_{\text{заг}}$  – загальна площа ділянки/всіх геосистем, які досліджують.

Показник *хорологічного різноманіття* (1), який відображає множинність (сумарну кількість контурів/ареалів) індивідуальних геокомплексів [33] з розрахунку на одиницю площі, становить 0,368, що свідчить про порівняно незначну ландшафтну мозаїчність території. Цей показник визначено за такою залежністю:

$$\text{CD}_1 = \frac{a_i}{S_{\text{заг}}},$$

де  $\text{CD}_1$  – хорологічне різноманіття (1);  $a_i$  – сумарна кількість індивідуальних ареалів ( $a$ ) геокомплексів ( $g$ ) у межах окремої ділянки поверхні в певний момент часу;  $S_{\text{заг}}$  – загальна площа ділянки/всіх геосистем, які досліджують.

З огляду на загальну площу дослідного полігона поширення мішанолісових комплексів та загальну кількість ландшафтних контурів у його межах визначено також показник *хорологічного різноманіття* (2) й значення середніх площ одного ландшафтного контуру, яке становить 2,716 км<sup>2</sup>. Цей параметр обчислювали за такою математичною залежністю:

$$\text{CD}_2 = \frac{S_{\text{заг}}}{a_i},$$

де  $\text{CD}_2$  – хорологічне різноманіття (2);  $S_{\text{заг}}$  – загальна площа ділянки/всіх геосистем, які досліджують;  $a_i$  – сумарна кількість індивідуальних ареалів ( $a$ ) геокомплексів ( $g$ ) у межах окремої ділянки поверхні в певний момент часу.

*Індивідуальне топологічне різноманіття* зонального типу ландшафтів на прикладі ділянки дослідження мішанолісових комплексів території Лівобережної України визначено за залежністю:

$$ITopD = \sum_{i=1}^n a_i (a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n),$$

де  $ITopD$  – індивідуальне топологічне різноманіття;  $a_i$  – сумарна кількість індивідуальних ареалів ( $a$ ) геокомплексів ( $g$ ) у межах окремої ділянки поверхні в певний момент часу.

За отриманими результатами обчислення показника  $ITopD$  побудовано картографічну модель (рис. 2). Відповідно до отриманих даних та за картограмою можна стверджувати, що кількісно у формі ареалів поширення найчисленнішими є урочища рівнин надзаплавних терас мішанолісових комплексів, показник індивідуального топологічного різноманіття яких становить 251 (табл. 2). Високі значення цього параметра в складі дослідного полігону мають урочища алювіальних рівнин заплав (158). Найменші ж фонові значення індивідуального топологічного різноманіття властиві урочищам яружно-балкової мережі та давньопрохідних долин стоку (1 та 0), що зумовлено незначним ступенем їхнього розвитку та відсутністю в межах дослідного полігону.

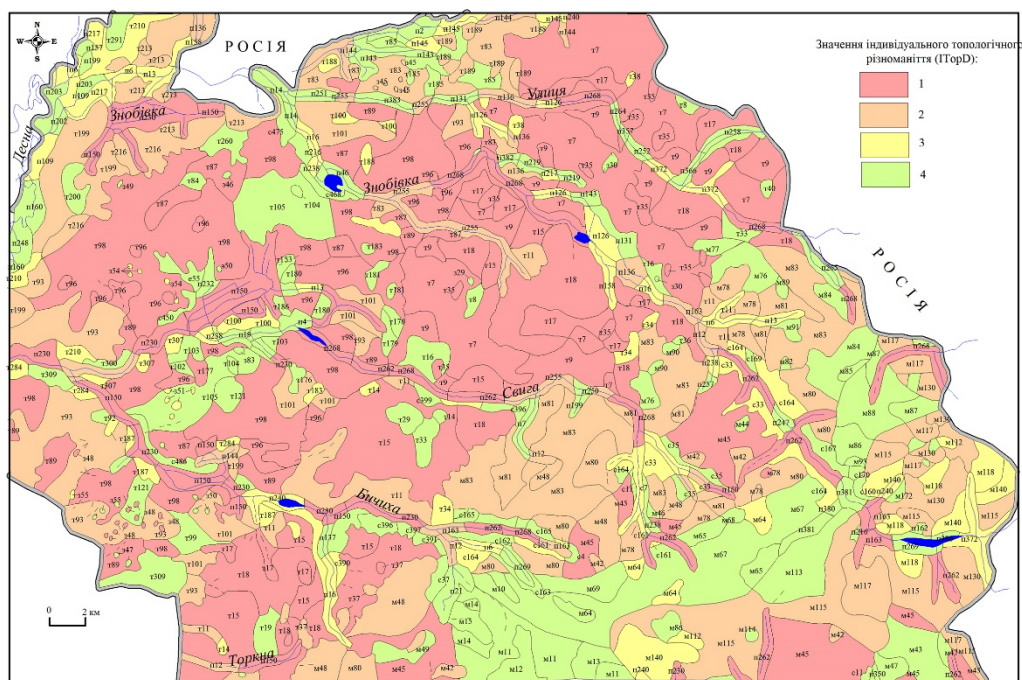


Рис. 2. Індивідуальне топологічне різноманіття мішанолісових ландшафтів території Лівобережної України (фрагмент). Його значення ( $ITopD$ ): 1 – 9,1–16,0; 2 – 5,1–9,0; 3 – 3,1–5,0; 4 – 1,0–3,0

Fig. 2. The individual topological diversity of mixed-forest landscapes of the Left-Bank the Dnipro river of Ukraine territory (fragment). Its parameters ( $ITopD$ ): 1 – 9,1–16,0; 2 – 5,1–9,0; 3 – 3,1–5,0; 4 – 1,0–3,0

Таблиця 2  
Фонові метричні показники ландшафтного різноманіття тестової ділянки дослідження  
мішанолісових комплексів  
The background metrization parameters of landscape diversity of mixed-forest complexes  
of the tested area

Роди ландшафтних урочищ	Параметри оцінювання				
	Таксономічна презентивність $P_{tax}$	Середня топологічна презентивність $MP_{top}$	Середня індивідуальна топологічна презентивність $MIP_{top}$	Індивідуальне топологічне різноманіття $ITopD$	Індивідуальна таксономічна дисперсність $IDis_{tax}$
Урочища лесових вододільних рівнин	29,56	0,230	2,08	128	9,37
Урочища привододільних схилів	3,32	0,110	3,33	47	7,78
Урочища яружно-балкової мережі	0,13	0,133	100	1	0
Урочища давньопрорідних долин стоку	0,0	0	0	0	0
Урочища безстічних западин та знижень	0,28	0,019	6,67	48	23,65
Урочища рівнин надзаплавних терас	49,87	1,719	1,69	251	10,32
Урочища алювіальних рівнин заплав	16,30	0,267	1,64	158	5,25

Примітка:  – найвище значення параметра у складі ділянки дослідження  
 – найнижче значення параметра у складі ділянки дослідження

З іншого боку, аналіз кількісного співвідношення ареалів урочищ у складі тестової ділянки за показником їхнього індивідуального топологічного різноманіття дав змогу об'єднати їх у чотири групи:

- 1) найменшій кількості ареалів урочищ одного виду, для яких  $ITopD=[1,0-3,0]$ ;
- 2) із кількістю урочищ одного виду менше середніх значень, для яких  $ITopD=[3,1-5,0]$ ;
- 3) із кількістю урочищ одного виду понад середнє значення ( $ITopD=[5,1-9,0]$ );
- 4) із найбільшою для дослідної ділянки кількістю урочищ одного виду ( $ITopD=[9,1-16,0]$ ).

Специфіка кількісного та просторового розподілу урочищ за відповідними групами дала підстави з'ясувати, що всього у складі тестової ділянки поширення мішанолісових ландшафтних комплексів група урочищ з найменшими значеннями показника індивідуального топологічного різноманіття становить 30 % від її загальної площі та представлена 172 контурами. Група урочищ із середніми показниками значення  $ITopD$  (кількістю нижче та вище середніх значень разом) становить 42 % від загальної площі ділянки дослідження та представлена 240 контурами. На групу урочищ, що має найвищі показники індивідуального топологічного різноманіття, припадає 28 % площ, вона представлена 162 контурами.

Доцільним для потреби перевірки ефективності розрахунків означених вище показників за змістом було визначення показника *інтегральної складності* як одного



з найбільш репрезентивних, “стислих” комбінацій вихідних параметрів ландшафтного різноманіття загалом за такою залежністю:

$$DI = a_i a_j,$$

де  $DI$  – інтегральна складність;  $a_i$  – сумарна кількість індивідуальних ареалів ( $a$ ) геокм-плексів ( $g$ ) у межах окремої ділянки поверхні в певний момент часу;  $a_j$  – сумарна кількість видів геокм-плексів найнижчого таксономічного рангу в межах окремої ділянки поверхні в певний момент часу.

Значення  $DI$  для мішанолісових комплексів тестової ділянки дослідження становить 135 462.

Найбільше представленими у ландшафтній структурі дослідного полігона (за показниками займаних площ) є надзаплатно-терасові урочища, для яких значення показника *таксономічної презентивності* становить 49,86 (див. табл. 2; рис. 3).

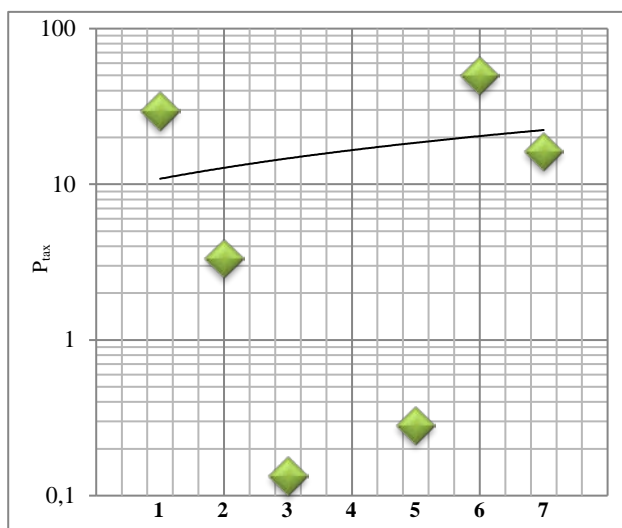


Рис. 3. Таксономічна презентивність ландшафтних комплексів (рівня родів урочищ) тестової ділянки дослідження мішанолісових комплексів. *Роди урочищ:* 1 – вододільних рівнин; 2 – схилів; 3 – яружно-балкової мережі; 4 – прохідних долин стоку; 5 – безстічних западин та знижень; 6 – надзаплатних терас; 7 – річкових заплав

Fig. 3. The taxonomic presentation of landscape complexes (at the level of facet combination types) of the tested area the mixed-forest landscapes exploration

Значним (16,30) для тестової ділянки є показник таксономічної презентивності урочищ алювіальних рівнин заплав. Рід урочищ приводільних схилів має значення показника таксономічної презентивності 3,32, що є низьким. Та найменші значення цього показника ЛР має рід урочищ яружно-балкової мережі (0,13), безстічних западин і знижень (0,28) та давньопрохідних долин стоку (0,0). Давньопрохідні долини стоку в складі ділянки дослідження мішанолісових комплексів взагалі не представлені. Показник таксономічної презентивності обчислювали за залежністю

$$P_{tax} = \frac{S_j}{S_{zag}} \cdot 100,$$



де  $P_{tax}$  – таксономічна презентивність;  $S_j$  – площа певної таксономічної одиниці геокомплексів ( $g$ ) (рангу фацій, урочищ, типу місцевості) у певний момент;  $S_{заг}$  – загальна площа ділянки/всіх геосистем, які досліджують; 100 – формалізована сума ймовірностей елементів територіального поділу відповідно до 100 % показника загальної площі ділянки, що досліджують.

Таксономічна дисперсність мішанолісових комплексів тестової ділянки дослідження визначена за залежністю

$$Dis_{tax} = \frac{(P_{taxg1} - P_{taxcep})^2 + \dots + (P_{taxgn} - P_{taxcep})^2}{TaxD},$$

де  $Dis_{tax}$  – таксономічна дисперсність;  $P_{taxgn}$  – показник таксономічної презентивності певної таксономічної одиниці геокомплексів ( $g_n$ );  $P_{taxcep}$  – середнє арифметичне значення показників таксономічної презентивності;  $TaxD$  – таксономічне різноманіття геокомплексів; вона становить 331,419. Отримані значення параметра свідчать про те, що різниця в розмірах мішанолісових геокомплексів між собою доволі значна, та про високий ступінь відмінностей між мінімальними та максимальними значеннями розмірів мішанолісових ландшафтних таксономічних одиниць і високу міру просторового роздрібнення контурів ландшафтної структури.

Індивідуальна таксономічна дисперсність, визначена в розрізі родів урочищ дослідної ділянки поширення мішанолісових ландшафтних комплексів, розрахована за залежністю

$$IDis_{tax} = \frac{(IP_{taxg1} - P_{taxcep})^2 + \dots + (IP_{taxgn} - P_{taxcep})^2}{TaxD_j},$$

де  $IDis_{tax}$  – індивідуальна таксономічна дисперсність;  $IP_{taxgn}$  – показник таксономічної презентивності певного виду геокомплексів ( $g_n$ );  $P_{taxcep}$  – середнє арифметичне значення показників таксономічної презентивності певного виду геокомплексів;  $TaxD_j$  – таксономічне різноманіття геокомплексів певної таксономічної одиниці.

Отримані значення  $IDis_{tax}$  засвідчують, що у складі дослідного полігона ступені відхилення від середніх значень розмірів ареалів геокомплексів загалом невисокі та коливаються від 5,25 для урочищ алювіальних рівнин заплав, у складі яких розміри контурів схожі між собою, до 23,65 для урочищ безстічних западин і знижень, розміри яких у межах дослідного полігона значно варіюють.

Значення показника таксономічної ентропії (параметра вимірювання просторової варіативності), які становлять для мішанолісових комплексів 1,65 біт, прямо свідчать про міру неупорядкованості та ймовірнісний ступінь просторового розчленування ландшафтної системи території дослідження, а також міру врівноваження розмірів її компонентів. Його визначали як

$$E_{tax} = \sum_{i=1}^n P_{taxgn} \log_2 \frac{1}{P_{taxgn}},$$

де  $E_{tax}$  – таксономічна ентропія;  $P_{taxgn}$  – показник таксономічної презентивності певної таксономічної одиниці геокомплексів ( $g_n$ ).

Для з'ясування того, наскільки значними виявилися отримані показники таксономічної ентропії, доречним було обчислити її максимально можливе значення за умови розв'язку відповідної кількості одиниць територіального розчленування за залежністю

$$E_{max tax} = \log_2 g_j,$$

де  $E_{\max \text{ tax}}$  – максимальна таксономічна ентропія;  $g_j$  – сумарна кількість таксономічних одиниць геокомплексів ( $g$ ) певного рангу (від  $g_1$  до  $g_n$ ) в межах окремої ділянки поверхні в певний момент.

Наприклад, його значення для тестової ділянки дослідження становить 2,585 біт. Загалом зазначимо, що вищим значення показника максимальної таксономічної ентропії зазвичай виявляється для ділянок з більшою кількістю одиниць територіального розчленування та більш урівноваженими значеннями показників займаних ними площ. Цьому ж правилу підлягає і характер розподілу отриманих значень параметра *максимальної топологічної ентропії*, яке для тестової ділянки становить 9,306 біт. Це – значення ентропійного показника, за якого всі складові ландшафтно-територіальної структури матимуть однакові площі, а саму структуру можна інтерпретувати як максимально різноманітну. Максимальну топологічну ентропію розраховано за залежністю

$$E_{\max \text{ top}} = \log_2 a_i$$

де  $E_{\max \text{ top}}$  – максимальна топологічна ентропія;  $a_i$  – сумарна кількість індивідуальних ареалів ( $a$ ) геокомплексів ( $g$ ) у межах окремої ділянки поверхні в певний момент.

Зіставлення отриманих значень показників таксономічної ентропії з її максимально можливими значеннями для дослідної ділянки поширення мішанолісових комплексів засвідчує, що фактична міра просторової варіативності їхнього ЛР на 36,17 % менша від максимально можливої за умови розвитку такої ж кількості одиниць територіального розчленування.

Для потреб узагальнення отриманих результатів метризації ландшафтного різноманіття тестової ділянки дослідження мішанолісових ландшафтних комплексів території Лівобережної України, окрім усього іншого, за кількісними показниками інтегративних метричних параметрів визначено *тип таксономічної ландшафтно-диференціації* земної поверхні. Наприклад, тестову ділянку можна схарактеризувати як *нерівномірну монодомінантну* щодо типу її таксономічної ландшафтно-диференціації, оскільки на надзаплавно-терасовий тип місцевості припадає 49,87 % від загальної площі, тоді як інші типи мають нерівномірні значення показників займаних площ, які становлять значно менше від 50 %.

Як бачимо з наведеного, ступінь різноманіття ландшафтів тестового полігона за показником таксономічного різноманіття доволі високий, що є проявом їхнього багатоманіття, яке відображає вплив численних чинників ландшафтотворення на формування геокомплексів та ландшафтно-структури загалом під час історії їхнього становлення. Визначення показника хорологічного різноманіття (2) дало змогу обчислити значення середніх площ одного ландшафтного контуру – важливого з позиції розробки та впровадження системи заходів з планування території.

Визначення та оперування отриманими значеннями показника індивідуального топологічного різноманіття зонального типу ландшафтів дає планувальнику важливу інформацію про те, які геокомплекси кількісно, у формі ареалів поширення, виявляються найбільш численними та, відповідно, які створюватимуть так званий ландшафтний фон (у цьому випадку урочища рівнин надзаплавних терас), що визначатиме панівні форми господарювання й системи природокористування в регіоні. З іншого боку, найнижчі значення параметра привертають увагу планувальника в тому розумінні, що хоча вони є найменш численними/“унікальними”, систему ландшафтно-планувальних заходів для такої групи ландшафтів необхідно розробити окремо та з високим ступенем деталізації,

адже зазвичай такі геокомплекси за умов недосконалої системи планування використовують без урахування їхніх специфічних рис, що знижує екологічну стійкість та надійність території.

Іншим не менш важливим під час розробки ландшафтно-планувальних заходів показником є таксономічна презентивність, значення якої дають змогу відобразити найбільш та найменш представлені в ландшафтній структурі дослідного полігона геокомплекси за показниками займаних площ, та, відповідно, зосередити увагу планувальника на найбільш поширених і тих комплексах, які мають незначні площі, проте потребують окремої уваги під час розробки планувальних заходів.

Отже, зважаючи на сутність запропонованих показників, дослідження специфіки ландшафтного різноманіття полігона дослідження дало змогу завдяки застосуванню багаторівневого (загальний, таксономічний, топологічний та індивідуальний) підходу до обчислення параметрів, з'ясувати:

- специфіку просторової диференціації ландшафтних комплексів та систем, зумовлену відповідними ландшафтоформувальними чинниками і процесами, особливостями їхнього перебігу;
- типові та домінуючі (що займають найбільші площі), а також унікальні й неспецифічні (що мають одиничне поширення та найменші займані площі) ландшафти загалом у межах території дослідження й за окремими її секторами та зонами відповідно до складності структури й визначених завдань дослідження;
- складність та мозаїчність ландшафтної структури, типові просторові поєднання ландшафтних комплексів;
- “видове” різноманіття ландшафтної структури території, яке зумовлює варіативність запровадження ландшафтно-планувальних заходів та прийомів;
- ступінь гетерогенності/гомогенності ландшафтної структури та складових її комплексів.

З іншого боку, використаний дослідний полігон території Лівобережної України для потреб вивчення та визначення ландшафтного різноманіття довів правомірність його обрання як тестового, адже відображає специфічні риси означеного типу ландшафтів. Це зумовлено ландшафтною пограничністю його розташування та, як наслідок, значним різноманіттям геокомплексів, де на південній межі мішанолісових ландшафтів сформувалися, можливо, чи не найсприятливіші з ландшафтознавчого погляду умови для суспільно-господарського розвитку, які забезпечують ефективну реалізацію землеробства, є джерелом корисної деревної сировини тощо, формуючи широкий спектр передумов та можливих способів господарювання.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Атлас природных условий и естественных ресурсов Украинской ССР. М. : ГУГК, 1978. 183 с.
2. Атлас Сумської області. К. : Укргеодезкартографія, 1995. 40 с.
3. Атлас Харьковской области / Редкол. И. И. Залюбовский, И. Ю. Левицкий, Н. А. Гвоздь и др. Киев : Укргеодезкартографія, 1993. 45 с.

4. Білоус Л. Ф. Геоінформаційні виміри ландшафтних різноманіть // Часопис картографії : зб. наук. праць. 2016. Вип. 14. С. 117–126.
5. Василенко Л. І. Теоретичні аспекти проблеми ландшафтного різноманіття // Ландшафт як інтегруюча концепція ХХІ сторіччя : зб. наук. праць. К., 1999. С. 47–50.
6. Виленкин В. Л. Доминантные (преобладающие) природные комплексы Левобережной Украинской лесостепи (Харьковской, Полтавской и Сумской области) // Природные и трудовые ресурсы Левобережной Украины и их использование. Мат. II межвед. науч. конф. Т. VII. М. : Изд-во “Недра”, 1966.
7. Виленкин В. Л., Никитин В. Н. По поводу левобережного фрагмента ландшафтной карты УССР // Комплексное картографирование производительных сил Украинской ССР. К. : Наук. думка, 1967.
8. Всеєвропейська стратегія збереження біологічного та ландшафтного різноманіття. The Pan-European Biological and Landscape Diversity Strategy. К. : Авалон, 1998. 52 с.
9. Географічна енциклопедія України. Т. 2. К. : Українська енциклопедія, 1990. 276 с.
10. Гринецький В. Т. До обґрунтування основних понять і методології досліджень ландшафтного різноманіття України // УГЖ. 2000. № 2. С. 8–13.
11. Гродзинський М. Д., Шищенко П. Г. Збереження та відтворення ландшафтного різноманіття в контексті сталого розвитку // Проблеми сталого розвитку України : зб. наук. доп. К. : БМТ, 1998. С. 194–210.
12. Гродзинський М. Д. Різноманіття ландшафтних різноманіть // Ландшафт як інтегруюча концепція ХХІ століття : зб. наук. праць. К., 1999. С. 50–56.
13. Денисюк Г. І., Война І. М. Висотна диференціація та різноманіття антропогенних ландшафтів. Процеси і явища в антропогенних ландшафтах : монографія. Вінниця : Вінницька обласна друкарня, 2013. 188 с.
14. Домаранський А. О. Концепція ландшафтного різноманіття в контексті формування національної екомережі // Україна: географічні проблеми сталого розвитку : зб. наук. праць в 4-х т. К. : ВГЛ “Обрії”, 2004. Т. 2. С. 82–84.
15. Домаранський А. О. Ландшафтне різноманіття: сутність, значення, метризація, збереження. Кіровоград : ТОВ “ІМЕКС-ЛТД”, 2006. 146 с.
16. Загальноєвропейська стратегія збереження біологічного та ландшафтного різноманіття / [Адаптори укр. видання Мовчан Я., Парчук Г., Журбенко Т., Романчик В.]. К. : Авалон, 1998. 52 с.
17. Конвенція о биологическом разнообразии. Текст.  
URL: [http://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/biodiv.shtml](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/biodiv.shtml) (Дата звернення 17.10.2016).
18. Кукурудза С. І. Метризація ландшафтних систем: сутність і проблеми // Укр. геогр. журн. 1999. № 2. С. 6–10.
19. Кукурудза С. І., Рутинський М. Й. Антропізація природного довкілля як провідний чинник формування етнокультурного ландшафтного різноманіття // Проблеми ландшафтного різноманіття України : зб. наук. праць. К. : Карбон Лтд, 2000. С. 71–76.
20. Маринич А. М., Пащенко В. М., Шищенко П. Г. Природа Украинской ССР. Ландшафты и физико-географическое районирование. К. : Наук. думка, 1985. 224 с.

21. *Маринич О. М., Шищенко П. Г.* Фізична географія України : підручник. К. : Знання, 2006. 510 с.
22. Національний атлас України / Гол. ред. Л. Г. Руденко. К. : ДНВП “Картографія”, 2007. 292 с.
23. *Олещенко В. І.* Організаційно-правові засади збереження біологічного та ландшафтного різноманіття в Україні // Проблеми ландшафтного різноманіття України : зб. наук. праць. К. : Карбон ЛТД, 2000. С. 38–42.
24. *Пащенко В. М.* Дослідження ландшафтного різноманіття як інваріантності та варіантності ландшафтів // УГЖ. 2000. № 2. С. 3–8.
25. Полтавська область: Географічний атлас: Моя мала Батьківщина / Відп. ред. Т. В. Погурельська. К. : ТОВ “Видавництво “Мапа”, 2004. 20 с.
26. *Стеценко М. П.* Про основні проблеми збереження ландшафтного різноманіття в Україні // Проблеми ландшафтного різноманіття України : зб. наук. праць НАН Укр. Інститут географії. Інститут прикл. проблем екології, геофізики та геохімії. К., 2000. С. 20–24.
27. *Удовиченко В. В.* Дослідження і картографування ландшафтно-типологічної структури території Сумської області // Картографія та вища школа : зб. наук. праць. К. : Державна картографічна фабрика, 2003. Вип. 8. С. 163–170.
28. Философский словарь. М. : Изд-во полит. литературы, 1991. 362 с.
29. Чернігівська область: Географічний атлас: Моя мала Батьківщина / Відп. ред. Т. В. Погурельська. К. : ТОВ “Видавництво “Мапа”, 2003. 20 с.
30. *Шеляг-Сосонко Ю. Р., Смельянов І. Г.* Концептуальні засади наукового розуміння біорізноманіття // Конвенція про біологічне розмаїття: громадська обізнаність і участь. К. : Стило, 1997. С. 11–23.
31. Cultural Landscapes: The Challenges of Conservation / World Heritage papers 7 (Ferrara, Italy, 11–12 November, 2002).  
URL: [http://whc.unesco.org/documents/publi\\_wh\\_papers\\_07\\_en.pdf](http://whc.unesco.org/documents/publi_wh_papers_07_en.pdf) (Дата звернення 24.05.2015).
32. *Lausch A., Blaschke T., Haase D., Herzog F., Syrbe R.-U., Tischendorf L., Walz U.* Understanding and quantifying landscape structure – A review on relevant process characteristics, data models and landscape metrics // Ecological Modelling. Use of ecological indicators in models. 2015. Vol. 295. P. 31–41. URL: [doi:10.1016/j.ecolmodel.2014.08.018](https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2014.08.018) (Дата звернення 25.11.2016).
33. *McGarigal K., Marks B.J.* FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Version 2.0. Corvallis, 1994.  
URL: <https://www.umass.edu/landeco/pubs/mcgarigal.marks.1995.pdf> (Дата звернення 25.11.2016).
34. *O'Neill R.V., Krummel J.R., Gardner R.H., Sugihara G., Jackson B., DeAngelis D.L., Milne B.T., Turner M.G., Zygmunt B., Christensen S.W., Dale V.H., Graham R.L.* Indices of landscape pattern // Landscape Ecology. 1988. Vol. 1. P. 153–162. URL: [doi:10.1007/BF00162741](https://doi.org/10.1007/BF00162741) (Дата звернення 25.11.2016).

35. Büttner G., Feranec J., Gabriel J., Mari L., Maucha G., Soukup T. The CORINE Land Cover 2000 Project // EARSel eProceedings 3. Vol. 3. 2004. P. 331–346. URL: [http://www.eproceedings.org/static/vol03\\_3/03\\_3\\_buttner2.pdf](http://www.eproceedings.org/static/vol03_3/03_3_buttner2.pdf) (Дата звернення 17.10.2016).

## REFERENCES

1. *Atlas prirodnikh uslovij i estestvennikh resursov Ukrainskoj SSR.* (1978). M.: GUGK, 183 pp. (in Russian).
2. *Atlas Sums'koji oblasti.* (1995). K.: Ukrgeodezkartographija, 40 pp. (in Ukrainian).
3. Zalubovskij, I. I., Levizkij, I. Ju., Gvozd', N. A., et al. (Eds.). (1993). *Atlas Khar'kovskoj oblasti.* K.: Ukrgeodezkartographija, 45 pp. (in Russian).
4. Bilous, L. F. (2016). Geoinformatzijni vymiry landshaftnikh riznomanit'. *Chasopys kartographii, 14*, 117–126 (in Ukrainian).
5. Vasilenko, L. I. (1999). Teoretichni aspekty problemi landshaftnogo riznomanittja. In *Landshaft jak integrujuča konceptzija XXI storichča.* Kyiv, 47–50 (in Ukrainian).
6. Vilenkin, V. L. (1966). Dominantnije (preobladajuschije) prirodnije kompleksi Levoberehnoj Ukrainskoj lesostepi (Khar'kovskoj, Poltavskoj i Sumskej oblasti). Proceedings from II megved. nauch. konf. *Prirodnije i trudovije resursi Levoberehnoj Ukraini i ikh ispol'zovanie, VII*, Moskva: Izdatelstvo “Nedra” (in Russian).
7. Vilenkin, V. L., & Nikitin, V. N. (1967). Po povodu levoberehного fragmenta landshaftnoj karti USSR. In *Kompleksnoje kartografirovanije proizvoditel'nikh sil Ukrainskoj SSR.* Kiev: Naukova dumka (in Russian).
8. *Vseevropejs'ka strategija zberennja biologichnogo ta landshaftnogo riznomanittja.* (1998). The Pan-European Biological and Landscape Diversity Strategy. Kyiv: Avalon, 52 pp. (in Ukrainian).
9. *Geographichna entsyklopedija Ukrainy.* (1990). Vol. 2. Kyiv: Ukrajin'ska entzyklopedija, 276 pp. (in Ukrainian).
10. Grinevetz'kij, V. T. (2000). Do obruntuvannja osnovnikh ponjat' i metodologiji doslidgen' landshaftnogo riznomanittja Ukraini. *UGJ, 2*, 8–13 (in Ukrainian).
11. Grodzins'kij, M. D., & Shischenko, P. G. (1998). Zberennja ta vidtvorenja landshaftnogo riznomanittja v konteksti stalogo rozvitku. In *Problemi stalogo rozvitku Ukraini.* Kyiv: BMT, 194–210 (in Ukrainian).
12. Grodzins'kij, M. D. (1999). Riznomanittja landshaftnikh riznomanit'. *Landshaft jak integrujuča kontzeptzija XXI stolittja.* Kyiv, 50–56 (in Ukrainian).
13. Denisik, G. I., & Vojna, I. M. (2013). *Visotna diferentziazija ta riznomanittja antropogen- nikh landshaftiv. Protsesy i javyscha v antropogennykh landshaftakh.* Vinnitsa: Vinnits'ka oblasna drukarnja, 188 pp. (in Ukrainian).
14. Domarans'kij, A. O. (2004). Kontzeptzija landshaftnogo riznomanittja v konteksti formuvannija natzional'noji ekomereghi. In *Ukraina: geographichni problemi stalogo rozvitku* (Vol. 2). K.: VGL “Obrii” (pp. 82–84) (in Ukrainian).

15. Domarans'kij, A. O. (2006). *Landshaftne riznomanittja: sutnist', znachennja, metrizatzija, zberegennja*. Kirovograd: TOV "IMEKS-LTD", 146 pp. (in Ukrainian).
16. *Zagal'noevropejs'ka strategija zberegennja biologichnogo ta landshaftnogo riznomanittja*. (1998). Movchan, Ja., Parchuk, G., Gurbenko, T., & Romanchik, V. (Adaptory ukrajins'kogo vydannja). Kyiv: Avalon, , 52 pp. (in Ukrainian).
17. *Konventzija o biologicheskom raznoobrazii*. Retrieved October 17, 2016 from [http://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/biodiv.shtml](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/biodiv.shtml) (in Russian).
18. Kukurudza, S. I. (1999). Metrizatzija landshaftnikh system: sutnist' i problem. *UGJ*, 2, 6–10 (in Ukrainian).
19. Kukurudza, S. I., & Rutins'kij, M. J. (2000). Antropizatzija prirodnoho dovkillja jak providnij chinnik formuvannja etnokul'turnogo landshaftnogo riznomanittja. In *Problemi landshaftnogo riznomanittja Ukraini*. Kyiv: Karbon Ltd. (pp. 71–76) (in Ukrainian).
20. Marinich, A. M., Paschenko, V. M., & Shichenko, P. G. (1985). *Priroda Ukrainskoj SSR. Landshafti i fisiko-geographicheskoje rajonirovanije*. Kyiv: Naukova Dumka, 224 pp. (in Russian).
21. Marinich, O. M., & Shichenko, P. G. (2006). *Fizychna geographija Ukrainy: Pidruchnyk*. Kyiv: Znannja, 510 pp. (in Ukrainian).
22. Rudenko, L.G. (Ed.). (2007). *Natsional'nyj atlas Ukrainy*. Kyiv: DNVP "Kartographija", 292 pp. (in Ukrainian).
23. Oleshenko, V. I. (2000). Organizatzijno-pravovi zasadi zberegennja biologichnogo ta landshaftnogo riznomanittja v Ukraini. In *Problemi landshaftnogo riznomanittja Ukraini*. K.: Karbon Ltd. (pp. 38–42) (in Ukrainian).
24. Paschenko, V. M. (2000). Doslidgennja landshaftnogo riznomanittja jak invariantnosti ta variantnosti landshaftiv. *UGJ*, 2, 3–8 (in Ukrainian).
25. Pogurel's'ka, T. V. (Ed.). (2004). *Poltavs'ka oblast': Geographichnij atlas: Moja mala Bat'kivshina*. Kyiv: TOV "Vidavnytstvo "Mapa", 20 pp. (in Ukrainian).
26. Stetsenko, M. P. (2000). Pro osnovni problemi zberegennja landshaftnogo riznomanittja v Ukraini. In *Problemi landshaftnogo riznomanittja Ukraini*. Kyiv (pp. 20–24) (in Ukrainian).
27. Udovychenko, V. V. (2003). Doslidgennja i kartographuvannja landshaftno-tipologichnoji structuri teritorii Sums'koho oblasti. *Kartographija ta vischa shkola*, 8, 163–170. Kyiv: Derghavna kartographichna fabrika (in Ukrainian).
28. *Filosofs'kij slovar'*. (1991). Moskva: Izdatel'svo politicheskoy literatury, 362 pp. (in Russian).
29. Pogurel's'ka, T. V. (Ed.). (2003). *Chernigivs'ka oblast': Geographichnij atlas: Moja mala Bat'kivshina*. Kyiv: TOV "Vydavnytstvo "Mapa", 20 pp. (in Ukrainian).
30. Sheljag-Sosonko, Ju. R., & Emel'janov, I. G. (1997). Kontseptual'ni zasadi naukovoogo rozuminnja bioriznomanittja. In *Konventzija pro biologichne rozmajittja: gromads'ka obiznaniest' i uchast'*. Kyiv: Stilos (pp. 11–23) (in Ukrainian).
31. Cultural Landscapes: The Challenges of Conservation. (2002). *World Heritage papers 7* (Ferrara, Italy, 11–12 November). Retrieved May 24, 2015 from [http://whc.unesco.org/documents/publi\\_wh\\_papers\\_07\\_en.pdf](http://whc.unesco.org/documents/publi_wh_papers_07_en.pdf) (in English).



32. Lausch, A., Blaschke, T., Haase, D., Herzog, F., Syrbe, R.-U., Tischendorf, L., & Walz, U., 2015. Understanding and quantifying landscape structure – A review on relevant process characteristics, data models and landscape metrics. *Ecological Modelling, Use of ecological indicators in models*, 295, 31–41. doi:10.1016/j.ecolmodel.2014.08.018 (in English).
33. McGarigal, K., & Marks, B.J. (1994). *FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Version 2.0*. Corvallis, OR. Retrieved November 25, 2016 from <https://www.umass.edu/landeco/pubs/mcgarigal.marks.1995.pdf> (in English).
34. O'Neill, R.V., Krummel, J.R., Gardner, R.H., Sugihara, G., Jackson, B., DeAngelis, D.L., Milne, B.T., Turner, M.G., Zygmunt, B., Christensen, S.W., Dale, V.H., & Graham, R.L. (1988). Indices of landscape pattern. *Landscape Ecology*, 1, 153–162. doi:10.1007/BF00162741 (in English).
35. Buttner, G., Feranec, J., Jaffrain, G., Mari, L., Maucha, G., & Soukup, T. (2004). The CORINE Land Cover 2000 Project. *EARSeL eProceedings*, 3 (3), 331–346. Retrieved October 17, 2016 from [http://www.eproceedings.org/static/vol03\\_3/03\\_3\\_buttner2.pdf](http://www.eproceedings.org/static/vol03_3/03_3_buttner2.pdf) (in English).

*Стаття: надійшла до редакції 25.11.2016  
доопрацьована 12.12.2016  
прийнята до друку 15.12.2016*

**THE LANDSCAPE DIVERSITY AND DIVERSITY  
OF THE LANDSCAPE STRUCTURE WITHIN MIXED-FOREST COMPLEXES  
OF THE DNIPRO RIVER LEFT BANK TERRITORY OF UKRAINE  
(ON THE EXAMPLE OF THE TESTED RESEARCH AREA)**

**Viktoriia Udovychenko**

*Taras Shevchenko National University of Kyiv,  
Glushkov Ave., 2A, UA – MCH-680 Kyiv, Ukraine,  
e-mail: reussite303@gmail.com*

The purpose of this article is directed to the characterization of the key features and results of the landscape diversity and diversity of the landscape genetic-morphological structure metrization within the mixed-forest complexes of the Dnipro River left bank territory of Ukraine on the example of the tested research area for the needs of future landscape-planning tools elaboration and implementation in the region. The definition of “landscape diversity” and its initial concept are briefly depicted in this article. For the reason of solving the key goal, much emphasis has been placed on the mathematical notations according to which the landscape diversity was established. The metrization of the landscape diversity was done on the example of the tested area situated in the north part of Novgorod-Siversk physiographic region by using the proposed algorithm, and a group of methodical approaches and principles that helped to distinguish the specific features, and by using the group of structural block parameters. Much of the

efforts have been tailored to specify the landscape diversity of the tested area by using such parameters as taxonomic and typological, horologic and topologic, individual topologic diversity, integral level of structure complicacy, taxonomic presentation, taxonomic dispersion, and entropy; their development specificity. The results of analysis are visualized in a form of mapping model and graphical models. Also, an emphasis is placed on the opportunity of using obtained results for the landscape planning tools validation.

*Key words:* landscape diversity, landscape structure, mixed-forest complex, mathematical notation, parameter.