

УДК 581.526.3: 630.4

БАГАТОВИМІРНА ТИПОЛОГІЯ РОСЛИННОГО ПОКРИВУ УКРАЇНИ: РЕГІОНАЛЬНИЙ РІВЕНЬ

В. Скробала

Національний лісотехнічний університет України
вул. Кобилянської, 1, Львів 79005, Україна
e-mail: skrobala@ukr.net

На основі математичного моделювання багатовимірної ординації елементарних ділянок поверхні у системі координат кліматичних чинників представлено типологічну схему рослинного покриву України на рівні підпровінцій геоботанічного районування. Встановлені комбінації кліматичних параметрів, які визначають загальні закономірності просторового розподілу рослинності на території України.

Ключові слова: рослинність, багатовимірна ординація, типологія, математичне моделювання.

Кліматичні чинники відіграють визначальну роль у формуванні рослинного покриву [5]. Згідно з принципами геоботанічного районування території [2], провінції та підпровінції своїм складом рослинності характеризують ступінь континентальності клімату, а області – явище широтної зональності типів рослинності. Едафічні та ценотичні чинники тільки частково можуть компенсувати вплив гідротермічного режиму території, зумовлюючи появу екстразональної та інтерзональної рослинності [5, 9]. Таким чином, для моделювання типологічної схеми рослинного покриву України на рівні підпровінцій доцільно використовувати тільки кліматичну характеристику регіонів.

У теперішній час для характеристики кліматичних умов території використовуються велика кількість показників і емпіричних формул [4]. На нашу думку, найбільш об'єктивною характеристикою кліматичних умов є метод графічного зображення клімату (метод клімадіаграм), у якому використовуються значення середньомісячних температур повітря та середньомісячної кількості опадів [1]. Таким чином, кожен елементарну ділянку поверхні суші можна представити у вигляді точки у двадцятичотиридимірному просторі ознак, координати якої відповідають значенням середньомісячних температур і середньомісячної кількості опадів [3]. У цьому випадку подібність елементарних ділянок за сукупністю кліматичних параметрів можна визначити на основі відстаней між точками. Суть подальшої математичної процедури полягає у виділенні осей максимального варіювання рослинності з урахуванням інформації про належність елементарних ділянок до певної категорії одиниць геоботанічного районування на основі їхніх географічних координат, визначенні кількості осей, оцінці вкладу кожного кліматичного параметра у варіювання на основі канонічного дискримінантного аналізу [6]. Координату окремих регіонів України (на рівні підпровінцій геоботанічного районування або рослинних смуг степової області) наближено оцінювали на основі близько тріста клімадіаграм [7, 8]. Перевірку математичної моделі виконували на основі порівняльної оцінки багатовимірної ординації рослинного покриву з результатами геоботанічного районування території України та даними літературних джерел [1, 2, 9].

Завдяки унікальному географічному положенню, великій площі та наявності двох гірських систем (Українські Карпати і Гірський Крим) територія України характеризується різноманітністю кліматичних умов (табл. 1) [7, 8]. Мінімальні температури січня характерні для високігорної частини Карпат і північно-східної частини України – Куп'янсько-Дворічянського (Середньоросійська лісостепова підпровінція) та Кролевецько-Глухівського (Середньоросійська підпровінція) геоботанічних районів. Максимальні температури липня спостерігаються на Південному узбережжі Криму. Річна кількість опадів коливається в межах від менше 400 мм (смуги полиново-злакових і типчаково-ковилових степів) до 1500 мм і більше (Українські Карпати) (табл. 1, рис. 1).

Як свідчать результати наших попередніх досліджень [6], при типізації місцезростань на рівні типів рослинності істотно нівелюється значущість кліматичних факторів, яким належить визначальна роль у формуванні рослинного покриву [5, 9]. Причина полягає у тому, що більшість типів рослинності характеризується великими географічними ареалами. Так, лісова рослинність в Україні поширена в Карпатах і Гірському Криму, на Поліссі, в Лісостепу, менші площі займає в степовій зоні та на Південному узбережжі Криму. Значну територію займає лучна і синантропна рослинність [9]. У зв'язку з цим для пояснення загальних особливостей просторового розподілу рослинності на території України доцільно розмежувати вплив кліматичних і едафічних чинників, побудувавши типологічну схему рослинного покриву тільки на основі клімадіаграм. Результати математичного моделювання (табл. 1–2, рис. 1–2) можна представити такими рівняннями:

$$\text{Root}_1 = 0,831 \times t_1 + 0,268 \times t_2 - 0,843 \times t_3 - 0,606 \times t_4 + 0,018 \times t_5 - 0,625 \times t_6 + 1,048 \times t_7 + 0,579 \times t_8 - 0,523 \times t_9 - 0,087 \times t_{10} + 0,290 \times t_{11} - 0,118 \times t_{12} + 0,056 \times O_1 - 0,061 \times O_2 - 0,003 \times O_3 + 0,016 \times O_4 + 0,065 \times O_5 + 0,006 \times O_6 - 0,010 \times O_7 - 0,100 \times O_8 - 0,041 \times O_9 + 0,007 \times O_{10} + 0,044 \times O_{11} - 0,012 \times O_{12} - 1,165; \lambda_1 = 9,581;$$

$$\text{Root}_2 = -0,279 \times t_1 - 0,556 \times t_2 + 1,267 \times t_3 - 0,682 \times t_4 - 0,248 \times t_5 - 0,310 \times t_6 - 0,569 \times t_7 + 1,758 \times t_8 - 1,816 \times t_9 + 1,089 \times t_{10} + 0,448 \times t_{11} + 0,385 \times t_{12} + 0,043 \times O_1 - 0,015 \times O_2 - 0,026 \times O_3 + 0,080 \times O_4 + 0,024 \times O_5 + 0,011 \times O_6 - 0,012 \times O_7 + 0,020 \times O_8 - 0,044 \times O_9 + 0,011 \times O_{10} - 0,020 \times O_{11} - 0,015 \times O_{12} + 1,511; \lambda_2 = 5,353;$$

$$\text{Root}_3 = -1,050 \times t_1 + 0,131 \times t_2 + 2,419 \times t_3 - 1,424 \times t_4 - 1,472 \times t_5 + 1,039 \times t_6 + 0,050 \times t_7 + 1,964 \times t_8 - 0,683 \times t_9 + 0,466 \times t_{10} + 0,103 \times t_{11} - 1,554 \times t_{12} + 0,056 \times O_1 - 0,035 \times O_2 - 0,005 \times O_3 + 0,078 \times O_4 + 0,024 \times O_5 + 0,011 \times O_6 - 0,029 \times O_7 + 0,072 \times O_8 - 0,069 \times O_9 + 0,023 \times O_{10} - 0,037 \times O_{11} - 0,025 \times O_{12} - 32,756; \lambda_3 = 2,678;$$

де Root_i – канонічні дискримінантні функції, осі клімаграм рослинного покриву; t_i – середня місячна температура i -го місяця; i – порядковий номер місяця; O_i – середньомісячна кількість опадів; λ_j – власні значення векторів.

Відображення елементарних ділянок за ознаками рослинного покриву у системі географічних координат являє собою схему геоботанічного районування території (рис. 1). Інформативність цієї схеми пояснюється наявністю кореляції між кліматичними параметрами та географічними координатами.

Порівняно зі схемою геоботанічного районування території України багатовимірний клімаграма характеризується більшою інформативністю. Перша вісь кліматичної сітки Root_1 (рис. 2) пояснює 47,3% загальної дисперсії. Максимальними значеннями канонічної дискримінантної функції Root_1 характеризується регіон Гірськокримської підпровінції Середземноморської лісової області, у першу чергу Південне узбережжя Криму (міста Гурзуф, Алушта, Ялта, Симеїз, Алушка), де природний рослинний покрив

Таблиця 1

Кліматичні умови та багатовимірні координати регіонів України

Регіон	Температура, °С			Опади, мм			Положення на осях клімаграми		
	Січень	Липень	Рік	Січень	Липень	Рік	Root ₁	Root ₂	Root ₃
Європейська широколистянолісова область									
Центральноевропейська провінція									
1. Східнокарпатська гірська підпровінція	-4,8	17,7	7,0	55,7	118,5	956	-4,1	3,6	1,2
2. Балтійська підпровінція	-4,2	18,1	7,4	47,2	105,8	777	-3,8	1,8	-1,9
Східноевропейська провінція									
3. Західноукраїнська підпровінція	-4,8	18,3	7,2	40,5	103,8	736	-3,2	1,4	-0,9
4. Подільсько-Бесарабська підпровінція	-5,6	19,2	7,2	33,7	74,7	594	-1,2	0,4	0,4
5. Поліська підпровінція	-5,6	18,7	6,8	43,6	86,1	673	-2,1	-1,3	-2,2
6. Середньоросійська підпровінція	-7,6	19,2	6,0	47,0	74,5	651	-0,6	-3,6	-1,7
Європейсько-Сибірська лісостепова область									
Східноевропейська провінція									
7. Подільсько-Середньопридніпровська підпровінція	-5,6	19,6	7,3	36,1	75,2	595	-0,8	-0,5	-0,2
8. Лівобережнопридніпровська підпровінція	-6,9	20,0	6,7	42,4	72,4	601	-0,6	-2,9	-0,8
9. Середньоросійська лісостепова підпровінція	-7,5	20,4	6,6	47,1	70,8	606	0,5	-3,1	0,7
Європейсько-Азіатська степова область									
Причорноморська (Понтічна) степова провінція									
10-12. Приазовсько-Чорноморська степова підпровінція									
10. Смуга різнотравно-типчаково-ковилових степів	-6,0	21,6	7,9	43,7	56,8	544	1,9	-1,5	1,7
11. Смуга типчаково-ковилових степів	-2,8	22,8	9,9	41,1	42,7	461	4,0	1,3	1,3
12. Смуга полиново-злакових степів	-2,7	23,3	10,1	41,2	39,2	428	5,0	1,1	1,1
13. Середньодонська підпровінція	-7,1	21,8	7,4	46,5	57,8	551	1,6	-2,3	2,0
Середземноморська лісова область									
14. Гірськокримська підпровінція	1,1	22,0	11,0	67,2	43,7	577	7,5	4,6	-4,1

формують пухнастодубові і кримськососнові ліси. Мінімальні значення Root₁ властиві Східнокарпатській гірській підпровінції Європейської широколистянолісової області.

Значення першої дискримінантної функції залежать в основному від середньомісячних температур травня-жовтня та середньомісячних опадів квітня-вересня. Особливістю цієї функції є її тісний зв'язок із гідротермічним коефіцієнтом Г.Т. Селянинова ($r=-0,77$), коефіцієнтом водного балансу В.М. Сукачова ($r=-0,68$), сумою опадів за рік ($r=-0,66$), середньою річною температурою ($r=0,73$), лісотипологічними показниками вологості клімату ($r=-0,79$), суми опадів за теплий період ($r=-0,82$) та суми додатних місячних температур ($r=0,81$). Неочікуваним виявився тісний зв'язок функції Root₁ з обидвома географічними координатами ($|r|>0,70$) та водночас криволінійний зв'язок із континентальністю клімату, яка залежить від географічної довготи.

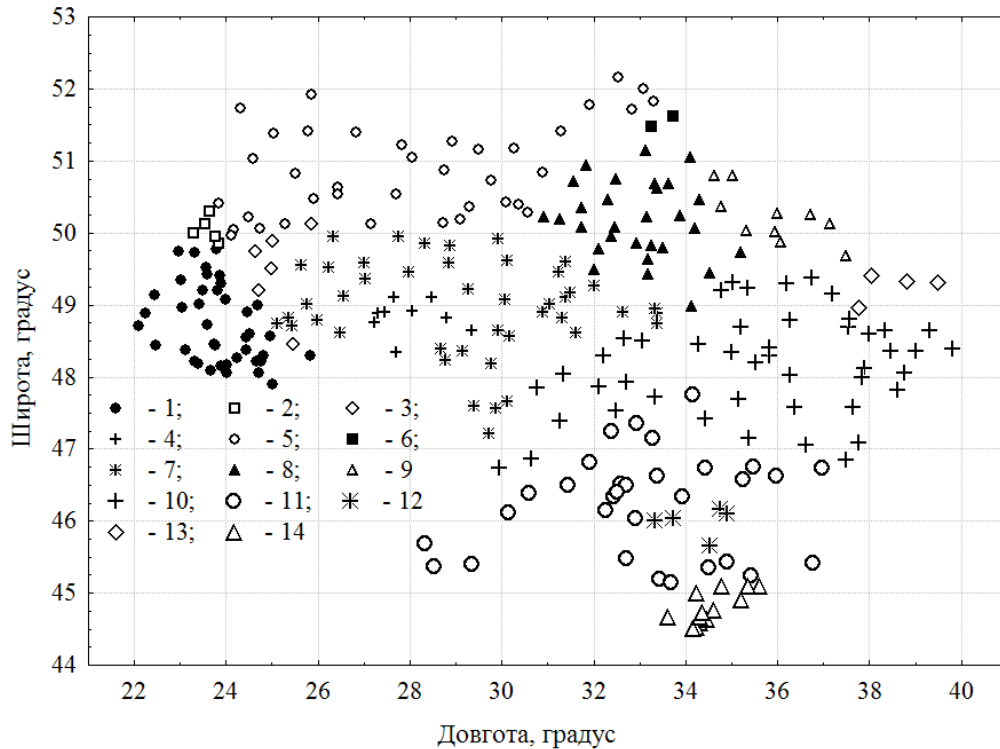


Рис. 1. Схема геоботанічного районування України: нумерація підпровінцій відповідає їхньому порядковому номеру в таблиці.

Друга вісь клімаграми (рис. 2) додатково пояснює 26,5% загальної дисперсії. Значення функції $Root_2$ залежать в основному від середньомісячних температур листопада-березня ($r > 0,70$) та континентальності клімату ($r = -0,81$). Ця функція відображає зростання фітоценотичної значущості лісової рослинності у міру зменшення континентальності клімату. Максимальними значеннями $Root_2$ характеризуються регіони, які належать Східнокарпатській гірській підпровінції Європейської широколистянолісової області та Гірськокримській підпровінції Середземноморської лісової області. Мінімальні значення функції $Root_2$ властиві Конотопському геоботанічному району Лівобережно-придніпровської підпровінції Європейсько-Сибірської лісостепової області, де навіть у минулому ліси займали невеликі площі, а переважав рослинний покрив лучних степів.

Дві дискримінантні функції (рис. 2) пояснюють 73,8% загальної дисперсії, обумовленої відмінностями кліматичних умов геоботанічних підпровінцій. Схематично двовимірну клімаграму можна зобразити у вигляді квадратичної параболи. Її ліва гілка відображає градієнт кліматичних чинників і зміну рослинного покриву у напрямку із заходу на північний схід України, приблизно по лінії Турка, Сколе → Галич → Хмельницький → Яготин → Конотоп, Шостка, Глухів. Права гілка параболи характеризує зміну кліматичних чинників у напрямку із північного сходу на південь України: Конотоп → Полтава → Дніпропетровськ → Нікополь → Армянськ → Гурзуф. У центрі кліматичного простору розташовані Немирівсько-Гульчинський геоботанічний район Подільсько-Бесарабської підпровінції, Христинівсько-Звенигородський і Кодимо-Савранський р-ни Подільсько-

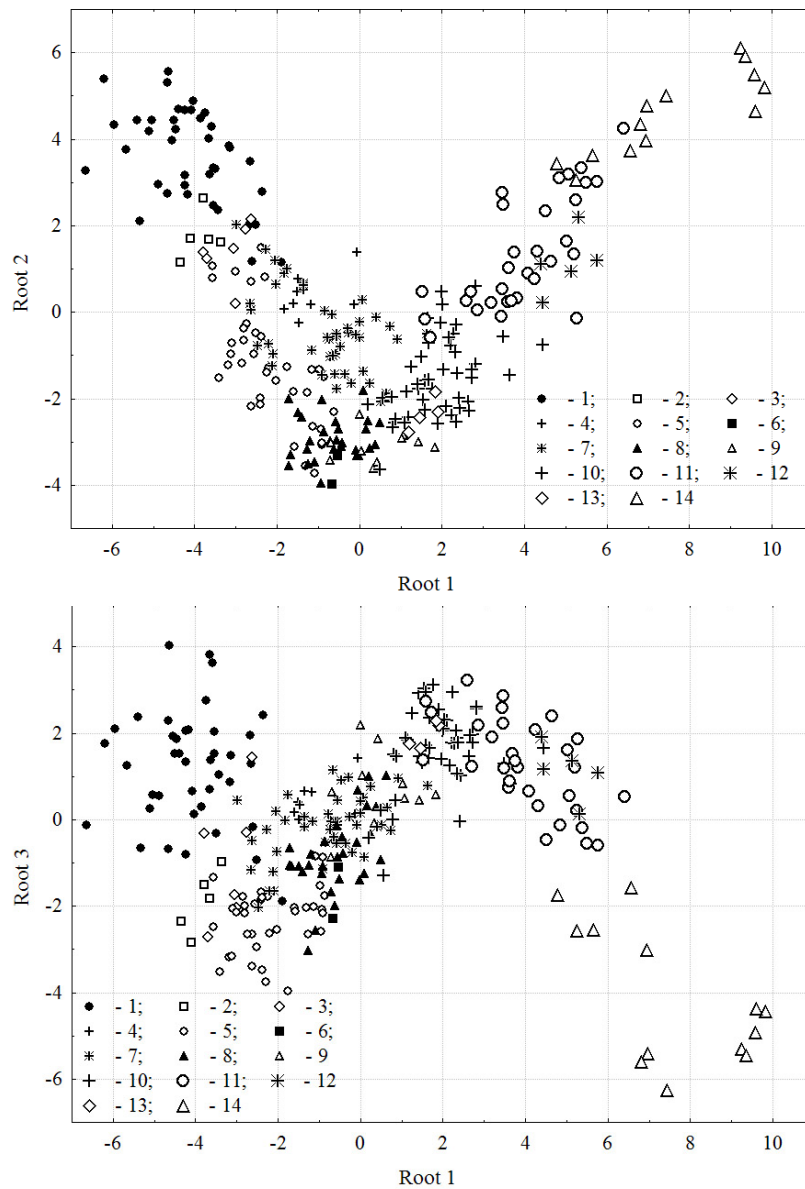


Рис. 2. Клімаграма рослинного покриву України: нумерація підпровінцій відповідає їхнього порядковому номеру в таблиці; Root₁ – осі клімаграми.

Середньопридніпровської підпровінції. На основі клімаграми можна відзначити низку закономірностей формування рослинності. Так, у межах Східнокарпатської гірської підпровінції (рис. 2) кліматичний простір ялицевих лісів характеризується низкими значеннями першої та другої дискримінантних функцій (Турківсько-Старосамбірський та Добромилський геоботанічні р-ни), тобто займає периферійне положення у системі клімато-пів. Це вказує на вразливість ялицевих лісів порівняно з іншими лісовими формаціями

Таблиця 2

Положення географічних пунктів на клімаграмі рослинного покриву

Географічний пункт	Координати клімаграми	Географічний пункт	Координати клімаграми
1	2	3	4
Ай–Петрі	(7,43; 5,01; –6,25)	Ромни	(–0,56; –2,95; –0,88)
Алушта	(9,60; 4,64; –4,37)	Самбір	(–4,65; 2,75; –0,67)
Армянськ	(4,39; 1,11; 1,90)	Свитязь	(–1,76; –1,26; –3,97)
Асканія-Нова	(4,66; 1,17; 2,40)	Севастополь	(6,96; 4,78; –5,40)
Бердянськ	(5,27; –0,15; 1,87)	Сімферополь	(5,24; 3,06; –2,57)
Бережани	(–2,76; 1,92; –0,31)	Скадовськ	(5,20; 1,34; 1,20)
Білгород–Дністровський	(4,32; 1,41; 0,32)	Сколе	(–4,63; 5,56; 4,03)
Болград	(3,45; 2,77; 2,86)	Старий Крим	(5,64; 3,64; –2,54)
Борщів	(–2,04; 1,19; 0,20)	Стрий	(–3,13; 3,79; 1,48)
Верховина	(–3,42; 2,35; 1,03)	Судак	(6,94; 3,96; –3,01)
Вінниця	(–1,49; 0,76; 0,01)	Суми	(–0,68; –3,03; 0,64)
Володимир–Волинський	(–2,38; –0,58; –3,49)	Тернопіль	(–2,03; 0,64; –0,74)
Волочиськ	(–1,36; 0,62; –0,18)	Турка	(–6,65; 3,27; –0,14)
Ворохта	(–4,54; 3,97; 1,93)	Ужгород	(–3,49; 3,32; –0,33)
Галич	(–3,79; 1,37; –0,32)	Умань	(0,75; –0,34; –0,25)
Глухів	(–0,52; –3,32; –1,10)	Феодосія	(6,57; 3,74; –1,57)
Гурзуф	(9,83; 5,20; –4,44)	Харків	(1,04; –2,92; 0,83)
Дніпропетровськ	(2,73; –1,33; 1,77)	Херсон	(3,81; 0,33; 1,20)
Донецьк	(2,35; –2,55; 1,05)	Хмельницький	(–2,21; –0,74; –1,66)
Дрогобич	(–5,33; 2,11; –0,66)	Хуст	(–3,58; 4,28; 3,62)
Євпаторія	(5,07; 3,18; 0,55)	Цюрупинськ	(3,69; 0,26; 1,52)
Житомир	(–2,24; –1,40; –1,79)	Черкаси	(0,10; –1,36; –0,87)
Запоріжжя	(2,32; –0,93; 2,06)	Чернівці	(–2,68; 2,01; 1,96)
Івано–Франківськ	(–3,64; 1,69; 0,69)	Чернігів	(–0,92; –3,03; –2,16)
Кам'янець–Подільський	(–1,76; 0,99; 0,56)	Чигирин	(–0,60; –1,44; –0,05)
Карабі–Яйла	(6,80; 4,36; –5,61)	Чоп	(–2,36; 2,78; 2,41)
Керч	(5,75; 3,01; –0,59)	Чортків	(–1,82; 0,90; –0,02)
Київ	(–0,61; –2,32; –0,49)	Шостка	(–1,10; –3,72; –0,84)
Кіровоград	(0,57; –1,99; –1,30)	Ялта	(9,58; 5,49; –4,93)
Ковель	(–3,12; –0,98; –3,17)	Яремча	(–4,04; 4,88; 0,13)
Коломия	(–3,53; 2,47; 2,03)	Результати екстраполяції	
Конотоп	(–1,25; –3,51; –1,07)	Алмати	(7,08; 2,91; 9,64)
Краснодон	(2,24; –2,38; 2,94)	Архангельськ	(–3,50; –3,85; 9,96)
Кременець	(–3,00; 0,19; –2,05)	Ашгабад	(6,16; 0,47; 4,77)
Кременчук	(0,65; –1,88; 0,28)	Бішкек	(5,89; 2,00; 7,08)
Кривий Ріг	(2,82; –1,21; 2,60)	Єреван	(3,57; 1,52; 10,61)
Лубни	(–0,86; –2,77; –0,52)	Калінінград	(–0,86; 1,55; –5,74)
Луганськ	(1,90; –2,57; 2,54)	Кишинів	(0,15; 0,89; –2,70)
Луцьк	(–2,73; –0,27; –2,65)	Магадан	(–3,12; –9,49; 9,91)
Львів	(–3,57; 1,07; –2,48)	Мінськ	(–1,07; –1,23; –3,93)
Мелітополь	(3,19; 0,22; 1,91)	Москва	(–3,90; –3,67; 0,00)
Миколаїв	(2,87; 0,05; 2,19)	Оренбург	(–0,69; –11,06; 1,85)

Закінчення табл. 2

1	2	3	4
Немирів	(-3,78; 2,64; -1,51)	Санкт-Петербург	(-1,68; -1,55; -0,05)
Одеса	(4,09; 0,89; 0,66)	Сочі	(4,31; 10,62; -3,24)
Пожижевська	(-5,10; 4,19; 0,26)	Ташкент	(6,30; 3,43; 5,02)
Полтава	(0,20; -2,52; 0,99)	Тбілісі	(5,35; 5,05; 2,46)
Рахів	(-4,46; 4,22; 1,87)	Уральськ	(-0,43; -10,96; -0,41)
Рівне	(-2,79; -0,66; -2,00)		

щодо зміни гідротермічного режиму території. Збільшення першої дискримінантної функції у межах кліматичного простору Східнокарпатської гірської підпровінції характеризує зростання фітоценотичної значущості звичайнодубових лісів (Чопівсько-Берегівський, Івано-Франківсько-Коломийський геоботанічні р-ни), а збільшення другої дискримінантної функції – зростання фітоценотичної значущості букових і смерекових лісів. У межах кліматичного простору Європейсько-Азіатської степової області смугі полиново-злакових степів властиві більші значення першої дискримінантної функції.

Третя вісь клімаграми, яка додатково пояснює 13,2% загальної дисперсії, характеризується складною комбінацією кліматичних чинників, жоден із яких не пов'язаний тісно зі значеннями функції $Root_3$. Спостерігається криволінійний зв'язок із географічною широтою місцевості, завдяки якому північній і південній частинам України (Поліській і Гірськокримській підпровінціям) властиві низькі значення, а ділянкам на географічній широті приблизно 48° – високі значення третьої дискримінантної функції. На основі функцій $Root_1$ і $Root_3$ можна додатково виділити інші кліматичні градієнти: а) Сколе → Комарно → Немирів → Володимир-Волинський → Свитязь (захід → північний захід); б) Свитязь → Полтава → Торез (північний захід → схід); в) Торез → Гірський Крим (схід → південь).

Знаючи кліматичні умови різних географічних пунктів, можна визначити їхнє положення на клімаграмі рослинного покриву (рис. 2, табл. 2). Закономірності просторової диференціації рослинного покриву відповідно до змін кліматичних умов дають змогу прогнозувати успішність інтродукції рослин із географічно віддалених регіонів, реконструювати потенційний рослинний покрив, прогнозувати динаміку рослинності унаслідок глобального потепління чи похолодання. Так, за нашими розрахунками, умови екстремального 2003 р. зумовили би формування степової рослинності у Львівській обл. та опустелювання південних регіонів України. Виключаючи вплив едафічних факторів на формування інтерзональної рослинності, західну та північну частини Подільсько-Середньопридніпровської підпровінції потенційно можна включити до Європейської широколистянолісової області, а північно-східну частину Поліської підпровінції, Середньоросійську та Подільсько-Бесарабську підпровінцію – до Європейсько-Сибірської лісостепової області.

Аналізуючи координацію геоботанічних підпровінцій у просторі кліматичних чинників, типологічну схему рослинного покриву України на регіональному рівні спрощено можна представити у вигляді трикутної піраміди, в центрі якої розташована Подільсько-Середньопридніпровська підпровінція, а у вершинах – Східнокарпатська гірська, Середньоросійська підпровінції, смуга полиново-злакових степів Приазовсько-Чорноморської степової підпровінції та Гірськокримська підпровінція.

1. Вальтер Г. Растительность земного шара. Т. II. Леса умеренной зоны. М.: Прогресс, 1974. 423 с.

2. Геоботаничне районування Української РСР. К.: Наук. думка, 1977. 303 с.
3. Енюков И. С. Методы, алгоритмы, программы многомерного статистического анализа. М.: Финансы и статистика, 1986. 232 с.
4. Калінін М. І., Мельник О. С. Теоретичні основи лісових меліорацій. Львів: Світ, 1991. 264 с.
5. Миркин Б. М., Наумова Л. Г., Соломещ А. И. Современная наука о растительности. М.: Логос, 2001. 264 с.
6. Скробала В. Багатовимірна типологія рослинного покриву України: рівень типів рослинності // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол. 2009. Вип. 50. С. 44–51.
7. Справочник по климату СССР. Вып.10. Украинская ССР. Часть II. Температура воздуха и почвы. Л.: Гидрометеоздат, 1967. 607 с.
8. Справочник по климату СССР. Вып.10. Украинская ССР. Часть IV. Влажность воздуха, атмосферные осадки и снежный покров. Л.: Гидрометеоздат, 1969. 696 с.
9. Шеляг-Сосонко Ю. Р., Осычнюк В. В., Андриенко Т. Л. География растительного покрова Украины. К.: Наук. думка, 1982. 286 с.

MULTIDIMENSIONAL TYPOLOGY OF VEGETATIVE COVER OF THE UKRAINE: REGIONAL LEVEL

V. Skrobala

*National University of Forestry and Wood Technology of the Ukraine
1, Kobylyanska St., Lviv 79005, Ukraine
e-mail: skrobala@ukr.net*

On the basis of mathematical modeling of multidimensional ordination of elementary areas of surface in the system of co-ordinates of climatic factors the typological chart of vegetative cover of the Ukraine is presented at the level of subprovinces of the geobotanical districting. The combinations of climatic parameters which determine the general peculiarities of the spatial distributing of vegetation on territory of Ukraine are set.

Key words: vegetation, multidimensional ordination, typology, mathematical modeling.

МНОГОМЕРНАЯ ТИПОЛОГИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА УКРАИНЫ: РЕГИОНАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ

В. Скробала

*Национальный лесотехнический университет Украины
ул. Кобылянской, 1, Львов 79005, Украина
e-mail: skrobala@ukr.net*

На основе математического моделирования многомерной ординации элементарных участков поверхности в системе координат климатических факторов представлена типологическая схема растительного покрова Украины на уровне подпровинций геоботанического районирования. Установлены комбинации климатических параметров, которые определяют общие закономерности пространственного распределения растительности на территории Украины.

Ключевые слова: растительность, многомерная ординация, типология, математическое моделирование.

Стаття надійшла до редколегії 01.12.09

Прийнята до друку 25.01.10