

9. Hoskins R., Karpovicz Z., Lizo A., Nemeth F., Plesnik J. and P. Sabo The IUCN European programme: a contribution to the application of ecological networks in the countries of Central and Eastern Europe, 1996. – P. 143-149.

10. Nowicki European ecological networks: perspectives in policy planning and law// Perspectives on ecological networks. European Centre for Nature Conservation publications series on Man and Nature, 1996. – Vol. I. – August. – 192 p.

УДК 581.55

Доц. В.М. Скробала, канд. с.-г. наук – УкрДЛТУ

ЛІСОВА ТИПОЛОГІЯ: АСПЕКТИ ЗАПОВІДНОЇ СПРАВИ

На основі математичного моделювання методами добування даних запропоновано схему кліматично-едафічної сітки, представлено загальні результати типізації місцевості лісової рослинності. Відзначено, що екологічні параметри місцевості раритетних фітоценозів значно відхиляються від середніх значень. Багатовимірна ординація рослинних угруповань може слугувати основою для оцінки їх раритетності.

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

Doc. V.M. Skrobala, Ph.D. – USUFWT

Forest typological: aspects of the protected business

On the basis of mathematical modelling by the data mining methods the general results of typification of forest vegetation settlements and the chart of climat-edaphic net have been represented. It is marked, that ecological parameters of rare phytocoenoses settlements considerably deviate from the mean values. Multidimensional ordination of plant communalities can serve as a basis for estimation of their rarity.

Keywords: forest typology, multidimensional ordination, mathematical modelling.

Лісова типологія має важливе значення у теорії та практиці лісового господарства [4, с.13]. Вона слугуватиме основою для встановлення причин і умов формування насаджень того чи іншого складу та продуктивності, закономірностей природного відновлення і динаміки деревостану, пояснення взаємозв'язків і взаємозалежності лісової рослинності і факторів середовища, районування території. Але, як зазначав Д.В. Воробйов, "приймаючи єдині принципи класифікації, ми не повинні їх розглядати як догму, як істину в останній інстанції" [4, с.14]. Навпаки, передбачалося, що у процесі розроблення першого варіанту класифікації типів лісорослинних умов буде нагромаджений необхідний матеріал для критичного перегляду цих принципів та подальшого удосконалення класифікації.

На теперішній час існує ціла низка недостатньо розроблених питань класифікації, на які вказували ще Д.В. Воробйов і П.С. Погребняк: необхідність розширення едафічної сітки у напрямі більш сухих місцевості (гігרותопи мінус один, мінус два і т.д.), у напрямі типів вищої трофності (трофотопи Е, F, G, H і т.д.), класифікація місцевості із засоленими ґрунтами, ацидифільних і кальцефільних варіантів місцевості тощо [4, 13]. Про те, що класифікація типів лісорослинних умов за допомогою едафічної сітки Алексєєва-Погребняка не дає можливості відобразити всю різноманітність лісів, свідчать роботи А.Л. Бельгарда, М.А. Голубця, К.А. Малиновського та багатьох інших [2, с.5-6]. Істотний недолік лісової типології полягає у тому,

що при визначенні типу лісорослинних умов ігнорується клімат – один із чотирьох найважливіших і незамінних факторів середовища (світло, тепло, вода і мінеральні речовини за В. І. Вільямсом) [5]. У зв'язку з цим на практиці едафічна сітка може використовуватися тільки окремо у кожній кліматичній області, а не в межах великої території [13, с.201]. Помітне відставання лісової типології намітилося в галузі заповідної справи, де провідні позиції зайняла класифікація рослинності за принципами школи Браун-Бланке [15].

Ідея наших досліджень полягала у математичному моделюванні багатовимірної ординації угруповань лісової рослинності, конструюванні кліматично-едафічної сітки та обґрунтуванні окремих положень, що стосуються питань заповідної справи.

Об'єкти і методи досліджень

Враховуючи складність рослинного угруповання як об'єкта математичного моделювання і відсутність розвиненої методології математичного моделювання складних систем [12], у своїй роботі ми використовували якісно нові підходи, що використовуються для прийняття рішень в умовах невизначеності – методи "добування даних" [9]. "Добування даних" – це процес аналітичного дослідження великих масивів інформації з метою виявлення певних закономірностей і залежностей між змінними (скритих знань), які можна застосувати до нових сукупностей даних, та достовірного прогнозування процесів і явищ [9].

Дослідження здійснювали на основі фітоіндикаційної оцінки екологічних умов місцезростання двісті п'яти угруповань лісової рослинності (домінантна класифікація) за дев'ятьма параметрами: T_m – термічний режим, K_p – континентальність клімату, O_m – омброклімат, C_r – кріоклімат, N_d – вологість ґрунту, T_r – вміст солей, R_c – кислотність ґрунту, N_t – мінеральний азот, L_c – режим освітленості – затінення [3, 8, 17]. Крім власних описів, використовували також дані літературних джерел [2, 5, 14].

Дослідження включали три основні етапи: вивчення структури взаємного розташування рослинних угруповань у багатовимірному просторі ознак екологічних параметрів, математичне моделювання структури та перевірку математичної моделі. Кожне угруповання можна представити у вигляді точки у дев'ятивимірному просторі ознак, координати якої відповідають значенням параметрів екологічних режимів [1, 7, 8, 10, 11]. У цьому випадку подібність угруповань за сукупністю екологічних параметрів можна визначити на основі відстаней між точками [10]. Оцінку взаємного розташування точок виконували шляхом класичного багатовимірного масштабування (ціленаправленої проекції точок на площину із максимальним збереженням інформації про їх структуру) [9-10]. Перевірку математичної моделі виконували на основі порівняльної оцінки положення угруповань на осях максимального варіювання (багатовимірної ординації) із результатами геоботанічних досліджень та даними літературних джерел [5, 13, 14, 16].

Результати досліджень

Проблема конструювання кліматично-едафічної сітки та типізації місцезростань лісової рослинності значною мірою зумовлена явищем мультико-

лінеарності [9-12]. Більшість екологічних параметрів тісно пов'язані між собою (табл. 1). Тісний зв'язок між змінними свідчить про те, що вони вимірюють дуже подібні характеристики і цим самим привносять в аналіз "перетинаючу" інформацію. У цьому випадку неможливо відокремити вплив кожної змінної зокрема. Так, кислотність ґрунту і вміст солей залежать від кліматичних умов (термічного режиму), вологозабезпеченість ґрунту визначається співвідношенням кількості опадів та випаровування (показником омброклімату) тощо (табл. 1).

Табл. 1. Кореляція між екологічними параметрами місцезростань лісової рослинності

Екологічний фактор	Tm	Kn	Om	Cr	Hd	Tr	Rc	Nt	Lc
Tm	1,00	0,13	-0,81	0,89	-0,65	0,74	0,83	0,42	-0,06
Kn	0,13	1,00	-0,29	-0,16	-0,42	0,30	0,16	-0,38	-0,61
Om	-0,81	-0,29	1,00	-0,68	0,78	-0,88	-0,85	-0,33	0,38
Cr	0,89	-0,16	-0,68	1,00	-0,52	0,62	0,75	0,52	0,09
Hd	-0,65	-0,42	0,78	-0,52	1,00	-0,73	-0,70	-0,01	0,54
Tr	0,74	0,30	-0,88	0,62	-0,73	1,00	0,88	0,39	-0,34
Rc	0,83	0,16	-0,85	0,75	-0,70	0,88	1,00	0,50	-0,14
Nt	0,42	-0,38	-0,33	0,52	-0,01	0,39	0,50	1,00	0,58
Lc	-0,06	-0,61	0,38	0,09	0,54	-0,34	-0,14	0,58	1,00

Оскільки екологічні параметри місцезростань лісової рослинності корельовані між собою, дані спостережень можна пояснити невеликою кількістю нових змінних, які безпосередньо не вимірюються, але можуть бути отримані через лінійну комбінацію вихідних даних [1, 7, 9-12]. Це дає змогу зменшити вимірність простору спостережень. Графічно процедура розрахунків зводиться до переміщення початку координат у центр даних і повороту осей координат таким чином, щоб абсциса проходила у напрямі максимальної дисперсії множини даних. Результати математичного моделювання відображені на рис. 1-2.

Система взаємозв'язків між екологічними параметрами місцезростань лісової рослинності підтверджує висновки Д.В. Воробйова щодо залежності родючості ґрунту і температури, вологозабезпеченості ґрунту і показника вологості клімату (рис. 1). Водночас схема ілюструє неможливість використання едафічної сітки для порівняльної оцінки місцезростань лісової рослинності в межах великої території. У цьому випадку едафічна сітка практично рівнозначна інформативності одного екологічного фактора. Для порівняльної оцінки більш придатні показники термічного режиму та континентальності клімату (рис. 2), які відображають різні закономірності формування лісової рослинності (у географічному аспекті – широта і довгота ділянок та пов'язані із ними зміни екологічних факторів). У дев'ятивимірному просторі екологічних ознак едафічна сітка Алексєєва-Погребняка пояснює тільки 18,4 % загальної дисперсії, тоді як двовимірний варіант кліматично-едафічної сітки (рис. 2) – 82,9 %.

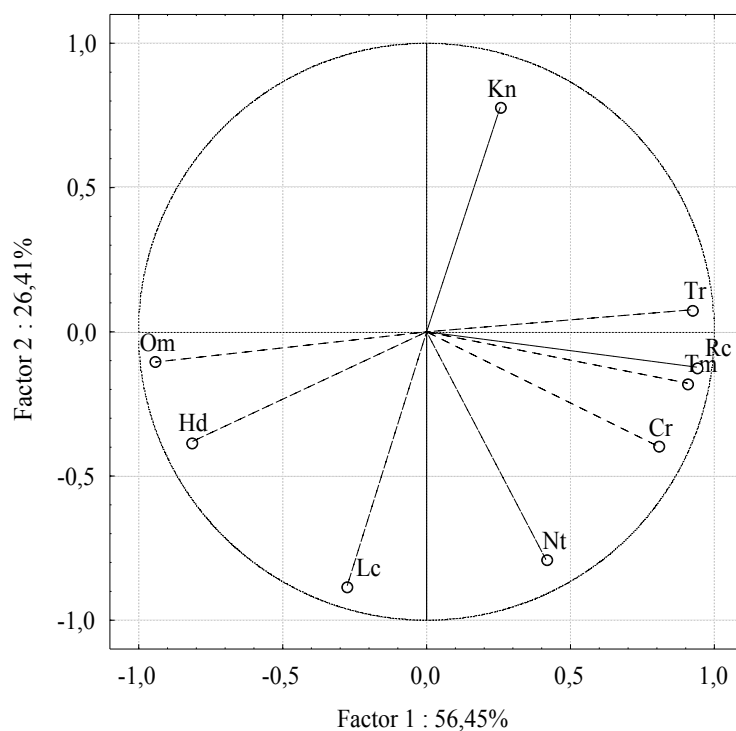


Рис. 1. Система взаємозв'язків між екологічними параметрами місцезростань лісової рослинності

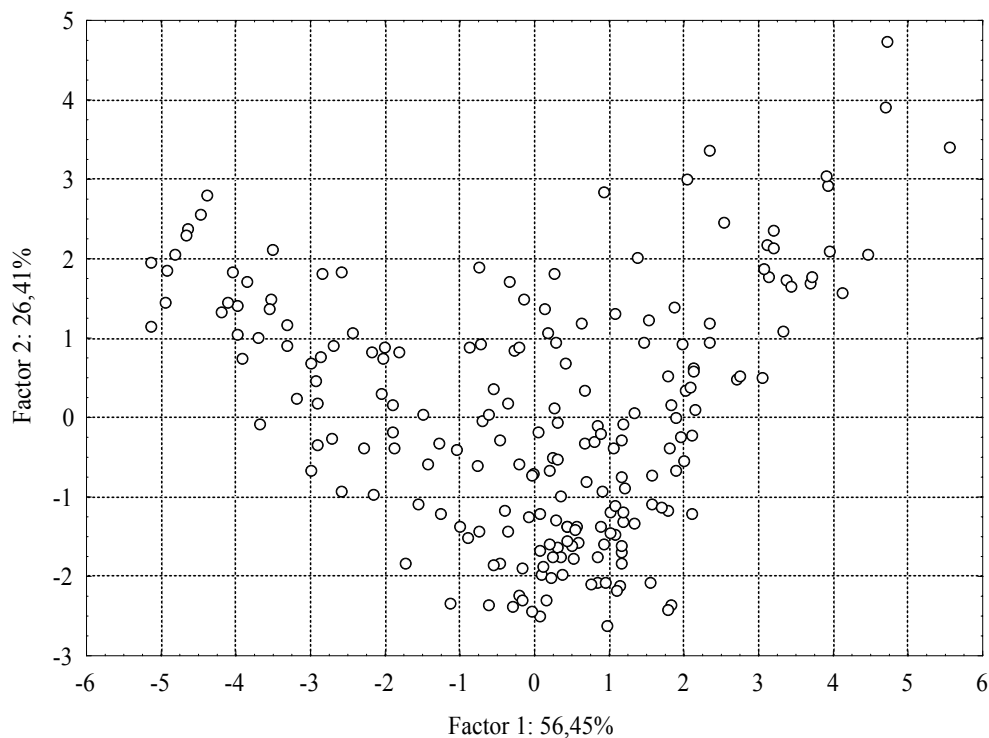


Рис. 2. Кліматично-едафічна сітка: ординація угруповань лісової рослинності

У загальному випадку положення угруповань лісової рослинності у просторі екологічних факторів можна визначити за формулою:

$$Factor_j = \sum_{i=1}^9 (k_{ij} * \frac{x_i - M_i}{\sigma_i}), i, j = 1 \dots 9,$$

де: $Factor_j$ – осі максимального варіювання лісової рослинності (комплексні градієнти середовища); x – значення екологічного параметра, бали; M – се-

редня арифметична величина, бали; σ – стандартне відхилення; k – коефіцієнт; i – порядковий номер екологічного фактора; j – порядковий номер осі багатовимірнього простору.

Результати обчислень для основних лісотвірних видів наведені у табл. 2.

Табл. 2. Координація формацій лісової рослинності на кліматично-едафічній сітці

Формація	Фактор 1		Фактор 2	
	мінімальне значення	максимальне значення	мінімальне значення	максимальне значення
Querceta roboris	-0,21	2,13	-1,63	0,63
Querceta petraeae	-0,71	3,31	-1,56	1,77
Querceta pubescentis	2,70	4,45	0,49	2,10
Pineta	-5,13	4,11	-1,21	3,36
Fageta	-0,22	1,88	-2,63	-0,38
Abieta	-0,90	1,54	-2,11	-0,60
Piceeta	-5,14	1,09	-2,37	1,71

Гіпотеза наших досліджень полягала у такому твердженні. Кожна територія характеризується набором місцезростань, для кожного із яких властива певна комбінація екологічних факторів. Істотні відхилення від середніх значень (аномалії) визначають рослинні угруповання, які рідко трапляються у певній місцевості. Дане твердження, ймовірно, справедливе не тільки для конкретної території, а й для синтаксонів високого порядку – класів і порядків рослинності, або формацій і субформацій. У багатовимірному просторі екологічних параметрів синтаксономічним одиницям відповідає певний гіпероб'єм, у межах яких також можна визначити аномальне положення рослинних угруповань.

Результати обчислень підтверджують правильність нашої гіпотези. Так, аномальним розташуванням у другій координатній чверті кліматично-едафічної сітки (рис. 2) характеризуються угруповання Cembreto – Piceetum vaccinioso – sphagnosum, Pinetum sphagnosum, Pinetum empetroso – myrtilloso – sphagnosum (Карпати), Pinetum ledoso – sphagnosum, Pinetum eriophoroso – sphagnosum, певною мірою також Pinetum rhododendrosom, субформація Alneto – Pineto – Piceeta (Полісся). Окремі із вказаних синтаксонів не є рідкісними, проте для них часто властива тенденція негативних змін унаслідок антропогенного впливу (передусім, осушення земель).

Високими значеннями першого і другого фактора (перша координатна чверть) характеризуються лісові угруповання формацій Pineta pallasianae, Querceta pubescentis (Крим), а також лісостепові й степові чагарникові зарості Amygdaleta nanae, Caraganeta fruticis, Ceraseta fruticosae. Pruneta stepposis. Таким чином, перша вісь максимального варіювання представляє собою екологічний ряд вертикальної поясності та широтної зональності, за межами якого формуються місцезростання трав'яної рослинності (луки, болота і степи).

У межах кожної формації за значеннями комплексних градієнтів середовища також можна виділити екстремальні місцезростання. Так, у формації скельнодубових лісів мінімальними значеннями першого фактора характеризуються рідкісні для північного макросхилу Українських Карпат острівні ре-

літкові угруповання із домінуванням у трав'яному покриві *Vaccinium myrtillus* L., а максимальними – асоціації *Quercetum (petraeae) dorycnosum*, *Q. p. brachypodiosum (pinnatae)*, *Q. p. laserosum (trilobae)* (Крим). Ці місцезростання пов'язані із несприятливими ґрунтовими умовами, унаслідок чого деревостан має дуже низьку продуктивність. У формації звичайнодубових лісів максимальні значення першого фактора властиві угрупованням байрачних лісів *Quercetum (roboris) aegonychonosum*, *Q. r. melicosum (pictae)*, *Q. r. violosum (odoratae et hirtae)*.

Букові фітоценози з пануванням у покриві *Allium ursinum* L. – видом, занесеним до "Червоної книги України" – приурочені до трансакумулятивних у геохімічному відношенні схилів [16]. Вони зосереджені переважно в районах Буковинських Карпат, Сянсько-Стрийської верховини та Сколівських Бескидів. Екологічна специфічність цієї групи асоціацій також підтверджується їх розташуванням на кліматично-едафічній сітці. У формації букових лісів ці угруповання характеризуються найвищими значеннями першого фактора.

Висновки

1. Із врахуванням кліматичних та едафічних факторів типологічна сітка Алексеева-Погребняка характеризується низькою інформативністю. У дев'ятивимірному просторі екологічних ознак вона пояснює тільки 18,4 % загальної дисперсії.
2. Двовимірний варіант кліматично-едафічної сітки, отриманий шляхом математичного моделювання, пояснює 82,9 % загальної дисперсії. Перша вісь максимального варіювання лісової рослинності є відображенням вертикальної поясності і широтної зональності.
3. Багатовимірна ординація угруповань лісової рослинності на кліматично-едафічній сітці може слугувати основою для оцінки раритетності фітоценозів. Аномальні відхилення координат від середніх значень у межах території (географічний аспект) або рослинної формації (фітоценотичний аспект) характеризують граничні місцезростання, де формуються рідкісні угруповання.

Література

1. Айвазян С.А., Бухштабер В.М., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика: Классификация и снижение размерности. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 607 с.
2. Бельгард А.Л. Лесная растительность юго-востока УССР. – К.: Изд-во Киев. ун-та, 1950. – 263 с.
3. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем/ Под ред. Р. Шуберта. – М.: Мир, 1988. – 348 с.
4. Воробьев Д.В. Методика лесотипологических исследований. – Харьков: Изд-во ХСХИ, 1959. – 143 с.
5. Голубец М.А. Ельники Украинских Карпат. – К.: Наук. думка, 1978. – 264 с.
6. Голубец М.А., Малиновский К.А. Принципы классификации и классификация растительности Украинских Карпат// Ботан. журн. – 1967. – 52, № 2. – С. 189-201.
7. Дейвисон М. Многомерное шкалирование: Методы наглядного представления данных. – М.: Финансы и статистика, 1988. – 254 с.
8. Дідух Я.П., Плюта П.Г. Фітоіндикація екологічних факторів. – К.: Наук. думка, 1994. – 280 с.
9. Дюк В., Самойленко А. Data Mining: учебный курс. – СПб: Питер, 2001. – 368 с.
10. Енюков И.С. Методы, алгоритмы, программы многомерного статистического анализа. – М.: Финансы и статистика, 1986. – 232 с.
11. Зайцев Г.Н. Математика в экспериментальной ботанике. – М.: Наука, 1990. – 296 с.

12. Миркин Б.Г. Анализ качественных признаков и структур. – М.: Статистика, 1980. – 349 с.
13. Погребняк П.С. Основы лесной типологии. – К.: Изд-во АН УССР, 1955. – 456 с.
14. Рослинність УРСР. Ліси. – К.: Наук. думка, 1971. – 460 с.
15. Соломаха В.А. Синтаксономія рослинності України// Укр. фітоцен. зб. Сер. А – 1996, № 4 (5). – 119 с.
16. Стойко С.М., Мілкіна Л.І., Ященко П.Т. та ін. Раритетні фітоценози західних регіонів України (Регіональна "Зелена книга"). – Львів: Поллі, 1997. – 190 с.
17. Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических факторов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. – М.: Наука, 1983. – 198 с.

УДК 630*5

*Доц. М.П. Горошко, канд. с.-г. наук;
аспир. П.М. Молочний – УкрДЛТУ*

СКЛАДОВІ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КОМПЛЕКСНОГО ОПРАЦЮВАННЯ ПРИРОДООХОРОННОЇ ІНФОРМАЦІЇ ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА "РОЗТОЧЧЯ" З ВИКОРИСТАННЯМ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ

Наведено результати створення елементів геоінформаційної системи ПЗ "Розточчя". Проаналізовано шляхи використання ГІС у заповідній справі. Для розширення бази даних необхідно опрацювати методи поповнення ГІС інформацією з космічних знімків.

Ключові слова: автоматизована система комплексного опрацювання природоохоронної інформації, геоінформаційна система, космічний знімок

Doc. M.P. Gorosko; doctorate P.M. Molochnij – USUFWT

Creations of the automated system of complex processing of nature protection information nr "Roztochchya" using GIS-technologies

There are the results of creation of elements of geoinformation system NR "Roztochchya". The analysed ways of use GIS in nature protection. For expansion of a database it is necessary to process methods of updating GIS the information from space images.

Keywords: automated system of complex processing of nature protection information, geoinformation system, space image.

Важливою умовою ефективності природоохоронної справи є наявність систематизованої інформації про кількісну, якісну та економічну характеристики лісових земель і насаджень, їх динаміку. Це у свою чергу вимагає створення кадастру лісових земель природоохоронних об'єктів, вироблення шляхів оптимізації і повнішого використання родючості ґрунтів та підвищення продуктивності лісів.

Структурною частиною кадастру лісових земель є кількісний облік земель лісового фонду, що вимагає створення бази даних про лісові насадження, а також створення лісових кадастрових карт [3]. Отже, ведення лісового кадастру вимагає поєднання картографічної і семантичної інформації. Таке поєднання, а також наступний аналіз можливі при застосуванні геоінформаційних систем (ГІС).

Концепція розвитку заповідної справи згідно з постановою Верховної Ради України "Про Програму перспективного розвитку заповідної справи в