

для сосни звичайної. Розрахунок об'єму та бічної поверхні крони сосни звичайної здійснюють на підставі функції, яку запропонував Г. Преч [11].

Формування крони дерева залежить як від абіотичних, так і біотичних чинників. Розрахунок параметрів крони, а саме діаметра та протяжності, дає як кількісну так і якісну характеристику дерева. Для багаторічного планування лісогосподарських заходів, залежно від функції, яку виконує насадження чи деревостан, слід брати до уваги динаміку та стан деревної крони. Як показали дослідження, відсоток та діаметр крони більші у плюсових та нормальних дерев і власне на ці дерева необхідно звертати увагу.

Література

1. Клаус фон Гадов, Горошко М.П., Король М.М. Моделирование параметров крони деревьев в Украинских Карпатах // Научный вестник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ УкрДЛТУ. – 2003. – Вип. 13.3. – С. 264-272.
2. Лузганов А.Г., Солодко А.С. Форма кроны и рассеянный свет // Лесной журнал. – 1968. – № 6. – С. 29-33.
3. Мажула О.С. Будова крони сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.): спадкова чи екологічно обумовлена ознака? // Лісівництво і агролісомеліорація. – 2005. – Вип. 108. – С. 147-151.
4. Ненюхин В.Н. Изменчивость размеров кроны сосны обыкновенной у насаждениях разного возраста // Селекционные основы повышения продуктивности лесов. – Воронеж, 1979. – С. 19-23.
5. Ромедер Э., Шенбах Г. Генетика и селекция лесных пород. – М. : Изд-во "Сельхозиздат", 1962. – 268 с.
6. Самойлович Г.Г. Таксация полого насаждений. – Л. : Изд-во ЛТА, 1986. – С. 47-100.
7. Żybuła H. Długość koron w drzewostanach sosnowych // Sylwan. – 1977. – Nr. 1. – S. 13-20.
8. Loague K., Green R.E. Statistical and graphical methods for evaluating solute transport models: overview and application // J. Contam. Hydrol. – 1991. – 7. – P. 51-73.
9. Sterba H. Prognaus – ein abstandsunabhängiger wachstumssimulator für gleichaltrige mischbestände. Deutscher verband forstlicher forschungsanstalten- Sektion Ertragskunde, 29-31. Mai 1995 Joachimsthal, 1995. – S. 173-183.
10. Sterba H., Korol M., Rössler G. Ein ansatz evaluierung eines einzelbaumwachstumssimulators für fichtenreinbestände // Forstwissen-Schaftliches Centralblatt. – Berlin: Blackwell Verlag, 2001. – N 120 (6). – S. 175-182.
11. Pretzsch H. 2001: Modellierung des waldwachstums. – Parey Buchverlag Berlin. – 341 s.

УДК 57.087.1(075.8)

Доц. П.Г. Хомюк, канд. с.-г. наук –
НЛТУ України, м. Львів

МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ДВОВИМІРНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ КЛАСИФІКАЦІЇ ТИПІВ ЛІСОРОСЛИННИХ УМОВ

Описано можливості застосування кластерного і факторного аналізів для класифікації типів лісорослинних умов.

Ключові слова: кластерний аналіз, факторний аналіз, тип лісорослинних умов, евклідова відстань.

Assoc. prof. P.G. Khomyuk – NUFWT of Ukraine, L'viv

Possibilities of application of methods of two-dimension analysis for classification of forest site types

The possibilities of application of cluster and factor analyses are described for classification of forest site types.

Keywords: cluster analysis, factor analysis, forest site types, euclidean distance.

Проблема класифікації об'єктів за певним набором кількісних чи якісних ознак була і залишається актуальною з огляду на потребу їх автоматизованого групування. Не є винятком і такі лісничі категорії, як тип лісу, тип деревостану, асоціація, тип лісорослинних умов та ін.

Класифікації типів лісу було приділено багато уваги як з боку закордонних, так і вітчизняних дослідників [2]. Здебільшого в основу покладено різницю екологічних чинників, рослинності та ін. Найбільшого поширення такі підходи набули у геоботанічних дослідженнях [6].

Як відомо, в Україні класифікацію типів лісу здійснюють на основі едафічної сітки Алексєєва-Погребняка. Під типом лісорослинних умов (едатопом) тут розуміють сукупність однорідних лісорослинних умов на вкритих і непокритих лісовою рослинністю ділянках лісу. Класифікують едатопи за основним критерієм – рослинністю. Встановлення едатопу зводиться до правильної ідентифікації трофотопу і гігротопу за рослинами-індикаторами [1, 4].

Між едатопами і рослинами-індикаторами існує тісна залежність, яка дає змогу здійснювати взаємний контроль правильності встановлення типів лісорослинних умов. За відношенням до родючості рослинність поділяють на великі групи – оліготрофи, мезотрофи і мегатрофи, а за відношенням до вологи – ксерофіти, мезофіти, мезогігрофіти і гігрофіти.

Таким чином, визначивши мінімальний набір рослин-індикаторів, які за своєю екологією строго причетні до єдиного поєднання трофотопу і гігротопу, можна з певною точністю встановлювати едатопи. Наприклад, сфагнум завжди свідчить про підвищену вологість ґрунтів, а цмин пісковий – про її нестачу і т. ін. Для додаткової характеристики можливе також застосування різних екологічних чинників [3].

Під час лісотипологічних досліджень тип лісорослинних умов найчастіше визначають за методом екологічного аналізу і порівняння списків рослин. Встановлення едатопу при цьому вимагає точної інформації про домінуючі види – рослини-індикатори. На цьому етапі класифікації можливе застосування факторного аналізу [7].

Для практичного вирішення такого завдання необхідно на пробній площі випадковим способом розмістити площадки розміром 1×1 м, на яких встановити видовий склад рослин і їх проективне вкриття. За отриманими результатами насамперед необхідно обчислити середні значення проективного вкриття для кожного виду

$$\bar{X}_i = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N x_{ik}, \quad (1)$$

де: i – номер виду рослин ($i = 1, 2, \dots, p$); k – номер облікової площадки; N – кількість майданчиків, шт.; p – кількість видів, шт.

Для можливості обчислення надалі парної кореляційної залежності потрібно визначити вибіркові значення коваріації між видами (σ_{ij}) і основного відхилення (σ_i) для окремого виду:

$$\sigma_{ij} = \frac{1}{N-1} \sum_{k=1}^N (x_{ik} - \bar{X}_i)(x_{jk} - \bar{X}_j), \quad (2)$$

$$\sigma_i = \sqrt{\sigma_{ii}}. \quad (3)$$

Найпоширеніші види можна встановити за найбільшими значеннями вибірових середніх проективного вкриття. Проте, більш ґрунтовно це можна виконати, застосувавши метод факторного аналізу.

Для цього за отриманими значеннями потрібно встановити тісноту зв'язку (r_{ij}) між проективним вкриттям окремих видів на площадках

$$r_{ij} = \frac{\sigma_{ij}}{\sigma_i \sigma_j}. \quad (4)$$

За значеннями парних коефіцієнтів кореляції можна побудувати вибірко-ву кореляційну матрицю, розмірність якої буде залежати від кількості видів (p)

$$\bar{\bar{R}} = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{p1} & r_{p2} & \dots & r_{pn} \end{pmatrix} = \left| \bar{R}_i = \left| r_{ij}, j = \overline{1, n} \right|, i = \overline{1, p} \right|. \quad (5)$$

На основі цієї матриці з використанням методу головних компонент окремих вид можна подати у вигляді лінійної комбінації виявлених головних компонент. Це дає змогу сформулювати матрицю факторних навантажень за часткою участі видів у проективному вкритті.

Домінантними видами для окремого едатопу будуть вважати ті, які вносять найбільшу частку у загальну мінливість видів трав'яного вкриття.

Таким чином, застосування факторного аналізу дасть змогу виявити характерні види рослин-індикаторів окремого едатопу, які будуть найбільш інформативними для подальшої класифікації типів лісу.

Здійснивши такі дослідження на значному обсязі експериментального матеріалу, можна створити "*цифровий образ*" окремого едатопу для найпоширеніших типів лісу за домінантними видами трав'яного вкриття. Наявність чітко визначених рослин-індикаторів дасть змогу здійснювати ідентифікацію лісових ділянок шляхом порівняння списків рослин.

При цьому можливе також використання формули з оцінки відстані між двома об'єктами n -мірного простору (евклідова відстань)

$$D_{12}^2 = \sum_{j=1}^N (x_{j1} - x_{j2})^2, \quad (6)$$

де: D – відстань між об'єктами; x – значення ознак у різних об'єктах.

Перевагою цієї метрики є можливість використання безпосередніх, а не стандартизованих значень. Для можливості застосування формули 6 присутні в описі види будуть мати позначення 1, а відсутні – 0. Максимально можлива різниця між описами буде у тому випадку, коли вони не збігатимуться за жодним з видів (тобто дорівнювати загальній сумі видів).

Обравши певний критерій у вигляді частки від максимальної різниці, можна здійснювати групування лісових ділянок за трав'яним вкриттям. Набагато ефективніше формулу евклідової відстані можна використовувати у кластерному аналізі для класифікації едатоїв, які можуть прирівнюватися до певних кластерів з набором подібних характеристик.

Для можливості виділення кластерів має існувати множина видів рослин-індикаторів $I = \{I_1, I_2, \dots, I_n\}$ і множина характеристик (векторів), за якими можна виділяти едатої $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}^T$.

Основним завданням кластерного аналізу є розподіл множини значень за обраним критерієм оптимальності (цільовою функцією). У випадку класифікації лісорослинних умов цільовою функцією може бути внутрішньо-групова сума квадратів відхилень, яка має бути мінімальною, або за умови подібності всіх значень дорівнювати нулю. У межах окремого трофотопу можливим є також побудова ієрархічного дерева класифікації типів лісорослинних умов за вологістю.

Таким чином, за наявності результатів достовірних експериментальних досліджень на основі аналізу списків рослин-індикаторів можна здійснювати класифікацію едатоїв з використанням засобів факторного і кластерного аналізів. Створення ж "цифрового образу" едатою і його ідентифікація з використанням програмного забезпечення дасть змогу у подальшому перейти до автоматизованого встановлення типів лісу переважаючих порід України.

Література

1. Герушинский З.Ю. Определитель типов леса Украинских Карпат. – Львов : Облполиграфиздат, 1988. – 140 с.
2. Герушинський З.Ю. Типологія лісів Українських Карпат. – Львів : Вид-во "Піраміда", 1996. – 208 с.
3. Горощко М.П., Хомюк П.Г. Внесок А. Пясецького у розвиток лісотипологічної ідеї акад. П.С. Погребняка // Науковий вісник НАУ. – К. : Вид-во НАУ. – 2000. – Вип. 27. – С. 64-68.
4. Горшенин Н.М., Бутейко А.И. Определение типов условий местопроизрастания. – Львов : Изд-во Львов. ун-та, 1962. – 231 с.
5. Дюран Б., Одел П. Кластерный анализ : пер. с англ. Е.З. Демиденко / под ред. А.Я. Боярского. – М. : Изд-во "Статистика", 1977. – 128 с.
6. Нешатаев Ю.Н. Методы анализа геоботанических материалов. – Л. : Изд-во ЛГУ, 1987. – С. 116-122.
7. Харман Г. Современный факторный анализ. – М. : Изд-во "Наука", 1972. – С. 30-35.

УДК 630*5

*Асист. Р.Р. Вицега; доц. Г.Г. Гриник, канд. с.-г. наук –
НЛТУ України, м. Львів*

НАЦІОНАЛЬНА ІНВЕНТАРИЗАЦІЯ ЛІСУ В ФІНЛЯНДІЇ, ШВЕЦІЇ, ЛИТВИ ТА ДАНІЇ

Наведено коротку довідку про початок запровадження та розвиток національних інвентаризацій лісу (НІЛ) в Європі та Північній Америці. Розглянуто та проаналізовано НІЛ у європейських країнах, які мають вихід до Балтійського моря, а саме: Фінляндії, Швеції, Литви та Данії. Здійснено огляд актуальних на сьогодні джерел інформації про стан та принципи виконання НІЛ у цих країнах.