

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/321859669>

# Gradient analysis of syntaxa ecological amplitudes

Article · January 2002

---

CITATIONS

5

READS

11

1 author:



Igor V. Goncharenko

National Academy of Sciences of Ukraine

191 PUBLICATIONS 1,135 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



DRSA, a new robust and fast clustering technique for vegetation classification [View project](#)



Quality assessment of the vegetation classification [View project](#)

УДК 581.524

І.В. ГОНЧАРЕНКО

*Сумський державний педагогічний університет ім. А.С.Макаренка, 40000, м. Суми, вул. Роменська, 87, тел. (0542)282861*

## **ГРАДІЄНТНИЙ АНАЛІЗ СИНТАКСОНОМІЧНИХ АМПЛІТУД**

*градієнтний аналіз, фітоіндикація, синтаксономічна амплітуда, ценотична диференціація*

### **ВСТУП**

Кожен синтаксон має екологічну амплітуду, яка виникає в результаті накладання (суперпозиції) індивідуальних амплітуд його видів. При цьому центр синтаксономічної амплітуди визначається максимумом густини видових амплітуд, а її межі пов'язані з межами толерантності найбільш евритопних діагностичних видів. Дослідженнями по ординації видів вздовж градієнтів середовища було показано, що видові амплітуди мають дзвоноподібну форму, яка нагадує криву нормального статистичного розподілу [3]. В нашому дослідженні ми поставили за мету дослідити амплітуди об'єднань ценотичного рівня – синтаксонів, які виникають в результаті суперпозиції видових амплітуд в кожній точці градієнту.

### **МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

В якості вихідних даних для аналізу використаний масив фітоіндикаційних оцінок фітоценозів наземної природної рослинності північно-східної частини Лівобережного Лісостепу України (Сумський геоботанічний округ) [1] за наступними едафічними факторами: вологість (Hd), кислотність (Rc), сольовий режим (Tr), вміст азоту (Nt) [2]. При цьому досліджувалися амплітуди ценотичних об'єднань високого рівня – класів системи Браун-Бланке та типів рослинності, а саме:

Ø Ліси (D): листяні Querc-Fagetea (Q-F), хвойні Vaccinio-Piceetea (V-P)

Ø Трав'янисті угруповання (H): луки Molinio-Arrhenatheretea (M-A), степ Festuco-Brometea (F-B), болота Phragmiti-Magnocaricetea (P-M).

Амплітуду кожного синтаксону можна описати статистичними показниками, розрахованими для сукупності фітоценозів: середнім, стандартними відхиленням і т.п. Подібні оцінки ми називаємо абсолютними, оскільки вони характеризують амплітуду кожного синтаксону окремо і на одному рівні, тобто ніби на горизонтальному зрізі ієрархічної структури. Середнє значення визначає положення середньостатистичного ценотичного оптимуму, коефіцієнт варіації – широту амплітуди. Однак синтаксони будь-якого рівня виникають в ході диференціації об'єднання вищого рівня: тип рослинності – клас – порядок і т.д. Цей процес супроводжується, як правило, зменшенням загальної довжини амплітуди та зміщенням центру останньої відносно центру амплітуди вихідного синтаксону вищого рангу диференціації. Тому подібний процес нагадує еволюційну дивергенцію при формоутворенні (таксономічній диференціації), в результаті якої відбувається розмежування екологічних ніш

(рис. 1). Отже амплітуду певного синтаксону можна охарактеризувати ще відносно амплітуди синтаксону вищого рівня, тобто на вертикальному “динамічному” зрізі, тому такі показники ми називаємо відносними. До них відносяться *амплітуда дивергенції* (AM), *ценотична спеціалізація* (SP), *асиметрія поділу* (AS).

Амплітуда дивергенції характеризує ступінь зміщення середньостатистичного оптимуму відносно вихідного об’єднання:  $AM = (n / n_0)^{1/2} * (\Delta F / 0.5 * A_0)$ . Якщо в ході диференціації центр амплітуди зміщується до максимального або мінімального значення у вихідного об’єднання, то  $|\Delta F| = 0.5 * A_0$  (рис. 1), а відповідно AM@ 1 чи -1. Коефіцієнт пропорційності  $(n / n_0)^{1/2}$  нейтралізує вплив на AM асиметрії поділу. Остання виникає в ході диференціації на синтаксономічні об’єднання з різною кількістю фітоценозів ( $n_1 \neq n_2$ ), адже вклад групи з більшою кількістю описів в амплітуду вихідного об’єднання буде більшим, що призведе до нерівноцінного зменшення  $\Delta F$ . Асиметрія поділу – показник, що оцінює симетричність диференціації за розміром виникаючих груп. Загалом високі значення AM властиві екстремальним, крайнім синтаксонам, що в ході диференціації сильно відхиляються від вихідного типу, а знак AM вказує на напрямок дивергенції (за градієнтом фактору +F чи навпаки).

Ценотична спеціалізація показує ступінь зменшення варіабельності групи на наступному кроці диференціації:  $SP = 1 - (V / V_0)$ . У формулі замість відношення коефіцієнтів варіації можна використати відношення амплітуд, однак ми віддали перевагу першому показнику, зважаючи на труднощі у визначенні приналежності крайніх варіант сукупності і можливій невірній синтаксономічній інтерпретації крайніх описів. Якщо в ході диференціації не спостерігається зменшення коефіцієнту варіації фітоіндикаційних оцінок даного синтаксону відносно одиниці вищого рівня  $V = V_0$ , то  $SP = 0$ , тобто не відбувається звуження діапазону толерантності у синтаксону нижчого рівня ієрархії. Як правило, в еволюції диференціація супроводжується і спеціалізацією, оскільки тоді в результаті перерозподілу ніш знижується тиск конкуренції. Подібні тенденції спостерігаються і при диференціації на ценотичному рівні організації, однак існують і виключення, наприклад, екологічна стратегія класу Phragmiti-Magnocaricetea спрямована на деспеціалізацію ( $SP < 0$ ) (табл.1).

#### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Було проаналізовано розподіл значень 4 зазначених екофакторів для 241 опису, в тому числі 78 лісових та 163 трав’янистих фітоценозів. Розподіли фітоіндикаційних значень кожного синтаксону наближаються до нормального типу. Для перевірки цього можна скористатися порівнянням за критерієм  $\chi^2$  емпіричних і теоретичних частот нормального розподілу. Однак можливий і інший шлях, що базується на властивостях нормального розподілу: співпадання медіани та середнього, відсутність асиметрії та ексцесу [4].

Наприклад, для розподілу значень  $R_c$  класу V-P встановлено, що середнє дорівнює 6,54, в той час як медіана незначно відрізняється 6,51, крім цього асиметрія (0,13) та ексцес (-0,47) близькі до 0. Тому можна вважати, що розподіл наближається до нормального типу. Аналогічно це було підтверджено для фітоценозів інших класів, а одержані синтаксономічні амплітуди на екологічних градієнтах показано на рис. 2.

Як зазначалося раніше, кожен з цих амплітуд можна описати числовими даними з допомогою абсолютних та відносних статистичних показників (табл. 1).

Таблиця 1

## Основні параметри синтаксономічних амплітуд різних класів

Синтаксо- ни	Q-F		V-P		F-B		M-A		P-M		H	D
n	54		24		64		69		30		163	78
$R_c$	7,94 0,04	0,25 0,60	6,54 0,07	-0,38 0,29	8,48 0,05	0,18 0,24	7,86 0,04	-0,11 0,37	7,79 0,07	-0,10 -0,10	8,09 0,06	7,51 0,10
Tr	6,54 0,03	0,13 0,41	5,98 0,06	-0,20 0,04	7,91 0,05	0,07 0,27	7,75 0,07	0,01 0,02	7,33 0,08	-0,11 -0,21	7,73 0,07	6,37 0,06
Nt	6,64 0,13	0,20 0,23	5,07 0,10	-0,29 0,42	4,87 0,06	-0,26 0,53	5,83 0,10	0,13 0,27	6,21 0,12	0,18 0,14	5,52 0,14	6,16 0,17
Hd	11,90 0,05	-0,04 0,15	12,20 0,07	0,06 -0,24	9,07 0,08	-0,36 0,67	12,70 0,14	0,11 0,41	15,90 0,06	0,35 0,76	11,90 0,24	12,00 0,06

*Умовні позначення:* n – кількість фітоценозів групи; Q-F – P-M, H - D – класи та типи рослинності (позначення див. вище) для яких проводилася статистична оцінка групованих даних фітоіндикації; в клітинках: верхній лівий кут – середнє (F), нижній лівий – коефіцієнт варіації (V), верхній правий – AM, нижній правий – SP.

Як бачимо з таблиці, центри амплітуд у лісового (D) та трав'янистого (H) типів рослинності за фактором Hd майже співпадають (11,9 та 12,0), хоча ширина амплітуди першого (0,06) значно поступається такій у трав'янистих угруповань (0,24). За фактором Tr спостерігається чітке розмежування, бо ліси зростають на бідніших опідзолених ґрунтах (6,37), ніж трав'янисті ценози (7,73), що тяжіють до багатших ґрунтів.

Кислотність ( $R_c$ ) належить до стабілізованих показників (коефіцієнт варіації коливається в межах 0,04 , 0,07), причому найбільш контрастні ацидотопи займають угруповання класів V-P та F-B (рис. 2 а), яким в регіоні відповідають середньостатистичні значення 6,54 та 8,48 відповідно (табл. 1). Таке розходження амплітуд класів на протилежні кінці градієнту  $R_c$  зумовлене різним знаком AM (-0,38 та 0,18). Досить сильний зсув амплітуди на менш кислі ґрунти властивий також неморальним ценозам Q-F (AM = 0,25), при цьому спостерігається також звуження загальної амплітуди відносно вихідного лісового типу (D), внаслідок чого коефіцієнт спеціалізації сягає 0,60.

Сольовий режим (Tr) також належить до стабілізованих екофакторів (V = 0,03 , 0,08) (див. табл. 1). Протилежні кінці цього градієнту також займають класи V-P та F-B (рис. 2 б),

причому для першого з них це досягається в ході диференціації значним зсувом середнього амплітуди на бідніші екотопи ( $AM = -0,20$ ), однак значної спеціалізації відносно трофотопів при цьому не спостерігається ( $SP = 0,04$ ), а клас F-B навпаки майже не зазнає зсуву середнього ( $AM = 0,07$ ), але амплітуда його за цим фактором сильно звужується ( $SP = 0,27$ ).

На відміну від Rc та Tr, ширина амплітуд аналізованих синтаксонів по фактору вмісту азоту в ґрунтах (Nt) значна ( $V = 0,06$  ,  $0,13$ ). Найбільшу різноманітність нітротопів охоплюють фітоценози класу Q-F ( $V = 0,13$ ). Найбідніші на азот екотопи займають степові ценози F-B, причому амплітуда цього показника в даному випадку також найменша, а найбагатші – Q-F при найширшій амплітуді (рис. 2 в).

Амплітуди за фактором вологості (Hd) сильно відрізняються в різних класах: клас Q-F обіймає незначну різноманітність гідротопів ( $V = 0,05$ ), в той час як клас M-A має найширшу амплітуду за цим фактором (рис. 2 г). Диференціація хвойних (V-P) та листяних (Q-F) лісів майже не супроводжується дивергенцією їх середніх ( $AM = 0,06$  та  $0,04$ ), наслідком чого є і значна трансгресія їх амплітуд за цим фактором. Навпаки, F-B і P-M виявляються в ході диференціації повністю розведеними на “крайні” гідротопи, і мають приблизно однакові за величиною але протилежні за знаком AM (табл. 1), що супроводжується значною спеціалізацією ( $SP = 0,67$  та  $0,76$  відповідно).

## ВИСНОВКИ

Запропонований підхід дозволяє на статистичній основі проводити математичне описування амплітуд синтаксонів на градієнтах факторів. При цьому можлива характеристика цих амплітуд в горизонтальній (згідно абсолютних (F, V)) і вертикальній (ієрархічній) проекції (згідно відносних індексів (AM, SP)) процесу ценотичної диференціації.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Геоботанічне районування Української РСР / Андрієнко Т.Л., Білик Г.І., Брадїс Є.М. та ін. – К.: Наук. думка, 1977. – 302 с.
2. Дідух Я.П., Плюта П.Г. Фітоіндикація екологічних факторів. - К.: Наук. думка, 1994. – 280 с.
3. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. – М.: Просвещение, 1980. – 326 с.
4. Шмидт В.М. Математические методы в ботанике. – Л.: Изд-во Ленинград. ун-та, 1984. – 288 с.

*I.V. Гончаренко*

Сумський державний педагогічний університет ім. А.С. Макаренка

#### ГРАДИЄНТНИЙ АНАЛІЗ СИНТАКСОНОМІЧНИХ АМПЛІТУД

Показано, що фітоіндикаційні оцінки синтаксонів підлягають нормальному розподілу вздовж екологічних градієнтів, а їх амплітуди мають одновершинну форму. Запропоновано ряд статистичних індексів, які дозволяють описати абсолютне положення амплітуди даного синтаксону на градієнті та положення її відносно амплітуди синтаксону вищого рангу ієрархії. Проведено дослідження амплітуд класів *Quercus-Fagetea*, *Vaccinio-Piceetea*, *Molinio-Arrhenatheretea*, *Phragmiti-Magnocaricetea*, *Festuco-Brometea* рослинності північно-східної частини Лівобережного Лісостепу України.

*I.V. Гончаренко*

Сумской государственной педагогический университет им. А.С. Макаренко

#### ГРАДИЕНТНЫЙ АНАЛИЗ СИНТАКСОНОМИЧЕСКИХ АМПЛИТУД

Показано, что фитоиндикационные оценки синтаксонов подлежат нормальному распределению вдоль экологических градиентов, а их амплитуды имеют одновершинную форму. Предложен ряд статистических индексов, которые позволяют описать абсолютное положение амплитуды данного синтаксона на градиенте и положение ее относительно амплитуды синтаксона высшего ранга иерархии. Проведены исследования амплитуд классов *Quercus-Fagetea*, *Vaccinio-Piceetea*, *Molinio-Arrhenatheretea*, *Phragmiti-Magnocaricetea*, *Festuco-Brometea* растительности северо-восточной части Левобережной Лесостепи Украины.

*I.V. Goncharenko*

A.S. Makarenko Sumy Pedagogical State University

#### GRADIENT ANALYSIS OF SYNTAXONOMIC AMPLITUDES

It is shown, that estimations of syntaxa by the plant indicator method are subject to normal distribution along ecological gradients and their amplitudes have the one-topmost form. A number of statistical indexes which allow to describe absolute position of amplitude of given syntaxon on a gradient and its position concerning amplitude of the syntaxon belonging to supreme rank of hierarchy is offered. Researches of amplitudes of classes *Quercus-Fagetea*, *Vaccinio-Piceetea*, *Molinio-Arrhenatheretea*, *Phragmiti-Magnocaricetea*, *Festuco-Brometea* of a northeast part of Left-bank Forest-steppe of Ukraine are carried out.

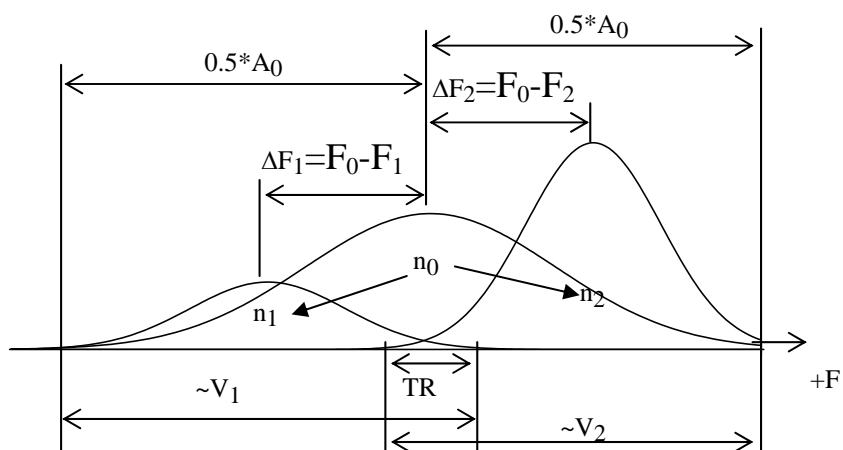


Рис. 1. Дивергенція синтаксономічних амплітуд в ході ценотичної диференціації. Умовні позначення:  $n$  – кількість фітоценозів вихідного синтаксону ( $n_0$ ) і “продуктів” диференціації ( $n_1$ ,  $n_2$ ),  $F_0$ ,  $F_1$ ,  $F_2$  – середні значення фактору,  $\Delta F$  – розходження середніх,  $+F$  – градієнт екологічного фактору,  $A_0$  – широта амплітуди,  $V_1$ ,  $V_2$  – коефіцієнт варіації,  $TR$  – трансгресія амплітуд

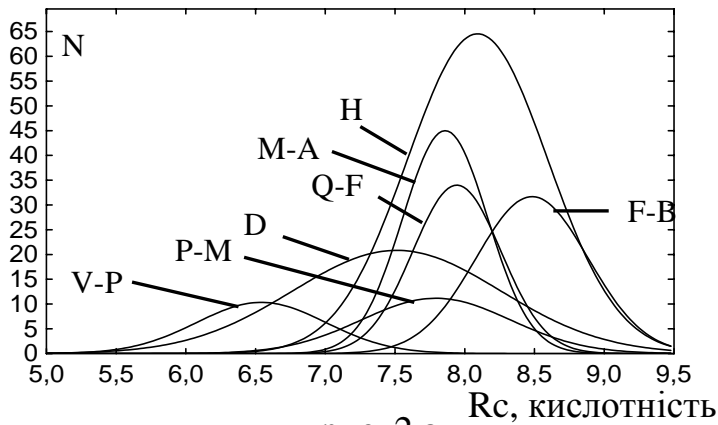


рис. 2 а

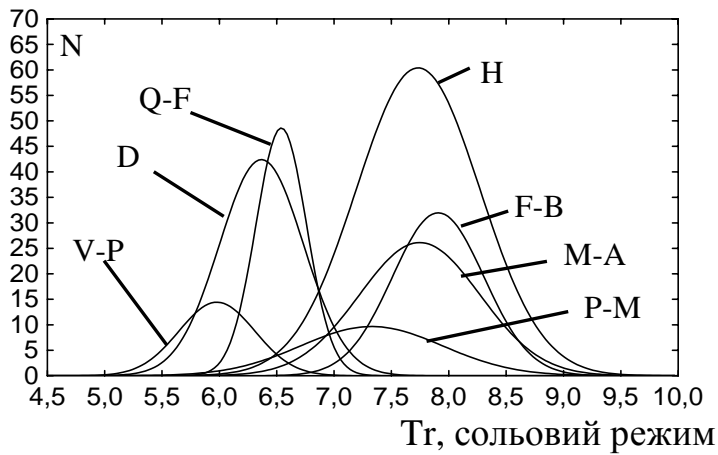


рис. 2 б

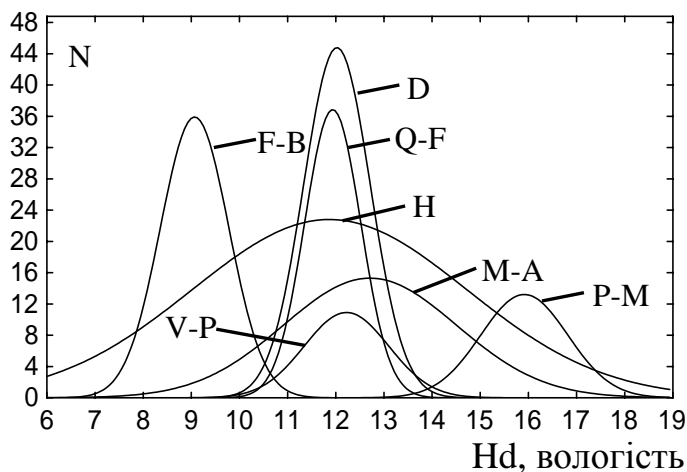
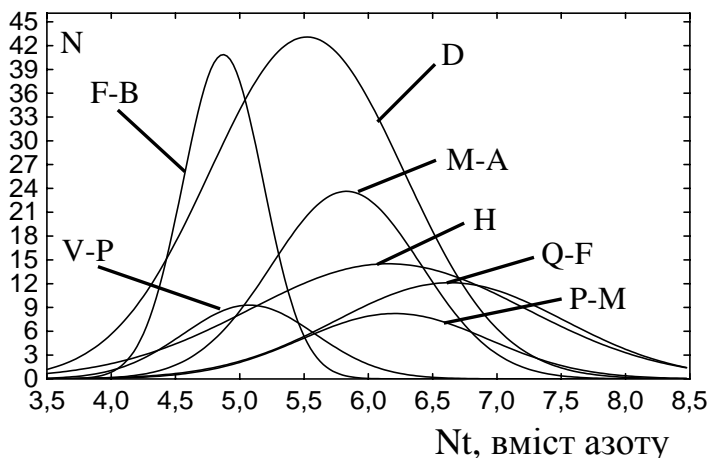


рис. 2 г

Рис. 2. Розподіл синтаксономічних амплітуд на градієнтах кислотності (2а), сольового режиму (2б), вмісту азоту (2в) та вологості (2г). Умовні позначення: D – ліси загалом, в т.ч. Q-F - Quercus-Fageteta, V-P - Vaccinio-Piceetea; H - трав'янисті угруповання загалом, в т.ч. M-A - Molinio-Arrhenatheretea, F-B - Festuco-Brometea, P-M - Phragmiti-Magnocaricetea



### *To cite in publications use:*

1. Гончаренко І.В. Градієнтний аналіз синтаксономічних амплітуд // Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету: Сер. Біологічні науки. – 2002. – Т. 21. – № 33. – С. 3-8. Доступно на: <https://goo.gl/vGZZTu>
2. Goncharenko I.V. Gradient analysis of syntaxa ecological amplitudes [In Ukrainian] // Scientific Papers of Luhansk National Agrarian University. – 2002. – Vol. 21. – № 33. – P. 3-8. Available from: <https://goo.gl/vGZZTu>

### *Synopsis:*

Показано, что амплитуды синтаксонов, подобно экологическим амплитудам видов, имеют унимодальный характер и в большинстве случаев близки к кривой нормального распределения.

### *You may also be interested in related publications:*

1. Гончаренко І.В. Оценка флористического сходства классов Браун-Бланке // Природничий альманах: Сер. Біологічні науки. – 2009. – Т. 12. – С. 37-46. Доступно на: <https://goo.gl/H511vq>
2. Гончаренко І.В. Фитоценотическое разнообразие на эдафических градиентах // Промышленная ботаника. – 2007а. – Т. 7. – С. 119-127. Доступно на: <https://goo.gl/ejTFuD>
3. Гончаренко І.В. Модульна організація баз даних для цілей фітоценотичного аналізу // Екологія та ноосферологія. – 2008. – Т. 19. – № 1-2. – С. 31-44. Доступно на: <https://goo.gl/prurea>
4. Гончаренко І.В. Принципи побудови і ревізії макросинтаксономічної системи. – Суми: СумДПУ, 2007б. – 141 с. Доступно на: <https://goo.gl/wnLVJV>
5. Сенчило О.О., Гончаренко І.В. Методологія характеристики синтаксонів як багатопараметричних систем // Вісн. Донец. ун-ту: Сер. А. Природн. науки. – 2008. – Т. 2. – С. 344-357. Доступно на: <https://goo.gl/5LLEfE>

*Please don't hesitate to contact me*  
*if you need more information:*

[goncharenko.ihor@gmail.com](mailto:goncharenko.ihor@gmail.com)