



І.В. ГОНЧАРЕНКО

Сумський державний педагогічний університет
ім. А.С.Макаренка
вул. Роменська, 87, м. Суми, 40000

**МЕТОД ОЦІНКИ
РЕПРЕЗЕНТАТИВНОСТІ ВИДОВОГО
СКЛАДУ СИНТАКСОНІВ**

Ключові слова : репрезентативність, синтаксон, R-індекс

Питання репрезентативного виявлення видового складу територіальних флор різного рівня (від регіональних до парціальних у розумінні Б.О. Юрцева [7]) вирішується через визначення мінімум-ареалу. Він фіксується за припиненням приросту списку видів при поступовому розширенні дослідженого контуру території. Флористичний список, одержаний таким чином, вважається репрезентативним на будь-якому рівні ієрархії — чи то конкретного фітоценозу, чи регіональної флористичної одиниці. При флористичних дослідженнях репрезентативність кількісно оцінюють за модифікаціями рівняння Арреніуса, де використано залежність флористичного багатства від площі ділянок [6].

У даній статті ми розглянемо можливості оцінки репрезентативності синтаксонів. Останні є абстрактними одиницями, тому безпосередньо до них застосувати поняття мінімум-ареалу неможливо, оскільки власне термін «ареал» означає цілісну частину географічного простору, як неможливо застосувати тут і згадане рівняння Арреніуса. Але в такому разі чи взагалі є можливою оцінка репрезентативності флор абстрактних одиниць? Задовільного критерію, яким би можна було скористатися для оцінки репрезентативності фітоценозів, не існує.

Вважається, якщо в синтетичних таблицях синтаксон представлений достатньою кількістю геоботанічних описів (близько 10) та при табличній обробці фітоценотичних матриць виділений з достатнім ступенем методичної коректності, то і флора цих синтаксонів буде репрезентативною у відображенні видового складу певних типів екоотопів.

Ми представляємо один з альтернативних підходів до оцінки репрезентативності видового складу абстрактних синтаксономічних одиниць, заснований на виявленні в ході аналізу закономірності розширення списку видів при збільшенні кількості геоботанічних описів одного синтаксону.

Як було встановлено, поповнення списку видів при збільшенні кількості повторів (описів) одного синтаксону підлягає відомій з флористики кумуляції кількості інвентаризованих видів в залежності від площі дослідженої території, що має логарифмічний вигляд.

Таким чином, явище поступового насичення флористичних списків, пов'язане зі стабілізацією кількості видів при збільшенні кількості повторів (описів), стало вихідним моментом для розробки методики оцінки репрезентативності видового складу синтаксонів. Як зазначалося, питання оцінки репрезентативності при синтаксономічних дослідженнях в літературі не обговорювалися. У крайньому разі в якості наближеного критерію використовували показник кількості описів синтаксону, що, однак, не може підвести нас до вирішення даної проблеми.

Явище стабілізації кількості видів можна відобразити у вигляді нерівності $S < MN$, де S — кількість видів фітоценону, M — середня кількість видів у описах даного фітоценону, N — кількість його описів. Дана нерівність носить загальний характер і справджується вже при $N > 1$ та хоча б при одному спільному виду вже у двох описах. Таким чином, згадана нерівність, як і логарифмічна крива стабілізації флористичних списків, що є її графічним відображенням, є наслідком фундаментальної основи структури рослинного покриву — його дискретно-континуального характеру, оскільки при повній дискретності нерівність перетворюється на рівняння тотожного вигляду, а при повній континуальності неможлива сама стабілізація флористичного багатства при будь-якій кількості описів.

Важливо, що зі збільшенням кількості описів поповнення списку видів одного синтаксону, значення в лівій та правій частинах наведеної нерівності не лишаються постійними. Їх відношення ми і використовуємо для кількісної оцінки та введення критерію репрезентативності синтаксонів.

Матеріал та методика досліджень

Запропонований метод оцінки репрезентативності апробовано на фактичному матеріалі, одержаному в процесі розробки класифікації рослинності Сумського геоботанічного округу [1] за методикою Браун-Бланке [2–4]. Для подальшого розрахунків вихідними даними стали такі кількісні показники: кількість

видів у флорі кожного синтаксону (S) за даними синтетичних синтаксономічних таблиць, середня кількість видів у описах (M) та кількість описів (N), включених до синтетичної таблиці. Згідно з цими значеннями оцінку репрезентативності проводили за допомогою запропонованого нами R-індексу:

$$R=1-\left(\frac{S}{MN}\right) \quad (1)$$

Кількісні дані розрахунків індексу репрезентативності R для синтаксонів, одержаних в ході розробки класифікації рослинності дослідженого регіону [4], зведені в таблиці.

Результати досліджень та їх обговорення

Якщо репрезентативність одержаного списку видів територіальної флори залежить від площі обстеженого контуру та його видового багатства, то R-індекс, який стосується видових списків абстрактних ценотичних об'єднань, визначається іншими факторами. Одна їх група має суб'єктивне походження. Це, зокрема, досягнута дослідником при класифікації якість поділу вибірки на фітоценози та кількість описів синтаксону. Зі зменшенням якості групування описів репрезентативність (R) зменшується в результаті збільшення величини S, а при недостатній кількості описів — внаслідок зменшення величини N у формулі 1.

Друга група факторів визначає вплив об'єктивних причин, тобто залежить від характеристик самої рослинності, що класифікується, а не виникає в процесі класифікації, і тому впливає на репрезентативність ще на аналітичному етапі класифікації. Проаналізуємо цю групу факторів детальніше.

Розглянемо два випадки. В першому необхідно оцінити репрезентативність фітоценозів A_1 та A_2 при однакових величинах видової різноманітності (M) на пробних ділянках ($M_1 = M_2$), але при різних рівнях видового багатства (S) їх флор ($S_2 > S_1$) (рис. 1, a). У такому разі, як бачимо з формули 1, для репрезентативного виявлення фітоценозів A_1 та A_2 при $R_1 = R_2$ фітоценоз A_2 потребує більшої кількості описів, ніж A_1 ($N_2 > N_1$). З іншого боку, при однаковій кількості описів ($N_1 = N_2$) флористична репрезентативність фітоценозу A_2 нижча, ніж A_1 ($R_2 < R_1$).

Відзначимо, що величина S/N у формулі 1 графічно виражається тангенсом кута β , який утворює пряма, проведена з центра координат ($S = 0$) до точки її перетину з кривою «кількість видів/описів» при значенні абсциси N, де проводиться проба флори фітоценозу і визначається R (рис. 1).

Зрозуміло, що на рис. 1 показано ідеальний випадок, оскільки крива кількості видів не буває паралельною до осі кількості описів, тобто поповнення списку видів хоч і повільно, але продовжується і повного насичення ніколи не відбувається за рахунок включення випадкових видів. Але використана нами модель є зручною для графічної інтерпретації R-індексу.

Оцінка репрезентативності видового складу асоціацій

Синтаксон	Кількісні показники для синтаксонів						
	S	M	N	S/N	R	R _i	N _p
<i>Medicago romanicae</i> — <i>Poetum angustifoliae</i>	80	24,0	8	10,0	0,58	2	10
<i>Thalictrum mini</i> — <i>Salvietum pratensis</i>	83	17,7	13	6,38	0,64	2	14
<i>Anthyllidi macrocephalae</i> — <i>Festucetum valesiacae</i>	82	28,1	7	11,71	0,58	2	9
<i>Astragalo dasyanthi</i> — <i>Elytrigietum intermediae</i>	94	22,8	12	7,83	0,66	1	12
<i>Carici humilis</i> — <i>Stipetum pennatae</i>	40	14,8	5	8,0	0,46	3	8
<i>Gypsophilo paniculatae</i> — <i>Stipetum capillatae</i>	33	12,4	5	6,60	0,47	2	8
<i>Astragalo austriaci</i> — <i>Salvietum nutantis</i>	108	22,5	14	7,71	0,66	1	14
<i>Potentillo impolitaе</i> — <i>Festucetum valesiacae</i>	66	15,4	7	9,43	0,39	3	13
<i>Agrimonio eupatoriaе</i> — <i>Poetum angustifoliae</i>	84	18,9	13	6,46	0,66	1	13
<i>Galio veri</i> — <i>Agrostietum tenuis</i>	69	23,2	5	13,80	0,41	3	9
<i>Medicago lupulinae</i> — <i>Phleetum pratensis</i>	78	19,9	12	6,50	0,67	1	12
<i>Deschampsio</i> — <i>Poetum palustre</i>	73	17,8	9	8,11	0,54	2	12
<i>Galio palustre</i> — <i>Agrostietum stoloniferae</i>	62	15,4	9	6,89	0,55	2	12
<i>Carici vulpinae</i> — <i>Juncetum effusi</i>	45	13,9	7	6,43	0,54	2	10
<i>Lysimachio vulgaris</i> — <i>Filipenduletum</i>	46	12,6	7	6,57	0,48	2	11
<i>Sphagno</i> — <i>Caricetum lasiocarpaе subass. typicum</i>	23	13,7	3	7,67	0,44	3	5
<i>S. — C. subass. caricetum rostratae</i>	23	12,0	3	7,67	0,36	3	6
<i>Caricetum elatae</i>	29	11,8	5	5,80	0,51	2	7
<i>Glycerietum fluitantis</i>	58	15,0	7	8,29	0,45	3	11
<i>Caricetum ripariae</i>	39	14,4	5	7,80	0,46	3	8
<i>Caricetum acutiformis</i>	39	12,7	6	6,50	0,49	2	9
<i>Stachyeto palustris</i> — <i>Caricetum acutae</i>	51	15,6	7	7,29	0,53	2	10
<i>Ribo nigri</i> — <i>Alnetum</i>	41	14,8	6	6,83	0,54	2	8
<i>Ficario</i> — <i>Ulnetum</i>	49	21,6	7	7,0	0,68	1	7
<i>Lamio</i> — <i>Quercetum subass. dryopteridosum</i>	40	18,1	10	4,0	0,78	1	6
<i>L. — Q. alliaretosum</i>	48	17,3	7	6,86	0,60	2	8
<i>Stellario holosteaе</i> — <i>Aceretum platanoiditis</i>	42	17,4	11	3,82	0,78	1	7
<i>Melici nutantis</i> — <i>Quercetum roboris</i>	73	18,0	9	8,11	0,55	2	12
<i>Potentillo albae</i> — <i>Quercetum roboris</i>	118	33,0	10	11,80	0,64	2	11
<i>Molinio</i> — <i>Pinetum</i>	76	19,8	9	8,44	0,57	2	11
<i>Peucedano</i> — <i>Pinetum</i>	87	26,3	8	10,88	0,59	2	10
<i>Dicrano</i> — <i>Pinetum</i>	51	17,1	7	7,29	0,57	2	9
<i>Thymo pallasiани</i> — <i>Centauretum sumensis</i>	51	21,0	5	10,20	0,51	2	7

Примітка: R_i — бальна оцінка величини, R, N_p — теоретично розрахована кількість описів для репрезентативного представлення флори синтаксону

З іншого боку, величина M у формулі 1 на початку виявлення видового складу, коли відбувається швидкий приріст списку видів і тому M>S/N, пропорційна тангенсу кута α нахилу дотичної кривої «кількість видів/описів» до

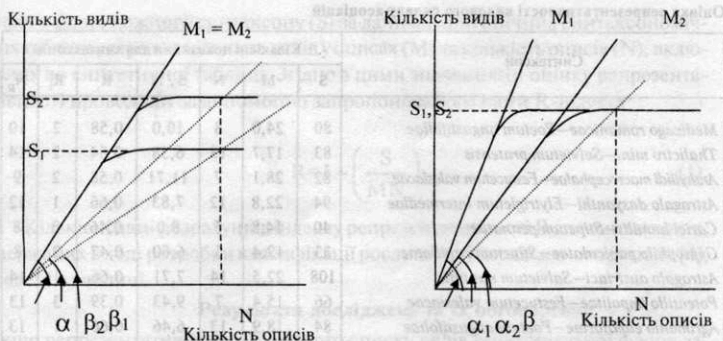


Рис. 1. Крива виявлення видового складу за умови різного (а) та однакового (б) багатства флор двох синтаксонів

Fig. 1. Curve of revealing species composition under condition of different (a) and equal (b) species richness of two syntaxons

осі абсцис (див. рис. 1). Отож формулу 1, використовуючи тангенси зазначених кутів, можемо подати таким чином:

$$R \approx 1 - \left(\frac{\operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha} \right) \quad (2)$$

Для випадку, зображеного на рис. 1, а, згідно з формулою 2 можемо записати: $R_1 \approx 1 - \left(\frac{\operatorname{tg} \beta_1}{\operatorname{tg} \alpha} \right)$ та $R_2 \approx 1 - \left(\frac{\operatorname{tg} \beta_2}{\operatorname{tg} \alpha} \right)$, тому при $\beta_2 > \beta_1 \Rightarrow R_2 < R_1$.

Розглянемо інший випадок. Нехай необхідно оцінити репрезентативність фітоценонів A_1 та A_2 , причому вони мають однаковий рівень видового багатства ($S_1 = S_2$), але «насичення» їх списків відбувається з різною швидкістю, тому $M_1 > M_2$ (рис. 1, б). Швидка стабілізація кількості видів в ценозах відбувається при наявності сильного едіфікатора і, як окремий випадок, в гідрофітних угрупованнях. Тоді $\alpha_1 > \alpha_2$, тобто за формулою 2 необхідна більша кількість описів для репрезентативного виявлення видового складу фітоценону A_2 , або при $N_1 = N_2$ репрезентативність A_1 вища $R_1 > R_2$.

Розглянемо залежність R від таких параметрів, як S , M , N . Маємо такі головні екстремуми для даної функції.

При $M = \frac{S}{N} \Rightarrow R_{\min} = 0$ приріст списку видів максимальний, а репрезентативність має мінімальне значення. Така ситуація спостерігається на початку інвентаризації флористичного складу фітоценону і свідчить про те, що її слід продовжувати.

При $M = S \Rightarrow R = 1 - \left(\frac{1}{N}\right)$ ситуація є протилежною, тобто приріст списку видів відсутній, а крива паралельна осі «кількість описів». Останній випадок розпадається на два.

При $N = 1 \Rightarrow R_{\min} = 0$ (один опис не може бути репрезентативним у відображенні видового складу будь-якого фітоценозу);

При $N \rightarrow \infty \Rightarrow R \rightarrow 1$ (збільшення кількості повторів підвищує репрезентативність, але, оскільки залежність не лінійна вигляду $R = 1 - \left(\frac{1}{N}\right)$, просте тиражування однакових описів ($S = \text{const}$) істотно не впливає на значення R : при $N = 1 \Rightarrow R = 0$; $N = 2 \Rightarrow R = 0,5$; $N = 3 \Rightarrow R = 0,67$ і т.д.).

Для спрощення інтерпретації одержаних даних доцільно кількісні значення репрезентативності привести до шкали інтервалів (синтаксони низької, середньої та високої репрезентативності) (позначені R_i в таблиці). Одержані нами показники репрезентативності для досліджених синтаксонів мають діапазон значень від $R_{\min} = 0,36$ до $R_{\max} = 0,78$ при середньому $R_{\text{cp}} = 0,56$. Розраховане для цієї вибірки стандартне відхилення $\Delta R = 0,10$, а значення R мають нормальний розподіл (рис. 2).

Згідно з цим, бальні значення синтаксонів низької репрезентативності лежать в інтервалі $R \leq (R_{\text{cp}} - \Delta R) \Rightarrow R_i = 3$, середньої ($R_{\text{cp}} \pm \Delta R) \Rightarrow R_i = 2$ та високої $R \geq (R_{\text{cp}} + \Delta R) \Rightarrow R_i = 1$ репрезентативності R .

Таку операцію переведення до інтервальної шкали ми рекомендуємо здійснювати у зв'язку зі значною чутливістю R -індексу до суб'єктивних факторів, в т.ч. і трактування «обсягу асоціації» різними дослідниками. Зведення абсолютних значень R -індексу до шкали інтервалів зменшує таку чутливість. Поки що важко рекомендувати певні кількісні значення R для оцінки флористичної репрезентативності фітоценозів будь-яких регіонів, хоч з іншого боку це залишає шлях до порівняння за останнім показником.

Повернемося до даних, зведених у таблиці, де представлено 33 синтаксони природної рослинності лучного степу, лук, лісів, боліт та пустищ дослідженого регіону. Дані щодо видового багатства фітоценозів (M), а також багатства ценофлор (S) представляють значний інтерес для характеристики рослинності певного регіону. Так, найвищі значення M є в лучно-степових (*Medicago-Festucetum valesiacae*), флористично багатих дубових (*Aceri tatarici-Quercetum roboris*) та мішанолісових (*Violo-Quercetum*) угрупованнях (див. таблицю). Низькі значення цього ж показника властиві болотним асоціаціям (*Caricetum elatae*) та деяким степовим ценозам (*Stipetum capillatae*), що корелює із екстремальністю екологічних умов в цих типах угруповань відносно типових для регіону, що призводить до збіднення фітоценозів.

Взагалі болотним синтаксонам, як і ксерофільнішим степовим асоціаціям, відповідає бідний видовий склад, що видно із тенденції значень S (див.

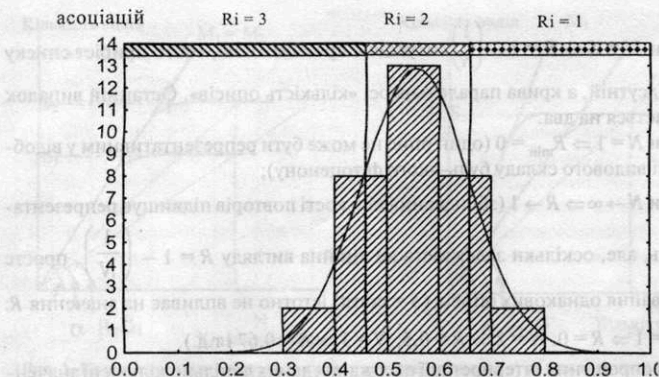


Рис. 2. Гістограма значень R -індексу та його відповідність бальним оцінкам репрезентативності

Fig. 2. Histogram of values of R -index and conformity to its ball assessment of representability

таблицю). Це узгоджується із загальним зменшенням багатства конкретних флор при просуванні на північ та південь [5], де згадані типи стають переважачими у рослинному покриві.

Інтервальні оцінки R_i свідчать про те, що низька репрезентативність властива асоціаціям болотної рослинності, а висока, навпаки, — лісовим синтаксонам, навіть при близьких показниках S та N (див. таблицю). Можливо, в якійсь мірі це пов'язано з використанням нефлористичних (фізіономічних) критеріїв при класифікації боліт, що обумовило значну трансгресію амплітуд видів між близькими асоціаціями. Це погіршує якість підбору описів у фітоценоні і зменшує показник R . Довести це можна таким чином. Спробуємо об'єднати близькі за флористичним складом асоціації, наприклад *Caricetum gracilis*, *Caricetum acutiformis*, *Caricetum ripariae*, і перерахуємо значення R для такого комплексу, який, до речі, відповідає союзу *Caricion gracilis*: $R = 1 - (74 / (14,2 \times 18)) = 0,71$, і тому $R_i = 1$. Як бачимо, в межах однієї вибірки низька репрезентативність фітоценонів на рівні асоціацій може стати високою для рівня союзу і т.д. Отож, інше застосування R -індексу пов'язане з використанням його як наближеного критерію для прийняття рішення щодо доцільності подальшого поділу синтаксономічної одиниці при наявному обсязі відповідних геоботаничних описів.

Низька репрезентативність у деяких випадках може залежати і від об'єктивних причин. Мезотрофні болота (*Caricetum rostratae*, *C. lasiocarpae*) та ковилові ценози (*Carici humilis-Stipetum pennatae*, *Stipetum capillatae*) представлені у регіоні фрагментарно і трапляються дуже рідко, ценози відповідних екотипів є флористично ненасиченими. Навіть при достатній кількості описів досягти стабілізації видового багатства важко, бо на межі ареалу в ценози проникають «випадкові» види, знижуючи репрезентативність «характерного» видового складу фітоценону.

R-індекс може мати прогностичне значення. Скажімо, нас цікавить скільки описів (N_p) має включати фітоценотична таблиця для репрезентативного відображення видового складу фітоценону. Звичайно, йдеться про мінімальну кількість описів, не враховуючи їх бракування під час класифікації і т.п. Ми знаємо тепер, що відображення фітоценону з певними значеннями для нього S , M , N буде репрезентативним ($R_i = 1$) за умови $R \geq (R_{cp} + \Delta R) = 0,66$. Тоді значення N , яке ми хочемо знайти, за формулою 1 становить $N_p = S / ((1 - 0,66) \times M)$. Звичайно, при цьому робиться припущення, що зміна N_p не призведе до зміни значень S та M . Незважаючи на те, що розрахунок N_p є наближеним, він дає цінну інформацію (таблиця). Наприклад, бачимо, що для лучних та степових ценозів у фітоценотичній таблиці необхідно приводити в середньому 11 описів, а для болотних та лісових достатньо 8 та 9 описів, відповідно.

Знаючи середню величину репрезентативності R_{cp} , можемо представити формулу 1 таким чином: $M_{cp} / S_{cp} = 1 / (N_{cp} \times (1 - R_{cp}))$. Згідно з розрахунками одержуємо: $M_{cp} / S_{cp} = 1 / (7,8 \times (1 - 0,56)) \approx 0,3$. Даний критерій (M_{cp} / S_{cp}) свідчить про те, що в дослідженому регіоні один довільно взятий геоботанічний опис при обраній методиці польових досліджень відображає приблизно 30 % ценофлори рівня асоціації «середнього обсягу».

З іншого боку, з цього ж рівняння випливає, що для її репрезентативного відображення ($R_i = 1$) за умови $R \geq (R_{cp} + \Delta R) = 0,66$ необхідно близько $N_{cp} = S_{cp} / (1 - (R_{cp} + \Delta R) \times M_{cp}) = 1 / ((1 - 0,66) \times 0,3) \approx 10$ описів. Таку ж кількість інтуїтивно і пропонували для виділення синтаксонів. Слід все ж зазначити, що всі одержані кількісні показники є емпіричними величинами, які визначаються специфікою дослідженого регіону.

Висновки

Запропонований метод оцінки репрезентативності виявлення видового складу синтаксону базується на феномені стабілізації кількості видів, пов'язаному з універсальною дискретно-континуальною структурою будь-якого рівня ієрархії фітосистем. Інтерпретація значень R-індексу ускладнюється його чутливістю до багатьох факторів, зокрема суб'єктивних. Проте переваги його використання полягають у тому, що він визначається таксононеспецифічними ознаками — видовим багатством, кількістю описів. Це відкриває шлях до широкого порівняння, зокрема синтаксонів зовсім різних за екологією типів рослинності.

1. *Геоботанічне районування Української РСР* / Андрієнко Т.Л., Білик Г.І., Бродіс Є.М. та ін. — К.: Наук. думка, 1977. — 302 с.
2. *Гончаренко І.В.* Степова рослинність північно-східної частини Лівобережного Лісостепу України та її аналіз // *Укр. ботан. журн.* — 2000. — 57, № 3. — С. 257—264.
3. *Гончаренко І.В.* Лучна рослинність північно-східної частини Лівобережного Лісостепу України // Там же. — 2000. — 57, № 6. — С. 669—676.
4. *Гончаренко І.В.* Аналіз рослинного покриву північно-східного Лісостепу України // *Укр. фітоцен. зб.* — Сер. А., вип. 1(19). — К.: Фітосоціоцентр, 2003. — 203 с.
5. *Мальцев Л.И.* Зависимость флористического богатства от внешних условий и исторических факторов // *Ботан. журн.* — 1969. — 54, № 8. — С. 1137—1147.

6. Малишев Л. И. Количественный анализ флоры: пространственное разнообразие, уровень видового богатства и репрезентативность участков обследования // Там же. — 1975. — 60, № 11. — С. 1537—1550.
7. Юрцев Б. А., Камелин П. В. Очерк системы основных понятий флористики // Теоретические и методические проблемы флористики: Мат-лы раб. совещ. по сравнит. флористике (Неринга, 1983). — Л.: Наука, 1987. — С. 242—266.

Рекомендуе до друку
Я. П. Дідух

Надійшла 25.02.2002

И. В. Гончаренко

Сумской государственный педагогический университет им. А. С. Макаренко

МЕТОД ОЦЕНКИ РЕПРЕЗЕНТАТИВНОСТИ ВИДОВОГО СОСТАВА СИНТАКСОНОВ

Предложен количественный индекс (R-индекс) для оценки репрезентативности выявления видового состава синтаксонов. Он зависит от совокупного влияния объективных, определяемых характеристиками самой растительности, и субъективных факторов, возникающих на синтетическом этапе классификации. Метод основывается на явлении насыщения флористических списков, которое отображается известной кумулятой «количество видов/описаний» логарифмического вида, и является следствием универсальной дискретно-континуальной организации фитосистем любого уровня иерархии. В расчет R-индекса включены таксоно-неспецифические показатели — среднее количество видов в описании синтаксона, его флористическая насыщенность. Рассматриваются возможные подходы к интерпретации полученных результатов оценки репрезентативности синтаксонов природной растительности Сумского геоботанического округа (Левобережная Лесостепь Украины).

I. V. Goncharenko

A Meth A.S. Makarenko Sumy Pedagogical State
University for representability

EVALUATION OF SPECIES COMPOSITION OF SYNTAXONS

The quantitative index (R-index) for an evaluation representability of revealing species composition of syntaxon is offered. It depends on cumulative influence of objective factors, determining by vegetation characteristics, and of subjective ones, arising at a synthetic stage of classification. The offered method is based on the phenomenon of a saturation of floristic lists which is reflected an accumulation curve «number of species/tests» of a logarithmic kind, and being consequence universal discrete — continuous organization of phytosystems on any its hierarchy level. In calculation of R-index are included taxon-nondeterminate parameters — average quantity of species in plots of syntaxon, its floristic saturation. Possible approaches to interpretation of the received results of an assessment representative sampling of syntaxa of natural vegetation in the Sumy geobotanic district (Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine) are considered.