

УДК 581.9

## ПРИМЕНЕНИЕ ИНДЕКСОВ СХОДСТВА И РАЗЛИЧИЯ ДЛЯ РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИЙ НА ОСНОВЕ ЛОКАЛЬНЫХ ФЛОР

© 2013 Н.В. Костина

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти

Поступила 21.09.2013

Рассматривается возможность применения индексов сходства или различия при сравнении локальных флор. На примере локальных флор Самарско-Ульяновского Заволжья показана возможность использования некоторых методов количественного анализа для определения флористических районов.

**Ключевые слова:** индексы сходства и различия, локальная флора, конкретная флора.

Одним из методов флористического районирования является сравнение списков видов, где отмечается присутствие того или иного вида на исследуемом участке. Опираясь на коэффициенты сходства или различия, обследованные участки объединяются в обоснованно различные классы (группы). В статье рассматривается применимость некоторых коэффициентов при классификации локальных флор на исследуемой территории регионального уровня.

В настоящее время существует несколько десятков коэффициентов (индексов, мер) сходства (общности) и различия и их модификаций [4, 5, 10, 20]. Рассмотрим некоторые из них, определив следующие обозначения для сравнения двух участков (рис. 1):

**x** – число видов, встречающихся, на первом участке, но отсутствующих на втором;

**y** – число видов, встречающихся на втором участке, но отсутствующих на первом;

**a** – число видов на первом участке (**x** + **c**);

**b** – число видов на втором участке (**y** + **c**);

**c** – число видов встречающихся и на первом и на втором участках (число общих видов);

**d** – число видов, отсутствующих и на первом и на втором участке, но встречающиеся на изучаемой территории;

**n** – общее количество видов на изучаемой территории (**x** + **c** + **y** + **d** = **a** + **b** - **c** + **d**).

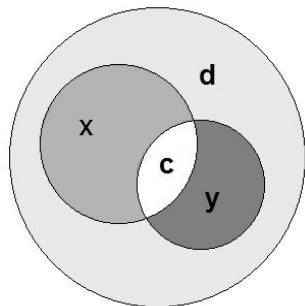


Рис. 1. Схема отношений между множествами (Круги Л. Эйлера)

Одним из наиболее простых и понятных показателей сходства является коэффициент Жаккара (1901), называемый также коэффициентом флористической общности [9]:

$$K_j = \frac{c}{a + b - c}.$$

Смысл этого коэффициента состоит в определении доли общих видов по отношению к числу видов объединенного списка двух участков. Чем больше общих видов (**c**), тем больше сходство.  $K_j$  может меняться от 0 (отсутствие общих видов) до 1 (полное видовое сходство участков).

Широко используется коэффициент Сьеренсена (1948)-Чекановского (1913), который также меняется в пределах от 0 до 1 и рассчитывается по формуле

$$K_s = \frac{2c}{a + b}.$$

Как видно из формулы, вычисляется доля общих видов по отношению к среднему арифметическому числу видов на двух участках.

Коэффициенты  $K_j$  и  $K_s$  связаны между собой:

$$K_j = \frac{K_s}{2 - K_s}, \quad K_s = \frac{2K_j}{K_j + 1}.$$

В случае, когда определяется среднее геометрическое от числа видов на двух участках, имеем коэффициент Охаи (1957):

$$K_o = \frac{c}{\sqrt{ab}}.$$

Коэффициент Кульчинского (1927) представляет суперпозицию двух коэффициентов:

$$K_k = \frac{c}{2} \left( \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right) = \frac{c(a+b)c}{2abc} = \left( \frac{a+b}{2c} \right) \left( \frac{cc}{ab} \right) = \frac{K_o^2}{K_s}.$$

Показано, что коэффициенты сходства связаны следующим неравенством [10]:

$$K_k > K_o > K_s > K_j.$$

Приведем другие коэффициенты сходства.

Коэффициент Экмана (1940):

$$K_e = \frac{x+y}{c},$$

который имеет нижний предел 0 (полное сходство), но не имеет верхнего предела и зависит от числа видов на участках.

Не трудно заметить, что

$$K_j = \frac{a + b - 2c}{c} = \frac{1}{K_j} - 1.$$

Стугрен и Радулеску (1961) попытались освободить формулу Экмана от ее основного недостатка – отсутствия верхнего предела – и предложили свой коэффициент [20]:

$$K_{sr} = \frac{x + y - c}{x + y + c}.$$

Коэффициент изменяется в пределах от -1 до +1 (в пределах от -1 до 0 указывает на сходство, а в пределах от 0 до +1 – на различие).

В обозначениях (a, b, c) имеем:

$$K_{sr} = \frac{a + b - 3c}{a + b - c} = 1 - \frac{2c}{a + b - c} = 1 - 2K_j.$$

Таким образом, предложено считать, что при  $K_j > 0,5$  участки следует отнести к одной флоре, а при  $K_j < 0,5$  к разным. Тогда для  $K_s$  пороговая величина составит 0,67; для  $(1 - K_j)$  – 0,33.

Если определить долю общих видов по отношению к максимальному или минимальному количеству видов из двух рассматриваемых участков, то имеем коэффициенты Браун-Бланке (1928) и Шимкевича (1934)-Симпсона (1943):

$$K_{bb} = \frac{c}{\max(a, b)} \text{ и } K_{shs} = \frac{c}{\min(a, b)}. \quad (1)$$

Эти коэффициенты иногда называют мерами включения.

Для сопоставления списков видов на участках может быть использован показатель различия Престона (1962), который был применен для фаунистического районирования моллюсков [15]. Построение показателя основано на гипотезе о степенной зависимости числа видов (N) от площади участка (A):

$$N = KA^z,$$

где K и z – постоянные величины не равные нулю.

Если рассматривать два участка как части одного флористического района, то

$$N_{1+2} = K(A_1 + A_2)^z.$$

Зная, что  $N_1 = KA_1^z$  и  $N_2 = KA_2^z$ , получаем

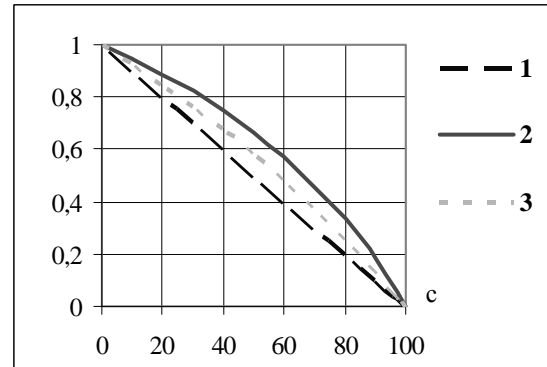
$$A_1 + A_2 = \left(\frac{N_1}{K}\right)^{1/z} + \left(\frac{N_2}{K}\right)^{1/z} = \left(\frac{N_{1+2}}{K}\right)^{1/z},$$

$$\left(\frac{N_1}{N_{1+2}}\right)^{1/z} + \left(\frac{N_2}{N_{1+2}}\right)^{1/z} = 1, \quad (2)$$

где  $N_1$  – число видов на одном участке,  $N_2$  – число видов на другом участке,  $N_{1+2}$  – общее число видов (объединенный список для двух участков), z – показатель различия. Участки счита-

ются принадлежащими к одному флористическому району, если  $z < 0,27$  и к разным районам, если  $z > 0,27$ . Величину z можно определить по опубликованной таблице [15, 23] или вычислить, применив алгоритм из численных методов (например, метод хорд).

На рисунке 2 показано изменение значений коэффициентов различия в зависимости от количества общих видов на двух участках. Для этого примера оба сравниваемых участка представлены 100 видами (a = b = 100).



1 – индекс различия Сьеренсена-Чекановского (1-K<sub>s</sub>);  
2 – индекс различия Жаккара (1-K<sub>j</sub>);  
3 – показатель различия Престона (z)

Рис. 2. Изменение значений коэффициентов с увеличением количества общих видов

Популярной метрикой для измерения расстояний между объектами в многомерном пространстве является евклидова метрика:

$$D_e = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_{jk})^2},$$

где i, j – объекты,  $x_k$  – характеристики или показатели объектов; n – общее количество характеристик.

Для флористических списков, когда отмечается только присутствие (1) или отсутствие (0) того или иного вида на участке, евклидово расстояние между участками следующее:

$$D_e = \sqrt{a + b - 2c}.$$

Эта метрика эквивалентна индексам различия: чем меньше величина  $D_e$ , тем больше близки участки по видовому составу. Поскольку верхний предел отсутствует, то можно перейти к нормированному значению:

$$D'_e = \frac{D_e}{D_e^{\max} - D_e^{\min}},$$

где максимально возможное значение  $D_e^{\max} = \sqrt{a + b}$ , (при c = 0); минимальное значение  $D_e^{\min} = 0$ , (a = b = c). Тогда нормированное значение:

$$D'_e = \sqrt{\frac{a + b - 2c}{a + b}} = \sqrt{1 - \frac{2c}{a + b}} = \sqrt{1 - K_s}.$$

Таким образом, имеем коэффициент различия, представляющий собой квадратный корень из коэффициента различия Сьерсенсена-Чекановского.

В математической статистике степень связи между изучаемыми объектами или процессами принято измерять с помощью *коэффициента корреляции* Пирсона:

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i Y_i) - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n Y_i}{\sqrt{(n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2)(n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2)}}$$

в наших обозначениях (для качественных признаков):

$$r = \frac{nc - ab}{\sqrt{(na - a^2)(nb - b^2)}} = \frac{dc - xy}{\sqrt{ab(x+d)(y+d)}} \quad (3)$$

Из формулы (3) видно, что чем больше величины **c** и **d**, тем выше коэффициент корреляции, т.е. учитывается не только совокупность видов, совместно присутствующих на двух участках, но и видов, совместно отсутствующих на этих участках, но встречающихся на рассматриваемой территории. Для случая **dc < xy**, когда совместное присутствие видов незначительно (большинство видов одного участка полностью отсутствуют на другом, и наоборот) и **d** невелико, коэффициент корреляции имеет отрицательное значение (списки видов "находятся в противофазе"), что говорит о значительном различии рассматриваемых флор.

При учете только первого слагаемого формулы (3) имеем коэффициент сходства Сокала-Снита (1963), который не является строго нормированной величиной и может принимать значения больше 1. Этот коэффициент, в отличие от коэффициента корреляции всегда положителен.

$$Iss = \frac{dc}{\sqrt{ab(x+d)(y+d)}}$$

Для случая, когда сравниваются только два участка без учета величины **d**, имеем отрицательную величину:

$$r = -\sqrt{\frac{(a-c)(b-c)}{ab}}$$

Введем величину **Rp** как коэффициент различия, полученный из коэффициента корреляции Пирсона (**R** – различие, **p** – Пирсон), значение которого лежит в пределах от 0 до 1, причем при значениях близких к 0 имеем сходные участки по видовому составу:

$$Rp = \sqrt{\frac{(a-c)(b-c)}{ab}} = \sqrt{\left(1 - \frac{c}{a}\right)\left(1 - \frac{c}{b}\right)} = \sqrt{(1 - K_{shs})(1 - K_{bb})}$$

Этот коэффициент является средним геометрическим между коэффициентами различия Браун-Бланке ( $1 - K_{bb}$ ) и Шимкевича-Симпсона ( $1 - K_{shs}$ ), а при  $a \approx b$  ведет себя как индекс различия Сьерсенсена-Чекановского ( $1 - K_s$ ). Использование только одной из мер включения, например Шимкевича-Симпсона, хотя и дает представление о том, насколько один участок является подмножеством другого с точки зрения видового состава, но не учитывает "потенциал" различия сравниваемых участков, как это заложено в коэффициенте **Rp**.

Изменение значений некоторых коэффициентов различия с увеличением общих видов на анализируемых участках представлено на рис. 3 и не требует особых комментариев. Отметим, что для всех коэффициентов, кроме показателя Престона **z**, пороговое значение для определения схожести участков является субъективной оценкой исследователя.

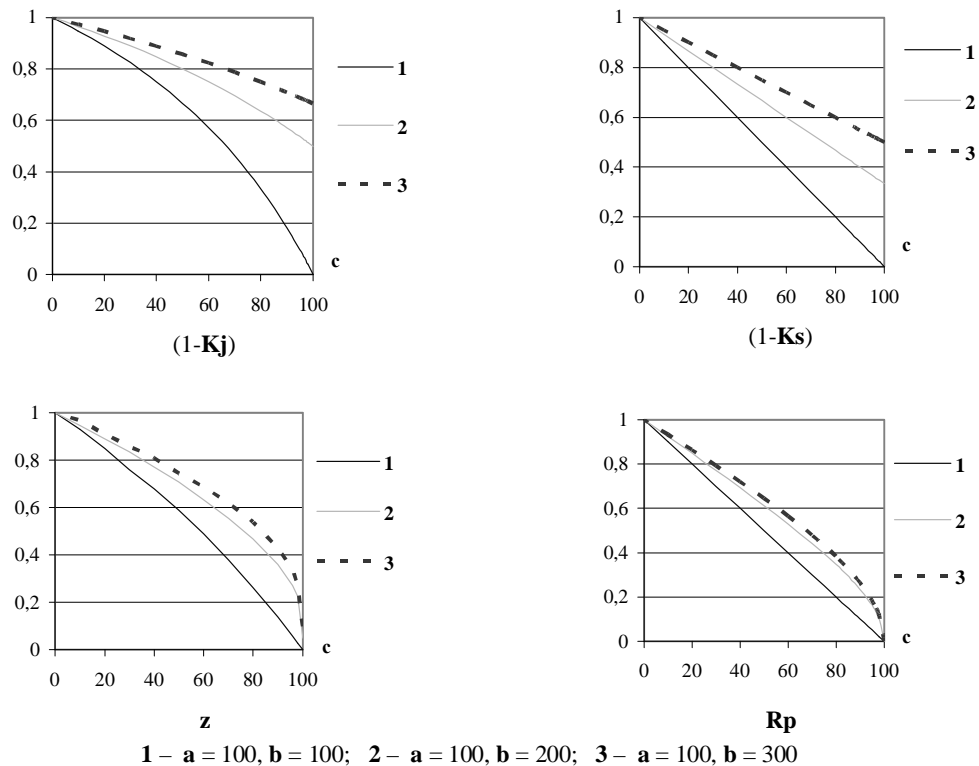
Особое место занимает применение *многомерного анализа*, когда исследуемая территория рассматривается как совокупность участков, которую необходимо разделить на группы (классы). Используя матрицы рассчитанных коэффициентов различия между участками с помощью, например, программного пакета Statistica можно построить соответствующие дендрограммы. Однако следует иметь в виду, что рассчитанные коэффициенты корреляции зависят от величины **d** (для каждой сравниваемой пары), т.е. зависят от общего списка видов, свойственных для выбранной изучаемой территории.

Интерес представляет коэффициент сходства (общности), вычисляемый для совокупности участков какой-либо изучаемой территории по индексу биологической дисперсности (IBD) Коха (1957) [22]:

$$IBD = \frac{T - S}{S(n-1)} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i - S}{S(n-1)},$$

где территория (A) представлена системой подрайонов ( $A_1, \dots, A_n$ ),  $n$  – число подрайонов,  $S_1, \dots, S_n$  – число видов в каждом из подрайонов,  $S$  – число видов на территории (A). IBD меняется от 0 до 1 (в процентах – от 0 до 100%) и чем больше количество общих видов для разных подрайонов, тем выше сходство. Для  $n = 2$  имеем коэффициент сходства Жаккара ( $K_j$ ).

Таким образом, определение групп подрайонов с высоким IBD отображает биогеографическое деление на изучаемой территории.



**Рис. 3.** Изменение значений коэффициентов различия с увеличением количества общих видов для нескольких вариантов числа видов на участках

Выше были рассмотрены некоторые коэффициенты сходства и различия между участками. Под участками понималась территория любой площади и формы. Эта территория может иметь географическую привязку как регионального (административные единицы, бассейны рек, отдельные ландшафты), так и локального уровня (участки площадью до 100 км<sup>2</sup>). Участок не обязательно может быть привязан к территории по "площадному критерию". Он может отражать "экологический смысл": выделенную конкретную (элементарную) флору, отдельный фитоценоз или экотоп. Использование того или иного коэффициента для классификации вышеперечисленных участков зависит от поставленных целей и задач (например, сравнение однотипных экотопов на изучаемой территории).

Уделим внимание локальным флорам. Под локальной флорой в данном случае подразумевается небольшой обследованный участок местности, для которого составлен список видов растений. Очевидно, что наилучший результат будет получен при максимально полных списках, что в силу разнообразных причин (субъективных и объективных) не всегда соблюдается. Степень изученности различна: от неоднократных посещений в течение нескольких лет и в разные периоды вегетационного сезона (что влияет на точное определение видового состава) до одноразовых визитов. Учет эволюционных и антропогенных изменений на изучаемой территории также приводит к тому,

что уровень описаний (степень изученности) может только приблизиться к полному. Таким образом, на практике мы всегда имеем дело только с выборкой из реально существующей флоры. Обследования проводятся, как правило, маршрутным методом с охватом частично или полностью имеющихся экотопов и соответствующих им фитоценозов, в том числе и антропогенно трансформированных, а также имеющихся экотонов. Все это отражается на содержании видовых списков.

Если разница в количестве видов в описаниях локальных флор по вышеуказанным причинам значительна (например, в разы), тогда коэффициенты Сьеренсена-Чекановского и Жаккара, а также евклидова метрика, всегда покажут флористическое различие, даже если один участок (с наименьшим количеством видов) является очевидным подмножеством другого за исключением случайностей. Такой недостаток подталкивает к использованию мер включения (1) и "учтен" в коэффициентах различия  $z$  и  $R_p$  (рис. 3).

Исходя из вышеописанного вывода вычисления  $z$  (2), видно, что результаты, когда  $z < 0,27$  будут получены при сравнении прилегающих друг к другу территорий (совокупностей локальных флор, включающих максимальное число экотопов), принадлежащих к одному флористическому району. Сравнение отдельных локальных флор с видовым составом, отражающим разные экотопы (по количеству и типам), никогда не даст адекватного результата. Логичнее сравнивать ме-

жду собой сообщества одного типа: луговые, лесные, каменистые степи и т.д.

Приведенные ниже примеры основаны на описаниях локальных флор, сделанных в период с 2004 по 2012 гг. сотрудниками лаборатории проблем фиторазнообразия Института экологии Волжского бассейна РАН. Анализируемая территория включает в себя север Самарской, небольшой участок Оренбургской и восточную часть Ульяновской областей.

Следует помнить, что, изучая территорию регионального уровня, находящуюся в одной климатической зоне, мы имеем дело с гетерогенной (неоднородной) системой. Неоднородность связана в первую очередь с эдафическими особенностями рассматриваемых участков. Принадлежат ли локальные флоры разным флористическим районам или являются представителями одной конкретной флоры\* [16, 17, 21] – весьма непростой вопрос.

В рассмотрение были взяты 60 локальных флор территории Сокского бассейна и проведен многомерный анализ методом главных компонент (Пирсон, 1901). Этот метод анализа позволил выявить внутреннюю структуру данных и отобразить на плоскости (в пространстве двух главных компонент) полученные результаты (рис. 4 и 5).

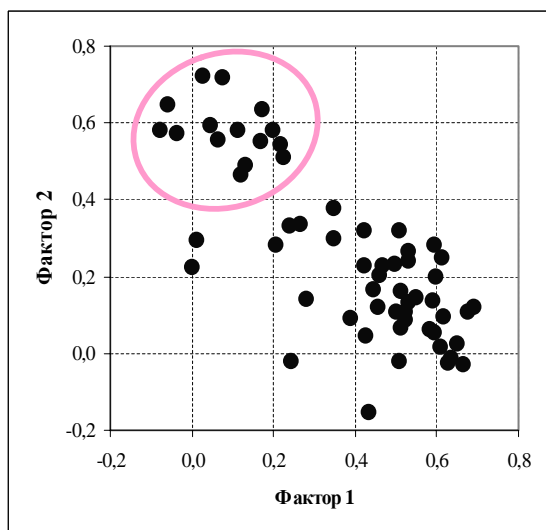


Рис. 4. Расположение локальных флор в пространстве двух факторов

Результат, как и ожидалось, показал расположение локальных флор не по географическому принципу, а по совокупностям экотопов, характеристики которых "отражаются" в видовых списках. Полученное разложение объясняет 30,6% статистической вариации, что является небольшой величиной. Тем не менее, есть возможность выделить группу локальных флор (рис. 4), имеющих в своем составе в большей степени около-

водную, водную, луговую растительность. Остальные локальные флоры не имеют околоводных экотопов, и описания ограничиваются степными и лесными сообществами. Таким образом, первый фактор можно условно обозначить как "сухо", а второй – "влажно".

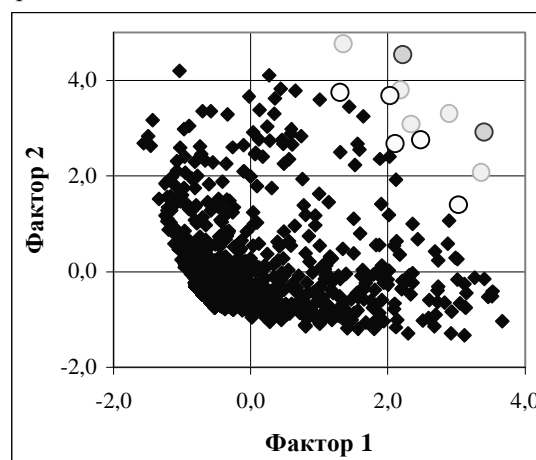


Рис. 5. Расположение видов в пространстве двух факторов

На рисунке 5 показано расположение видов в пространстве двух факторов. Кружками обозначены виды, вероятность встречаемости которых составляет более 0,66. К ним относятся *Bromopsis inermis*, *Artemisia vulgaris*, *Astragalus cicer*, *Calamagrostis epigeios*, *Lavatera thuringiaca*, *Pimpinella saxifraga*, *Seseli libanotis* и *Urtica dioica*. Большинство из них имеют широкий эколого-ценотический спектр, другие косвенно отображают наличие нарушенных или трансформируемых территорий. Виды, имеющие отрицательные координаты по обоим осям, являются "редкими" (встречаемость менее 0,1).

На данном примере видно, что выделить скопления локальных флор не всегда представляется возможным, поскольку не учтены все влияющие факторы (около 70%) и выделение промежуточного или другого обособленного класса (группы) локальных флор неоднозначно.

При классификации любых других участков – от отдельных фитоценозов до территорий регионального уровня приходится сталкиваться с той же проблемой. Она в первую очередь связана с континуальностью распространения растительности по территории. Следовательно, можно ожидать, что при проведении многомерного анализа, например, в программе Statistica, при построении дендрограмм с помощью коэффициентов различия и разных методов объединения, получается неодинаковый результат. В этом случае итоговая картина, в большей степени, зависит от "тонкостей" методов объединения, чем отражает реально существующую группировку. Если группировка существует, любой метод объединения

\* На одинаковых экотопах мы видим одинаковый набор видов [21].

должен показать примерно одинаковый результат.

Таким образом, совсем не обязательно приводить варианты разных методов объединения, отображающие примерно один и тот же результат (реально существующая классификация), или выбирать "понравившийся" вариант, зная, что выделение классов не является четким.

Далее уделим внимание отображению схожести по видовому составу между отдельными локальными флорами с помощью графов и построению остоного дерева, которое еще называют стягивающим деревом или каркасом.

Несложно рассчитать коэффициенты сходства или различия, некоторые из которых функционально связаны между собой (см. выше), между любой осмысленно выбранной совокупностью локальных флор, и получить соответствующую матрицу для построения остоного дерева, воспользовавшись существующими алгоритмами Краскала (1956) или Прима (1957). Эти алгоритмы с точки зрения классификации напоминают метод "ближайшего соседа". Для отображения полученного графа на плоскости можно воспользоваться существующим пакетом GraphViz ([www.graphviz.org](http://www.graphviz.org)) или использовать эвристические алгоритмы [3].

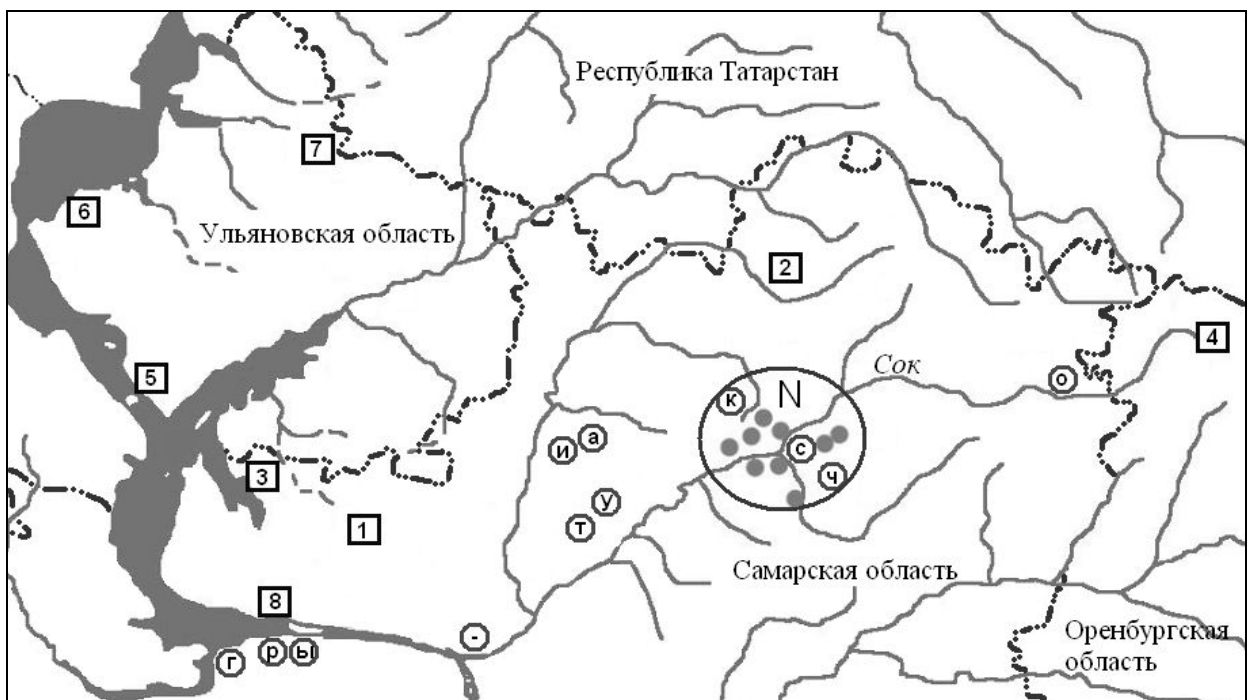
Рассмотрим два примера классификации локальных флор (таблица, рис. 6). Сравнивая имеющиеся видовые списки локальных флор Самарско-Ульяновского Заволжья, следует иметь в виду, что их состав отражает лишь несколько типов экотопов, характерных для изучаемой территории в целом.

**Таблица.** Локальные флоры Самарско-Ульяновского Заволжья, используемые в анализе [1, 6, 7, 8, 11-14]

Обозначения	Локальная флора	Число видов*
у	гора Лысая	139
ч	гора Высокая	233
а	гора Лысая	261
с	Серноводский шихан	359
т	гора Красная	283
к	гора Успенская шишка	234
и	гора Зеленая	281
-	Царев курган	237
г	Молодецкий курган	235
о	гора Козья	74
р	Могучова гора	479
ы	гора Лысая	408
N	Зона окрестностей с. Сергиевск	598
1	Ташлинская балка	356
2	Токмакла	384
3	Сусканский залив	514
4	Истоки р. Сок	242
5	Белоярский лес	378
6	с.Архангельское	497
7	Окр. с. Лесное Никольское	311
8	г. Тольятти и окрестности	323

Примечание: \* - без культивируемых видов.

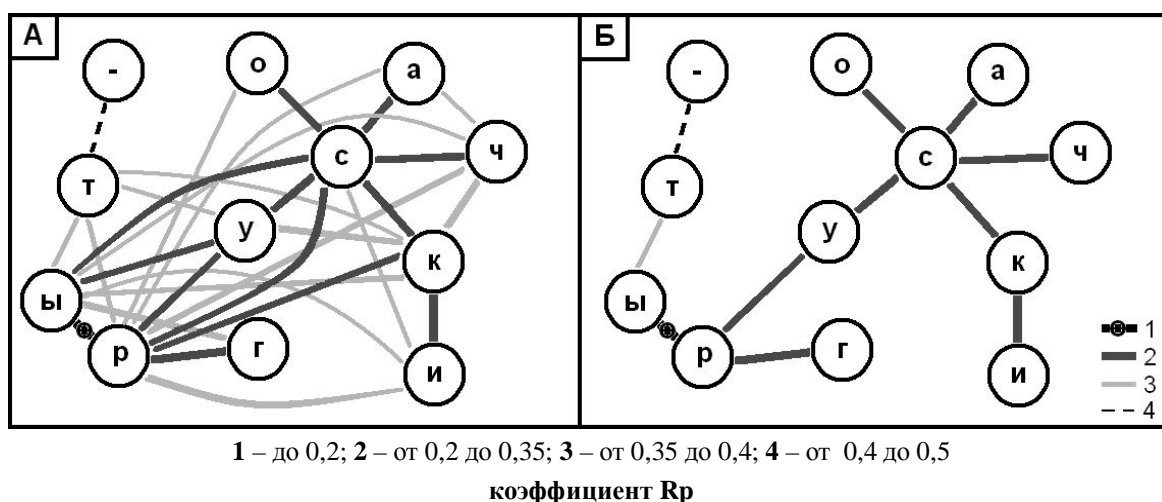
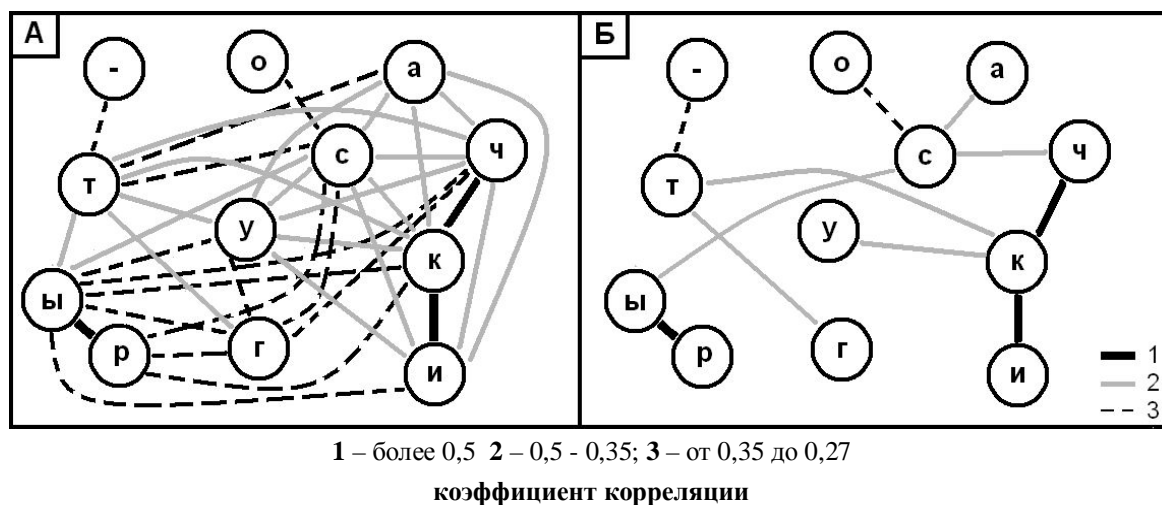
Отметим, что в рамках концепции конкретной флоры по Толмачеву (1931)-Юрцеву (1980) для совокупности принадлежащих ей отдельных однотипных фитоценозов или участков локальных флор на сходных экотопах следует ожидать высокой IBD.



**Рис. 6.** Расположение локальных флор на исследуемой территории

Для первого примера были выбраны локальные флоры, в описаниях которых присутствуют сходные экотопы. На основе 12 локальных флор – "участки-горы" (см. таблицу) построено макси-

мальное остовное дерево по коэффициенту корреляции в пространстве 717 видов и минимальное остовное дерево по коэффициенту  $R_p$  (рис. 7).



А – все связи между локальными флорами до определенного в легенде уровня;

Б – остовное дерево (максимальное для коэффициента корреляции и минимальное для коэффициента  $R_p$ )

Рис. 7. Графы связей локальных флор

Коэффициент корреляции, как и в предыдущем примере, показывает сходство описаний локальных флор по отношению к количеству и типам экотопов.

Остовное дерево, построенное на основе коэффициентов ( $R_p$ ), близко отражает реальную картину с точки зрения выделения флористических зон (географическая привязка). Объединяются в отдельную группу локальные флоры Предволжья, расположенные на территории НП "Самарская Лука": Молодецкий курган, Могутова гора, гора Лысяя. Эти вершины являются частью Жигулевского горного массива. Высокая степень сходства между Могутовой горой и горой Лысой подтверждается значением показателя  $z = 0,13$  ( $z < 0,27$ ). Тогда как, между Могутовой горой и Серноводским шиханом (Заволжье)  $z = 0,43$ . Значение показателя показывает принадлежность флор к разным флористическим районам.

Гора Красная и Царев курган имеют некоторую степень географической близости: расположены в Заволжье ближе к устью р. Сок. Слабая степень их сходства по отношению к остальным локальным флорам объясняется и схожестью описанных с данных участков биотопов: степи, водные и околоводные сообщества. Флористическая обособленность Царева кургана обусловлена в первую очередь его сильной антропогенной трансформацией, а так же тем, что данная вершина является генеалогически частью Жигулевского горного массива, а не "Сокских яров".

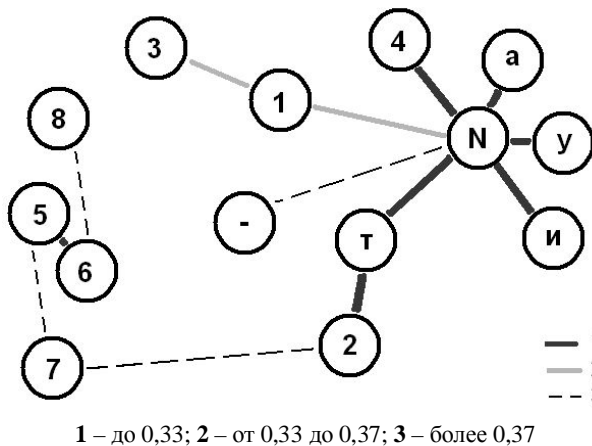
Из рассматриваемых локальных флор Заволжья особое место занимает Серноводский шихан, выделяющийся видовым разнообразием [11]. Списки остальных рассматриваемых в данном примере флор Заволжья по составу близки именно к нему, нежели друг к другу.

В этом примере IBD составил 0,32. Невысокая величина объясняется тем, что с одной стороны в флористические описания включен не одинаковый набор экотопов, а также приуроченностью участков к разным флористическим зонам.

Рассмотрим другой пример. Проведенное исследование флористической неоднородности территории Сокского бассейна с помощью анализа зависимости накопления числа видов от увеличения площади позволило выделить флористический подрайон (с. Сергиевск и окрестности), который отличается концентрацией фиторазнообразия [2]. Указанный флористический подрайон включает 12 локальных флор и обозначен как зона N (таблица, рис. 6).

Будем исходить из предположения, что зона N имеет в своем составе более полный набор экотопов, чем отдельно взятые близ лежащие локальные флоры. По этой причине схожесть зоны N с остальными оставшимися локальными флорами будет представлена более объективной величиной. Отсутствие или присутствие вида будет объясняться другими причинами, а не отсутствием нужного для него экотопа.

Для анализа было взято 14 локальных флор, включая зону N (таблица, рис. 6). По полученному основному дереву (рис. 8) видно, что более сильное сходство зона N демонстрирует с локальными флорами Сокского бассейна, что выделяет общность данной области. Более слабое сходство наблюдается с локальными флорами, которые принадлежат другим ландшафтным районам [18, 19].



1 – до 0,33; 2 – от 0,33 до 0,37; 3 – более 0,37

Рис. 8. Основное дерево (по коэффициенту  $R_p$ )

В этом случае IBD, как и ожидалась, составил меньшую величину, чем в предыдущем примере – 0,26.

Таким образом, на примере Сокского бассейна и прилегающих территорий, базируясь на описаниях локальных флор, показано, что при правильном понимании в использовании коэффициентов сходства или различия можно получить прибли-

зительную картину районирования изучаемой территории.

Рассмотренные примеры дают основания предположить, что флора Сокского бассейна, как территория регионального уровня, находящаяся в одной климатической зоне и принадлежащая к одному ландшафтному району, представляет собой конкретную флору, а выделенная зона N – ее минимальный ареал. Это предположение требует более точных расчетов по показателю  $z$ .

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванова А.В., Бобкина Е.М., Ильина В.Н. К флоре памятника природы "Гора Красная" Красноярского района Самарской области // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2011. Т. 20. № 3. С. 88-105.
2. Иванова А.В., Костина Н.В. Исследование флористической неоднородности Сокского бассейна (Самарская область, Заволжье) // Вест. Удм. ун-та. 2013. № 6-3. С. 29-34.
3. Костина М.А. Применение эвристических алгоритмов для автоматического размещения графов на плоскости // Философские проблемы информационных технологий и киберпространства. июнь 2013. № 1. С. 112-120. URL: [http://www.pglu.ru/innovation/cyberspace/issues/2013/1/1\\_2013.pdf](http://www.pglu.ru/innovation/cyberspace/issues/2013/1/1_2013.pdf)
4. Коэффициент сходства; URL: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Коэффициент\\_сходства](http://ru.wikipedia.org/wiki/Коэффициент_сходства).
5. Миркин Б.М., Розенберг Г.С., Наумова Л.Н. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. М.: Наука, 1989. 223 с.
6. Могутова гора и ее окрестности. Подорожник / Под ред. С.В. Саксонова и С.А. Сенатора. Тольятти: Касандра. 2013. 134 с.
7. Раков Н.С. О флоре и растительности села Архангельское // Фиторазнообразии Восточной Европы. 2006. № 1. С. 47-87.
8. Раков Н.С., Саксонов С.В., Сенатор С.А. Сосудистые растения Белоярского леса (Ульяновское Заволжье): экологический аспект // Фиторазнообразии Восточной Европы. 2013. VII: 2. С. 50-76.
9. Розенберг Г.С. Польша Жаккар и сходство экологических объектов. Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2012. Т. 21, № 1. С. 190-202.
10. Розенберг Г.С., Рянский Ф.Н. Теоретическая и прикладная экология: Учеб. пособ. Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. пед. ин-та, 2005. 292 с.
11. Саксонов С.В., Васюков В.М., Сенатор С.А., Иванова А.В., Раков Н.С., Горлов С.Е.. Материалы к флоре Серноводского шихана и его окрестностей (Высокое Заволжье) // Фиторазнообразии Восточной Европы. 2013. VII: 2. С. 28-40.
12. Саксонов С.В., Лобанова А.В., Иванова А.В., Ильина В.Н., Раков Н.С. Флора памятника природы "Гора Зеленая" Елховского района Самарской области // Вестн. ВУиТ. Серия "Экология". 2005. Вып. 5. С.3-22.
13. Саксонов С.В., Савенко О.В., Иванова А.В., Конева Н.В. Флора Сусканского заказника в Самарской области (Низменное Заволжье, Мелекесско-Ставропольский флористический район) // Фиторазнообразии Восточной Европы. 2007. № 2. С. 125-156.
14. Саксонов С.В., Савенко О.В., Иванова А.В., Раков Н.С. Уникальный долинный флористический комплекс реки Ташелка в окрестностях села Ташелка



- Ставропольского района Самарской области // Фито-разнообразие Восточной Европы. 2007. № 4. С. 203-215.
15. *Старобогатов Я.И.* Фауна моллюсков и зоогеографическое районирование континентальных водоемов земного шара. М.: Наука. 1970. 372 с.
  16. *Толмачев А.И.* К методике сравнительно-флористических исследований. Понятие о флоре в сравнительной флористике // Журн. Рус. бот. общ-ва. 1931. Т. 10. № 1 С. 111-124.
  17. *Толмачев А.И.* Методы сравнительной флористики и проблемы флорогенеза. Новосибирск: Наука. 1986. 196 с.
  18. Физико-географическое районирование Среднего Поволжья / Под ред. А.В. Ступишина. Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1964. 173 с.
  19. *Чибилев А.А., Дебело П.В.* Ландшафты Урало-Каспийского региона. Оренбург: Институт степи УрО РАН, Печатный дом «Димур». 2006. 264 с.
  20. *Шмидт В.М.* Математические методы в ботанике: Учеб. пособие. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та. 1984. 288 с.
  21. *Юрцев Б.А., Семкин Б.И.* Изучение конкретных и парциальных флор с помощью математических методов // Бот. журн.. 1980. № 12. Т. 65. С. 1706-1718.
  22. *Koch L.F.* Index of biotal dispersite // Ecology. 1957. V. 38, No 1. P. 145-148 (Кох Л.Ф. Индекс биологической дисперсности. Перевод Розенберга Г.С. // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2013. Т.22. № 2. С. 181-188).
  23. *Preston F.W.* The canonical distribution of commonness and rarity // Ecology. 1962. V. 43. No. 3. P. 410-432.

## INDEXES OF SIMILARITY AND DISSIMILARITY FOR TERRITORY ZONING BASED ON LOCAL FLORAS

© 2013 N.V. Kostina

Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS , Togliatti

One consider the possibility of applying indexes of similarity or dissimilarity when comparing the local floras. In case of the local floras of the Samara-Ulyanovsk Volga basin one shows the possibility of using some of the methods of quantitative analysis to determine floristic areas.

**Key words:** indexes of similarity and dissimilarity, local flora, specific flora.