

УДК 581.9

Гончаренко И.В.

## ОЦЕНКА ФЛОРИСТИЧЕСКОГО СХОДСТВА КЛАССОВ БРАУН-БЛАНКЕ

Киевский национальный лингвистический университет, г. Киев,  
e-mail: iv\_gonch@ukr.net

**Ключевые слова:** классификация растительности, метод Браун-Бланке, коэффициент сходства, характеристика, константность

Метод Браун-Бланке является очень распространенным в исследованиях по классификации растительности. За достаточно длительную историю его использования накоплен значительный объем фитоценологических и флористических данных. Считается, что синтаксон ранга класса системы Браун-Бланке является четко отличимой единицей эколого-флористической классификации и имеет обширный список характерных видов. Естественно, это справедливо для такой высокой иерархической группировки, как класс, и вовсе не является обязательным на уровне ассоциаций, где описано много типов переходного характера.

Однако даже тезис об обособленности классов Браун-Бланке тщательно не изучался в количественном аспекте. А именно, в какой мере флористический состав различных классов Браун-Бланке характерен (обособлен)?

### Материалы и методы

В основу нашего исследования положена задача оценить в количественном отношении флористическое сходство классов Браун-Бланке. Методы расчета сходства классов – на основе традиционных парных коэффициентов сходства. Исследованием охвачены наиболее «популярные» европейские классы (54) без экотопических или субтерриториальных ограничений. За флористический состав класса (ценофлору) условно принят «расширенный» список его диагностических видов. Под «расширенным» мы понимаем список диагностических видов не только класса, далее такой список назван «традиционным», а также видов, диагностирующих порядки, союзы и другие синтаксоны этого класса, независимо от их иерархического ранга.

Получение «расширенного» диагностического списка производится путем восходящего (от низших синтаксонов к высшим) обогащения диагностическими видами. Например, если порядок Б

входит в состав класса А, но при этом в списке диагностических видов последнего не упоминается некий вид Х, однако он приводится для Б, тогда расширенный список диагностических видов класса А увеличивается на вид Х. Подобная процедура для класса А повторяется многократно путем последовательного прохода всех включенных в класс А синтаксонов от наиболее низких рангов к высшим.

Классы сгруппированы по формационному принципу (деление условное для целей исследования):

А – водная растительность: Lemnetaea minoris - AA, Potametea - AB, Utricularietea - AC, Littorelletea uniflorae - AD, Ruppiaetea maritimae - AE, Charetea fragilis - AF, Zosteretea – AG; С – болотная: Phragmiti-Magnocaricetea - CA, Охусocco-Sphagnetea - CB, Scheuchzerio-Caricetea fuscae - CC, Isoeto-Nanojuncetea - CD, Montio-Cardaminetea - CE, Е – околomorphicкая: Ammophiletea - EA, Crithmo-Staticetea - EB, Cakiletea maritimae - EC, Saginetea maritimae - ED, Spartinetea maritimae – EE; Г – галофильная: Puccinellio-Salicornietea - GA, Salicornietea fruticosae - GB, Asteretea tripolii - GC, Crypsietea aculeatae - GD, Thero-Salicornietea – GE; И – мезофитно-травянистая: Calluno-Ulicetea - IA, Molinio-Arrhenatheretea - IB, Trifolio-Geranietea sanguinei - IC, К – ксерофитно-травянистая: Festuco-Brometea - KA, Koelerio-Corynepherea - KB, Thero-Brachypodietea - KC, Helianthemo-Thymetea - KD, Onosmo polyphyllae-Ptilostemetea - KE, М – горная: Carici rupestris-Kobresietea bellardii - MA, Thlaspietea rotundifolii - MB, Loiseleurio-Vaccinietea - MC, Mulgedio-Aconitetea - MD, Elyno-Seslerietea - ME, Salicetea herbaceae - MG, Juncetea trifidi - MH, О – пионерная: Asplenietea trichomanis - OA, Sedo-Scleranthetea - OB, Q – лесная и кустарниковая: Rhamno-Prunetea - QA, Quercetea pubescentis - QB, Querco-Fagetea - QC, Salicetea purpureae - QD, Alnetea glutinosae - QE, S – хвойно-лесная: Vaccinio-Piceetea - SA, Erico-Pinetea - SB, Pulsatillo-Pinetea - SC, U – антропофильная: Galio-Urticetea - UA, Stellarietea mediae - UB, Oryzetea sativae - UC, Plantaginetea majoris - UD, Bidentetea tripartiti - UE, Artemisietea vulgaris - UG, Epilobietea angustifolii – UH.

Всего в исследовании учтено 8135 диагностических пар «вид-класс» (учтены одинаковые виды в разных классах), которые образованы 6135 диагностическими видами и 54 классами. Распределение по формациям (см. выше) следующее: водная – 234 диагностические пары, 214 диагностических видов,  $(234-214)/234*100\% = 9\%$  составляют общие виды в «перекрывании» классов, для других формаций эти же значения: болотная – 669, 629, 6%, околomorphicкая – 306, 294, 4%, галофильная – 373, 318, 15%,

мезофитно-травянистая – 704, 671, 5%, ксерофитно-травянистая – 1184, 1120, 5%, горная – 1454, 1274, 12%, пионерная – 639, 636, 0,05%, лесная и кустарниковая – 954, 853, 11%, антропофильная – 1301, 1150, 12% соответственно.

Для создания базы данных по диагностическим видам каждого класса взяты продромусы и подобные им обобщения по растительности [1, 3, 5, 7-14]. Для расчета «расширенной» ценофлоры каждого класса использовалась апробированная ранее [2] техника обогащения списков диагностических видов от низших синтаксономических единиц к высшим. Это реализуется через программный макрос, производящий последовательно сравнение списков диагностических видов дочернего и родительского синтаксона и «вливание» множества видов первого во второй. При этом ведется учет частоты цитирования видов, например, упоминание одного диагностического вида одновременно в двух различных публикациях у разных авторов повышает его частоту цитирования на 1 и т.д. Тоже происходит при «вливании» вида из дочернего в родительский синтаксон, если этот вид уже присутствует (по данным другой публикации) в последнем. Частота цитирования видов условно принимается за критерий их диагностической значимости: чем в большем числе независимых источников вид для класса (порядка и т.п.) упоминается (экспертный критерий) в статусе диагностического, тем выше его значимость в этом отношении.

Индекс цитирования диагностического вида рассчитывается как отношение частоты цитирования к общему числу учтенных публикаций (источников) и играет ту же роль, что и повторность фиксации вида в геоботанических описаниях при реальных полевых исследованиях. При достаточном количестве разнородных публикаций и при таком способе расчета он близок к понятию «константность». Ранее этот показатель был назван макросинтаксономической константностью вида [2].

Другим важным показателем в оценке диагностического значения видов является их «относительная» константность, т.е. отношение частоты цитирования вида в одном классе (синтаксоне) к сумме этих частот у вида во всех классах (синтаксонах). Этот показатель назван макросинтаксономической характерностью вида [2]. Действительно цитирование вида только в пределах одного класса соответствует понятию «характерный» и имеет значение макросинтаксономической характерности равное 1.

В подходе с использованием «традиционной» ценофлоры каждый из упомянутых 54 классов Браун-Бланке сравнивается попарно со

всеми другими. Флористическое сходство оценивается с использованием коэффициента Кульчинского [4, 6]:  $K = (c / a + c / b) / 2$ , где  $c$  – число общих видов у двух классов,  $a$  – общее число видов у 1-го класса,  $b$  – тоже у 2-го.

В подходе с использованием «расширенной» ценофлоры классов сначала для каждого вида рассчитываем его диагностическую значимость в пределах данного класса:  $D = \text{sqrt}(K * X)$ ,  $\text{sqrt}$  – квадратный корень,  $K$  – макросинтаксономическая константность вида,  $X$  – макросинтаксономическая характеристика. Такой способ расчета  $D$  дает возможность одновременно учесть и популярность (цитируемость,  $K$ ) вида и его характерность (специфичность,  $X$ ).

Сумма значений диагностических значимостей  $D$  всех видов для 1-го и 2-го классов при парных сравнениях далее считается эквивалентами  $a$  и  $b$  в формуле Кульчинского. Для общих видов  $c$  в формуле Кульчинского рассчитывается как  $c = \text{sqrt}(D_a * D_b)$ , где  $D_a$  – диагностическая значимость вида в классе  $a$  и  $D_b$  – тоже в классе  $b$ . Дальнейший расчет сходства двух классов по спискам «расширенных» ценофлор с учетом разного диагностического значения разных видов  $D$  осуществляется как и для простых списков видов по формуле Кульчинского подстановкой рассчитанных как описано выше эквивалентов  $a, b, c$ .

Поскольку использование в расчетах списков «традиционных» и «расширенных» ценофлор дало очень близкие результаты, описанное ниже следует относить только ко второму подходу.

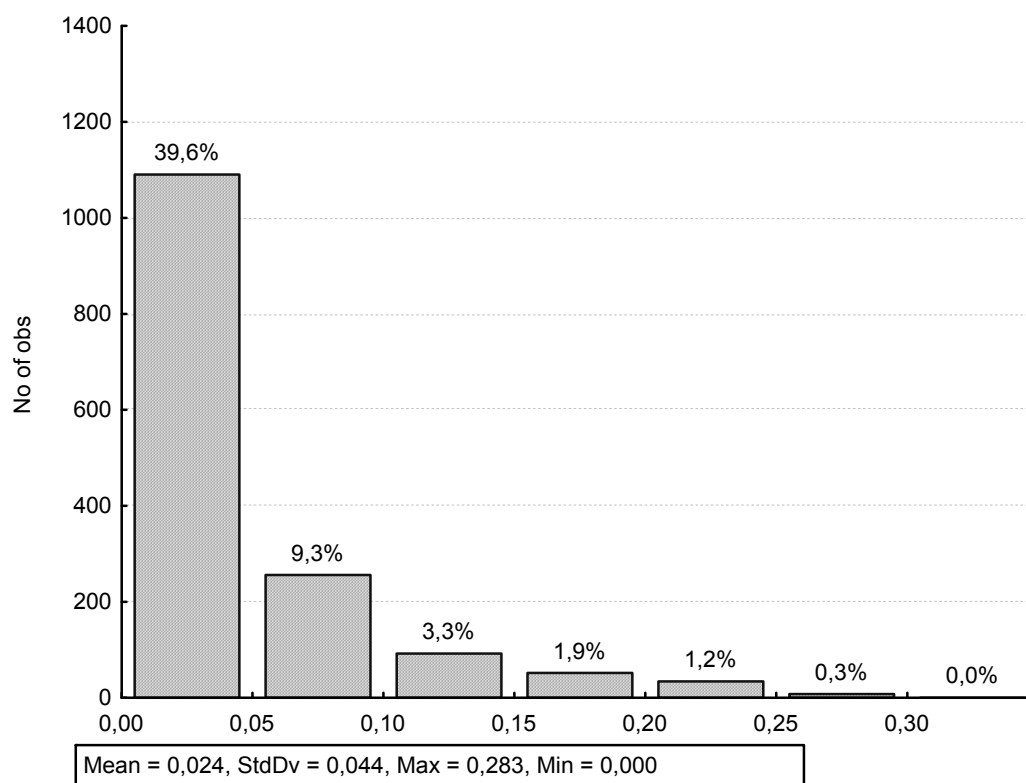
### Результаты исследования

Попарное сравнение 54 классов дает симметричную матрицу коэффициентов сходства с 2862 внедиагональными значениями. Исследуем сначала полученный массив коэффициентов.

Как видим на рис. 1 распределение близко к гиперболическому, преобладают (39,6%) коэффициенты сходства классов в диапазоне 0,00-0,05. Однако картина несколько иная, как бы следовало ожидать, если считать класс в системе Браун-Бланке характерным. Существуют классы, имеющие гораздо большее сходство между собой 0,1 - 0,2, и незначительная часть приближающихся к статусу «переходных», имеющих около четверти общности (0,25) видового состава.

Для удобного графического представления матрицы полученных коэффициентов сходства между классами используем ее дифференцированное окрашивание. Например, если коэффициент между двумя классами больше 0 и менее 0,05, соответствующая ячейка симметричной относительно диагонали матрицы окрашивается с использованием линий горизонтального узора и т.д. (как показано в

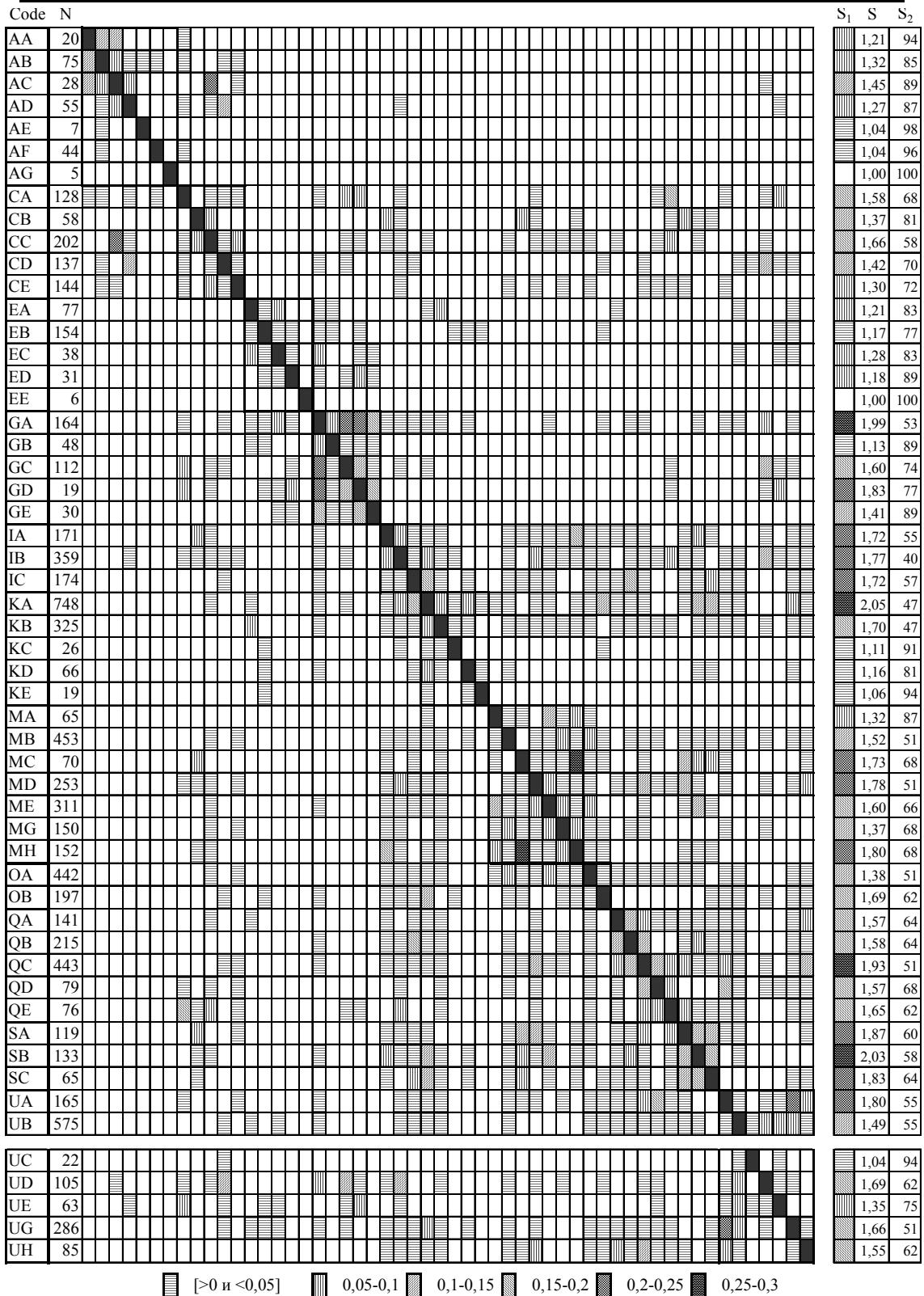
легенде к рис. 2). Границы каждой из 6 групп, обозначенных разными узорами на рис. 2, такие же, как на рис. 1.



**Рис. 1.** Распределение по величине коэффициентов сходства 54 классов Браун-Бланке (Mean – среднее, StdDv – стандартное отклонение, Max, Min – минимальное и максимальное значение коэффициентов).

Вместо названий классов в матрице использованы их коды (обозначение см. выше). Матрица симметрична, поэтому для удобства печати рис. 2 обозначения (коды) классов в верхнем ряду не приводятся. Коды классов отсортированы по алфавиту, поэтому рядом стоят классы физиономически и экотопически близкие. Рядом с кодом класса на рис. 2 приведено количество ( $N$ ) его диагностических видов. Существуют классы очень богатые диагностическими видами (748 у Festuco-Brometea) и крайне бедные (5 у Zosteretea).

Матрица сходства между классами на рис. 2 дает возможность оценить величину общности диагностических видов любых двух классов в парном сравнении. Естественно, что чем выше этот коэффициент, тем большее число синтаксонов переходного характера в нем содержится. В большинстве случаев ненулевые значения коэффициентов сходства имеют тенденцию располагаться ближе к диагонали, так как была предварительно произведена сортировка классов по формационному принципу.



**Рис. 2.** Сходство 54 классов Браун-Бланке (матрица коэффициентов). Code – код класса (см. текст), N – число диагностических видов класса, S – сумма коэффициентов сходства по горизонтали, S<sub>1</sub> – тоже с дифференцированным окрашиванием, S<sub>2</sub> – характеристика класса (%).

Однако это не является общим правилом и часто обнаруживается сходство у весьма отдаленных классов.

Если подсчитать сумму коэффициентов сходства класса со всеми другими в горизонтальном ряду можно получить интегральный показатель «характерности» состава его диагностических видов (обозначен  $S$  на рис. 2). Тождественный показатель получается, если считать в горизонтальном ряду матрицы число нулевых коэффициентов сходства  $S_2$ , выражено в % (рис. 2).

По оценкам  $S_2$  – 6 % классов следует назвать «переходными», так как они не имеют общих видов (характерны) лишь менее чем с 50 % других классов. 50% классов не имеют общих видов (нулевой коэффициент сходства) с 50 - 70% других классов. 29 % классов имели нулевой коэффициент сходства с 70 - 90 % других классов, и у 15 % классов  $S_2$  более 90 %. Последних две группы классов, т.е. 44% всех исследованных, действительно можно считать характерными.

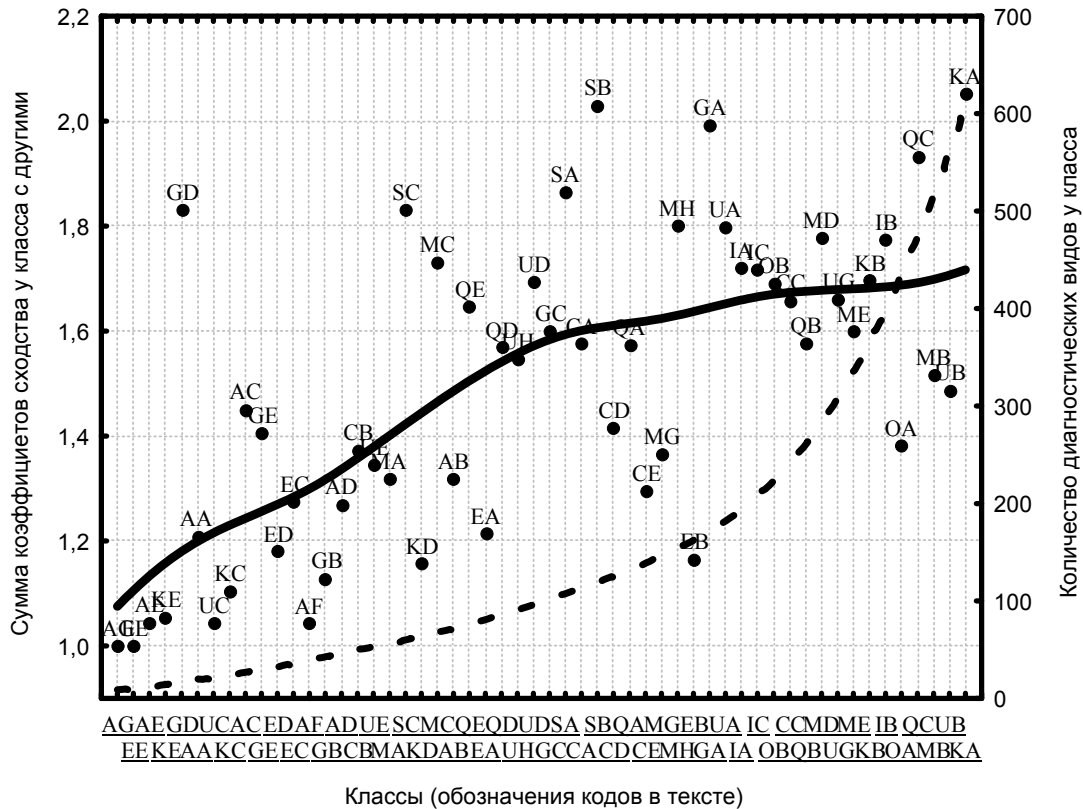
Некоторые классы, например GA (Puccinellio-Salicornietea), KA (Festuco-Brometea), QC (Querco-Fagetea), SB (Erico-Pinetea), имеют большое значение абсолютной суммы коэффициентов сходства ( $S$ ) с другими классами, поэтому в столбце  $S_1$  на рис. 2, ячейки имеют плотную окраску.

Обращает внимание, что ценофлоры этих классов крупные, имеют большое число диагностических видов, например, 748 видов у Festuco-Brometea, 443 у Querco-Fagetea. Понятно, что чем крупнее ценофлора класса, тем большее число ее диагностических видов могут быть общими с другими классами.

Чтобы уменьшить влияние несовпадения числа диагностических видов у различных классов на сопоставимость  $S$  между разными классами, отсортируем классы в порядке возрастания величины их ценофлор, т.е. по величине  $N$ . На рис. 3 возрастание числа диагностических видов ( $N$ ) у классов (ось абсцисс) показано пунктирной линией.

Вероятно, что величина  $S$ , показывающая общее «перекрывание» ценофлоры данного класса с другими, должна увеличиваться в том же порядке, что и  $N$ . Если  $N$  – единственный фактор, влияющий на рост  $S$ , то зависимость была бы строгой, и пунктирная ( $N$ ) и сплошная ( $S$ ) линии должны идти параллельно. Однако изменение  $S$ , видимое по кривой, полученной подгонкой по методу наименьших квадратов (сплошная линия на рис. 3), не полностью соответствует ходу кривой  $N$ . Кроме того, одни классы значительно отклоняются вверх (GD - Crypsietea aculeatae, SB - Erico-Pinetea, SC - Pulsatillo-Pinetea, SA - Vaccinio-Piceetea), другие (EB - Crithmo-Staticetea, OA - Asplenietea

trichomanis, UB - Stellarietea mediae) – вниз. Первые можно назвать «плохими», так как даже при малых ценофлорах они значительно перекрываются с ценофлорами других классов. Можно предположить, что и историческое их формирование имеет выраженную аллохтонную составляющую. Вторые действительно характерны (специфичны) по составу ценофлор и имеют меньше связей с ценофлорами других классов.



**Рис. 3.** Зависимость суммы коэффициентов сходства класса (с другими классами) от количества диагностических видов класса (у каждого класса учтено сходство с одинаковым количеством (54) других классов).

Отчетливо проступает зависимость: чем более «экстремальны» условия формирования сообществ определенного класса, тем более обособлен он во флористическом и других отношениях (класс на рис. 3 отклоняется вниз от кривой S). Действительно у таких классов присутствует по крайней мере один фактор в экстремальном выражении: Crithmo-Staticetea – галофитизация, Asplenieta trichomanis – субстрат, Stellarietea mediae – антропопрессинг и т.д. Наоборот «переходные» классы формируются при более благоприятных, средних условиях экологических факторов, допускающих сосуществование ценофлор ряда других классов.



Подведем итоги. Характерность видового состава классов Браун-Бланке не является догмой, и классы этой системы классификации, как и синтаксоны более низких уровней, весьма различны по этому показателю. Для 40 % европейских классов коэффициент флористического сходства в парных сравнениях не превышает 0,05. 15 % классов крайне характерны по видовому составу и не имеют общих видов с 90 % – 100 % других классов, для 29 % отсутствует «перекрывание» с 70 % – 90% других классов. В большинстве случаев, чем больше «объем» класса, тем менее характерен его видовой состав. В то же время существенное влияние оказывает экстремальность условий формирования сообществ класса. В большинстве случаев она несколько обедняет видовой состав ценофлоры класса, однако практически всегда резко повышает характерность видового состава. Расчеты сходства европейских классов системы Браун-Бланке, представленные в виде дифференцированно окрашенной матрицы на рис. 2, позволяют судить о близости (отдаленности) диагностического видового состава интересующего класса с другими.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Балявичене Ю. Синтаксономо-фитогеографическая структура растительности Литвы. – Вильнюс, 1991. – 218 с.
2. Гончаренко І.В. Принципи побудови і ревізії макросинтаксономічної системи. - Суми: Вид-во СумДПУ, 2007. – 141 с.
3. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Наука о растительности. (история и современное состояние основных концепций). – Уфа: Гилем, 1998. – 413 с.
4. Семкин Б. И., Комарова Т. А. Анализ фитоценологических описаний с использованием мер включения (на примере растительных сообществ долины р. Амгуемы на Чукотке) // Ботан. журн. – 1977. – 62, № 1. – С. 54 - 63.
5. Соломаха В.А. Синтаксономія рослинності України // Укр. фітоцен. зб. – К., 1996. – Сер. А, вип. 4 (5). – 120 с.
6. Юрцев Б.А., Семкин Б.И. Изучение конкретных и парциальных флор с помощью математических методов // Ботан. журн. – 1980. – 65, № 12. – С. 1706 - 1718.
7. Borhidi A. Social behavior types, the naturalness and relative ecological indicator values of the higher plants in the Hungarian flora // Acta Botanica Hungarica. – 1995. – 39. – P. 97-181.
8. Grabherr G, Mucina L. Die Pflanzengesellschaften Oesterreichs, Teil 2: Natuerliche waldfreie Vegetation. – Gustav Fischer Verlag, Jena, 1993. – 523 s.
9. Korotkov K.O., Morozova O.V., Belonovskaja E.A. The USSR vegetation syntaxa prodromus. – Moscow, 1991. – 346 p.
10. Matuszkiewicz W. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk Roślinnych Polski. – Warszawa, 2001. – 537 p.
11. Moravec J. et al. Rostlinná společenstva České republiky a jejich ochrození // Severočeskou přírodou, Prilocha. – 1995. – №2. – 206 s.

12. Mucina L, Grabherr G, Ellmauer T. Die Pflanzengesellschaften Oesterreichs. Teil 1: Anthropogene Vegetation. – Gustav Fischer Verlag, Jena, 1993. – 578 S.
13. Mucina L, Grabherr G, Wallnoefer S. Die Pflanzengesellschaften Oesterreichs, Teil 3: Waelder und Gebuesche. – Gustav Fischer Verlag, Jena, 1993. – 353 S.
14. Oberdorfer E. Pflanzensoziologie. Süddeutsche Pflanzengesellschaften. – Jena, 1957. – №10. – 564 s.

**И.В. Гончаренко**

### **ОЦЕНКА ФЛОРИСТИЧЕСКОГО СХОДСТВА КЛАССОВ БРАУН-БЛАНКЕ**

*Ключевые слова:* классификация растительности, Браун-Бланке, коэффициент сходства, характерность, константность

54 европейских класса Браун-Бланке оцениваются по сходству видового состава диагностических видов. Классы сгруппированы по формациям. Приведена матрица коэффициентов сходства между классами. В расчетах участвуют 6135 диагностических видов. Степень характерности состава видов класса зависит от объема класса и экстремальности условий формирования его сообществ.

**I.V. Goncharenko**

### **FLORISTIC SIMILARITY EVALUATION OF BRAUN-BLANKE CLASSES**

*Keywords:* classification of vegetation, Braun-Blanke, similarity coefficient, typicality, constancy

The study evaluates similarities in diagnostic species composition of 54 European Braun-Blanke classes. The classes are grouped according to the formation principle. The matrix of similarity coefficients between classes is presented. 6135 diagnostic species have been evaluated. The typicality of class floristic composition depends on the interpretation of class size and the degree of extremity of community-forming conditions.