

УДК 911.2:581.9

## МЕТОД РАСЧЁТА ДИССИМЕТРИИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА СКЛОНОВ

*Горбунов Р. В., Калиновский П. С.*

*Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Украина,  
E-mail: gorbunov\_r@ukr.net*

В работе предлагается метод расчёта нового интегрированного показателя диссимметрии растительного покрова на склонах. Обсуждаются преимущества нового показателя перед известными индексами диссимметрии растительного покрова на склонах.

**Ключевые слова:** метод, диссимметрия, склоны, растительный покров.

### ВВЕДЕНИЕ

Проблеме исследования диссимметрии склоновых ландшафтов посвящён целый ряд публикаций. Согласно Бокову В. А. [1] можно выделить такие методы оценки диссимметрии:

- оценка соотношения площадей и объемов, несущих диссимметричные структуры;
- оценка соотношения количества симметричных и диссимметричных объектов;
- оценка по степени выраженности или по соотношению фактической и потенциальной симметрии;
- оценка степени выраженности диссимметрии.

Исследованию количественной оценки диссимметрии склонов посвящены работы Сементовского В. Н. [2], Воскресенского С. С. [3], Пормана С. Р. [4], Карраша Г. [5], Бутакова Г. П. с соавторами [6] и другие. Однако упомянутые работы направлены на исследование диссимметрии рельефа и не касаются оценки степени диссимметрии других компонентов ландшафта.

В предыдущих работах одним из авторов предложена классификация типов диссимметрии склоновых ландшафтов на локальном уровне [7]. Были выделены два основных типа диссимметрии – сравнительная и собственная (табл. 1).

Под сравнительной диссимметрией предлагается понимать диссимметрию сопряжённых склонов. Она делится на подтипы по сравниваемым компонентам, имеющим разное характерное время и направленность развития: ландшафтно-климатический и ландшафтно-геоморфологический. В свою очередь, ландшафтно-климатическая диссимметрия подразделяется на три класса: погодно-климатическую, растительного покрова и почвенного покрова.

Развитие исследований диссимметрии растительного покрова в биологии было связано с представлениями об индексе флористического сходства. Наиболее распространенными методами расчёта этого показателя являются индексы Жаккара и Чекановского-Съёренсена.

Таблица 1

Общая схема классификации сравнительного типа диссимметрии СЛЛК

Подтип	Класс	Род			Вид
Ландшафтно-климатическая	Погодно-климатическая	Инсоляционный			
		Экспозиц.	Связ. с облачн.	Затен.	
		Теплобалансовый			
		Воднобалансовый			
		Снеговой			
		Ветровой			Пространственная дифференциация ветрового потока
	Растительного покрова				Капельно-ветровой
					Массовых характеристик
					Объёмных характеристик
					Флористического состава
	Почвенного покрова				По расположению в едином гидроряде
					По разновидности
					По мощности почвенного профиля
Ландшафтно-геоморфологическая	По крутизне	Смещение русла			По мощности гумусового горизонта
					Планетарный
		Денудация склонов			Гидродинамический
					Отжимание русла рыхлым материалом
				Различия денудационных процессов на склонах	
				Структурно- литологический	
				Литологический	
				Топографический	
По расчленённости					

Однако эти индексы базируются лишь на оценке флористических списков, и не могут учитывать роль каждого из сообществ: зачастую благодаря эффекту склоновой микроразнообразности на одном склоне могут встречаться несколько типов сообществ и диссимметрия проявляется в занимаемом их пространстве.

В связи с этим целью настоящей работы было разработать метод количественной оценки диссимметрии растительного покрова склонов с более полным учетом влияния ландшафтного рисунка и его компонентной составляющей.

## 1. ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Изначально следует отметить, что при расчёте диссимметрии растительного покрова необходимо двигаться по трём направлениям:

1. Расчёт массовых характеристик фитоценоза;
2. Расчёт объёмных характеристик фитоценоза;
3. Расчёт диссимметрии флористического состава фитоценозов.

### 1. Расчёт диссимметрии массовых характеристик

Средообразующая способность фитоценоза при прочих равных условиях демонстрирует положительную зависимость от суммарной биомассы ( $N$ ), которая имеется на определённый момент времени. Возможность разного прироста ( $n$ ) у фитоценозов с одинаковой биомассой определяет необходимость его учёта при расчётах диссимметрии: фитоценоз, характеризующийся большим приростом, при прочих равных, будет иметь большую средообразующую способность.

Таким образом, получается, что сравнению подлежат два математических выражения:  $N_1 + n_1$  и  $N_2 + n_2$ .

Однако в этом случае может возникнуть ситуация, когда при  $n_1 \neq n_2$  имеем:

$$N_1 + n_1 = N_2 + n_2.$$

Для суммы с большим  $n$  будет характерна большая средообразующая способность. Таким образом, возникает необходимость учесть влияние неравенства  $n_1 \neq n_2$  на средообразующую способность. Для этого возведём сумму в степень  $\frac{n}{N}$ .

Получим:  $(N + n)^{\frac{n}{N}}$ .

С целью нахождения соотношения изменения биомассы к общей биомассе фитоценоза разделим сумму на значение общей биомассы и умножим полученное выражение на  $N$ :  $N \left( \frac{N + n}{N} \right)^{\frac{n}{N}}$ .

Видно, что если  $n$  пренебрежимо мало по сравнению с  $N$ , то эта степень будет очень близка к 0, и отношение в скобках будет стремиться к 1. Поэтому при малых значениях  $\frac{n}{N}$  средообразующая способность фитоценоза будет в основном определяться абсолютным значением накопленной биомассы  $N$ . Такая ситуация будет характерна для достаточно широкого спектра фитоценозов с преобладанием древесных жизненных форм. Однако если  $N$  будет практически равно или равно  $n$  (например, в фитоценозах однолетников), то степень  $\frac{n}{N}$  будет стремиться к 1.

Тогда  $\left( \frac{N + n}{N} \right)^1 = 2$ , и, таким образом,  $N \left( \frac{N + n}{N} \right)^{\frac{n}{N}} = 2N$ .

Получается, что рост соотношения  $\frac{n}{N}$  прогрессивно увеличивает значимость ежегодного прироста биомассы. То есть, полученная формула очень чувствительна к фитоценозам с большим приростом.

В случае сравнения двух склонов, на одном из которых будет лесное сообщество, а на другом – сообщество однолетников видно, что в первом случае  $N\left(\frac{N+n}{N}\right)^{\frac{n}{N}} = N$ , а во втором  $N\left(\frac{N+n}{N}\right)^{\frac{n}{N}} = 2N$ .

Однако абсолютные величины  $N$  лесного участка будут значительно превышать  $N$  участка, занятого однолетниками. С целью некоторого выравнивания порядка полученных величин возведём полученное выражение в квадратный корень.

Получим:  $\sqrt{N\left(\frac{N+n}{N}\right)^{\frac{n}{N}}}$ .

Таким образом, коэффициент диссимметрии склонов ( $K_{bm}$ ) можно представить как отношение склона с меньшим значением средообразующей способности к большему. То есть:

$$K_{bm} = \sqrt{\frac{N_1\left(\frac{N_1+n_1}{N_1}\right)^{\frac{n_1}{N_1}}}{N_2\left(\frac{N_2+n_2}{N_2}\right)^{\frac{n_2}{N_2}}}} \quad (1).$$

## 2. Расчёт диссимметрии объёмных характеристик

Расчёт эффективного объёма фитоценоза может быть сведён к формуле:

$$V = Ps(l + d) \quad (2),$$

где  $Ps$  – это общее проективное покрытие фитоценоза;  $l$  – средняя высота растительного покрова,  $d$  – мощность почвы.

По поводу индекса  $d$  возникает ряд вопросов, основным из которых является вопрос: почему взята мощность почвы, а не глубина проникновения корней? Дело в том, что у многих растений корни проникают гораздо глубже почвы и могут достигать глубины залегания подземных вод. Однако регистрация подобных значений очень затруднительна. В этой связи нами в расчётах предлагается использовать мощность почвы, отображающую интегральную величину взаимодействия растительного покрова со своим субстратом.

В этом случае коэффициент диссимметрии по объёму ( $K_v$ ) фитоценозов будет равен:  $K_v = \frac{V_1}{V_2}$ , причём  $V_1 < V_2$ .

Это выражение можно записать в развёрнутом виде:

$$K_v = \frac{Ps_1(l_1 + d_1)}{Ps_2(l_2 + d_2)} \quad (3).$$

### 3. Расчёт диссимметрии флористического состава фитоценозов

Как уже указывалось выше, в современной геоботанике существует ряд формул, позволяющих рассчитывать индекс флористического сходства. Однако эти формулы направлены на сравнение видового разнообразия сравниваемых территорий и не вполне пригодны для расчёта диссимметрии склонов. Так, сравниваемые склоны, имея определённые наборы фитоценозов, могут иметь как совпадающие, так и уникальные фитоценозы, не встречающиеся на противоположном склоне. Кроме того, площадь, занятая каждым из сообществ на склонах может быть различна. В этой связи нами предлагается следующий подход к расчёту диссимметрии фитоценозов.

С целью расчёта индекса сходства флористического состава будем использовать индекс Чекановского-Съёренсена, который рассчитывается по следующей формуле:

$$i = \frac{2a}{b+c} \quad (4),$$

где  $a$  – число общих видов;  $b$  и  $c$  – число видов в сравниваемых списках.

Данный индекс необходимо рассчитывать для каждого из фитоценозов, имеющих аналоги на противоположном склоне.

Далее для учёта роли данного фитоценоза на склоне предлагается умножить полученный индекс на долю, занимаемую им на склоне и сложить все полученные значения. То есть:  $\sum(a_n \cdot i_n)$ , где  $a_n$  – доля площади, занимаемой данным фитоценозом на склоне;  $i_n$  – индекс флористического сходства сравниваемых фитоценозов.

Ту же самую операцию необходимо произвести и для второго склона. В случае отсутствия на одном из сравниваемых склонов какого-то растительного сообщества, индекс флористического сходства для последнего будет равен 0, то есть  $a_n \cdot i_n = 0$ .

В результате мы получаем по значению для каждого из склонов, характеризующему флористическое разнообразие и роль каждого из фитоценозов на сравниваемых склонах. Расчёт средней гармонической из этих значений позволит получить коэффициент диссимметрии по флористическому составу фитоценозов. То есть общая формула может быть представлена в следующем виде:

$$K_f = \sqrt{\sum(a_n \cdot i_n) \cdot \sum(a_k \cdot i_k)} \quad (5),$$

где  $n$  и  $k$  – сравниваемые склоны.

### 4. Интегральная формула для расчёта диссимметрии растительного покрова на склонах

Легко заметить, что все получаемые коэффициенты диссимметрии получаются в долях единицы. Таким образом, можно вывести интегральную формулу для расчёта коэффициента диссимметрии склонов по растительности ( $K$ ). Для этой цели

нами предлагается произвести расчёт гармонической средней для набора из частных коэффициентов диссимметрии. В результате получим:

$$K = \sqrt[3]{K_{bm} K_v K_f} \quad (6).$$

Видно, что методика построения такого составного показателя основана на представлении его в двух формах – как набора чисел характеризующих некий вектор в факториальном пространстве, так и в виде единой результирующей величины, что позволяет вести речь об «открытом» характере его построения, и упрощает внесение частных корректив, необходимых для более полного соответствия задачам конкретных исследовательских работ. При этом такая форма представления согласуется с воззрениями В.И. Василевича об оптимальных формах показателей, характеризующих растительные сообщества [8].

## ВЫВОДЫ

1. Разработан метод расчета нового интегрального показателя для оценки степени диссимметрии растительного покрова на склонах.

2. Предлагаемый показатель, по сравнению с традиционными, характеризуется рядом преимуществ, к которым можно отнести его составной характер, позволяющий оптимизировать процесс получения частных показателей, а также унифицированный характер этих показателей, что даёт возможность корректного определения вклада каждого из них в общее значение.

3. Методика построения интегрального показателя имеет «открытый» характер, что позволит при необходимости дополнять её новыми показателями, и/или встраивать в более сложные модельные системы.

## Список литературы

1. Боков В. А. Учение о симметрии и физико-географические объекты / В. А. Боков // Вопросы географии. – 1977. – Сб. 104. – С. 95-103.
2. Сементовский В. Н. Закономерности морфологии платформенного рельефа (на примере территории Татарии) / В. Н. Сементовский. – Казань: Изд-во Казанского университета, 1963. – 170 с.
3. Воскресенский С. С. Динамическая геоморфология / С. С. Воскресенский. – М.: Изд-во МГУ, 1971. – 229 с.
4. Порман С. Р. Монография о климатически обусловленной асимметрии склонов в Средней Европе // С. Р. Порман // Развитие склонов и выравнивание рельефа. – Казань: Изд-во Казанского университета, 1974. – С. 160-164.
5. Karrasch H. Das Phänomen der klimabedingten Reliefasymmetrie in Mitteleuropa / H. Karrasch // Götting geogr. Abh., 1970. – № 50. – 299 st.
6. Бутаков Г. П. О зональности асимметрии речных долин востока Русской равнины / Г. П. Бутаков, Ю. В. Бабанов, В. И. Мозжерин, А. И. Алексенцева // Ландшафтные исследования на территории Поволжья. – 1977. – Вып. 174. – С. 53-79.
7. Горбунов Р. В. Соотношение ландшафтно-климатического и геоморфологического типов диссимметрии склоновых локальных ландшафтных комплексов Горного Крыма / Р. В. Горбунов // «Дни науки ТНУ им. В. И. Вернадского»: XLI науч. конф., апрель 2012г.: материалы. – Симферополь, 2012. – С. 41-43.
8. Василевич В. И. Статистические методы в геоботанике / В. И. Василевич. – Л.: Наука, 1969. – 232 с.

**Горбунов Р. В. Метод розрахунку дисиметрії рослинного покриву схилів / Р. В. Горбунов, П. С. Калиновський // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В. І. Вернадського. Серія: Географічні науки. – 2012. – Т.25 (64), №4. – С.41-47.**

У роботі пропонується новий метод розрахунку дисиметрії рослинного покриву на схилах. Проілюстровані переваги запропонованого метода перед традиційними індексами флористичної схожості, що використовуються у класичних біологічних дослідженнях.

**Ключові слова:** метод, дисиметрія, схили, рослинний покрив.

**Gorbunov R. V. The computing method of the dissymmetry of the vegetation of slopes / R. V. Gorbunov, P. S. Kalinovsky // Scientific Notes of Taurida National V.I. Vernadsky University. – Series: Geography Sciences. – 2012. – V.25 (64), No4. – P.41-47.**

In the article a new computing method of the dissymmetry of the vegetation on the slopes is proposed. The advantages of the offered method over the traditional indices of floristic similarities that are used in classical biological research are shown.

**Key words:** method, dissymmetry, slopes, vegetation.

*Поступила в редакцію 03.12.2012 з.*