

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОУВПО «МАРИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Биолого-химический факультет

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ,
БИОЛОГИИ И ХИМИИ

МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

ЙОШКАР-ОЛА, 2010

ББК Б.я431
УДК 57+54
А 437

Научный редактор — *Т.В. Попова*, проф.

Редколлегия:

Л.А. Жукова, проф., *О.Л. Воскресенская*, доц. —
Биоэкология;

Н.В. Глотов, проф., *В.А. Забиякин*, доц.,

Г.П. Дробот, доц., *Ю.Г. Суетина*, доц. — Биология;

Н.В. Щеглова, доц., *В.П. Ившин*, проф. — Химия

Рецензенты:

Ю.П. Демаков, д-р биол. наук, проф. МарГТУ;

Ю.Б. Грунин, д-р хим. наук, проф. МарГТУ

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом МарГУ

А 437 **Актуальные проблемы экологии, биологии и химии: материалы Всероссийской конференции / Мар. гос. ун-т. — Йошкар-Ола, 2010. — 302 с.**

В сборнике представлены материалы участников Всероссийской конференции, Всероссийского семинара «Поливариантность развития организмов, популяций и сообществ», устные и стендовые доклады преподавателей, аспирантов и студентов биолого-химического факультета, принявших участие в работе секций «Биоэкология», «Биология» и «Химия».

ББК Б.я431
УДК 57+54

© ГОУВПО «Марийский государственный университет», 2010

ОБОБЩЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ «КОВАРИАЦИЯ-КОРРЕЛЯЦИЯ» НА СЛУЧАЙ НЕСКОЛЬКИХ ПРИЗНАКОВ

Н.В. Готов, А.Б. Трубянов

Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

Флуктулирующая асимметрия (ФА) является одним из методов интегральной оценки качества среды, она определяется как небольшие ненаправленные случайные отклонения значений признака слева и справа у билатеральных структур живых организмов [1]. Вследствие того, что явлением ФА охвачены практически все объекты живой природы, этот феномен является очень удобным при решении разнообразных биологических задач, что послужило причиной для появления многообразия методов количественной оценки ФА [2]. Практически все эти методы объединяет один серьезный недостаток — они основаны на интуитивных соображениях и не имеют в своей основе теоретической базы. Нами был предложен новый показатель ФА — показатель «ковариации-корреляции» (*CVR*), который основан на модели двумерного нормального распределения [3]: $CVR = CV \cdot (1 - r^2)$, где *CV* — коэффициент вариации значений признака слева (или справа), *r* — корреляция между значениями признака слева и справа. Кроме того, что данный показатель основан на теоретических предпосылках указанной выше модели [4], он включает в явном виде значение коэффициента корреляции левое-правое, которое, как оказалось, играет существенную роль в формировании феномена ФА.

Однако разработанный нами показатель позволяет вычислять ФА только по одному признаку группы объектов. В практических же задачах, как правило, используются оценки ФА по совокупности специально отобранных признаков. В связи с этим возникает естественное желание обобщения данного показателя на случай нескольких признаков. Так как для показателя ФА важным является учет сложной структуры корреляций внутри и между рассматриваемыми признаками, то обобщенная модель должна содержать ее в качестве своего входного параметра. Отметим при этом, что структура взаимосвязей значительно усложняется при увеличении числа признаков. В качестве примера изобразим граф корреляций признаков для 2-мерного случая (рис. 1).

Таким образом, при анализе уже двух признаков мы имеем 6 коэффициентов корреляции, которые отражают структуру

взаимосвязей изучаемого объекта. Модель многомерного нормального распределения учитывает все эти корреляции в одном из своих параметров — матрице ковариаций. В случае изучения ФА n признаков предлагается использовать модель $2n$ -мерного нормального распределения. В дальнейшем нам понадобится средний коэффициент корреляции между признаками, он рассчитывается осреднением при помощи z -преобразования связей, изображенных на рисунке 1 жирными линиями.

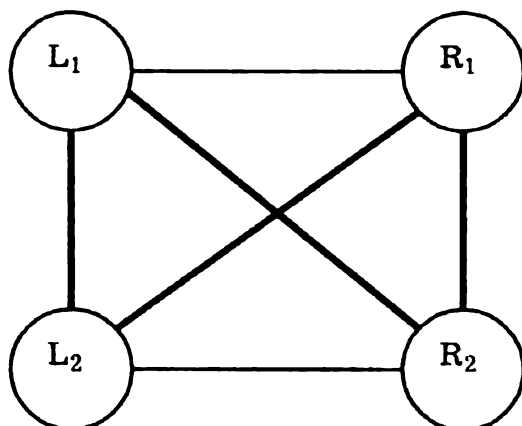


Рис. 1. Структура взаимосвязей двух признаков при анализе ФА (L_i, R_i — значение i -го признака слева и справа соответственно)

Рассмотрим три представляющиеся нам возможными обобщения показателя CVR на случай нескольких признаков.

Так как распределение показателя CVR для одного признака хорошо описывается нормальным распределением даже при небольших объемах выборки [3], то естественным обобщением является простое усреднение данных показателей по количеству признаков:

$\overline{CVR}_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n CVR_i$. Однако при построении показателя в таком виде следует исследовать корреляцию между

показателями CVR_i . Данный анализ проводился на экспериментальном материале по листовой пластинке березы повислой, материал любезно предоставлен сотрудниками кафедры экологии ННГУ. Общий объем выборки равен 1000 листьев, на каждом листе измерены 5 признаков слева и справа. Исследование проводили на всем материале без детализации по отдельным деревьям и местообитаниям. Оказалось, что хотя по величине коэффициенты корреляции между показателями CVR_i очень малы, многие из них оказались значимы, что вызывает некоторые сомнения по поводу использования данного способа обобщения.

Из теории регрессионного анализа известно, что определитель матрицы корреляций показывает степень мультиколлинеарности исходных признаков [5]. То есть, чем ближе определитель к нулю, тем сильнее скоррелированы исходные признаки, и, наоборот, чем ближе определитель к единице, тем слабее корреляция между признаками. Используя это утверждение и смысловую интерпретацию показателя CVR , можно предложить более изящную форму для многомерного обобщения показателя CVR : $\overline{CVR}_2 = \overline{CV} \cdot |R|$, где $|R|$ — определитель корреляционной матрицы. Известно, что коэффициент вариации CV имеет асимметричное распределение. Наши исследования также показали, что для величин признаков, которые количественно очень малы (например, расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка у листовой пластинки березы повислой), и, соответственно, на которые огромное влияние оказывает ошибка измерения, имеют место выбросы в распределении CV . Поэтому для оценки среднего значения коэффициента вариации предлагается использовать не среднее арифметическое, а медиану средних Уолша [6]. Распределение данного показателя оказалось асимметричным (рис. 2).

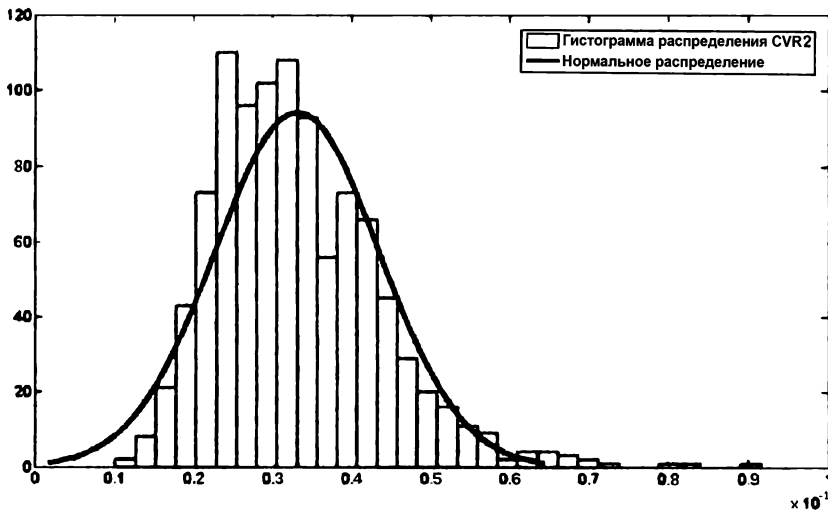


Рис. 2. Распределение показателя CVR_2 , аппроксимированного кривой нормального распределения

Информативность показателя CVR заключается не только в количественном значении самого показателя, но и его компонент, одна из которых (коэффициент вариации) показывает степень изменчивости признака, обусловленную внутренними или внешними по отношению к организму причинами, а вторая (коэффициент корреляции) является мерой структурной взаи-

мосвязи и целостности организма. Поэтому еще одним подходом для обобщения показателя CVR на случай множества признаков является следующий: $\overline{CVR}_3 = \overline{CV} \cdot (1 - (\bar{r})^2)$. Средний коэффициент вариации, как обосновано выше, оцениваем при помощи медианы средних Уолша, а средний коэффициент корреляции при помощи z-преобразования. Распределение данного показателя близко к нормальному (рис. 3).

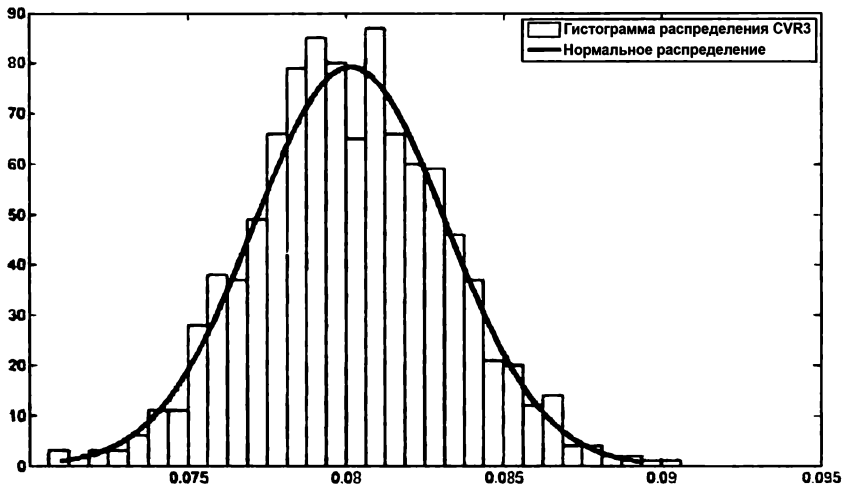


Рис. 3. Распределение показателя CVR_3 , аппроксимированного кривой нормального распределения

Таким образом, нам представляется, что наилучшим из предложенных обобщений показателя CVR на случай множества признаков является показатель CVR_3 . Он не только сохраняет смысловую интерпретацию, но и позволяет использовать интервальные оценки для его сравнения ввиду нормальности распределения. Хотя этот вопрос требует дальнейших исследований, и авторы не отказываются и от двух первых обобщений.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (№ 09-04-0078-а).



1. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур); введ. 16.10.03; № 460-Р. — М., 2003. — 24 с.

2. Palmer, A.R., Strobeck C. Fluctuating asymmetry analysis revisited / Developmental instability: causes and consequences; ed. M. Polak. — Oxford: Oxford University Press, 2003. — P. 279–319.

3. Трубянов, А.Б., Глотов Н.В. Флуктуирующая асимметрия: вариация признака и корреляция левое–правое / ДАН. — 2010. — Т. 431. — № 2. — С. 283–285.

4. Трубянов, А.Б. Имитационная модель флуктуирующей асимметрии / Экология: от Арктики до Антарктики: материалы конф. молодых ученых. — Екатеринбург: Академкнига, 2007. — С. 321–328.

5. Дрейпер, Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. — М.: Вильямс, 2007. — 912 с.

6. Лагутин, М.Б. Наглядная математическая статистика: учеб. пособие. — М.: Бином. Лаборатория знаний, 2007. — 472 с.