

РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ  
КОМИТЕТ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ Г. ЙОШКАР-ОЛЫ  
ФГБОУ ВПО «МАРИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК «МАРИЙ ЧОДРА»  
ФГУ ГПЗ «БОЛЬШАЯ КОКШАГА»  
МАРИЙСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ОБЩЕСТВА ФИЗИОЛОГОВ РАСТЕНИЙ



# ПРИНЦИПЫ И СПОСОБЫ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

МАТЕРИАЛЫ  
V Международной научной конференции  
9–13 декабря 2013 года

Часть II

Йошкар-Ола  
2013

ББК 28.0:20.1  
УДК 57:502.172  
П 75

Ответственные редакторы:

**О. Л. Воскресенская**, д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой экологии, и.о. декана биолого-химического факультета МарГУ;  
**Л. А. Жукова**, д-р биол. наук, проф. МарГУ, заслуженный деятель науки РФ

Редакционная коллегия:

**А. Л. Азин**, д-р мед. наук; **И. М. Божьеволина**, канд. пед. наук;  
**И. А. Гетманец**, д-р биол. наук; **Н. В. Глотов**, д-р биол. наук;  
**Ю. А. Дорогова**, канд. биол. наук; **В. П. Ившин**, д-р хим. наук;  
**В. А. Забиякин**, д-р с.-х. наук; **Г. О. Османова**, д-р биол. наук;  
**Т. А. Полянская**, канд. биол. наук; **Н. П. Савиных**, д-р биол. наук

Рецензенты: **Р. И. Винокурова**, д-р биол. наук, профессор Поволжского государственного технологического университета;  
**В. М. Пахомова**, д-р биол. наук, профессор Казанского государственного аграрного университета.

*Печатается при поддержке ФГБУ «Российский фонд фундаментальных исследований» (грант № 13-04-06122)*

**Принципы и способы сохранения биоразнообразия: материалы V Международной научной конференции: в 2 ч. / Мар. гос. ун-т. – Йошкар-Ола, 2013. – Часть II. – 312 с.**

ISBN 978-5-94808-795-5

В материалах конференции представлены доклады, посвященные проблемам биоразнообразия на организменном, популяционном и биоценотическом уровнях. Подробно рассмотрены разнообразие жизненных форм, таксономическое, экологическое и структурное биоразнообразие популяций и сообществ на особо охраняемых и нарушенных территориях, физиолого-биохимические адаптации организмов к различным экологическим факторам, медико-биологические аспекты использования биоразнообразия. Показаны математические аспекты анализа биоразнообразия; приведены методы мониторинга абиотических и биотических компонентов экосистем. Особое внимание уделено проблеме формирования экологического мировоззрения школьников и студентов.

Для экологов, биологов, специалистов в области охраны природы и рационального природопользования, а также преподавателей и студентов (бакалавров и магистров) биологических и экологических специальностей вузов, учителей и школьников.

ББК 28.0:20.1  
УДК 57:502.172

ISBN 978-5-94808-795-5

© ФГБОУ ВПО «Марийский  
государственный университет», 2013

RUSSIAN FOUNDATION FOR BASIC RESEARCH  
MINISTRY OF EDUCATION OF THE MARI EL REPUBLIC  
ECOLOGY AND NATURAL RESOURCES COMMITTEE  
OF THE CITY OF YOSHKAR-OLA  
MARI STATE UNIVERSITY  
MARI CHODRA NATIONAL PARK  
BOLSHAYA KOKSHAGA STATE NATURE RESERVE  
MARI EL BRANCH OF THE SOCIETY OF PLANT PHYSIOLOGISTS



# **PRINCIPLES AND METHODS OF BIODIVERSITY CONSERVATION**

PROCEEDINGS  
of the Fifth International Research Conference  
9-13 December 2013

## **Part II**

Yoshkar-Ola  
2013

BBK 28.0:20.1  
UDK 57:502.172  
P75

**Editors-in-Chief:**

**O. L. Voskresenskaya**, Dr. Biol. Sciences, Professor, Head of the Department of Ecology, Acting Dean of the Faculty of Biology and Chemistry of Mari State University  
**L. A. Zhukova**, Dr. Biol. Sciences, Professor of Mari State University, Honored Scientist of the Russian Federation.

**Editorial Board:**

**A. L. Azin**, Dr. Med. Sciences; **I. M. Bozhjevolina**, Cand. Ed. Sciences;  
**I. A. Getmanets**, Dr. Biol. Sciences; **N. V. Glotov**, Dr. Biol. Sciences;  
**Y. A. Dorogova**, Cand. Biol. Sciences; **V. P. Ivshin**, Dr. Chem. Sciences;  
**V. A. Zabiyaikin**, Dr. Agricult. Sciences; **G. O. Osmanova**, Dr. Biol. Sciences;  
**T. A. Polyanskaya**, Cand. Biol. Sciences; **N. P. Savinykh**, Dr. Biol. Sciences.

**Reviewers:** **R. I. Vinokourova**, Dr. Biol. Sciences, Professor of Volga State University of Technology;  
**V. M. Pakhomova**, Dr. Biol. Sciences, Professor of Kazan State Agrarian University.

*Published with financial support  
of the Russian Foundation for Basic Research (grant № 13-04-06122)*

**P 75 Principles and methods of biodiversity conservation: Proceedings of the Fifth International Research Conference / Mari State University. – Yoshkar-Ola, 2013. – Part II. – 312 p.**

ISBN 978-5-94808-795-5

The conference proceedings cover the issues of biodiversity at the organismal, population and biocenotic levels. Careful consideration is given to the variety of life forms, taxonomic, ecological and structural biodiversity of populations and communities in protected and disturbed areas, physiological and biochemical adaptation of organisms to different environmental factors, medical and biological aspects of biodiversity. Mathematical aspects of the analysis of biodiversity and methods of the monitoring of abiotic and biotic components of ecosystems are presented. Special attention is given to the shaping of school and university students' ecological worldviews.

Targeted at ecologists, biologists, other professionals in the field of environmental protection and rational nature management; university teachers and students (undergraduate and graduate) of biological and environmental majors, as well as at school teachers and students.

**BBK 28.0:20.1  
UDK 57:502.172**

## **КОРРЕЛЯЦИОННАЯ СТРУКТУРА БИЛАТЕРАЛЬНЫХ ПРИЗНАКОВ**

***Трубянов А. Б.<sup>1</sup>, Софронов Г. Ю.<sup>2</sup>, Глотов Н. В.<sup>1</sup>***

<sup>1</sup> Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, true47@mail.ru

<sup>2</sup> Macquarie University, Sydney, georgy.sofronov@mq.edu.au

Для оценки различных видов асимметрии биологических объектов (флуктуирующая, направленная, антисимметрия) на практике, как правило, используют систему признаков, удовлетворяющую определенному комплексу условий (Palmer, Strobeck, 2003). Как было показано ранее (Трубянов, Глотов, 2010), важное значение при выборе признаков имеет

корреляция между сторонами признака. Остается неизученным вопрос о корреляциях между признаками. В простейшем случае – для двух признаков – структура имеет вид, представленный на рисунке 1.

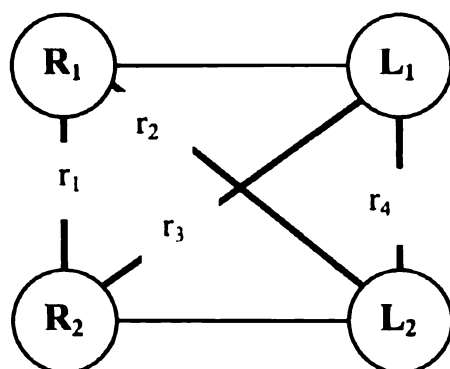


Рисунок 1 – Структура взаимосвязей двух признаков билатерально симметричного объекта:  $L_1, L_2$  – значения первого и второго признаков слева,  $R_1, R_2$  – справа,  $r_1, r_2, r_3, r_4$  – соответствующие корреляции

Связь между признаками представлена четырьмя коэффициентами корреляции, причем, в силу неотрицательной определенности корреляционной матрицы, они связаны между собой некоторыми соотношениями. В связи с этим возникает задача сравнения отдельных коэффициентов корреляции в корреляционной матрице. Несмотря на кажущуюся тривиальность поставленной задачи, комплексное ее решение в литературе не найдено. Нами предложено несколько возможных подходов.

Первый подход основан на применении информационных критериев Акаике (AIC) и Шварца (байесовский информационный критерий, BIC). Корреляции *лево-правое* считаем фиксированными, равными выборочным значениям, для оставшихся 4 корреляций рассматриваем всевозможные комбинации равенств коэффициентов корреляции. Для каждой модели выборочные оценки вычисляем методом максимального правдоподобия. Затем на основании значения информационного критерия выбираем наилучшую модель. Апробация этого метода на материале 4-х признаков листовой пластинки березы повислой показала, что в большинстве случаев наилучшей оказалась модель 1221 ( $r_1 = r_4, r_2 = r_3$ ).

Второй подход основан на критерии отношения правдоподобия. Здесь в качестве нулевой гипотезы принимается равенство всех 4-х коэффициентов корреляции, строится статистика отношения правдоподобия, которая аппроксимируется распределением хи-квадрат. В большинстве случаев модель, выбранная предыдущим методом подтвердилась на 1 %-м уровне значимости.

Третий подход основан на имитационном моделировании. Здесь были выбраны два метода. Один основан на модели 4-мерного нормального распределения (Model-based simulation), другой – свободный от распределения (Nonparametric simulation). На основе этих методов строились распределения для разностей пар коэффициентов корреляции ( $\Delta_{ij} = r_i - r_j$ ) и в зависимости от того, попадает ли ноль в 95 %-й квантильный размах, делается вывод о наличии или отсутствии различий между корреляциями. Для рассмотренной выборки в большинстве случаев была принята рассмотренная выше модель 1221.

Несмотря на то, что в большинстве случаев была выбрана модель 1221, единства в выводах для разных пар признаков нет. На рисунках 2 и 3 представлены распределения коэффициентов корреляции для разных пар признаков. Первый случай иллюстрирует модель 1221, второй 1111 (равенство всех 4 коэффициентов корреляции).

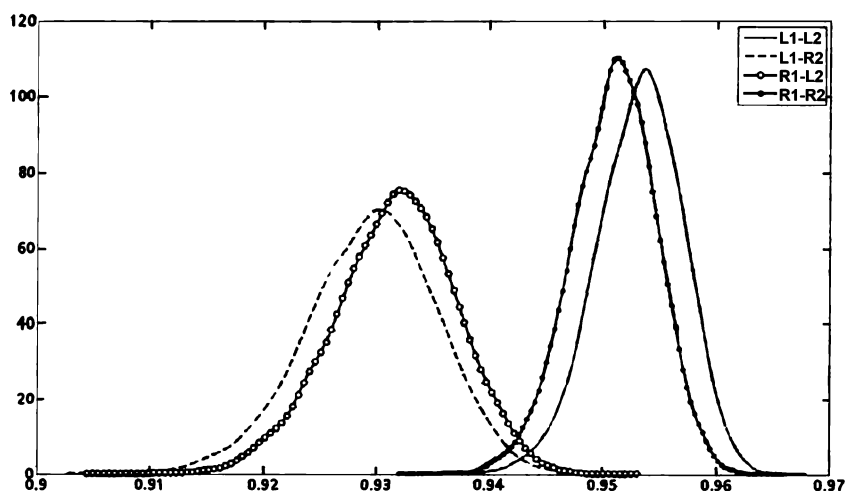


Рисунок 2 – Распределение коэффициентов корреляции между признаками 1 и 2

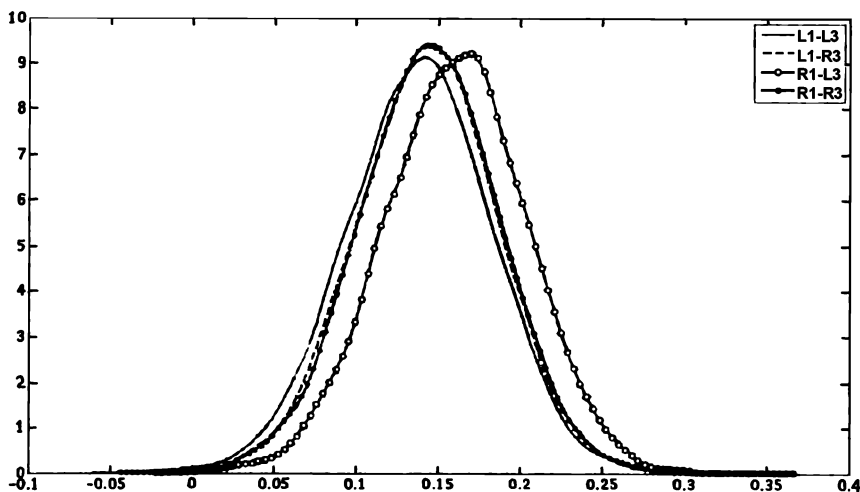


Рисунок 3 – Распределение коэффициентов корреляции между признаками 1 и 3

По-видимому, корреляционная структура зависит от выраженности симметрии, от выбора признаков и др. Вследствие этого необходимо учитывать эту структуру при выборе признаков, также она должна быть отражена в количественной интегральной того или иного вида асимметрии.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 12-04-01251-а.*

### **Литература**

*Palmer A. R. Fluctuating asymmetry analysis revisited / A. R. Palmer, C. Strobeck // Developmental instability: causes and consequences; ed. M. Polak. – Oxford: Oxford University Press, 2003. – P. 279–319. Трубянов А. Б. Флуктуирующая асимметрия: вариация признака и корреляция левое-правое / А. Б. Трубянов, Н. В. Готов // Доклады АН. – 2010. – Т. 431, № 2. – С. 283–285. (Trubyanov A. B. Fluctuating asymmetry: trait variation and the left-right correlation / A. B. Trubyanov, N. V. Glotov // Doklady biological science. – 2010. – Vol. 431, № 1. – P. 103–105).*