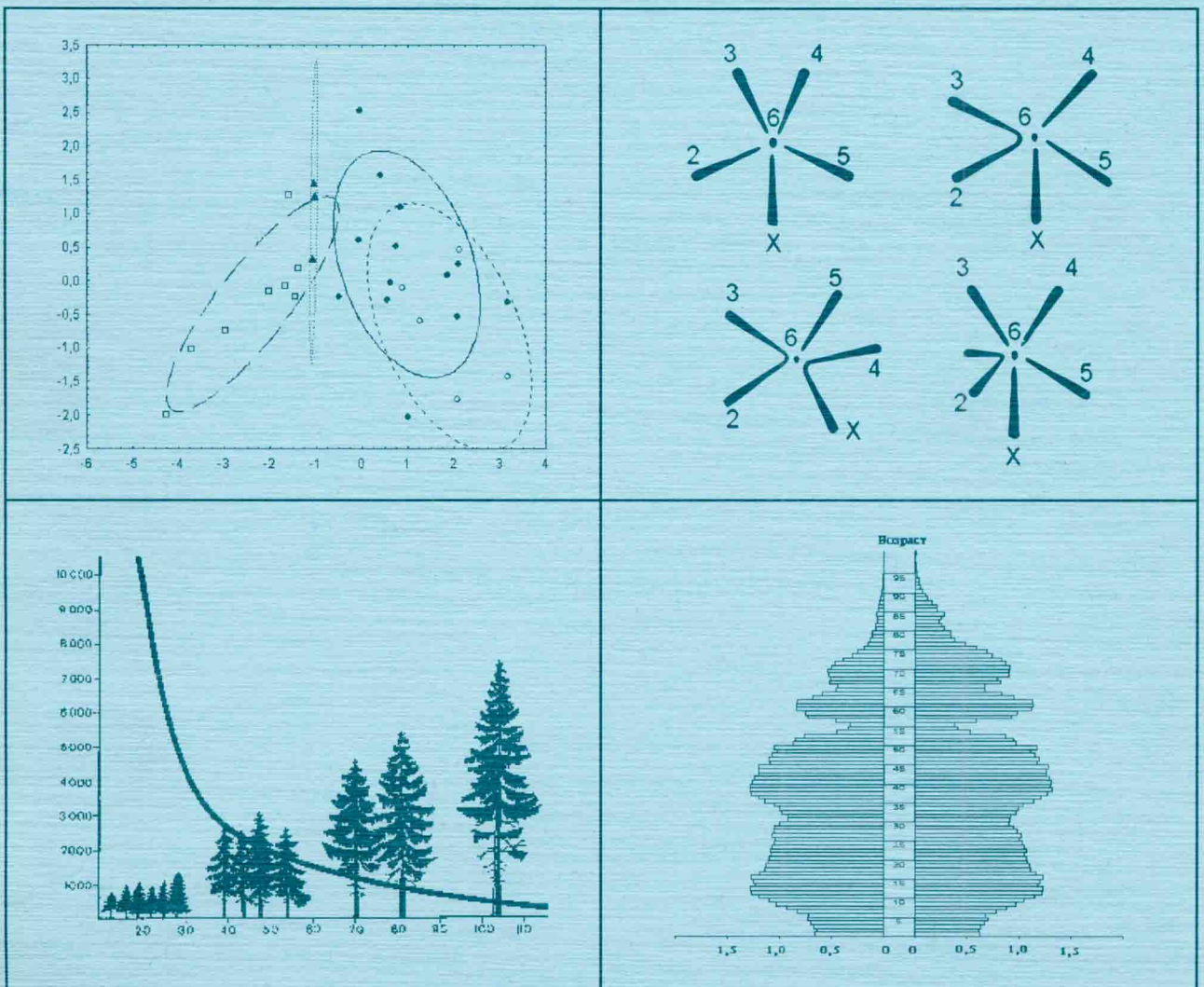


# Современное состояние и пути развития популяционной биологии



Материалы X Всероссийского  
популяционного семинара

Ижевск 2008

Федеральное агентство по образованию  
ГОУ ВПО «Удмуртский государственный университет»  
ГОУ ВПО «Марийский государственный университет»

# **Современное состояние и пути развития популяционной биологии**

**Материалы X Всероссийского популяционного семинара  
(г. Ижевск, 17-22 ноября 2008 г.)**

УДК 574 (082)  
ББК 28.081я431

**Редакционная коллегия:**

Н.В. Глотов (отв. ред.), В.В. Туганаев (науч. ред.), О.Г. Баранова, Н.Е. Зубцовский, О.А. Капитонова, Б.Г. Котегов

**С 568 Современное состояние и пути развития популяционной биологии:** Материалы X Всероссийского популяционного семинара (г. Ижевск, 17-22 ноября 2008 г.). – Ижевск: КнигоГрад, 2008. – 444 с.

ISBN 978–5–9631–0046–2

Сборник материалов включает доклады, представленные на очередном X Всероссийском популяционном семинаре, состоявшемся 17-22 ноября 2008 г. в г. Ижевске. Статьи содержат результаты изучения популяций растений, животных и человека. В первой части сборника размещены материалы, посвященные теоретическим вопросам популяционной биологии и экологии, а также методологии изучения популяций живых организмов. Второй раздел включает статьи, содержащие сведения о структурно-динамических характеристиках популяций различных видов, в том числе подлежащих охране. Третий раздел сборника содержит материалы, касающиеся изучения влияния факторов окружающей среды, включая антропогенные, на популяции растений и животных. В четвертом разделе освещены вопросы, связанные с генетическими аспектами популяционной биологии. Пятый раздел включает статьи по популяционной биологии человека, а также материалы по экологии популяций живых организмов в условиях городской среды.

Материалы сборника представляют интерес для биологов, экологов, молодых исследователей, медицинских работников, а также преподавателей и студентов биологических и экологических специальностей высшей школы.

*При поддержке гранта РФФИ (08-04-06045з)*

УДК 574 (082)  
ББК 28.081я431

ISBN 978–5–9631–0046–2



© Коллектив авторов, 2008.  
© Издательство «КнигоГрад», 2008

## **МНОГОМЕРНОЕ ФЕНОТИПИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА ЭПИГЕНЕТИЧЕСКОЙ ДИВЕРГЕНЦИИ СПОРНЫХ ФОРМ ПОЛЕВОК (RODENTIA, ARVICOLINAE)**

Васильева И.А.

Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург, [via@ipae.uran.ru](mailto:via@ipae.uran.ru)

Изучение изменчивости неметрических признаков – эффективный инструмент оценки поливариантности процесса индивидуального развития морфологическими методами (Васильев, 2005; Васильева, 2006). Их анализ является традиционным для фенетики популяций и широко и успешно применяется для выявления популяционной структуры видов и внутривидовой дифференциации у млекопитающих (Яблоков, Ларина, 1985). Представляется, однако, что при рассмотрении фенотипов как альтернативных состояний неметрических признаков, гомологичных у разных видов, они могут стать не менее эффективным инструментом феногенетического анализа при сравнении близких видов и выявлении степени эпигенетической дивергенции форм на разных уровнях таксономической иерархии (Васильева, 2006). В историческом аспекте теоретической базой для этого служат закон гомологических рядов Н.И. Вавилова, дополняющее его правило родственных отклонений Н.П. Кренке, а также их дальнейшее развитие С.В. Мейеном в форме введения понятий транзитивного полиморфизма, мерона и рефрена. Широкая распространенность фенотипов неметрических признаков у большого числа видов грызунов (Berry, Searle, 1963; Ларина, Еремина, 1988) и представителей других отрядов млекопитающих позволяет говорить о существовании гомологических рядов изменчивости этой системы признаков в пределах семейства Cricetidae. На современном этапе теоретической основой для возрождения эмпирических обобщений Вавилова и Кренке служит эпигенетическая концепция гомологии Г. Стриедтера (Striedter, 1998), опирающаяся на модель эпигенетического ландшафта К.Х. Уоддингтона. Эпигенетическая концепция гомологии фокусирует внимание на онтогенетическом осуществлении структур в филогенетическом времени, однако при этом остается недостаточно разработанной проблема визуализации эпигенетического

ландшафта и его приложения для практической идентификации разных таксономических форм. Нам представляется, что применение методов многомерного статистического анализа для изучения фенетического разнообразия может приблизить нас к решению этой проблемы.

С этой целью нами разработана процедура многомерного неметрического феноти-пирования (Васильева и др., 2005). Под фенотипированием понимается процедура выявления фенетического своеобразия естественных группировок животных (популяций, подвидов, инбредных линий, видов и надвидовых таксонов разного ранга) на основе многомерного группового анализа встречаемости фенотипов и индивидуальных фенетических композиций. Графическое представление результатов многомерного анализа фенетических данных как компонентного, так и дискриминантного (или канонического) представляется нам одним из возможных методов визуализации эпигенетических ландшафтов. Возможность вычисления дискриминантных и классификационных функций, предоставляемая аппаратом дискриминантного анализа, позволяет использовать его и для целей диагностики. Поэтому в более узком смысле фенотипирование – это определение таксономической принадлежности выборки или отдельной особи, отнесение ее с определенной вероятностью к какому-либо из ранее изученных видов (выступающих в качестве обучающих групп) на основе обучающего дискриминантного анализа встречаемости фенотипов и использования дискриминантных ключей. На практике процедуру фенотипирования можно рассматривать как один из эффективных инструментов морфологического анализа, основанного на использовании проявлений гомологической изменчивости морфоструктур (фенотипов).

Ранее нами была продемонстрирована высокая эффективность метода фенотипирования для морфологической диагностики видов-двойников обыкновенной и восточноевропейской полевки, а также спорных в таксономическом отношении географических форм памирской и арчевой полевки (Васильева, 2007). Метод фенотипирования применен также для идентификации спорных географических форм скальных полевки подрода *Aschizomys*. В данной работе мы оценивали его эффективность на примере сравнения североякутской (окрестности г. Тикси) и чукотской (окрестности г. Певек) популяций лемминговидной полевки *Alticola lemminus* Miller, 1899. Сопоставляемые формы лемминговидной полевки имеют кариотипические и молекулярно-генетические особенности, характеризуются специфичным качественным набором морфотипов третьего верхнего щечного зуба  $M^3$  (Большаков и др., 1980), а также различаются по частотам гомологичных фенотипов неметрических признаков (Vasil'eva, 1999). На основании комплекса собственных и литературных данных нами высказано предположение о видовом уровне дивергенции названных форм лемминговидной полевки (Васильева, 2006).

Фенетический анализ индивидуальных фенетических композиций у двух географических форм выявил 70 варьирующих неметрических признаков, из которых 50 были общими для обеих форм, но встречались с разной частотой. Обнаружены также специфичные состояния признаков (фены) – 5 у якутской формы и 15 у чукотской.

Проявление фена по каждому признаку на левой и правой сторонах тела кодировали цифрой 1, а отсутствие – 0 (в анализ включены только целые черепа). Дискриминантный анализ встречаемости индивидуальных композиций фенотипов у чукотской и якутской форм лемминговидной полевки был первоначально проведен по всем 70 признакам в программе PAST. Затем после их последовательной выбраковки найдена минимальная эффективная композиция из 20 фенотипов, позволяющая фенотипировать особей с высокой точностью (100%). Данная композиция признаков позволила сформировать дискриминантный ключ в виде классификационных функций. Принадлежность особи к конкретной таксономической группе можно определить по большему значению одной из альтернативных классификационных функций. Результаты дискриминантного анализа якутской и чукотской форм лемминговидной полевки приведены на рисунке. Видно, что сравниваемые группы резко дифференцированы и между ними наблюдается отчетливый hiatus (рис.). Полученные данные указывают на очень высокий уровень эпигенетической дивергенции данных форм, что хорошо согласуется с приведенными выше собственными и литературными материалами об их морфологической специфичности и могут служить основанием для признания их видовой самостоятельности.

Таким образом, предложенный нами метод популяционного фенотипирования оказывается эффективным при поиске криптических видов в группах спорных таксономических форм, т.е. обладает эвристическими свойствами.

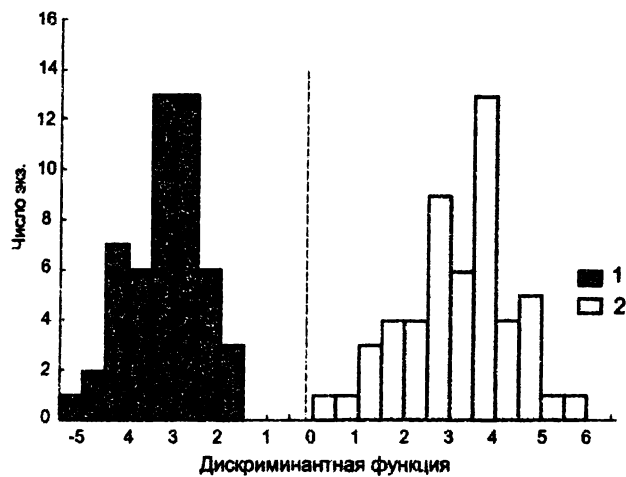


Рис. Результаты дискриминантного анализа композиций фенотипических признаков черепа чукотской (1) и якутской (2) дифференцированных форм *Alticola (Aschizomys) lemminus*. Штриховая линия указывает ключевое значение дискриминантной функции для различения особей сравниваемых форм при классификации

#### Список литературы:

- Большаков В.Н., Васильева И.А. Малеева А.Г. Морфотипическая изменчивость зубов полевок. М.: Наука, 1980. 139 с.
- Васильев А.Г. Эпигенетические основы фенетики: на пути к популяционной мерономии. Екатеринбург: Академкнига, 2005. 640 с.
- Васильева И.А. Гомологическая изменчивость неметрических признаков как основа многомерного фенотипирования (на примере горных млекопитающих) // Млекопитающие горных территорий: Матер. международ. конф. М.: Тов. науч. изданий КМК, 2007. С. 67-72.
- Васильева И.А., Васильев А.Г., Гилева Э.А. Эпигенетическая дивергенция видов двойников: *Microtus arvalis* и *Microtus rossiaemeridionalis* // Популяции в пространстве и времени: сб. материалов докл. VIII Всеросс. популяц. семинара. Н. Новгород, 2005. С. 47-49.
- Васильева И.А. Закономерности гомологической изменчивости морфологических признаков грызунов на разных этапах эволюционной дивергенции: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Екатеринбург, 2006. 46 с.
- Васильева И.А. Гомологическая изменчивость неметрических признаков как основа многомерного фенотипирования (на примере горных млекопитающих). Нальчик. 2007.
- Ларина Н.И., Еремина И.В. Каталог основных вариаций краниологических признаков у грызунов // Фенетика природных популяций. М.: Наука, 1988. С. 8-52.
- Яблоков А.В., Ларина Н.И. Введение в фенетику популяций: новый подход к изучению природных популяций: учеб. пособие для студ. вузов. М.: Высш. шк., 1985. 160 с.
- Berry R.J., Searle A.G. Epigenetic polymorphism of the rodent skeleton // Proc. Zool. Soc. London. 1963. V. 140. P. 557-615.
- Brigandt I. Homology and the origin of correspondence // Biology and Philosophy. 2002. V. 17. P. 389-407.
- Striedter G.F. Stepping into the same river twice: homologues as recurring attractors in epigenetic landscapes // Brain, Behavior and Evolution. 1998. V. 52. 218-231.
- Vasil'eva I. Epigenetic divergence of Asian high-mountain voles of the subgenus *Aschizomys* from southern and north-eastern Siberia // Folia zool. 1999. V. 48. Suppl. 1. P. 105-114.