

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК



# **ЭКОЛОГИЯ И ЭВОЛЮЦИЯ: НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ**

**МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОГО СИМПОЗИУМА,  
ПОСВЯЩЕННОГО 100-ЛЕТИЮ АКАДЕМИКА С. С. ШВАРЦА  
ЕКАТЕРИНБУРГ, 1–5 АПРЕЛЯ 2019 г.**

Екатеринбург  
2019

УДК 574 + 575.8

ББК 28.080

Э 40

*Рекомендовано к изданию Ученым советом*

*ФГБУН ИЭРиЖ УрО РАН*

*Ответственные редакторы:*

*доктор биологических наук, проф. РАН Д. В. Веселкин*

*доктор биологических наук, проф. А. Г. Васильев*

*Редакционная коллегия*

*д.б.н., проф. А. В. Бородин, д.б.н. И. А. Васильева, к.б.н. О. А. Госькова,  
к.б.н. Е. Б. Григоркина, к.б.н. Ю. А. Давыдова, к.б.н. Е. Ю. Захарова, д.б.н. Н. С. Корытин,  
д.б.н. Л. Е. Лукьянова, к.б.н. Н. И. Марков, д.б.н. В. Г. Монахов, д.б.н. Г. В. Оленев,  
д.б.н. В. Н. Рыжановский, д.б.н. В. Л. Семериков, к.б.н. В. А. Соколов, к.б.н. Т. В. Струкова,  
к.б.н. М. В. Чибиряк*

**Экология и эволюция: новые горизонты:** материалы Международного симпозиума, посвященного 100-летию академика С. С. Шварца (1–5 апреля, 2019, г. Екатеринбург). — Екатеринбург: Гуманитарный университет, 2019. — 698 с.

**ISBN 978-5-7741-0358-4**

Обсуждаются актуальные проблемы фундаментальной экологии в связи с быстрыми антропогенными и климатическими изменениями биоты, происходящими в мире. Рассмотрены современное состояние и перспективы решения проблем теоретической экологии, популяционной и эволюционной экологии, экологической морфологии и экофизиологии, экологической генетики и филогеографии, исторической экологии и палеоэкологии, радиационной экологии и экотоксикологии, а также экологии сообществ и филоценогенетики. Предложены новые теоретические представления в области эволюционной и популяционной синэкологии; обсуждаются новые подходы на стыке молекулярной генетики, филогенетики и экологии. Особое внимание уделено современным представлениям об эволюции: изучению биологического разнообразия на разных уровнях организации; методам экологического прогнозирования, моделирования и технологиям рационального природопользования.

В сборнике представлены материалы докладов участников из России, Азербайджана, Армении, Белоруссии, Германии, Израиля, Казахстана, Монголии, Нидерландов, Норвегии, Польши, Словении, Узбекистана, Украины, Финляндии, Чехии, и других стран.

**ISBN 978-5-7741-0358-4**

© Институт экологии растений и животных УрО РАН, 2019  
© Оформление, Гуманитарный университет, 2019

# **ECOLOGY AND EVOLUTION: NEW CHALLENGES**

**PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL SYMPOSIUM  
DEDICATED TO THE 100<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF THE RUSSIAN  
ACADEMICIAN S. S. SHWARTZ  
RUSSIA, EKATERINBURG, APRIL 1–5, 2019**

Ekaterinburg  
2019

**Ecology and Evolution: New Challenges:** Proceedings of the International Symposium dedicated to the celebration of 100<sup>th</sup> anniversary of RAS Academician S. S. Shwartz (**April 1–5, 2019**, Ekaterinburg, Russia). — Ekaterinburg: Liberal Arts University — University for Humanities, 2019. — 698 p.

The International Symposium '*Ecology and evolution: New challenges*' was dedicated to the celebration of S. S. Shwartz' 100<sup>th</sup> anniversary. RAS Academician S. S. Shwartz (1919–1976) was a prominent Russian ecologist whose contribution to the field of population and evolution ecology is hard to overestimate. He is deservedly regarded as the father of the Ural ecological scientific school. He was also the founder and editor-in-chief of the Russian Journal of Ecology. S. S. Shwartz was awarded a number of state civilian decorations and awards, including A. N. Severtsov' Award.

The Symposium was aimed at facilitating discussions among its participants around pressing issues of fundamental ecology associated with global anthropogenic and climatic changes in biota. The discussions focused on the current state and prospects of solving urgent ecological problems arising in the fields of theoretical ecology, population and evolutionary ecology, ecological morphology, ecophysiology, ecological genetics, phylogeography, historical ecology, paleoecology, radiation ecology, ecotoxicology as well as the ecology of communities and phylogenetics. New theoretical concepts in the fields of evolutionary and population synecology were presented, along with most recent advancements at the interface between molecular genetics, phylogenetics and ecology. The historical aspects of the development of modern ecology were discussed. A particular attention was paid to contemporary views on evolution, novel approaches to investigating the biological diversity of various groups of organisms, the methods of ecological forecasting and modelling, as well as to the technologies of rational environmental management, facilitating the application of scientific achievements in practice.

This book of Proceedings presents Symposium papers delivered by participants from Russia, Azerbaijan, Armenia, Belarus, Germany, Israel, Kazakhstan, Mongolia, the Netherlands, Norway, Poland, Slovenia, Uzbekistan, Ukraine, Finland, Czech Republic, and others.

### *Acknowledgments*

We express our appreciation to the Department of Foreign Languages,  
Institute of Philosophy and Law UB RAS,  
for language assistance in organizing the Symposium.

ISBN 978-5-7741-0358-4

© Institute of Plant and Animal Ecology UB RAS, 2019  
© Liberal Arts University — University for Humanities, 2019

## **ПОПУЛЯЦИОННАЯ ЭКОМОРФОЛОГИЯ: ПОДХОДЫ И МЕТОДЫ (НА ПРИМЕРЕ ГРЫЗУНОВ)**

**Васильева И. А., Васильев А. Г.**

*Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия*

*e-mail: via@ipae.uran.ru*

Экологическая морфология (Алеев, 1986) обычно нацелена на изучение морфологических адаптаций представителей разных жизненных форм, связанных с их образом жизни (древесный, водный, воздушный, подземный, наземный и др.) и обеспечивающих возможность освоения ими разных сред и экологических ниш. Однако в рамках популяционной морфологии (Яблоков, 1966, 1987) и эволюционной экологии (Шварц и др., 1968; Шварц, 1969, 1980) изучали морфофизиологические особенности представителей разных структурно-функциональных групп внутри популяций: самцов и самок, разных возрастных групп, представителей разных морф и биотипов (Васильев, 1996, 2005). В последние годы появились исследования, в которых рассматриваются функциональные признаки (Mouillot et al., 2014; Anderson et al., 2014; Farré et al., 2015), позволяющие характеризовать приспособленность популяций и сообществ к локальным условиям.

Все морфологические исследования в той или иной степени являются экоморфологическими и тесно связаны с оценкой влияния средовых факторов на морфогенез организмов. Ранее мы предложили особый популяционно-ценотический подход (Васильев и др., 2018) для изучения сопряженной изменчивости ценопопуляций симпа-

трических видов животных, относящихся к одному таксоному (совокупности близкородственных видов, являющихся фрагментом сообщества), позволяющий оценить проявления взаимных коэволюционных перестроек морфогенеза (Thompson, 1999). Мы предлагаем в рамках развиваемого нами популяционно-ценотического подхода расширить возможности функциональной интерпретации адаптивных морфологических изменений. Фактически речь идет о дополнении метода морфофизиологических индикаторов особыми индексами, характеризующими определенные функциональные возможности морфоструктур. В частности, могут быть использованы морфофункциональные мандибулярные индексы, отражающие особенности способа обработки пищевых объектов, а также индексы складчатости жевательной поверхности щёчных зубов, характеризующие их режущую способность. Параллельно можно использовать методы геометрической морфометрии (Rohlf, Slice, 1990; Zelditch et al., 2004; Васильев и др., 2018) для характеристики изменчивости формы нижней челюсти и конфигурации жевательной поверхности зубов, которые также допускают как морфогенетическую, так и функциональную интерпретацию различий. Для того, чтобы подчеркнуть необходимость группового (популяционного) анализа функциональных адаптивных переключений морфогенеза в локальных природных и/или лабораторных условиях, предлагаем назвать данное направление исследований *популяционной экоморфологией*.

Рассмотрим некоторые примеры популяционных экоморфологических исследований для грызунов. В популяции красно-серой полевки (*Clethrionomys rufocanus*) при изучении хронографической изменчивости формы третьего верхнего щёчного зуба (МЗ) в Висимском заповеднике на фазах пика и депрессии численности выявлена разная морфогенетическая реакция самцов и самок. Изменчивость формы рисунка жевательной поверхности МЗ анализировали по 20 ландмаркам на цифровых фотографиях методами геометрической морфометрии. В аллохронных выборках из висимской популяции красно-серой полевки выявлено резкое переключение морфогенеза зуба на фазах депрессии и пика численности. Полигоны изменчивости канонических ординат самцов на обеих фазах численности существенно разобщены в общем морфопространстве и не перекрываются. Полигоны самок из выборок на разных фазах численности тоже смещены относительно друг друга, но частично перекрываются. Фактически форма зубов у самцов и самок оказалась различна, что указывает на их трофическую специализацию. На фазе депрессии численности заметно усиливается половой диморфизм по конфигурации МЗ, который на фазе пика численности выражен меньше.

Полученные результаты согласуются с принципом компенсации Ю. И. Чернова на внутривидовом уровне. В неблагоприятных условиях на фазе депрессии численности по морфофункциональным свойствам зуба, связанным с трофической функцией, самки и самцы компенсаторно расходятся, формируя подобие двух, а на разных фазах — трех специализированных в трофическом отношении морф («эковидов») и компенсируя в сообществе роль других видов — потребителей трофических ресурсов, имеющих низкую численность. В относительно благоприятных условиях на пике численности морфофункциональные

различия между полами, обусловленные разной формой щёчных зубов, почти нивелируются, но реализуется иная, чем при депрессии численности, программа морфогенеза зубов. Последнее позволяет данному виду компенсаторно изменить морфофункциональные свойства зубов и связанные с этим трофические возможности и предпочтения на фазе пика численности, обеспечивая для вида и сообщества потребление другого спектра ресурсов. Тем самым происходит переключение морфогенеза, обеспечивающее смену инструментальных возможностей вида при предварительной механической обработке кормовых объектов.

Форма нижней челюсти грызунов также отражает трофическую специализацию видов. При сравнении изменчивости формы нижней челюсти самцов и самок в одних и тех же ценопопуляциях двух синтопно обитающих видов — рыжей полевки и малой лесной мыши в оренбургском таксоценозе грызунов — также обнаружена способность компенсаторно переключать морфогенез на фазах депрессии и пика численности. В холодное и дождливое лето 1986 г. при низкой численности у обоих видов наблюдался хорошо выраженный половой диморфизм нижней челюсти, отражающий компенсаторную трофическую специализацию самцов и самок, а в теплое лето 2015 г. с умеренными осадками при высокой численности — половые различия почти нивелировались. Параллелизм морфогенетической реакции обоих симпатрических видов отражает их высокий коэволюционный потенциал, несмотря на существенную филетическую удаленность. Полученные результаты позволяют иначе взглянуть на феномен разной степени проявления полового диморфизма и его роль в популяционной экоморфологии и эволюционной синэкологии.

Работа выполнена в рамках государственного задания Института экологии растений и животных УрО РАН и частичной финансовой поддержке Комплексной программы УрО РАН (проект № 18-4-4-28).

## POPULATION ECOMORPHOLOGY: APPROACHES AND METHODS (ON THE EXAMPLE OF RODENTS)

Vasil'eva I. A., Vasil'ev A. G.

*Institute of Plant and Animal Ecology Ural Branch of RAS, Ekaterinburg, Russia*

*e-mail: via@ipae.uran.ru*

We discuss a new area in ecological morphology called population ecomorphology which is aimed at carrying out the complex analysis of functional adaptive switching of a morphogenesis in local natural and/or laboratory conditions on the basis of methods of a geometric morphometrics. We also consider some functional morphometric and morpho-physiological indices allowing direct or indirect functional interpretation of adaptive morphological variability of a shape of the mandible and a configuration of a chewing surface of teeth in rodents.

**Key words:** *ecomorphology, geometric morphometrics, functional features.*