

Региональный конкурс РФФИ «Урал»  
Свердловская область

**Результаты научных работ,  
полученные за 2008 год**

Аннотационные отчеты

Екатеринбург  
2009

Российский фонд фундаментальных исследований  
Уральское отделение Российской академии наук  
Правительство Свердловской области  
Региональный научно-технический центр

**РЕГИОНАЛЬНЫЙ КОНКУРС РФФИ «УРАЛ»  
Свердловская область**

Результаты научных работ, полученные за 2008 год

*Аннотационные отчеты*

Екатеринбург  
2009

Вашему вниманию предлагается сборник научных отчетов по проектам, выполнявшимся в Свердловской области в рамках регионального конкурса «РФФИ—Урал» в 2008 году по семи направлениям: математика, информатика, механика; физика и астрономия; химия; биология и медицинская наука; науки о Земле; науки о человеке и обществе; информационные технологии и вычислительные системы.

© Российский фонд фундаментальных исследований,  
Уральское отделение Российской академии наук,  
Правительство Свердловской области,  
Региональный научно-технический центр.  
2009 г.

## **РАЗРАБОТКА ОСНОВ ФЕНОГЕНЕТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НАЗЕМНЫХ И ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ УРАЛА**

Большаков В.Н., Васильев А.Г., Васильева И.А.,  
Евдокимов Н.Г., Захарова Е.Ю., Чибиряк М.В.,  
Синева Н.В., Баранов В.Ю.

*Институт экологии растений и животных  
Уральского отделения РАН,  
620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202.  
E-mail: Vladimir.Bolshakov@ipae.uran.ru*

Объектом разработки в рамках данного проекта является создание системы популяционного феногенетического мониторинга с использованием различных видовых компонентов водных и наземных экосистем Уральского региона.

Цель проекта — разработка основ феногенетического мониторинга состояния наземных и водных экосистем Урала в локалитетах с разной степенью и длительностью техногенного воздействия. Феногенетический мониторинг опирается на изучение закономерностей нарушения морфогенеза в популяциях фоновых видов животных и растений, подвергшихся хроническому техногенному воздействию различной природы, и оценку стабильности индивидуального развития на популяционном уровне.

Основной задачей данного проекта является создание экспресс-технологии оценки состояния и обнаружения отдаленных морфогенетических последствий техногенных инцидентов у различных видовых компонентов наземных и водных экосистем Урала, используя общие закономерности феногенетических преобразований в популяциях фоновых видов, подвергающихся хроническому техногенному воздействию. Развиваемый «экосистемный» подход использует идею синхронного и синтопного популяционно-феногенетического анализа ключевых модельных видов растений и животных, характеризующих экосистемы типичных региональных ландшафтов, включая территории и акватории Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРС), Теченского каскада водоемов и интактных экосистем-аналогов в градиентах техногенного загрязнения среды. В результате использования данного подхода становится потенциально возможно выявить уровни дестабилизации индивидуального развития в популяциях различных видовых компонентов наземных и водных биоценозов, определить наиболее уязвимые элементы экосистем и оценить их состояние в целом.

В 2008 году продолжен анализ встречаемости крупных и мелких аномалий морфогенеза и получены новые материалы об уровнях флуктуирующей асимметрии метрических, меристических и альтернативных билатеральных признаков у модельных видов растений и животных на 20 ключевых площадках на территории Уральского региона, включая озерные и речные участки. На основе этих количественных данных получены групповые оценки стабильности индивидуального развития контрольных и импактных группировок

модельных форм организмов. Продолжена отработка методов количественной оценки дестабилизации индивидуального развития, включая методы геометрической морфометрии, на примере ценопопуляций березы повислой в градиенте воздействия техногенных поллютантов на экосистемы Висимского биосферного природного заповедника со стороны Кировградского медеплавильного комбината (КМК). Юстировка метода проведена в зонах техногенного влияния медеплавильных комбинатов (КМК и СУМЗ) на Среднем Урале. Для оценки уровня воздействия использовали индекс техногенного загрязнения (ИТР), характеризующий в пробах снега суммарную концентрацию 15 растворимых техногенных поллютантов.

В импактном участке СУМЗа и наиболее загрязненных локалитетах вблизи КМК усиливается дисперсия направленной асимметрии двеллярной структуры листьев, рассчитанной для каждого листа в целом  $DA^2_R$  (дисперсия направленной ассиметрии двеллярной структуры по отдельным признакам  $DA^2_C$  при этом почти не изменяется), т.е. возрастает согласованность морфогенеза двелов внутри половин листовой пластинки, но параллельно снижается согласованность их развития на разных сторонах, поскольку дисперсии флуктуирующей ассиметрии,  $FA^2_R$  и  $FA^2_C$  увеличиваются. Различия проявляются и по ростовым реакциям. В зоне влияния КМК не наблюдается угнетения роста листьев, в отличие от СУМЗа. Опираясь на использование дисперсии флуктуирующей асимметрии двеллярной структуры листьев березы повислой, можно разработать шкалу, указывающую на уровень нестабильности развития отдельного дерева или группы деревьев. Превышение критической величины  $FA^2_R = 0,40$  свидетельствует о неблагоприятных условиях морфогенеза конкретного дерева, а значения выше 0,70–0,80 — о том, что растение произрастает в зоне сильного техногенного воздействия.

Основное внимание, как и в предыдущем году, уделено изучению отдаленных феногенетических последствий техногенных выбросов уральских предприятий медеплавильной и алюминиевой промышленности, а также влияния радиоактивного загрязнения экосистем в зоне ВУРСа и ТКВ. Проведен дополнительный сбор коллекционного материала в импактных и интактных экосистемах-аналогах в популяциях 10 фоновых модельных видов позвоночных и беспозвоночных животных, а также древесных растений (отловлено более 700 экз. грызунов и землероек, 230 экз. рыб, 1200 экз. насекомых разных отрядов, созданы гербарии 1500 листьев древесных и травянистых растений).

Созданы серии оцифрованных изображений нижних челюстей грызунов и насекомоядных млекопитающих, билатеральных костей рыб, крыльев чешуекрылых и перепончатокрылых насекомых, а также гербарных образцов листьев растений на CD для проведения морфогенетических исследований с помощью методов геометрической морфометрии. У всех объектов изучена встречаемость аномалий развития, оценены индексы флуктуирующей асимметрии билатеральных структур, а также размерные характеристики и изменчивость формы. Продолжено выявление морфогенетических реакций разных компонентов экосистем на воздействие техногенных поллютантов, оценены адаптивные изменения в техногенной среде.

Продолжен сбор количественных данных об оценке специфики сообществ беспозвоночных и позвоночных животных на техногенно загрязненных территориях в зоне влияния ВУРСа на Южном и Среднем Урале. Проведение

на индивидуальная оценка содержания фторидов у грызунов контрольных и импактных популяций на Южном Урале в зоне влияния Южно-Уральского криолитового завода (ЮУКЗ), а также влияния этого фактора на морфогенез животных. В результате исследований, на основе использования методов геометрической морфометрии оцифрованных изображений частей скелета двух модельных видов грызунов, выявлена значимая однонаправленная морфогенетическая реакция на уровень накопления фторидов в скелете животных. Она проявилась в сходных деформациях нижней челюсти в импактных популяциях рыжей полевки и малой лесной мыши вблизи ЮУКЗа.

Продолжен сбор данных о концентрации  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в организмах ряда модельных видов грызунов и беспозвоночных животных в импактных участках ВУРСа, а также рыб в водоемах зоне влияния ВУРСа и ТКВ. Выявлены многочисленные морфогенетические aberrации (фены) в строении скелета речного окуня как в контрольных, так и в импактных водоемах ТКВ. Получены доказательства исторически быстрых популяционно-феногенетических перестроек речного окуня при длительном изолированном обитании в условиях радиоактивного облучения в Теченском каскаде водохранилищ. Для южноуральских, среднеуральских и североуральских группировок окуня была выявлена иерархия размаха межпопуляционных географических и внутривидовых биотопических различий проявления фенов, которая может нарушаться как из-за локального воздействия естественных экологических факторов (таких как минерализация воды), так и из-за антропогенных изменений, вызванных радиоактивным загрязнением среды.

Совместно с фирмой «SIAMS-Photolab» продолжены работы по развитию экспресс-технологии «ФЕН-ЭКОТЕСТ-3» для оценки состояния наземных и водных экосистем Уральского региона, основанной на использовании методов популяционного феногенетического анализа модельных видов, которая может быть рекомендована для организации феногенетического мониторинга. Полученные материалы позволят приблизиться к решению фундаментальной проблемы устойчивости наземных и водных экосистем в условиях хронического техногенного воздействия на природные ландшафты и не имеют прямых аналогов в практике мировых исследований данной проблемы. Проект нацелен на решение фундаментальных и прикладных проблем экологии Уральского региона, но его результаты могут быть использованы в процессе подготовки студентов биологических специальностей ВУЗов по специальностям «Экология», «Радиобиология» и «Экотоксикология».

*Публикации по проекту*

1. Баранов В.Ю. Анализ изменчивости неметрических признаков скелета речного окуня (*Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758) в водоемах Уральского региона // Современное состояние водных биоресурсов: материалы международной конференции. Новосибирск, 2008. С. 122—127.
2. Баранов В.Ю. Разнообразие формы тела речного окуня в водоемах Уральского региона // Северные территории России: проблемы и перспективы развития: Всероссийская конференция с международным участием. Архангельск, 23—26 июня 2008. Электронный носитель CD-Rom.
3. Васильев А.Г., Васильева И.А. Новые методы феногенетического мониторинга импактных популяций растений и животных // Экологические системы: фундаментальные и прикладные исследования. Ч. I.: Сборник материалов II все-

- российской научно-практической конференции (Нижний Тагил, 24—27 марта 2008 г.). Нижний Тагил, 2008. С. 47—52.
4. Васильев А.Г., Васильева И.А. Основы феногенетического мониторинга популяций растений и животных в антропогенно трансформированной среде // Живые объекты в условиях антропогенного пресса: материалы X международной научно-практической экологической конференции (Белгород, 15—18 сентября 2008 г.). Белгород: ИПЦ «ПОЛИТЕРРА», 2008. С. 39.
  5. Васильев А.Г. Популяционная мерономия и проблема визуализации эпигенетического ландшафта // XXII Любичевские чтения. Современные проблемы эволюции: сб. докладов) Т. 2. Секция экологии и биологии. Ульяновск, 2008. С. 6—14.
  6. Захарова Е.Ю. Сезонная изменчивость крылового рисунка *Erebia ligea* L. (Lepidoptera: Satiridae) на Среднем Урале // Там же. С. 30—38.
  7. A.G. Vasil'ev, I.A. Vasil'eva, Yu.F. Marin, Phenogenetic monitoring of the Weeping birch (*Betula pendula* Roth.) in the Middle Urals: Testing a new method for assessing developmental stability in higher plants // Russian Journal of Ecology, 2008. Vol. 39. № 7. P. 25—31.
  8. Evdokimov N.G., Sineva N.V. Coat color polymorphism in populations of the Northern Mole Vole in the Ural Region // Ibid. P. 65—71.
  9. Баранов В.Ю. Изучение изменчивости неметрических признаков скелета речного окуня из загрязненных радионуклидами водоемов Южного Урала // Биосфера Земли: прошлое, настоящее и будущее: Материалы конференции молодых ученых. (Екатеринбург, 21—25 апр. 2008 г.). В печати.
  10. Крашанинина Ю.В., Чибиряк М.В. Структура населения мелких млекопитающих Восточно-Уральского радиоактивного следа // Там же.
  11. Шкурихин А.О., Ослина Т.С., Васильев А.Г. Изменчивость формы крыльев огородных белянок *Pieris napi* и *P. rapae* и ее связь с меланиновыми элементами рисунка // Там же.
  12. Ослина Т.С., Шкурихин А.О., Захарова Е.Ю. Дискретная и непрерывная изменчивость меланиновых элементов крылового рисунка *Pieris napi* и *P. rapae* (Lepidoptera: Pieridae) на Среднем и Южном Урале // Там же.
  13. Юдаева А.И. Морфофункциональное состояние семенников мелких млекопитающих, обитающих в районе радиоактивного загрязнения // Там же.