

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
Институт экологии растений и животных

**БИОСФЕРА ЗЕМЛИ:
прошлое, настоящее
и будущее**

**МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ**

21–25 апреля 2008 г.

ЕКАТЕРИНБУРГ

ЮЩИКИ

УДК 574 (061.3) + 502.211
ББК 28.081
Б 637

**Материалы конференции изданы при финансовой поддержке
гранта РФФИ (проект № 08-04-06022)
и Президиума УрО РАН.**

Б 637

Биосфера Земли: прошлое, настоящее и будущее. Материалы конф. молодых ученых, 21 – 25 апреля 2008 г. / ИЭРиЖ УрО РАН. — Екатеринбург: Изд-во «Гощицкий», 2008. — 348 с.

ISBN 978 – 5 – 98829 – 017 – 9

В сборнике опубликованы материалы Всероссийской конференции молодых ученых «Биосфера Земли: прошлое, настоящее и будущее», проходившей с 21 по 25 апреля 2008 г. в Институте экологии растений и животных УрО РАН. Работы посвящены исследованиям в области популяционной генетики и эволюции, экологии и радиобиологии, функциональной экологии и экологического прогнозирования. Обсуждаются вопросы биологического разнообразия и механизмы устойчивости биоты, проблемы биометрии и анализа данных.

ISBN 978 – 5 – 98829 – 017 – 9

© Коллектив авторов, 2008
© Оформление. Издательство
«Гощицкий», 2008

**ДИСКРЕТНАЯ И НЕПРЕРЫВНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ
МЕЛАНИНОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КРЫЛОВОГО РИСУНКА
PIERIS NAPI И *P. RAPAE* (LEPIDOPTERA: PIERIDAE)
НА СРЕДНЕМ И ЮЖНОМ УРАЛЕ**

Т.С. Ослина*, А.О. Шкурихин*, Е.Ю. Захарова**

*Уральский госуниверситет, г. Екатеринбург

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

Впервые рисунок крыльев белянок (Lepidoptera: Pieridae) был исследован в 1894 г. при помощи метода сравнений и гомологизаций на обширном всецветном материале (Dixey, 1894). В дальнейшем Б.Н. Шванвич (1956) установил, что крыловой рисунок Pieridae соответствует общей схеме, которая была предложена для значительного большинства Rhopalocera. Обнаружено, что у представителей рода *Pieris* происходит сильная дегенерация основных элементов рисунка.

В настоящей работе мы рассматриваем изменчивость размеров крыла и меланиновых элементов рисунка двух видов огородных белянок: брюквенницы *Pieris napi* (Linnaeus, 1758) и репницы *P. rapae* (Linnaeus, 1758), обитающих на территории Среднего и Южного Урала. Для разных частей ареалов данных видов описано множество форм неясного таксономического ранга. Ситуация с комплексом видов (надвидом) *P. napi* до сих пор остается дискуссионной в связи со значительной географической, половой, сезонной и индивидуальной изменчивостью (Коршунов, Горбунов, 1995; Плющ и др., 2005; Львовский, Моргун, 2007; Gorbunov, 2001; Gorbunov, Kosterin, 2003). В настоящее время в литературе принято, что на территории Среднего и Южного Урала распространены номинативные подвиды.

Цель исследования — изучение изменчивости фенотипических признаков крылового рисунка двух видов белянок *P. napi* и *P. rapae* (Lepidoptera: Pieridae) на Среднем и Южном Урале.

Для выполнения цели были поставлены следующие задачи: 1) разработать систему метрических признаков для оценки степени проявления меланинового рисунка на крыльях белянок рода *Pieris*; 2) изучить структуру фенотипических корреляций метрических признаков крыла; 3) изучить соотношение межвидовой, половой и географической компонент изменчивости *P. napi* и *P. rapae* на территории Среднего и Южного Урала.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сбор энтомологического материала проводили с июня по сентябрь 2007 г. на биостанции УрГУ (Свердловская обл., Сысертский р-н, окр. д. Фомино), в окрестностях г. Кувандык Оренбургской области и на территории Восточно-Уральского государственного заповедника (Челябинская обл., Каслинский р-н, окрестности пос. Метлино). Объемы выборок и сроки отлова представлены в таблице.

Таблица. Объем выборок в 2007 г. (экз.)

Место сбора	Дата сбора	<i>Pieris napi</i>		<i>Pieris rapae</i>	
		самцы	самки	самцы	самки
Свердл. обл., окр. д. Фомино	21.V – 4.IX	28	36	27	34
Оренбургск. обл., окр. г. Кувандык	15.VII – 23.VII	35	15	22	8
Восточно-Уральский государственный заповедник					
Берег оз. Бердениш	21.VI – 29.VI, 20.VIII – 29.VIII	35	35	–	–
Берег оз. Кожакуль		35	20	–	–
пос. Метлино		35	35	32	13
ЛЭП у пос. Метлино		24	17	–	–

Используя стандартную методику, всего было изготовлено 486 препаратов генитальных структур двух видов белянок, по которым было проведено определение видовой и половой принадлежности особей (Некрутенко, 1985, 1990; Gorbunov, 2001).

Измерения параметров крыльев и размеров элементов крылового рисунка проводили по электронным изображениям с помощью программы SIAMS Photolab 4.0.4.x-r4679. Для этого крылья оцифровывали на сканере Epson Perfection 2480 PHOTO при разрешении 2400 dpi с дорзальной и вентральной стороны.

В работе мы использовали 23 промера признаков переднего крыла (рис. 1). Промеры с 1 по 17 выполнены на дорзальной стороне крыла, промеры с 18 по 23 — на вентральной стороне крыла. Все анализируемые признаки были разделены на три группы: I группа — параметры длины и ширины крыла (признаки 1–6); II группа — параметры апикального затемнения (признаки 7–12); III группа — размеры пятен крылового рисунка (признаки 13–23). Все промеры были сделаны на левом переднем крыле.

Для всех измеренных величин были рассчитаны средние значения и ошибка среднего. Межвидовую, географическую и половую изменчивость двух видов белянок анализировали с помощью дискриминантного и многомерного дисперсионного анализа

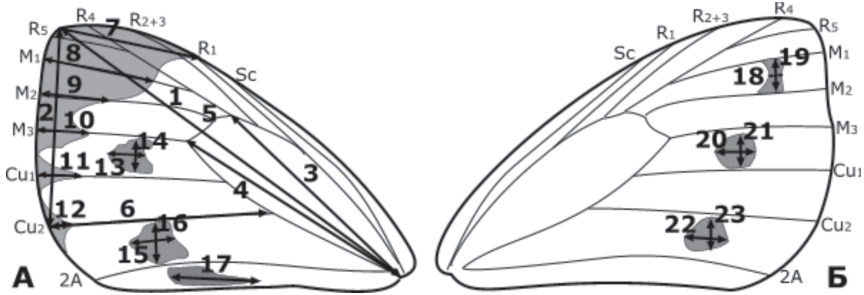


Рис. 1. Схема промеров анализируемых признаков переднего крыла *P. pari*:
 А — дорзальная сторона, Б — вентральная сторона.

(MANOVA). В таком анализе независимыми факторами являются «вид», «пол» и «место отлова», а размеры — зависимыми. Для выяснения взаимосвязи признаков между собой были рассчитаны матрицы коэффициентов корреляции Пирсона (r) и проиллюстрированы с помощью дендрограмм. Значимость различий по длине переднего крыла в пределах ареала проверяли с помощью парного критерия Манна-Уитни. Все расчеты выполнены с использованием программ Statistica 5.5 и Past 1.79.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По нашим данным для Среднего и Южного Урала средняя длина переднего крыла составляет: у самцов *P. pari* — 24.2 мм, самок — 23.0 мм; у *P. garae* — 24.4 и 23.7 мм соответственно. Таким образом, оба вида имеют сходные размеры, хотя репница несколько крупнее брюквенницы. Мы сравнили полученные результаты с литературными данными о размерах этих видов в разных частях ареала. Оказалось, что на всем протяжении ареала в Евразии репница крупнее брюквенницы и у обоих видов самцы крупнее самок. Величина индекса полового диморфизма, вычисляемого как отношение средней длины крыла самцов к средней длине крыла самок, на всей протяженности ареала больше 1.

Сравнение индексов полового диморфизма *P. pari* и *P. garae* в широтном градиенте (рис. 2) показало наличие слабых, но значимых различий между разными местообитаниями по индексу полового диморфизма у *P. pari* ($p < 0.05$). У *P. garae* по данному показателю значимых различий не обнаружено.

В результате сравнения длин крыльев самцов и самок обоих видов с помощью критерия Манна-Уитни были обнаружены

следующие различия. Самцы *P. garae* из Фомино характеризуются большими размерами, по сравнению с самцами из Метлино ($p < 0.01$) и Кувандыка ($p < 0.0001$). Самки *P. garae* из Фомино крупнее самок из Метлино ($p < 0.05$). Значимых различий между выборками самок *P. pari* из разных местообитаний не выявлено.

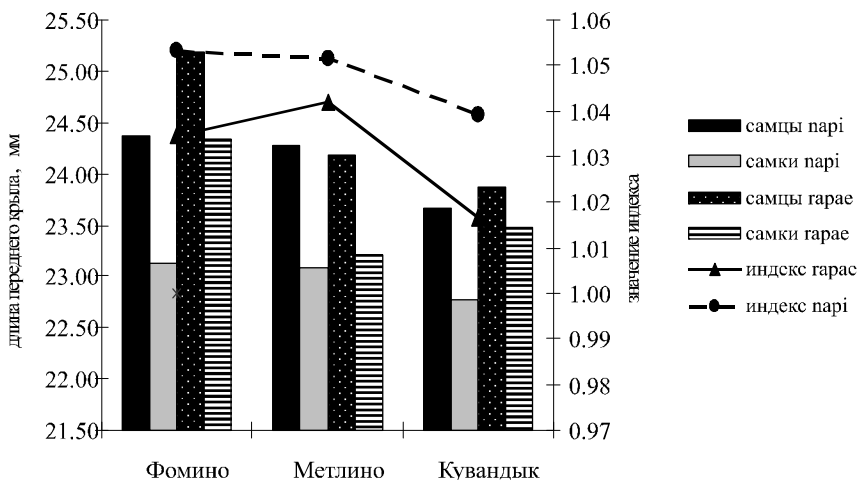


Рис. 2. Изменчивость длины крыла и индекса полового диморфизма *P. pari* и *P. garae* на Среднем и Южном Урале.

Таким образом, самцы *P. pari* и *P. garae* на Среднем Урале крупнее, чем на Южном Урале. У самок обоих видов значимых различий по длинам крыльев не выявлено, однако все же можно проследить некоторую тенденцию к уменьшению размеров с севера на юг.

Размеры крыльев самок *P. pari* в пределах изученной нами части ареала варьируют гораздо меньше, чем размеры крыльев самцов, что согласуется с правилом Ренча. Оценить особенности изменчивости размеров самок *P. garae* достаточно сложно из-за малого объема выборок с Южного Урала. В целом, можно предположить, что в пределах изученной нами части ареала размеры обоих видов изменяются в соответствии с правилами Ренча и Бергмана, что согласуется с литературными данными (Blanckenhorn et al., 2006).

Для выяснения связи признаков рассчитаны матрицы коэффициентов корреляции Пирсона (r). Результаты кластерного анализа фенотипических корреляций представлены на рис. 3. У самцов и самок обоих видов обнаружена высокая степень корреляции между

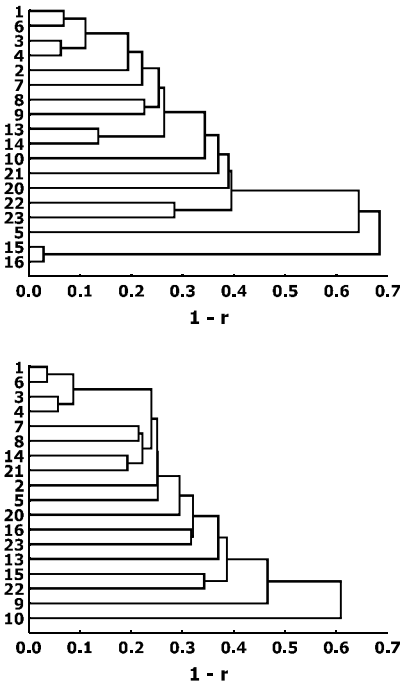


Рис. 3. Дендрограмма, воспроизводящая структуру корреляций метрических признаков (1–23) переднего крыла *P. pari*: А — самцы, Б — самки.

параметрами длины и ширины крыла (признаки I группы), причем ширина медиальной ячейки (пятый признак) в меньшей степени коррелировала с остальными размерными характеристиками крыла. У самцов *P. pari* довольно тесные связи между собой обнаруживают параметры апикального затемнения. Сильно связаны параметры первого пятна с дорзальной и первого и второго пятен с вентральной стороны. Относительно слабые корреляции параметров второго пятна дорзальной стороны и третьего пятна вентральной стороны, как между собой, так и с другими признаками объясняются, по-видимому, относительной редкостью встречаемости данных признаков у самцов брюквенницы.

Для самок *P. pari* (рис. 3, Б) сильно связанными с признаками I группы оказалось расстояние от начала затемнения на переднем крае крыла до вершины крыла и расстояние от начала затемнения вдоль жилки М1 до ее конца (7 и 8 признаки), в то время как все прочие признаки II группы образуют отдельный кластер, относительно слабо коррелированный с остальными признаками. Параметры пятен, кроме третьего пятна на вентральной стороне крыла, которое является достаточно редким признаком, обнаруживают между собой довольно высокую степень корреляций.

У самцов *P. gatae* параметры первого пятна на дорзальной стороне (13 и 14 признаки) оказались достаточно сильно коррелированы с параметрами апикального затемнения (признаки II группы). Тесно связаны между собой параметры пятен на вентральной стороне крыла. Длина и ширина второго пятна на дорзальной стороне

оказались слабо связаны с остальными признаками, поскольку данное пятно встречается у самцов *P. rapae* редко.

Для самок *P. rapae* характерны высокие значения коэффициентов корреляций между параметрами длины и ширины пятен на вентральной и дорзальной стороне. Так, 14 признаков в значительной степени скоррелирован с 21, 16 — с 23, 15 — с 22. Параметры апикального затемнения частично (7 и 8 признаки) коррелированы с признаками I группы, частично образуют кластер, слабо связанный с остальными признаками, что объясняется тем, что апикальное затемнение у самок репницы развито слабо, и признаки 9 и 10 называются достаточно редкими.

Для обоих видов можно отметить, что наибольшие значения коэффициентов корреляции наблюдаются между признаками длины и ширины крыла. Высоко коррелированы признаки апикального затемнения и размеры пятен, а также — пятен между собой, в случае, если проявление последних является стабильным признаком. Если пятно является редким признаком, его связь с остальными признаками крыла относительно мала.

Согласно большому числу работ (Некрутенко, 1990; Коршунов, 2002; Плющ и др., 2005; Gorbunov, 2001; и др.) белянки рода *Pieris* обладают весьма сходным крыловым рисунком. В большинстве случаев оказывается затруднительным идентифицировать видовую принадлежность особи, используя только рисунок крыльев, вследствие чего возникает необходимость идентификации их по генитальным структурам. Мы установили, что по комплексу метрических признаков существуют четкие видовые различия, которые заключаются в следующем. Во-первых, в пределах большей части Евразии репница крупнее брюквенницы. Во-вторых, апикальное затемнение сильнее развито у брюквенницы, оно доходит до жилки Cu₂, в то время как у репницы оно достигает только жилки M₃. В-третьих, у брюквенницы в ячейке M₁-M₂ с вентральной стороны крыла присутствует пятно, в то время как у репницы оно отсутствует.

Дискриминантный анализ изменчивости всех рассматриваемых нами признаков выявил значимые различия между полами как у *P. napi*, так и у *P. rapae* (рис. 4, 5). У самок обоих видов все параметры затемнения крыла выражены сильнее, при этом самцы характеризуются относительно более крупными размерами крыльев.

Обнаружен также ряд качественных отличий. Второе пятно на дорзальной стороне крыльев у самцов часто отсутствует, если оно есть, то мелкое и состоит из нескольких чешуек. У самок присутствует пятно вдоль анального края крыла, у самцов это пятно

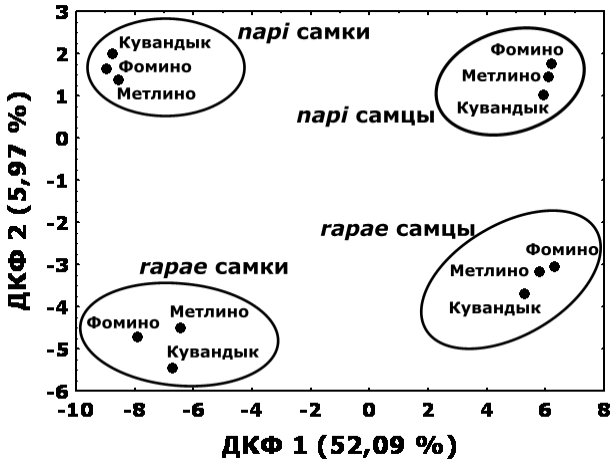


Рис. 4. Результаты дискриминантного анализа (центроиды) всех изученных признаков крыла.

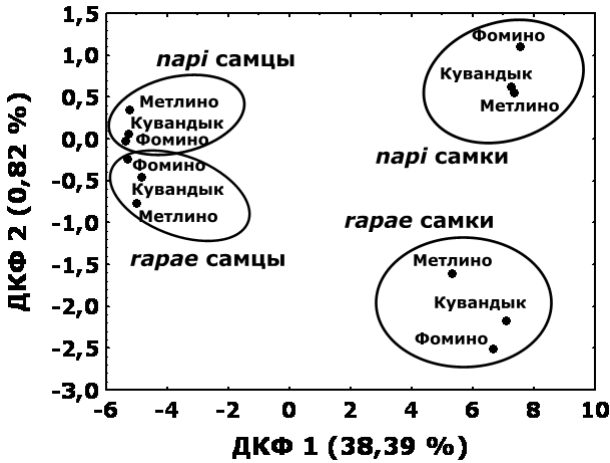


Рис. 5. Результаты дискриминантного анализа (центроиды) III группы признаков крыла — размеров пятен.

всегда отсутствует. Третье пятно (с вентральной стороны в ячейке M1-M2) у самок отсутствует или очень мелкое.

Результаты дискриминантного анализа изменчивости изучаемых фенотипических признаков показали, что различия между

выборками *P. napi* из различных местообитаний либо незначимы, либо носят случайный характер. Выборка самцов *P. rapae* из окр. Кувандыка значимо отличается от выборок из д. Метлино и д. Фомино, между последними, значимых различий не обнаружено. Самцы из окрестностей г. Кувандык характеризуются меньшими степенью апикального зачернения, размерами пятен на дорзальной стороне крыла и параметрами длины и ширины крыла. Значимых различий между выборками самок *P. rapae* из разных местообитаний не выявлено.

В ряде работ (Исаков, Громов, 1997; Болотов, 2002; Gorbunov, Kosterin, 2003; Komonen et al., 2004) показано, что бабочки рода *Pieris* способны мигрировать на довольно большие расстояния. Вероятно, со способностью белянок к дальним миграциям связан случайный и большей частью недостоверный характер различий между выборками *P. napi* из разных местообитаний Свердловской, Челябинской и Оренбургской областей. *P. rapae* — вид, в большей степени приуроченный к сельскохозяйственным ландшафтам, поэтому его способность к миграциям оказывается относительно ограниченной. Мы предполагаем, что обнаруженные значимые различия в степени проявления меланиновых элементов крылового рисунка между выборкой из окр. Кувандыка (наиболее удаленной от других точек отлова) и остальными выборками объясняются большей оседлостью данного вида по сравнению с брюквенницей.

ВЫВОДЫ

В ходе работы была разработана система 23 метрических признаков для оценки степени проявления меланинового рисунка на крыльях белянок рода *Pieris*. Первая (I) группа признаков включала промеры длины и ширины крыла. Вторая (II) группа признаков позволяет оценить степень развития апикального затемнения. Третья (III) группа признаков описывает размеры пятен рисунка на дорзальной и вентральной сторонах крыла.

На Среднем и Южном Урале *P. napi* и *P. rapae* имеют сходные размеры, хотя репница несколько крупнее брюквенницы, и у обоих видов самцы крупнее самок. Согласно нашим и литературным данным, величина индекса полового диморфизма на всей протяженности евразийской части ареала больше 1.

Анализ фенотипической структуры корреляций показал, что наиболее тесно между собой связаны параметры длины и ширины крыла (I группа признаков). Сильно связаны параметры апикаль-

ного затемнения и пятен (II и III группы признаков), а также пятен между собой, в случае, если проявление последних является стабильным признаком. Если пятно является редким, то степень корреляции его с остальными признаками крыла относительно слаба.

Анализ межвидовой изменчивости выявил наличие следующих дискретных отличий. Апикальное затемнение у *P. pari* доходит до жилки Cu₂, у *P. rapae* — только до жилки M₃. У *P. rapae* отсутствует пятно в ячейке M₁-M₂ на вентральной стороне. Выборки самцов *P. rapae* из окрестности г. Кувандыка характеризуются меньшей степенью апикального затемнения по сравнению с самцами со Среднего Урала. У *P. pari* пятна крупнее, чем у *P. rapae*, а в ячейке M₁-M₂ с вентральной стороны крыла присутствует пятно, которое всегда отсутствует у репницы. Самки обоих видов характеризуются большими размерами пятен по сравнению с самцами.

Выражаем признательность н.с. Ботанического сада УрО РАН, к.б.н. Л.А. Ивановой за помощь в освоении методов обработки изображений в пакете программ SIAMS Photolab, н.с. лаборатории экологических основ изменчивости и биоразнообразия животных ИЭРиЖ УрО РАН, к.б.н. М.В. Чибиряку за помощь в организации полевых работ, инженеру лаборатории биоценологических процессов ИЭРиЖ УрО РАН П.Ю. Горбунову за консультации по вопросам экологии и систематики изучаемых видов и предоставленную литературу, а также к.б.н. Т.К. Туновой, П.В. Рудоискателю и К. И. Фадееву за помощь в сборе материала.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ (проект № 07 – 04 – 96096) и Программы развития ведущих научных школ РФ (проект НШ – 1022.2008.4).

ЛИТЕРАТУРА

- Болотов И.Н.* Булавоусые чешуекрылые (Lepidoptera, Rhopalocera) Архангельска и его окрестностей // Зоол. журнал, 2002. Т. 81. № 4. С. 457 – 462.
- Исаков В.Н., Громов И.А.* Дневные бабочки (Lepidoptera, Rhopalocera) северо-запада Мурманской области // Энтомол. Обзор., 1997. LXXVI. № 1. С. 122 – 126.
- Коршунов Ю.П.* Булавоусые чешуекрылые Северной Азии. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2002. 424 с.
- Коршунов Ю.П., Горбунов П.Ю.* Дневные бабочки азиатской части России: Справочник. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 1995. 202 с.
- Львовский А.Л., Моргун Д.В.* Булавоусые чешуекрылые Восточной Европы. М.: Т-во научных изданий КМК, 2007. 443 с.
- Некрутенко Ю.П.* Булавоусые чешуекрылые Крыма. Киев: Наук. думка, 1985. 152 с.
- Некрутенко Ю.П.* Дневные бабочки Кавказа. Киев: Наук. думка, 1990. 216 с.

- Плющ И.Г., Моргун Д.В., Довгайло К.Е. и др. Дневные бабочки (Hesperioidea и Papilionoidea, Lepidoptera) Восточной Европы. CD определитель, база данных и пакет программ «Lysandra». Минск, 2005.
- Шванвич Б.Н. Рисунок бабочек белянок (Lepidoptera, Pieridae) // Энтомологический обзор, 1956. XXXV. № 2. С. 285–301.
- Blanckenhorn W.U., Stillwell R.C., Young K.A. et al. When Rensch meets Bergmann: does sexual size dimorphism change systematically with latitude? // Evolution. 2006. №10. Vol. 60. P. 2004–2011.
- Dixey F.A. On the phylogeny of the Pierinae // Trans. Ent. Soc. London. 1894. P. 248–334.
- Gorbunov P.Y. The butterflies of Russia: classification, genitalia, keys for identification (Lepidoptera: Hesperioidea and Papilionoidea). 2001. Ekaterinburg: Thesis, 320 p.
- Gorbunov P., Kosterin O. The butterflies (Hesperioidea and Papilionoidea) of North Asia (Asian part of Russia) in nature. Rodina & Fodio, Moscow, «Gallery Fund», Cheliabinsk, 2003.
- Komonen A., Grapputo A., Kaitala V. et al. The role of niche breadth, resource availability and range position on the life history of butterflies // Oikos. 2004. № 1. Vol. 105. P. 41–54.

ЭКОЛОГИЯ ФОНОВЫХ ВИДОВ БЕСХВОСТЫХ АМФИБИЙ АНТРОПОГЕННОГО ЛАНДШАФТА (НА ПРИМЕРЕ ОКРЕСТНОСТЕЙ ГОРОДА КУРГАНА)

Н.В. Пантелеева

Курганский госуниверситет

Наблюдения проводились в период с 2005 по 2007 гг. на искусственном водоеме садоводческого кооператива «Озерный», расположенного в 8 км от Курганской ТЭЦ. Водоем площадью 7.72 км² и длиной береговой линии 15.57 км (по данным космических снимков территории, обработанных с помощью программы Map Info 8.0) имеет открытое зеркало и берега, заросшие рогозом и тростником. Учет амфибий произведен на двух маршрутах длиной 200 м и шириной 4 м). Остромордая лягушка отмечена по северо-западному берегу водоема, занятого разнотравьем и используемого садоводами для выпаса скота и скашивания травы, а обыкновенная чесночница — с юго-западной стороны в 50 м от озера, где производится посадка картофеля и других сельскохозяйственных культур. У отловленных особей определена масса (г) и промеры тела (мм), установлен пол и объекты питания.

За период наблюдений отловлено 250 особей *Rana arvalis*, из них 94 — сеголетки, 71 — молодых и 85 — взрослых особей, среди последних 40 самцов и 45 самок. Появление первых сеголеток