

**БИОИНДИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ  
С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ**

И.В. ДОВБНЯ, В.П. ФОРОЩУК

ГОУ ВПО ЛНР «Луганский национальный университет имени Тараса Шевченко» (dovbnyae@mail.ru)

**BIOINDICATION OF THE STATE OF THE NATURAL ENVIRONMENT  
BY THE METHOD OF FLUCTUING ASYMMETRY**

I.V. DOVBNYA, V.P. FOROSCHUK

SEI HPE LPR «TarasShevchenkoLugansk National University» (dovbnyae@mail.ru)

**Резюме.** В статье рассмотрены нарушения симметрии билатеральных структур у популяций прыткой ящерицы, как биоиндикатора состояния природной среды. Проанализированы характерные морфологические признаки данного вида. Используемый метод флуктуирующей асимметрии позволяет оценить стабильность развития популяций прыткой ящерицы на территории Луганщины. Особое внимание уделяется различию показателей чешуйчатого покрова у ящериц. На основе проведенного исследования произведена оценка условий обитания популяций прыткой ящерицы в природных заповедниках «Провальская степь» и «Стрельцовская степь», в окрестностях г. Луганска и пгт Ивановка.

**Ключевые слова:** прыткая ящерица, флуктуирующая асимметрия, чешуйчатый покров, биомониторинг, биоиндикация.

**Abstract.** In this article, violations of the symmetry of bilateral structures in populations of lizard acne are considered as a bioindicator of the state of the natural environment. The characteristic morphological features of this species have been analyzed. The used method of fluctuating asymmetry makes it possible to estimate the stability of the development of populations of fast lizards in the territory of the Luhansk region. Particular attention is paid to the difference in the scaly cover of lizards. On the basis of the study, an assessment was made of the habitat conditions of populations that were found in the natural reserves of the «Proval'skaya Steppe» and «Strel'tsovskaya Steppe», in the vicinity of the city of Lugansk and in the town of Lugansk Ivanovka.

**Key words:** fast lizard, fluctuating asymmetry, scaly cover, biomonitoring, bioindication.

По мнению специалистов, мерой стабильности развития организма в определённых условиях среды может служить флуктуирующая асимметрия билатеральных признаков. В связи с этим применение данного метода может быть использовано для оценки экологических условий на определённой территории [Захаров, 2000]. Подобный анализ даёт возможность проведения экологического мониторинга состояния окружающей среды, что, на сегодняшний день, является актуальной задачей.

Изучение флуктуирующей асимметрии представляет собой методы морфологического подхода в биотестировании. Они применяются для диагностики воздействия загрязнений на морфологические характеристики живых организмов. Величина асимметрии реагирует на различные стрессоры антропогенного характера и может являться мерой нарушения развития организма [Захаров, 1987].

Целью данной работы является проведение оценки состояния природной среды путём изучения нарушений в развитии билатеральных признаков у прыткой ящерицы на территории Луганщины.

Объектом исследований были выбраны популяции прыткой ящерицы (*Lacerta agilis* Linnaeus, 1758) из различных местообитаний Луганщины.

Прыткая ящерица (*L. agilis*) – вид широко распространённый, эвритопный с большим диапазоном изменчивости. Ареал прыткой ящерицы находится в умеренном и частично субтропическом поясах. Она обитает на европейской части территории бывшего СССР, распространена на север до 60° с. ш., Западной и Средней Сибири на севере до Томска, Красноярска и Иркутска и на восток до озера Байкал [Банников, 1997]. В Европе отсутствует южнее Альп и Балкан, в Азии на юге доходит до пустынь южного Казахстана. В Украине получила широкое распространение по всей территории [Яблоков, 1976].

Ящерицы являются важным компонентом биоценозов. Они поедают большое количество насекомых и моллюсков, тем самым, регулируют их численность. Также, ящерицы уничтожают множество насекомых-вредителей сельского хозяйства. В свою очередь, они служат пищей для ряда охотничьих животных (хорька, лисицы, хищных птиц). Однако, иногда прыткая ящерица может способствовать распространению паразитов и клещей, что приводит к заражению сельскохозяйственных животных.

При выполнении данной работы материал был собран в результате полевых исследований, проведенных в период с 2015 г. по а 2016 г. в окрестностях г. Луганска (собрано 20 экземпляров ящериц) и пгт Ивановка (собрано 14 экземпляров). Кроме того, для сравнения был изучен материал фондовых коллекций зоомузея ЛНУ им. Т. Г. Шевченко: ящерицы собраны из природного заповедника «Провальская степь» (11 экземпляров) и «Стрельцовская степь» (14 экземпляров).

В соответствии с целью исследований рассматривались нарушения в развитии чешуйчатого покрова ящериц, характеризующиеся общепринятыми показателями (Банников и др., 1997; Яблоков, 1976).

Нарушения билатеральной симметрии были отмечены у 10 метрических признаков: *P.fm.* – число бедренных пор на каждой ноге, *Na.* – количество задненосовых щитков, *Lor.* – количество скуловых щитков, *Na.+Lor.* – сумма задненосовых и скуловых щитков, *S.lab.* – количество нижнегубных щитков, *НЧ* – количество нижнечелюстных щитков, *Lab.1* и *Lab.2* – количество нижнегубных щитков до подглазничного щитка и после него,

BP – число верхнересничных щитков, ЦВЦВ – количество щитков вокруг центральновисочного щитка. Также был измерен мерестический признак: *L* – длина тела (мм).

Таким образом, для оценки стабильности состояния популяции прыткой ящерицы, проводился анализ флуктуирующей асимметрии 10 метрических признаков (*P.fm.*, *Na.*, *Lor.*, *Na.+Lor.*, *S.lab.*, *HЧ*, *Lab.1*, *Lab.2*, *BP*, *ЦВЦВ*).

Оценка стабильности развития животных проводилась по методике разработанной В.М. Захаровым (2000), в соответствии с которой рассчитывались частота ассиметричного проявления на особь (ЧАПО): отношение числа особей с ассиметричным проявлением данного признака к общему числу исследуемых особей. Кроме этого, определялась частота ассиметричного проявления на признак (ЧАПП): значение числа ассиметричных признаков, имеющихся у особи, к общему числу исследуемых признаков. Чем больше значение данных показателей, тем менее благоприятны природные условия для обитания ящериц на данной территории.

Измерения признаков проводились в соответствии с общепринятыми методиками морфометрического изучения ящериц [Яблоков и др., 1976; Щербак и др., 1989]. Данные, полученные при морфологическом измерении отловленных особей представлены в таблице.

При изучении чешуйчатого покрова особей популяции ящериц из окрестностей г. Луганска были обнаружены нарушения симметрии по 7 признакам: *P. fm.*, *Na*, *Na.+Lor.*, *Lab.1*, *S.lab*, *BP*, *ЦВЦВ*. Среднее значение частоты ассиметричного проявления на особь (ЧАПО) составляло 10,0%. Средняя частота ассиметричного проявления на признак (ЧАПП) – 9,5% (табл.).

При изучении стабильности развития ящериц «Провальской степи» нарушения симметрии билатеральных признаков были обнаружены по 5 показателям: *P.fm.*, *Lab.1*, *HЧ*, *BP*, *ЦВЦВ*. Среднее значение частоты ассиметричного проявления на особь (ЧАПО) составляло 10,0%. Средняя частота ассиметричного проявления на признак (ЧАПП) – 9,1%.

В результате исследования ящериц из заповедника «Стрельцовская степь» нарушение симметрии билатеральных признаков было обнаружено по 8 показателям: *P.fm.*, *Na.+Lor.*, *Lor.*, *Lab.1*, *S.lab.*, *HЧ*, *BP*, *ЦВЦВ*. Установлено, что средняя частота ассиметричного проявления на особь (ЧАПО) составляла 12,0%. Средняя частота ассиметричного проявления на признак (ЧАПП) – 11,4% (табл.).

При изучении особей популяции ящериц из окрестностей пгт Ивановка, обитающей на интенсивно используемом пастбище, были отмечены нарушения симметрии чешуйчатого покрова по 7 признакам: *P.fm.*, *Na.*, *Na.+Lor.*, *Lab.1*, *S.lab.*, *BP*, *ЦВЦВ*. Средняя частота ассиметричного проявления на признак (ЧАПП) составляла 13,6%. Среднее значение частота ассиметричного проявления на особь (ЧАПО) – 13,4% (табл.).

Таблица

Морфометрия особей популяций прыткой ящерицы, обитающей на территории Луганщины

L, мм	Количество чешуй в признаке, шт.																					
	P. fm.		Na.		Lor.		Na.+Lor		Lab. 1		Lab. 2		S. lab.		HЧ		BP		ЦВЦВ		ЧАПП	
	<i>l</i>	<i>r</i>	<i>l</i>	<i>r</i>	<i>l</i>	<i>r</i>	<i>l</i>	<i>r</i>	<i>l</i>	<i>r</i>	<i>l</i>	<i>r</i>	<i>l</i>	<i>r</i>	<i>l</i>	<i>r</i>	<i>l</i>	<i>r</i>	<i>l</i>	<i>r</i>		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
Популяция прыткой ящерицы окрестностей г. Луганска																						
71,0	17	17	2	2	1	1	3	3	4	4	2	2	6	6	5	5	4	5	9	9	0,1	
78,0	15	14	1	1	1	1	2	2	4	4	2	2	7	7	5	5	5	5	7	8	0,2	
73,0	15	15	2	2	1	1	3	3	4	4	2	2	7	7	5	5	5	5	7	7	0	
66,0	15	14	2	2	1	1	3	3	5	5	2	2	8	8	5	5	5	5	7	7	0,1	
77,5	16	16	2	2	1	1	3	3	4	4	2	2	7	7	5	5	6	6	7	6	0,1	
71,5	13	15	2	2	1	1	3	3	5	4	2	2	7	7	6	6	5	5	8	8	0,2	
59,5	15	15	2	2	1	1	3	3	4	4	2	2	7	7	5	5	5	5	7	7	0	
88,5	14	14	1	1	1	1	3	3	4	4	2	2	6	6	5	5	5	5	8	8	0	
43,5	16	16	2	2	2	2	2	2	4	4	2	2	6	6	5	5	5	5	6	8	0,1	
70,0	16	16	2	2	1	1	4	4	4	4	2	2	6	6	5	5	6	5	7	7	0,1	

# Промышленная ботаника: состояние и перспективы развития

Окончание таблицы

60,0	17	17	2	2	1	1	3	3	4	4	2	2	6	7	6	6	5	5	7	7	0,1
61,0	16	16	2	2	1	1	3	3	4	4	2	2	6	6	5	5	6	6	6	5	0,1
40,0	14	14	2	2	1	1	3	3	4	4	2	2	6	6	5	5	5	6	7	7	0,1
47,0	16	16	2	2	2	2	4	4	4	5	2	2	6	6	5	5	5	5	7	7	0,1
59,0	16	16	2	2	1	1	3	3	4	4	2	2	6	6	5	5	5	5	6	5	0,1
58,0	15	15	2	2	1	1	3	3	5	5	2	2	6	6	5	5	5	6	7	8	0,2
59,0	16	16	2	2	1	1	3	3	4	4	2	2	6	6	5	5	5	5	7	7	0
45,0	17	17	1	2	1	1	2	3	4	4	2	2	6	6	5	5	5	5	6	6	0,2
45,0	17	17	2	2	2	2	3	3	4	4	2	2	6	6	5	5	5	5	7	7	0
44,5	16	15	2	2	0	0	1	1	4	4	2	2	6	6	5	5	5	5	6	6	0,1
ЧАПО	0,2	0,05	0	0,05	0,1	0	0,05	0	0,2	0,3	–										
Популяция прыткой ящерицы заповедника «Стрельцовская степь»																					
92,5	15	15	2	2	1	1	3	3	4	4	2	2	6	6	5	5	6	6	6	0	
79,0	16	16	1	1	2	2	3	3	3	3	2	2	6	6	5	5	5	5	7	6	0,1
80,0	13	15	1	1	2	1	3	2	4	4	2	2	6	6	5	5	5	6	6	6	0,4
65,5	16	16	2	2	1	1	3	3	4	5	2	2	6	6	5	5	5	5	7	7	0,1
66,0	17	17	2	2	1	1	3	3	5	4	2	2	6	6	5	5	6	6	7	8	0,2
80,6	15	15	2	2	1	1	3	3	4	4	2	2	7	7	5	5	6	6	6	5	0,1
73,0	15	15	1	1	2	2	3	3	4	4	2	2	6	6	5	5	5	5	7	7	0
83,0	16	14	2	2	1	1	3	3	4	4	2	2	6	6	5	6	4	4	8	8	0,2
89,0	16	16	2	2	2	2	4	4	4	4	2	2	6	6	5	5	5	5	7	7	0
81,0	15	15	2	2	2	2	4	4	4	4	2	2	7	7	5	5	5	5	7	7	0
85,0	15	16	2	2	1	1	3	3	4	4	2	2	6	6	5	5	5	5	7	7	0
78,0	14	14	1	1	2	2	3	3	4	4	2	2	6	6	5	5	5	6	6	8	0,2
54,0	16	16	2	2	0	0	2	2	4	4	2	2	6	6	5	5	5	5	7	7	0,1
72,0	16	15	1	1	2	2	3	3	4	4	2	2	7	7	5	5	5	6	8	8	0,2
ЧАПО	0,28	0	0,07	0,07	0,14	0	0,07	0,07	0,21	0,28	–										
Популяция прыткой ящерицы окр. пгт Ивановка																					
68,0	14	16	2	2	1	1	3	3	4	4	2	2	6	6	5	5	5	5	8	8	0
72,0	15	15	1	2	2	2	3	4	4	4	2	2	5	6	5	5	5	5	6	7	0,4
70,0	16	16	2	2	1	1	3	3	4	5	2	2	5	5	6	6	6	6	7	7	0,1
71,0	18	18	2	2	1	1	3	3	4	5	2	2	6	6	5	5	5	5	6	6	0,1
80,0	16	16	2	2	2	2	4	4	4	4	2	2	6	6	6	6	6	6	7	7	0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
69,0	15	15	2	2	2	2	4	4	5	4	2	2	6	6	5	5	6	5	8	7	0,3
77,0	16	16	2	2	2	2	4	4	4	4	2	2	6	7	5	5	5	5	7	8	0,2
67,5	18	18	2	2	1	1	3	3	4	4	2	2	6	6	5	5	5	5	8	8	0
70,0	16	17	2	1	2	2	4	3	4	4	2	2	6	6	6	6	5	5	7	7	0,3
63,0	15	15	2	2	2	2	4	4	5	5	2	2	6	6	5	5	4	5	8	8	0,1
60,0	13	13	1	1	2	2	3	3	4	4	2	2	7	7	6	6	6	6	7	7	0
44,0	14	15	2	2	2	2	4	4	5	4	2	2	6	6	5	5	5	5	7	7	0,2
76,0	17	17	2	2	1	1	3	3	4	4	2	2	6	6	5	5	5	5	6	6	0
50,0	17	17	2	2	2	1	4	3	4	4	2	2	6	6	6	6	6	5	8	8	0,2
ЧАПО	0,21	0,14	0	0,21	0,29	0	0,14	0	0,14	0,21	–										
Популяция прыткой ящерицы заповедника «Провальская степь»																					
83,0	14	14	1	1	1	1	2	2	4	4	2	2	6	6	5	6	5	5	7	7	0,1
90,0	16	16	2	2	1	1	3	3	4	4	2	2	6	6	5	5	5	5	8	7	0,1
86,0	16	17	2	2	1	1	3	3	4	4	2	2	6	6	5	5	5	5	7	8	0,2
87,0	14	14	2	2	2	2	4	4	4	4	2	2	6	6	5	5	5	6	6	6	0,1
96,0	15	15	2	2	1	1	3	3	4	4	2	2	6	6	5	5	5	5	6	7	0,1
75,0	15	15	1	1	2	2	3	3	4	4	2	2	6	6	5	5	5	5	6	6	0
97,5	16	16	2	2	1	1	3	3	4	4	2	2	6	6	5	5	5	5	8	8	0
91,0	16	16	2	2	1	1	3	3	5	4	2	2	6	6	5	6	5	5	6	7	0,3
56,0	16	16	1	1	2	2	3	3	4	4	2	2	6	6	5	5	5	5	7	6	0,1
60,0	18	18	2	2	1	1	3	3	4	4	2	2	6	6	5	5	5	5	6	6	0
93,0	15	15	2	2	1	1	3	3	4	4	2	2	7	7	5	5	6	6	7	7	0
ЧАПО	0,1	0	0	0	0	0,1	0	0	0,2	0,4	–										

Примечание: *l* – левая сторона, *r* – правая сторона; полные названия признаков приводятся в тексте

Важно отметить, что для всех районов исследований нарушение симметрии в чешуйчатом покрове наиболее часто происходят по признакам: ЦВЦВ, по *P.fm.*, *BP*. И полностью отсутствуют при анализе *Lab. 2.* у ящериц на всех исследуемых территориях [Довбня, Форощук, 2016].

Таким образом, по результатам изучения флуктуирующей асимметрии было выяснено, что для популяции *L. agilis* из окрестностей г. Луганска характерно нарушение симметрии по 7-ми, для «Провальской степи» – по 5-ти, для «Стрельцовой степи» – по 8-ми, для пгт Ивановка – по 7-ми признакам.

Наибольшее значение флуктуирующей асимметрии обнаружены в популяции ящериц из окрестностей пгт Ивановка, где нарушения симметрии отмечено по 7 признакам и средние значения ЧАПО = 13,4%; ЧАПП = 13,6%. А также в «Стрельцовой степи», где отмечено нарушение билатеральной симметрии по 8 признакам, а средние значения ЧАПП = 11,4%; ЧАПО = 12,0%.

Наименьшие нарушения в симметрии чешуйчатого покрова отмечены в популяции ящериц из «Провальской степи», где нарушение симметрии отмечено по 5 признакам, а показатели средних значений ЧАПП = 9,1%, ЧАПО = 10,0%.

Окрестности г. Луганска, по сравнению с другими исследуемыми территориями, занимают промежуточное положение: для них характерно нарушение симметрии билатеральной структур по 7 признакам и среднее значение ЧАПП = 9,5%, ЧАПО = 10%.

Таким образом, в результате проведенного исследования было выяснено, что заповедник «Стрельцовская» степь и пгт Ивановка имеют наиболее неблагоприятные условия для обитания популяции ящериц, а наиболее благоприятные условия отмечены в «Провальской степи». В Луганске условия их обитания менее благоприятные, чем в «Провальской степи», поскольку, несмотря на одинаковые значения ЧАПО, нарушение билатеральной симметрии отмечено по большему количеству признаков.

Неблагоприятные условия обитания ящериц в заповеднике «Стрельцовская степь» обусловлено наличием верхушки трофической пирамиды – обилием хищных птиц, которые ими питаются (луни, канюки). В окрестностях г. Луганска в популяции ящериц такое трофическое звено отсутствует, но повышается значение фактора беспокойства. Неблагоприятные условия обитания для популяции ящериц в окрестностях пгт Ивановка обусловлены перевыпасом пастбища крупным рогатым скотом, что увеличивает степень их выедания различными хищниками.

### ЛИТЕРАТУРА

- Банников А.Г., Даревский И.С., Ищенко В.Г.** 1997. Определитель земноводных и пресмыкающихся фауны СССР: учебное пособие для студентов биологических специальностей пед. институтов. Москва: Просвещение: 415 с.
- Довбня И.В., Форощук В.П.** 2016. Оценка экологических условий обитания прыткой ящерицы (*Lacerta agilis* L.) на территории Луганщины. В *кн.*: Современные экологические проблемы и пути их решения. Сборник статей I Международной научно-практической конференции (Луганск, 22–23 ноября 2016 г.). Луганск: Изд-ство ЛНАУ: 57–61.
- Захаров В.М.** 1987. Асимметрия животных. Москва: Наука: 216 с.
- Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И.** 2000. Здоровье среды: методика оценки. Оценка состояния природных популяций по стабильности развития: методологическое руководство для заповедников. Москва: Центр экологической политики России: 66 с.
- Щербак Н.Н., Даревский И.С., Татаринев К.А.** 1989. Руководство по изучению земноводных и пресмыкающихся. Киев: Академия наук: 172 с.
- Яблоков А.В.** 1976. Прыткая ящерица. Монографическое описание вида. Москва: Наука: 381 с.