



Уральский
федеральный
университет

имени первого Президента
России Б.Н.Ельцина

Институт
естественных наук

В. Л. ВЕРШИНИН

МОНИТОРИНГ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ОТКЛОНЕНИЙ АМФИБИЙ В ПРИРОДЕ

Учебно-методическое пособие

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ПЕРВОГО ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ Б.Н. ЕЛЬЦИНА

В. Л. Вершинин

**МОНИТОРИНГ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ
ОТКЛОНЕНИЙ АМФИБИЙ В ПРИРОДЕ**

Екатеринбург
Издательство Уральского университета
2016

УДК 597.8-047.36(07)

В37

Рецензенты

О. А. Жигальский, доктор биологических наук, профессор
Института экологии растений и животных УрО РАН
Н. Л. Иванова, доцент кафедры анатомии и физиологии
Уральского аграрного государственного университета

Вершинин, В. Л.

В37 Мониторинг морфологических отклонений амфибий
в природе: [учебно-метод. пособие]. – Екатеринбург: Изд-во
Урал. ун-та, 2016. – 20 с.

ISBN 978-5-7996-1731-8

Учебно-методическое пособие составлено на основе литературных и авторских материалов по изучению морфологических отклонений земноводных. Цель издания – организационная основа для проведения мониторинга внешних морфологических аномалий амфибий в природных популяциях в соответствии с современными представлениями. Приведена классификация и описание внешних аномалий Caudata и Anura, образцы карточек первичного учета девиантных форм, методы качественного и количественного анализа результатов. Руководство предназначено для организации и проведения мониторинговых исследований аномалий в популяциях земноводных.

Адресовано зоологам и экологам, специалистам, работающим в области морфогенеза, экологического мониторинга, преподавателям, студентам-биологам.

УДК 597.8-047.36(07)

ISBN 978-5-7996-1731-8

© Вершинин В. Л., 2016

ОПИСАНИЕ ВАРИАНТОВ ВНЕШНИХ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ ХВОСТАТЫХ АМФИБИЙ

Выполнено на основе работ Вершинина [Вершинин, 1989; Вершинин, 1997; Вершинин, 2012; Вершинин, 2014], Литвинчук [Литвинчук, 2014]; Henle [Henle, Mester, Lengyel, Puky, 2012]; Vershinin [Vershinin, 1995; Vershinin, 2002].

1. Осевые аномалии:

а) девиации черепа:

- деформация костей черепа;
- монориния (отсутствие одной ноздри);
- бицефалия (двухголовость [Henle, Mester, Lengyel, Puky, 2012]);
- цератобранхиале (наличие атавистических жаберных дуг

(Берзин в печати));

б) аномалии глаз:

- анофтальмия (отсутствие глаза);
- микрофтальмия (мутация или морфоз, ведущие к редукции глаза и его структур);

- макрофтальмия (мутация или морфоз, ведущие к увеличению размера глаза);

- необычная пигментация радужины;
- депигментация радужины;
- нарушение закладки хрусталика;
- помутнение хрусталика;
- аномалии роговицы глаза;
- редукция или отсутствие век;
- необычное положение глаза;

в) девиации позвоночника:

- сколиоз (лордоз – латеральные искривления, кифоз – дорзо-вентральные искривления);

- искривление (деформация) хвоста;
- бифуркация хвоста (раздвоенный хвост).

2. Аномалии конечностей и их поясов:

- полимелия (дополнительные конечности);
- брахимелия (симметрично укороченные конечности);
- эктромелия (укороченные или отсутствующие отделы конечности);
- таумелия (сильное нарушение плана строения);
- гемимелия (отсутствие или редукция дистальной части конечности);
- редукция пояса конечности;
- полидактилия;
- клинодактилия;
- схизодактилия (разветвление пальцев);
- синдактилия (сросшиеся пальцы);
- брахидактилия (симметрично укороченные пальцы);
- эктродактилия (отсутствие части элементов в строении пальцев);
- олигодактилия (меньшее число пальцев).

3. Кожные покровы:

- необычные цветовые варианты окраски кожи (альбинизм, хромизм, меланизм);
- кожные новообразования (меланомы и пр.).

4. Отеки:

- отек дна ротовой полости;
- отек брюшной полости;
- отек конечностей.

5. Грыжи (выпячивание органов за стенку тела):

- грыжа легкого;
- грыжа яичника;
- грыжа кишечника.

6. Неотения (задержка развития, фетализация – наличие у взрослых особей личиночных черт).

Иллюстративный материал к описанию: http://ins.urfu.ru/images/bio/Skeletal-deviat2014c03_ru.ppt

ОПИСАНИЕ ВАРИАНТОВ ВНЕШНИХ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ БЕСХВОСТЫХ АМФИБИЙ

Приведенная ниже классификация вариантов внешних морфологических аномалий бесхвостых амфибий основана на работах О. Д. Некрасовой [Некрасова, 2008], Е. Е. Коваленко [Коваленко, 2000], В. Л. Вершинина [Вершинин, 2010; Вершинин, 2015], J. Rostand [Rostand, 1958], A. Dubois [Dubois, 1979], M. J. Tyler [Tyler, 1989], V. Vershinin [Vershinin, 1995; Vershinin, 2002; Vershinin, 2005]. Отмечены следующие варианты внешних аномалий:

1. Осевые аномалии:

- а) девиации головы (черепа);
 - брахицефалия (укороченный череп);
 - бицефалия (двухголовость [McFadden, Harlow, Hunter, 2011]);
 - деформация черепа;
 - мандибулярная гипоплазия (редукция или отсутствие мандибулы);
 - монориния (отсутствие одной ноздри);
 - гидроцефалия (раздутая отечная голова);
 - незакрытая жаберная (оперкулярная) камера (другие ее дефекты);
 - деформации барабанной перепонки и района височного пятна.
- б) аномалии глаз:
 - анофтальмия (отсутствие глаза);
 - микрофтальмия (мутация или морфоз, ведущие к редукции глаза и его структур);
 - макрофтальмия (мутация или морфоз, ведущие к увеличению размера глаза);
 - необычная пигментация радужины;
 - депигментация радужины;
 - нарушение закладки хрусталика (редуцирован или необычной формы);

- помутнение хрусталика;
 - аномалии роговицы глаза (помутнение или деформация);
 - редукция или отсутствие век;
 - необычное положение глаза (вне глазницы или смещение глазницы) [Некрасова, 2008];
 - аномалии языка [Некрасова, 2008].
- в) девиации позвоночника:
- сколиоз (лордоз – латеральные искривления, кифоз – дорзо-вентральные искривления);
 - удлинённый (далеко выступающий или деформированный уrostиль);
 - атавистический хвост у взрослой особи.
2. Аномалии конечностей и их поясов:
- синдром неподвижных передних конечностей (негнущиеся или с редуцированными мышцами);
 - синдром неподвижных задних конечностей (негнущиеся или с редуцированными мышцами);
 - кожная спайка между отделами конечности (перепонка, ограничивающая их подвижность);
 - полимелия (дополнительные конечности);
 - брахимелия (симметрично укороченные конечности);
 - эктромелия (укороченные или отсутствующие отделы конечности);
 - таумелия (сильное нарушение плана строения конечности);
 - гемимелия (отсутствие или редукция дистальной части конечности);
 - редукция пояса передней конечности (лопатоk с коракоидом);
 - редукция пояса задней конечности (тазовых костей);
 - полидактилия (дополнительные пальцы);
 - клинодактилия (искривление пальцев);
 - схизодактилия (разветвление пальцев);
 - синдактилия (сросшиеся пальцы);
 - брахидактилия (симметрично укороченные пальцы);
 - эктродактилия (отсутствие части элементов в строении пальцев);

– олигодактилия (меньшее число пальцев).

3. Кожные покровы:

– диссипация меланина (крапчатость, фрагментация нормального рисунка);

– необычная пигментация кожи (альбинизм, хромизм, меланизм и пр.);

– кожные новообразования (меланомы и пр.).

4. Отеки:

– отек дна ротовой полости;

– отек брюшной полости;

– отек конечностей.

5. Грыжа (выпячивание органов за стенку тела).

Иллюстративный материал к описанию: http://ins.urfu.ru/images/bio/Skeletal-deviat2014c03_ru.ppt

РАСЧЕТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Установление числа вариантов отклонений при просмотре выборки на основании принятой классификации аномалий. Число вариантов – это количество разных аномалий (разных вариантов), отмеченных в обследованной выборке (общий спектр аномалий – S_{ap} по Боркину [Боркин, Безман-Мосейко, Литвинчук, 2012]).

Расчет частоты аномальных особей – процент животных с аномалиями в изученной выборке (P_{as} по Боркину [Боркин, Безман-Мосейко, Литвинчук, 2012]).

Частота аномалии (определенного варианта) – процент числа одного из вариантов аномалий от общего количества животных в выборке.

Доля сочетанных аномалий – это отношение числа особей, несущих несколько аномалий одновременно, к общему числу аномалий в выборке (в процентах) [Вершинин, 2015].

Вероятность появления сочетанных аномалий редка относительно частот простых аномалий и является произведением вероятностей (частот) каждой из этих аномалий [Dubois, 1979].

Число аномалий на одну особь – простое частное от деления суммарного числа всех отмеченных в выборке аномалий на общее число особей в той же выборке [Вершинин, 2015].

Представление первичных данных о вариантах и их встречаемости в виде спектра. В спектрах отражена встречаемость (частота в процентах или долях) различных вариантов аномалий на объем исследуемой выборки животных. Оценка значимости различий встречаемости аномалий определяется с помощью стандартного критерия – χ^2 .

Следует также обращать внимание на топографическое позиционирование аномалий на теле, где больше отклонений – на передних или на задних конечностях; в осевой или периферической частях скелета, какие элементы чаще аномальны; что преобладает – олиго- или полимеризация элементов (фаланг, пальцев и пр.).

Степень перекрытия двух спектров рассчитывается с помощью модифицированного индекса Мориситы [Morisita, 1959; Hurlbert, 1978]:

$$C_m = \frac{2 \times \sum x_i \times y_i}{\sum x_i^2 + \sum y_i^2},$$

где x_i и y_i – часть i -го варианта аномалий в спектре двух видов x и y . Коэффициент перекрытия C_m изменяется в пределах от 0, когда спектры совершенно различны до 1, когда они идентичны. Под знаком суммы S лежит равенство $S x_i = x_1 + x_2 + \dots + x_s$ (s – число аномалий, входящих в спектр). Требуется вычислить три такие суммы – x_i в квадрате, y_i в квадрате и сумму произведений x_i и y_i .

Кластерный анализ позволяет определить дистанцированность получаемых спектров девиантных форм.

Стандартные индексы, используемые для количественной меры биоразнообразия, хорошо применимы для оценок разнообразия аномалий.

Все эти индексы сильно коррелируют между собой, то есть оценивают примерно одно и то же. Разумеется, все они имеют ряд ограничений и несовершенны. По этой причине желательно использовать сразу несколько таких индексов, чтобы нивелировать эти недостатки. Существует программа «PAST», в которой можно легко рассчитать эти несколько индексов, оценивающих разнообразие, степень выравненности, доминирование и затем провести сравнение дистанцированности выборок на основе совокупности ряда перечисленных параметров биоразнообразия с помощью кластерного анализа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Боркин Л. Я., Безман-Мосейко О. С., Литвинчук С. Н. Оценка встречаемости аномалий в природных популяциях (на примере амфибий) // Труды Зоолог. ин-та Рос. академии наук. Санкт-Петербург. 2012. Т. 316, № 4. С. 324–343.

Вершинин В. Л. Морфологические аномалии амфибий городской черты // Экология. 1989. № 3. С. 58–66.

Вершинин В. Л. Экологические особенности популяций амфибий урбанизированных территорий : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Екатеринбург, 1997. 47 с.

Вершинин В. Л. Амфибии и рептилии // Летняя полевая практика по зоологии позвоночных : метод. рекомендации : в 2-х ч. Ч. 2. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2010. С. 3–16.

Вершинин В. Л. Хвостатые земноводные Среднего Урала как индикатор антропогенных преобразований среды // Биологические системы: устойчивость, принципы и механизмы функционирования : материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. с между нар. участием. Нижний Тагил, 26–29 марта 2012 г. : в 2-х ч. Ч. 1 / отв. ред. Т. В. Жуйкова, О. В. Полявина, О. В. Семенова, О. А. Тимохина; Нижнетагил. гос. соц.-пед. акад. Нижний Тагил : НТГСПА, 2012. С. 81–82.

Вершинин В. Л. Тераты как «зеркало эволюции» // Аномалии и патологии амфибий и рептилий: методология, эволюционное значение, возможность оценки здоровья среды : материалы Международ. школы-конф., Екатеринбург, 23–26 сентября 2014 г. / под общ. ред. В. Л. Вершинина, А. Дюбуа, К. Хенле, М. Пуки. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. С. 45–52.

Вершинин В. Л. Основы методологии и методы исследования аномалий и патологий амфибий : учеб. пособие. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. 80 с.

Коваленко Е. Е. Массовые аномалии конечностей у бесхвостых амфибий // Журнал общей биологии. 2000. Т. 61, № 4. С. 412–427.

Литвинчук С. Н. Аномалии у двух видов тритонов на Северо-Западе России: сравнительный анализ // Аномалии и патологии амфибий и рептилий: методология, эволюционное значение, возможность оценки здоровья среды : материалы Международ. школы-конф., Екатеринбург, 23–26 сентября 2014 г. / под общ. ред. В. Л. Вершинина, А. Дюбуа, К. Хенле, М. Пуки. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. С. 127–135.

Некрасова О. Д. Классификация аномалий бесхвостых амфибий // Праці Українського герпетологічного товариства. 2008. № 1. С. 55–58.

Dubois A. Anomalies and mutations in natural populations of the *Rana «esculenta»* complex (Amphibia, Anura) // Mitt. zool. Mus. Berlin. 1979. Pl. 1, № 55. P. 59–87.

Henle K., Mester B., Lengyel Sz., Puky M. A review of a rare type of anomaly in amphibians, tail duplication and bifurcation, with description of three new cases in European species (*Triturus dobrogicus*, *T. carnifex*, and *Hyla arborea*) // J. of Herpetology. 2012. V. 46, № 4. P. 451–455.

Hurlbert S. H. The measurement of niche overlap and some relatives // Ecology. 1978. V. 59, № 1. P. 67–77.

McFadden M., Harlow P., Hunter D. Bicephaly in the anuran *Pseudophryne pengilleyi* // Herpetological Bulletin. 2011. № 116. P. 25–26.

Morisita M. Measuring the dispersion of individuals and analysis of the distributions patterns // Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ. Ser. E. 1959. № 2. P. 215–235.

Rostand J. Les anomalies des amphibiens anoures. Sedes, Paris, 1958. 100 p.

Tyler M. J. Australian frogs. Penguin Books Australia Ltd., 1989. P. 163–187.

Vershinin V. L. Types of Morphological Anomalies of Amphibians in Urban Regions // Amphibian Populations in the Commonwealth of independent States: Current Status and Declines / eds. S. L. Kuzmin, C. K. Dodd-Jr., M. M. Pikulik. Moscow : Pensoft, 1995. P. 91–98.

Vershinin V. L. Ecological specificity and microevolution in amphibian populations in urbanized areas // Ecological specificity of

amphibian populations. Advances in amphibian research in the former Soviet Union. V. 7. Pensoft Publishers. Moscow-Sophia, 2002. P. 1–161.

Vershinin V. L. Morphological deviations in population *Rana arvalis* Nilss. on urbanized territories: spectrum, topography, frequency / eds. N. Ananjeva, O. Tsinenko. Herpetologica Petropolitana. Proc. of the 12th Ord. Gen. Meeting Soc. Eur. Herpetol., August 12–16, 2003, St. Petersburg, Russ. // J. Herpetol. St. Petersburg – Moscow, 2005. 12 (Suppl.). P. 235–237.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Карточка учета аномалий хвостатых амфибий (образец)

Левая сторона	Правая сторона	Вид амфибии: _____ № _____
		Пол: ♂ ___ ♀ ___ Возрастная группа: Juv. ___ S.ad. ___ Ad. ___ L (мм): _____
<i>Девииации головы</i>		
		– брахицефалия
		– бицефалия
		– деформация костей черепа
		– монориния
		– гидроцефалия
		– цератобранхиале
		– анофтальмия
		– микрофтальмия
		– макрофтальмия
		– необычная пигментация радужины
		– депигментация радужины
		– нарушение формы хрусталика
		– помутнение хрусталика
		– аномалии роговицы глаза
		– редукция или отсутствие век
		– необычное положение глаза
<i>Девииации позвоночника</i>		
		– лордоз
		– кифоз
		– искривление (деформация) хвоста
		– бифуркация хвоста (раздвоенный хвост)
Аномалии конечностей и их поясов		
		– полимелия передней конечности
		– полимелия задней конечности
		– эктромелия передней конечности
		– эктромелия задней конечности
		– таумелия передней конечности
		– таумелия задней конечности
		– гемимелия передней конечности
		– гемимелия передней конечности
		– редукция пояса передней конечности

		– редукция пояса задней конечности
		– полидактилия передней конечности
		– полидактилия задней конечности
		– клинодактилия передней конечности
		– клинодактилия задней конечности
		– схизодактилия передней конечности
		– схизодактилия задней конечности
		– синдактилия передней конечности
		– синдактилия задней конечности
		– брахидактилия передней конечности
		– брахидактилия задней конечности
		– эктродактилия передней конечности
		– эктродактилия задней конечности
		– олигодактилия передней конечности
		– олигодактилия задней конечности
<i>Аномалии кожных покровов</i>		
		– необычная пигментация кожи (дорзальной / вентральной стороны)
		– кожные новообразования
<i>Отеки</i>		
		– отек дна ротовой полости
		– отек брюшной полости
		– отек передних конечностей
		– отек задних конечностей
<i>Грыжи</i>		
		– грыжа легкого
		– грыжа яичника
		– грыжа кишечника
<i>Неотения</i>		
<i>Дополнения и комментарии:</i>		

(При заполнении указать вид; по возможности, возрастную группу (juv. – сеголеток, s.ad. – неполовозрелый, ad. – половозрелый) и пол (самец – ♂, самка – ♀); длину тела (L в мм); при наличии отклонений поставить галочки в соответствующих графах. В случае необходимости внести дополнительную информацию в графу «Дополнения и комментарии»).

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Карточка учета аномалий бесхвостых амфибий (образец)

Левая сторона	Правая сторона	Вид амфибии: _____ № _____
		Пол: ♂ ___ ♀ ___ Возрастная группа: Juv. ___ S.ad. ___ Ad. ___
		L (мм): _____
<i>Девииации головы</i>		
		- брахицефалия
		- бицефалия
		- деформация черепа
		- мандибулярная гипоплазия
		- монориния
		- гидроцефалия
		- аномалия оперкулярной камеры
		- деформации барабанной перепонки и височного пятна
		- анофтальмия
		- микрофтальмия
		- макрофтальмия
		- необычная пигментация радужины
		- депигментация радужины
		- нарушение формы хрусталика
		- помутнение хрусталика
		- аномалии роговицы глаза
		- редукция или отсутствие век
		- необычное положение глаза
		- аномалии языка
<i>Девииации позвоночника</i>		
		- лордоз
		- кифоз
		- аномальный уростиль
		- нерезорбируемый хвост
<i>Аномалии конечностей и их поясов</i>		
		- синдром неподвижных передних конечностей
		- синдром неподвижных задних конечностей
		- кожная спайка между отделами передней конечности
		- кожная спайка между отделами задней конечности
		- полимелия передней конечности
		- полимелия задней конечности
		- эктромелия передней конечности

		– эктромелия задней конечности
		– таумелия передней конечности
		– таумелия задней конечности
		– гемимелия передней конечности
		– гемимелия задней конечности
		– редукция пояса передней конечности
		– редукция пояса задней конечности
		– полидактилия передней конечности
		– полидактилия задней конечности
		– клинодактилия передней конечности
		– клинодактилия задней конечности
		– схизодактилия передней конечности
		– схизодактилия задней конечности
		– синдактилия передней конечности
		– синдактилия задней конечности
		– брахидактилия передней конечности
		– брахидактилия задней конечности
		– эктродактилия передней конечности
		– эктродактилия задней конечности
		– олигодактилия передней конечности
		– олигодактилия задней конечности
<i>Кожные покровы</i>		
		– диссипация меланина
		– необычная пигментация кожи
		– кожные новообразования
<i>Отеки</i>		
		– отек дна ротовой полости
		– отек брюшной полости
		– отек передних конечностей
		– отек задних конечностей
<i>Грыжи</i>		
		– грыжа (указать положение и орган)

(При заполнении указать вид, пол (самец – ♂, самка – ♀); по возможности, возрастную группу (juv. – сеголеток, s.ad. – неполовозрелый, ad. – половозрелый); длину тела (L в мм) и при наличии отклонения поставить галочку в соответствующей графе).

ОГЛАВЛЕНИЕ

Описание вариантов внешних морфологических аномалий хвостатых амфибий.....	3
Описание вариантов внешних морфологических аномалий бесхвостых амфибий.....	5
Расчетные показатели	8
Список литературы.....	10
Приложение 1	
Карточка учета аномалий хвостатых амфибий (образец).....	13
Приложение 2	
Карточка учета аномалий бесхвостых амфибий (образец).....	15

Учебное издание

Вершинин Владимир Леонидович

**МОНИТОРИНГ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ
ОТКЛОНЕНИЙ АМФИБИЙ В ПРИРОДЕ**

Учебно-методическое пособие

Редактор *Е. Е. Крамаревская*
Компьютерная верстка *В. К. Матвеева*

Подписано в печать 30.03.16. Формат 60 × 84 1/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Minion Pro. Тираж 350 экз.
Уч.-изд. л. 0,91. Усл. печ. л. 1,1. Заказ № 133.

Издательство Уральского университета
620000, Екатеринбург, ул. Тургенева, 4

Отпечатано в Издательско-полиграфическом центре УрФУ
620000, Екатеринбург, ул. Тургенева, 4
Тел.: +7(343) 350-56-64, 350-90-13.
Факс: +7(343) 358-93-06
E-mail: press-urfu@mail.ru

Для заметок

