

ЗООЛОГИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Оригинальная научная статья

УДК 59.009:597.6

<https://doi.org/10.26897/2949-4710-2026-4-2-4-03>



Стабильность возрастной и размерной структуры популяции озерной лягушки (*Pelophylax ridibundus*) в краткосрочный период (2020-2022 гг.)

Роман Александрович Иволга¹, Жаонен Миссиз Минквет-Ми-Мбенг¹,

Татьяна Эдуардовна Кондратова¹, Владимир Олегович Ерашкин¹,

Елена Алексеевна Астахова², Артем Александрович Кидов¹

¹ Российский государственный аграрный университет –

МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

² Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова

Российской академии наук, Москва, Россия

Автор, ответственный за переписку: Роман Александрович Иволга,
romanivolga@rgau-msha.ru

Аннотация

Земноводные крайне чувствительны к изменениям окружающей среды. В работе представлены результаты изучения методом скелетохронологии выраженности межгодовой флуктуации возрастной и размерной структуры у озерной лягушки (*Pelophylax ridibundus*) в популяции Теберды (Карачаево-Черкессия) в краткосрочный период (2020-2022 гг.). В связи с растущей туристско-рекреационной нагрузкой в районе Теберды и аридизацией климата мы выдвинули гипотезу о том, что возрастная и размерная структура может различаться в разные периоды сбора материала, демонстрируя «омоложение» в 2022 г. В качестве материала для исследований послужили особи *P. ridibundus*, отловленные в оз. Кара-Кель в Тебердинском районе Карачаево-Черкесской Республики в сентябре 2020 г. и в июне 2022 г. Индивидуальный возраст и длина тела особей *P. ridibundus* в выборке 2020 г. были определены для 12 самок и 27 самцов, а в выборке 2022 г. – для 9 самок и 25 самцов. Индивидуальный возраст особей *P. ridibundus* варьировал у самок в диапазоне от 2 до 9 лет, а у самцов – от 2 до 6 лет. Средний возраст половозрелой части популяции статистически значимо не различался в разные периоды сбора материала как у самок, так и у самцов *P. ridibundus*. В исследуемой популяции *P. ridibundus* приступают к размножению в возрасте 3 лет и живут до 7 и 6 лет соответственно, а репродуктивное окно составляет 4 года для самок и 3 года для самцов. Скорректированная по возрасту средняя длина тела статистически значимо не различалась ни у самок, ни у самцов, отловленных в разные периоды. Вопреки гипотезе настоящая работа демонстрирует отсутствие выраженности межгодовых флуктуаций возрастной и размерной структуры у *P. ridibundus* в популяции Теберды в краткосрочном периоде 2020-2022 гг. Стабильность демографических показателей, наблюдаемая в диапазоне 2020-2022 гг., не означает отсутствия долговременного тренда. Для его выявления необходим дополнительный сбор материала в большем временном интервале, а также анализ выживаемости отдельных когорт.

Ключевые слова

Бесхвостые земноводные, продолжительность жизни, демография, скелетохронология, Кавказ, Anura, Ranidae

Для цитирования

Иволга Р.А., Минквет-Ми-Мбенг Ж.М., Кондратова Т.Э. и др. Стабильность возрастной и размерной структуры популяции озерной лягушки (*Pelophylax ridibundus*) в краткосрочный период (2020-2022 гг.). *Тимирязевский биологический журнал*. 2026;4(2):403. <https://doi.org/10.26897/2949-4710-2026-4-2-4-03>



Stability of the age and size structure of the marsh frog (*Pelophylax ridibundus*) population over a short-term period (2020-2022)

Roman A. Ivolga¹, Jaonen M. Minkvet-Mi-Mbeng¹, Tatyana E. Kondratova¹,
Vladimir O. Erashkin¹, Elena A. Astakhova², Artem A. Kidov¹

¹ Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
Moscow, Russia

² A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution
of the Russian Academy of Science, Moscow, Russia

Corresponding author: Roman A. Ivolga, romanivolga@rgau-msha.ru

Abstract

Amphibians are highly sensitive to environmental change. This study presents the results of an investigation into interannual fluctuations in the age and size structure of the marsh frog (*Pelophylax ridibundus*) population in Teberda (Karachay-Cherkessia) over a short-term period (2020-2022) using the skeletochronological method. Given the increasing tourist and recreational pressure in the Teberda Region, combined with ongoing climate aridisation, we hypothesized that the age and size structure would differ between sampling periods, with a tendency toward 'rejuvenation' in 2022. The material for the study comprised *P. ridibundus* individuals collected from Lake Kara-Kel in the Teberda District of the Karachay-Cherkess Republic in September 2020 and June 2022. Individual age and body length of *P. ridibundus* specimens were determined for 12 females and 27 males in the 2020 sample, and for 9 females and 25 males in the 2022 sample. Individual age of *P. ridibundus* specimens ranged from 2 to 9 years in females and from 2 to 6 years in males. Mean age of the sexually mature segment of the population did not differ significantly between the two sampling periods for either females or males. In the studied population, *P. ridibundus* begins to reproduce at three years of age and lives up to seven years (females) and six years (males), with a reproductive window of four years for females and three years for males. Age-adjusted mean body length did not differ significantly between sampling periods for either sex. Contrary to our hypothesis, the present study demonstrates the absence of pronounced interannual fluctuations in the age and size structure of the *P. ridibundus* population in Teberda over the short-term period 2020-2022. The stability of demographic parameters observed over the 2020-2022 interval does not preclude the existence of a long-term trend. Detecting such a trend will require additional sampling over a broader temporal scale, as well as cohort-specific survival analysis.

Keywords

Tailless amphibians, longevity, demography, skeletochronology, Caucasus, Anura, Ranidae

For citation

Ivolga R.A., Minkvet-Mi-Mbeng J.M., Kondratova T.E. et al. Stability of the age and size structure of the marsh frog (*Pelophylax ridibundus*) population in the short term (2020-2022). *Timiryazev Biological Journal*. 2026;4(2):403. https://doi.org/10.26897/2949-4710-2026-4-2-4-03

Введение

Introduction

Земноводные являются одной из наиболее уязвимых групп животных в период изменяющегося климата и антропогенной трансформации экосистем [1]. Недавний мета-анализ [2] указал на то, что сокращение видового разнообразия на ранних этапах протекает незаметно путем исчезновения отдельных популяций, далее процесс приобретает накопительный эффект и становится практически необратимым. Для предупреждения потери

видового разнообразия требуется проводить постоянный мониторинг существующих популяций с целью оценки их состояния [3]. Ключевым элементом оценки состояния популяций является характеристика возрастной структуры, включающей в себя период достижения половой зрелости, средний возраст и продолжительность жизни особей [3]. Эти данные также могут быть использованы при разработке природоохранных мероприятий с целью сохранения и поддержания численности земноводных ввиду обеспечения стабильности природных экосистем [3-5].

Земноводные крайне чувствительны к изменениям окружающей среды, из-за чего для них характерна межгодовая флуктуация возрастного и размерного составов особей [6, 7]. В научной литературе многократно отмечалось, что возрастная структура разных популяций одного вида земноводных может сильно различаться на протяжении ареала [8-10]. Данные изменения могут быть обусловлены экспансией вида [11-13], антропогенным прессом [3, 14-18], вселением инвазивных видов [19], а также климатическими изменениями [20].

Озерная лягушка (*Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771)) – это широкораспространенный массовый вид земноводных с высокой экологической пластичностью, относящийся к видам, находящимся под наименьшей угрозой [21]. По ареалу максимальная зарегистрированная продолжительность жизни особей в популяциях варьирует от 4 до 11 лет, а возраст полового созревания – от 1 до 4 лет [8]. В нашем распоряжении находился материал для скелетохронологического исследования продолжительности жизни озерной лягушки с территории Теберды, полученный в 2020 и 2022 гг.

Цель исследований: характеристика межгодовой флуктуации возрастной и размерной структуры половозрелых *P. ridibundus* в популяции Теберды.

В связи с растущей туристско-рекреационной нагрузкой в районе Теберды [22, 23] и аридизацией климата [24] мы выдвинули гипотезу о том, что возрастная и размерная структура может различаться в разные периоды сбора материала, демонстрируя «омоложение» в 2022 г.

Методика исследований

Research method

В качестве материала для исследований послужили особи *P. ridibundus*, отловленные в оз. Кара-Кель (43.43679° с.ш., 41.74239° в.д., 1340 м над ур. м.) в Тебердинском районе Карачаево-Черкесской Республики в сентябре 2020 г. и в июне 2022 г. (рис. 1). У отловленных *P. ridibundus* электронным штангенциркулем (погрешность 0.01 мм) измеряли длину тела (SVL) и отсекали третью фалангу четвертого пальца правой задней конечности для определения индивидуального возраста особей. После данных процедур животных выпускали в месте поимки. Возраст определяли стандартным методом скелетохронологии [25]. Считали, что индивидуальный возраст соответствовал числу образовавшихся во время зимовок на окрашенном поперечном срезе фаланги пальца темных линий остановки роста. Мы анализировали только срезы середины диафиза

кости, то есть участок, где диаметр внутренней полости кости минимален [26], а также использовали метод сопоставления диаметров видимых линий склеивания для определения количества резорбированных линий склеивания [27]. Для анализа использовали только особей с выраженными вторичными половыми признаками и длиной тела > 60 мм [28], которых считали половозрелыми.

Статистический анализ и визуализацию данных осуществляли в программах Statistica 14.0 и OriginPro 2024. Рассчитывали среднее арифметическое (M), стандартное отклонение (SD) и размах (min–max) возраста и длины тела особей из выборок разных годов. Нормальность и гомогенность распределения признаков оценивали критериями Лиллиефорса и Левена. Оценку выживаемости (S) и ожидаемую продолжительность жизни (ESP) лягушек на основании распределения возраста определяли по формулам Себера [29] и Робсона и Чепмена [30]. Для оценки половых и межгодовых различий по среднему возрасту использовали однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA), а по длине тела – ковариационный анализ (ANCOVA, возраст в качестве ковариаты). Взаимосвязь длины тела и возраста особей определяли при помощи линейной корреляции Пирсона (r).

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

Индивидуальный возраст и длина тела особей *P. ridibundus* в выборке 2020 г. были определены для 12 самок и 27 самцов, а в выборке 2022 г. – для 9 самок и 25 самцов. На окрашенных препаратах все линии остановки роста были хорошо различимы, что позволило с высокой надежностью определить индивидуальный возраст особей *P. ridibundus* (рис. 2).

Индивидуальный возраст половозрелых особей *P. ridibundus* варьировал у самок в диапазоне от 2 до 9 лет в 2020 г. и от 3 до 6 лет в 2022 г., а у самцов – от 2 до 6 лет в 2020 г. и от 3 до 6 лет в 2022 г. (рис. 3). Разница нижней границы индивидуального возраста особей в разные годы может быть объяснена сезоном сбора материала: в 2020 г. особей *P. ridibundus* отлавливали в сентябре, а в 2022 г. – в июне. По всей видимости, некоторые самки и самцы *P. ridibundus* в популяции Теберды достигают половой зрелости на третьем году жизни перед зимовкой и приступают к размножению только после нее в возрасте трех лет.

Для лучшей интерпретации данных двухлетних особей (1 самка и 2 самца в выборке 2020 г.) были удалены из статистического анализа. Средний



Рисунок 1. Нативный ареал *Pelophylax ridibundus* [21] и место сбора материала для настоящих исследований.

Figure 1. Native range of *Pelophylax ridibundus* [21] and the study sampling site.

возраст половозрелой части популяции статистически значимо не различался в разные периоды сбора материала как у самок ($F_{1,18} = 0.253$, $p = 0.621$), так и у самцов ($F_{1,48} = 0.237$, $p = 0.628$) *P. ridibundus* (таблица). Самки в среднем были старше самцов как в выборках 2020 г. ($F_{1,37} = 7.862$; $p = 0.008$) и 2022 г. ($F_{1,32} = 7.475$; $p = 0.010$), так и в общей совокупности ($F_{1,71} = 14.904$; $p < 0.001$). Ожидаемая продолжительность жизни особей после третьей зимовки составляла 3.8 лет ($S = 0.697$) для самок 2020 г., 3.5 лет ($S = 0.667$) для самок 2022 г., 2.25 лет ($S = 0.429$) для самцов 2020 г. и 2.38 лет ($S = 0.467$) для самцов 2022 г. Таким образом, в исследуемой популяции 95% самок и самцов *P. ridibundus* приступают к размножению в возрасте трех лет и живут до 7 и 6 лет соответственно, а репродуктивное окно составляет 4 года для самок и 3 года для самцов.

Полученные нами результаты о продолжительности жизни особей *P. ridibundus* в целом согласуются с данными, представленными в опубликованных материалах о продолжительности жизни особей *P. ridibundus* в других горных (> 1000 м над ур. м.) популяциях [8]. Однако стоит

отметить, что в работах Александровской (1985), Александровской и Котовой (1986) и Мелкумяна (1990) [31-33] максимальный возраст был определен в 7-11 лет для самок и в 5-10 лет для самцов, но максимальный зарегистрированный нами возраст у особей *P. ridibundus* из оз. Кара-Кель был установлен в 9 лет только для самок, отловленных в 2020 г., тогда как в остальных случаях максимальный зарегистрированный возраст составил не более 6 лет.

Известно, что в условиях высокой антропогенной трансформации местообитаний исчезают животные старших возрастов [14]. Например, у травяных лягушек *Rana temporaria* Linnaeus, 1758, в городских популяциях в ядре производителей преобладают особи с высокой скоростью роста, ранним половым созреванием и меньшей продолжительностью жизни [15]. Также в условиях урбанизированных территорий городов Казань [16] и Тольятти [17] возраст озерной лягушки *P. ridibundus* не превышает 6 лет в отличие от популяций, обитающих в пригородных лесах, где максимальная продолжительность жизни лягушек достигает 7 лет [16]. Долина реки

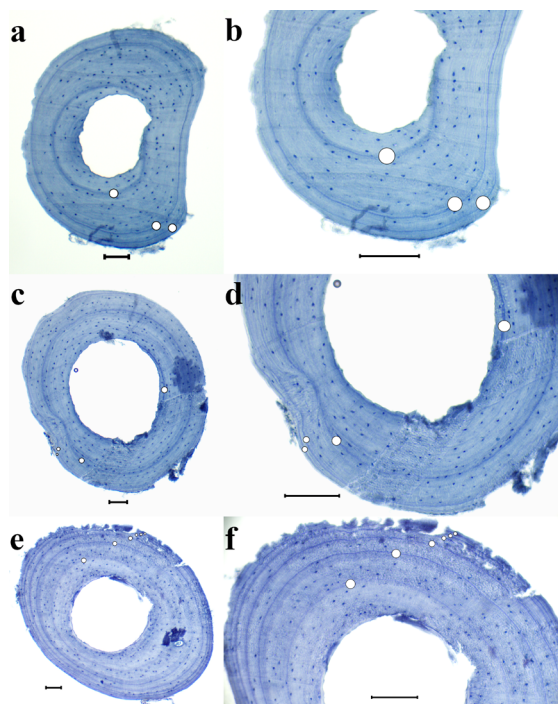


Рисунок 2. Поперечные срезы фаланг пальцев *Pelophylax ridibundus*: (a, b) трехлетний самец с 1 резорбированной линией склеивания (длина тела – 82.40 мм); (c, d) пятилетняя самка с 1 резорбированной линией склеивания (длина тела – 101.30 мм); (e, f) семилетняя самка с 1 резорбированной линией склеивания (длина тела – 106.65 мм). (a), (c), (d) 10-кратное увеличение; (b), (d), (f) 20-кратное увеличение. Длина шкалы составляет 0.1 мм.

Figure 2. Cross-section of *Pelophylax ridibundus* phalanges: (a, b) three-year-old male with one resorbed line of arrested growth (LAG) (body length – 82.40 mm); (c, d) five-year-old female with one resorbed LAG (body length – 101.30 mm); (e, f) seven-year-old female with one resorbed LAG (body length – 106.65 mm). (a), (c), (d) 10× magnification; (b), (d), (f) 20× magnification. Scale bar is 0.1 mm.

Теберды и оз. Кара-Кель являются популярными туристско-рекреационными территориями и испытывают критическую антропогенную нагрузку по причине увеличения туристического потока [22, 23]. Вероятно, более низкие зарегистрированные нами показатели максимальной продолжительности жизни могут быть связаны с увеличенной антропогенной нагрузкой в исследуемом локалитете в сравнении с другими горными популяциями, откуда известен возраст *P. ridibundus* [31-33].

Длина тела *P. ridibundus* статистически значимо увеличивалась с индивидуальным возрастом особей (для самок в 2020 г. $r = 0.67$; $p < 0.05$, в 2022 г. $r = 0.84$; $p < 0.05$, для самцов в 2020 г. $r = 0.65$; $p < 0.05$, в 2022 г. $r = 0.48$; $p < 0.05$). Однако скорректированная по возрасту средняя длина тела самок, отловленных в разные годы, статистически значимо не различалась ($F_{1, 17} = 0.226$; $p = 0.882$), для самцов также не было выявлено статистически значимых различий ($F_{1, 47} = 0.487$; $p = 0.489$). Самки в среднем были крупнее самцов как в выборках 2020 г. ($F_{1, 37} = 13,315$; $p = 0,001$) и 2022 г. ($F_{1, 32} = 7,982$; $p = 0,008$), так и в общей совокупности ($F_{1, 71} = 21,512$; $p < 0,001$).

Полученные результаты противоречат выдвинутой гипотезе, согласно которой, как предполагалось, под воздействием роста туристско-рекреационной нагрузки [22, 23] и аридизации климата [24] должна была сократиться доля старших особей в выборке 2022 г. Двухлетний промежуток между сборами, вероятно, недостаточен для проявления выраженных демографических сдвигов в исследуемой популяции. *P. ridibundus* – долгоживущий вид: в нашей выборке была отмечена девятилетняя особь, а по данным литературы, максимальная зарегистрированная продолжительность жизни особей из горных популяций достигала 11 лет [8]. Вероятно, сдвиги

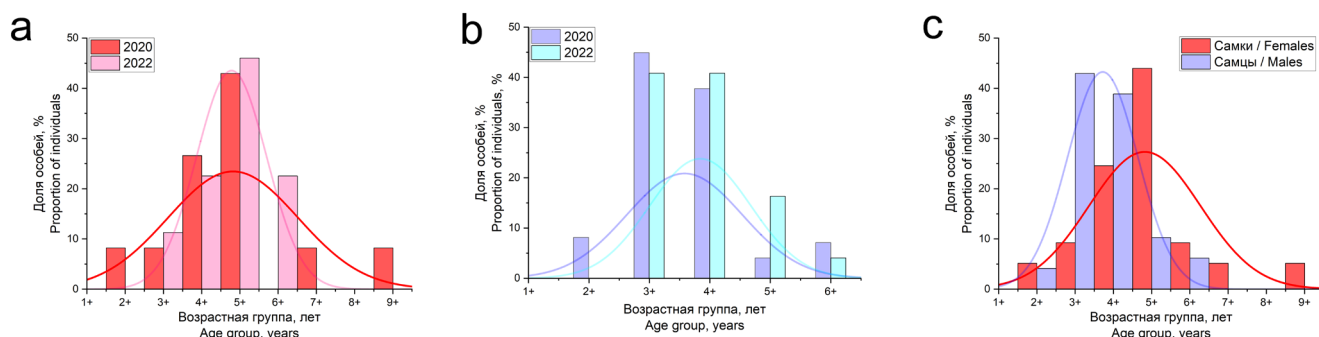


Рисунок 3. Возрастная структура *Pelophylax ridibundus* в популяции Теберды. (a) Возрастная структура самок, отловленных в разные периоды; (b) возрастная структура самцов, отловленных в разные периоды; (c) возрастная структура общих выборок самок и самцов.

Figure 3. Age structure of *Pelophylax ridibundus* population in Teberda. (a) Age structure of females sampled in different periods; (b) age structure of males sampled in different periods; (c) age structure of total samples of females and males.

Таблица 1. Длина тела и продолжительность жизни *P. ridibundus* в разные годы сбора материала.

Table 1. Body length and longevity of *P. ridibundus* across different sampling periods.

Год Year	Пол Sex	n	Средняя длина тела ± стандартное отклонение Mean body length ± standard deviation	Размах длины тела Body length range	Средний возраст ± стандартное отклонение Mean age ± standard deviation	Размах индивидуального возраста Individual age range
Сентябрь 2020 September 2020	самки females	12	98.78 ± 10.988	78.08-113.44	4.83 ± 1.801	2-9
	самцы males	27	88.81 ± 6.098	76.79-103.00	3.59 ± 0.971	2-6
Июнь 2022 June 2022	самки females	9	98.56 ± 11.064	74.60-110.00	4.77 ± 0.972	3-5
	самцы males	25	88.84 ± 7.966	63.00-101.60	3.84 ± 0.850	3-6

в возрастной структуре, вызванные усилением туристско-рекреационной нагрузки и климатическими изменениями, могут стать заметными только при более длительном мониторинге. Кроме того, отсутствие значимых различий может свидетельствовать о том, что локальная экосистема озера Кара-Кель пока сохраняет равновесие. Несмотря на возросший туристический поток, гидрологический режим озера остается относительно стабильным [34], а непосредственное изъятие или гибель взрослых лягушек, возможно, не достигли критических величин. Нельзя исключать и ограничения, связанные с объемом материала: выборка самок была немногочисленной ($n = 12$ в 2020 г. и $n = 9$ в 2022 г.), что снижает статистическую мощность обнаружения небольших сдвигов.

Выводы

Conclusions

Таким образом, настоящая работа демонстрирует отсутствие выраженности межгодовых флуктуаций возрастной и размерной структуры у *P. ridibundus* в популяции Теберды в краткосрочном периоде 2020-2022 гг. Выдвинутая гипотеза об «омоложении» популяции в связи с возрастающей туристско-рекреационной нагрузкой и аридизацией климата не подтвердилась. Стабильность демографических показателей, наблюдаемая в диапазоне 2020-2022 гг., не означает отсутствия долговременного тренда. Для его выявления необходимы дополнительные сборы материала в большем временном интервале, а также анализ выживаемости отдельных когорт [3].

Список источников

1. Luedtke J.A., Chanson J., Neam K. et al. Ongoing declines for the world's amphibians in the face of emerging threats. *Nature*. 2023;622:308-314. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06578-4>
2. Dirzo R., Ceballos G., Ehrlich P.R. Circling the drain: the extinction crisis and the future of humanity. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2022;377(1857):20210378. <https://doi.org/10.1098/rstb.2021.0378>
3. Ляпков С.М. Сохранение и восстановление разнообразия амфибий Европейской части России: разработка общих принципов и эффективных практических мер. Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2003:116.
4. Боркин Л.Я., Тихенко Н.Д. Некоторые аспекты морфологической изменчивости, полиморфизма

References

1. Luedtke J.A., Chanson J., Neam K. et al. Ongoing declines for the world's amphibians in the face of emerging threats. *Nature*. 2023;622:308-314. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06578-4>
2. Dirzo R., Ceballos G., Ehrlich P.R. Circling the drain: the extinction crisis and the future of humanity. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2022;377(1857):20210378. <https://doi.org/10.1098/rstb.2021.0378>
3. Lyapkov S.M. *Conservation and restoration of amphibian diversity in the European part of Russia: development of general principles and effective practical measures*. Moscow, Russia: KMK Scientific Press Ltd, 2003:116. (In Russ.)
4. Borkin L.Ya., Tikhenko N.D. Some aspects of morphological variability, color polymorphism,

- окраски, роста, структуры популяции и суточной активности *Rana lessonae* на северной границе ареала. *Экология и систематика амфибий и рептилий*. Ленинград: Зоологический институт АН СССР, 1979:18-54.
5. Sinsch U. Review: skeletochronological assessment of demographic life-history traits in amphibians. *Herpetological Journal*. 2015;25:5-13.
6. Cruz-Ruiz G., Venegas-Barrera C.S., Sanchez-Sanchez H., Manjarrez J. Temporal stability of an endemic Mexican treefrog. *PeerJ*. 2015;3: e1274. <https://doi.org/10.7717/peerj.1274>
7. Ляпков С.М. Динамика демографических характеристик травяной и остроумордой лягушек по данным многолетних наблюдений. *Современные проблемы биологической эволюции: материалы IV Международной конференции к 875-летию Москвы и 115-летию со дня основания Государственного Дарвиновского музея*. 2022:126-127.
8. Иволга Р.А., Кидов А.А., Кондратова Т.Э. Возраст земноводных в популяциях Северной Евразии. Свидетельство о регистрации базы данных RU2024625977. Заявка № 2024625800 от 29.11.2024.
9. Иволга Р.А., Мальнов Д.А., Кондратова Т.Э., Кидов А.А. Возрастная структура и особенности роста краснобрюхой жерлянки (*Bombina bombina*, Amphibia, Anura, Bombinatoridae) в Калининградской области (восток Балтийского региона, Россия). *Тимирязевский биологический журнал*. 2025;3(1):202531405. <https://doi.org/10.26897/2949-4710-2025-3-1-4-05>
10. Peng Z., Zhang L., Lu X. Global gaps in age data based on skeletochronology for amphibians. *Integrative Zoology*. 2022;17(5):752-763. <https://doi.org/10.1111/1749-4877.12584>
11. Cogălniceanu D., Miaud C. Population age structure and growth in four syntopic amphibian species inhabiting a large river floodplain. *Canadian Journal of Zoology*. 2003;81(6):1096-1106. <https://doi.org/10.1139/z03-086>
12. Ficetola G.F., Bonin A., Miaud C. Population genetics reveals origin and number of founders in a biological invasion. *Molecular Ecology*. 2008;17(3):773-782. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2007.03622.x>
13. Kidov A.A., Ivoga R.A., Kondratova T.E. Early maturation and high growth rates in the Eastern Treefrog, *Hyla orientalis* Bedriaga, 1890, population after the species' expansion in Kaliningrad Oblast (East Baltic Sea region). *Herpetology Notes*. 2025;18:781-786.
14. Ушаков В.А., Лебединский А.А., Грэфнер Н.М. Анализ размерно-возрастной структуры популяций травяной лягушки на урбанизированных территориях. *Вестник зоологии*. 1982;2:67-68.
15. Вершинин В.Л. *Экологические особенности популяций амфибий урбанизированных территорий*. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук. Екатеринбург, 1997:25.
- growth, population structure and daily activity of *Rana lessonae* at the Northern border of its range. *Ecology and systematics of amphibians and reptiles*. Leningrad, USSR, 1979:18-54. (In Russ.)
5. Sinsch U. Review: skeletochronological assessment of demographic life-history traits in amphibians. *Herpetological Journal*. 2015;25:5-13.
6. Cruz-Ruiz G, Venegas-Barrera CS, Sanchez-Sanchez H, Manjarrez J. Temporal stability of an endemic Mexican treefrog. *PeerJ*. 2015;3: e1274. <https://doi.org/10.7717/peerj.1274>
7. Lyapkov S.M. Dynamics of demographic characteristics of grass and sharp-mouthed frogs based on long-term observations. *Modern Problems of Biological Evolution: Proceedings of the IV International Conference dedicated to the 875th Anniversary of Moscow and the 115th Anniversary of the State Darwin Museum*. 2022:126-127. (In Russ.)
8. Ivogla R.A., Kidov A.A., Kondratova T.E. Age of amphibians in populations of North Eurasia. Database registration certificate RU2024625977. Application, No. 2024625800 dated November 29, 2024.
9. Ivogla R.A., Malnov D.A., Kondratova T.E., Kidov A.A. Age structure and growth features of the fire-bellied toad (*Bombina bombina*, Amphibia, Anura, Bombinatoridae) in Kaliningrad Oblast (East Baltic Region, Russia). *Timiryazev Biological Journal*. 2025;3(1):202531405. (In Russ.) <https://doi.org/10.26897/2949-4710-2025-3-1-4-05>
10. Peng Z., Zhang L., Lu X. Global gaps in age data based on skeletochronology for amphibians. *Integrative Zoology*. 2022;17(5):752-763. <https://doi.org/10.1111/1749-4877.12584>
11. Cogălniceanu D., Miaud C. Population age structure and growth in four syntopic amphibian species inhabiting a large river floodplain. *Canadian Journal of Zoology*. 2003;81(6):1096-1106. <https://doi.org/10.1139/z03-086>
12. Ficetola G.F., Bonin A., Miaud C. Population genetics reveals origin and number of founders in a biological invasion. *Molecular Ecology*. 2008;17(3):773-782. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2007.03622.x>
13. Kidov A.A., Ivoga R.A., Kondratova T.E. Early maturation and high growth rates in the Eastern Treefrog, *Hyla orientalis* Bedriaga, 1890, population after the species' expansion in Kaliningrad Oblast (East Baltic Sea region). *Herpetology Notes*. 2025;18:781-786.
14. Ushakov V.A., Lebedinsky A.A., Grefner N.M. Analysis of the size-age structure of grass frog populations in urban areas. *Vestnik zoologii*. 1982;2:67-68. (In Russ.)
15. Vershinin V.L. *Ecological features of amphibian populations in urban areas*. DSc (Bio) thesis. Ekaterinburg, Russia, 1997:25. (In Russ.)

16. Замалетдинов Р.И. *Экология земноводных в условиях большого города (на примере г. Казани)*. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Казань, 2003:24.
17. Замалетдинов Р.И., Файзулин А.И., Михайлова Р.И., Кузовенко А.Е. Материалы к мониторингу возрастной структуры популяций амфибий на урбанизированных территориях Волжского бассейна. *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. 2013;213:85-90.
18. Степанкова И.В., Африн К.А., Сaitов В.Р. и др. Возрастная структура, рост и плодовитость травяной лягушки (*Rana temporaria*, Amphibia, Anura, Ranidae) в популяциях города Москвы. *Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология*. 2024;(1(73)):71-82. <https://doi.org/10.26456/vtbio346>
19. Ryan M.E., Johnson J.R., Fitzpatrick B.M. Invasive hybrid tiger salamander genotypes impact native amphibians. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2009;106(27):11166-11171. <https://doi.org/10.1073/pnas.0902252106>
20. Turner A., Heard G., Hall A., Wassens S. Age structure of amphibian populations with endemic chytridiomycosis, across climatic regions with markedly different infection risk. *Ecology and Evolution*. 2022;12(7): e9123. <https://doi.org/10.1002/ece3.9123>
21. IUCN SSC Amphibian Specialist Group. *Pelophylax ridibundus*. *The IUCN Red List of Threatened Species*. 2023: e.T58705A63864334. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2023-1.RLTS.T58705A63864334.en>
22. Зеленская Т.Г., Степаненко Е.Е., Окрут С.В. и др. Оценка рекреационной нагрузки на Тебердинский государственный природный биосферный заповедник. *Успехи современного естествознания*. 2021;(11):58-63. <https://doi.org/10.17513/use.37713>
23. Дегя Н.С., Реснов Д.Г., Байрамкулова А.Р. Проблемы развития экологического туризма на особо охраняемых природных территориях (на примере тебердинского национального парка). *Мониторинг. Наука и технологии*. 2024;(4(62)):35-42. <https://doi.org/10.25714/MNT.2024.62.005>
24. Davis S.J., Caldeira K., Matthews H.D. Future CO₂ emissions and climate change from existing energy infrastructure. *Science*. 2010;329(5997):1330-1333. <https://doi.org/10.1126/science.1188566>
25. Смирин Э.М. Методика определения возраста амфибий и рептилий по слоям в кости. *Руководство по изучению земноводных и пресмыкающихся*. Киев, 1989:144-153.
26. Rozenblut B., Ogielska M. Development and growth of long bones in European water frogs (Amphibia: Anura: Ranidae), with remarks on age determination. *Journal*
16. Zamaletdinov R.I. *Ecology of amphibians in big city conditions (on the example of Kazan city)*. CSc (Bio) thesis. Kazan, Russia, 2003:24. (In Russ.)
17. Zamaletdinov R.I., Fayzulin A.I., Mikhailova R.I., Kuzovenko A.E. Materials to monitoring of amphibians populations age structure in the urbanized territories of the Volga basin. *Uchenye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N.E. Bauman*. 2013;213:85-90. (In Russ.)
18. Stepankova I.V., Afrin K.A., Saitov V.R. et al. Age structure, growth and fertility of the common frog (*Rana temporaria*, Amphibia, Anura, Ranidae) in the Moscow populations. *Herald of Tver State University. Series: Biology and Ecology*. 2024;(1(73)):71-82. (In Russ.) <https://doi.org/10.26456/vtbio346>
19. Ryan M.E., Johnson J.R., Fitzpatrick B.M. Invasive hybrid tiger salamander genotypes impact native amphibians. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2009;106(27):11166-11171. <https://doi.org/10.1073/pnas.0902252106>
20. Turner A., Heard G., Hall A., Wassens S. Age structure of amphibian populations with endemic chytridiomycosis, across climatic regions with markedly different infection risk. *Ecology and Evolution*. 2022;12(7): e9123. <https://doi.org/10.1002/ece3.9123>
21. IUCN SSC Amphibian Specialist Group. *Pelophylax ridibundus*. *The IUCN Red List of Threatened Species*. 2023: e.T58705A63864334. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2023-1.RLTS.T58705A63864334.en>
22. Zelenskaya T.G., Stepanenko E.E., Okrut S.V. et al. Assessment of recreation load on the Teberdin state natural biosphere reserve. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*. 2021;(11):58-63. (In Russ.) <https://doi.org/10.17513/use.37713>
23. Dega N.S., Resnov D.G., Bayramkulova A.R. Development of ecological tourism in specially protected natural areas: case study of Teberda national park. *Monitoring. Science & Technologies*. 2024;(4(62)):35-42. (In Russ.) <https://doi.org/10.25714/MNT.2024.62.005>
24. Davis S.J., Caldeira K., Matthews H.D. Future CO₂ emissions and climate change from existing energy infrastructure. *Science*. 2010;329(5997):1330-1333. <https://doi.org/10.1126/science.1188566>
25. Smirina E.M. Methodology for determining the age of amphibians and reptiles by layers in bone. *Guide to the Study of Amphibians and Reptiles*. 1989:144-153. (In Russ.)
26. Rozenblut B., Ogielska M. Development and growth of long bones in European water frogs (Amphibia: Anura: Ranidae), with remarks on age determination. *Journal*

- of Morphology. 2005;265(3):304-317.
<https://doi.org/10.1002/jmor.10344>
27. Hemelaar A.S.M. An improved method to estimate the number of year rings resorbed in phalanges of *Bufo bufo* (L.) and its application to populations from different latitudes and altitudes. *Amphibia-Reptilia*. 1985;6(4):323-341.
<https://doi.org/10.1163/156853885X00326>
28. Кузьмин С.Л. *Земноводные бывшего СССР. Издание второе, переработанное*. Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2012:370.
29. Seber G.A.F. *The estimation of animal abundance and related parameters*. London: Griffin. 1973:506.
<https://doi.org/10.1126/science.184.4137.686>
30. Robson D.S., Chapman D.G. Catch curves and mortality rates. *Transactions of the American Fisheries Society*. 1961;90(2):181-189.
[https://doi.org/10.1577/1548-8659\(1961\)90\[181:CCAMR\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1961)90[181:CCAMR]2.0.CO;2)
31. Александровская Т.О. О сроках наступления половозрелости у озерной лягушки в Армении. *Вопросы герпетологии*. 1985:6-7.
32. Александровская Т.О., Котова Е.Л. Предварительные данные по возрастной характеристике озерной лягушки (*Rana ridibunda* Pallas) из трех точек Армении. *Труды Зоологического института АН СССР*. 1986;157:177-181.
33. Мелкумян Л.С. *Экологические основы адаптации наземных экзотермных позвоночных с переходом из равнин в высокогорье*. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук. Свердловск, 1990:34.
34. Дега Н.С., Онищенко В.В., Узденов У.Б. Геоэкологическая оценка озера Кара-Кель Карачаево-Черкесской Республики. *Успехи современного естествознания*. 2022;(9):33-38.
<https://doi.org/10.17513/use.37889>
- of Morphology. 2005;265(3):304-317.
<https://doi.org/10.1002/jmor.10344>
27. Hemelaar A.S.M. An improved method to estimate the number of year rings resorbed in phalanges of *Bufo bufo* (L.) and its application to populations from different latitudes and altitudes. *Amphibia-Reptilia*. 1985;6(4):323-341.
<https://doi.org/10.1163/156853885X00326>
28. Kuzmin S.L. *Amphibians of the Former Soviet Union*. Moscow, Russia: KMK Scientific Press Ltd, 2012:370. (In Russ.)
29. Seber G.A.F. *The estimation of animal abundance and related parameters*. London: Griffin. 1973:506.
<https://doi.org/10.1126/science.184.4137.686>
30. Robson D.S., Chapman D.G. Catch curves and mortality rates. *Transactions of the American Fisheries Society*. 1961;90(2):181-189.
[https://doi.org/10.1577/1548-8659\(1961\)90\[181:CCAMR\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1961)90[181:CCAMR]2.0.CO;2)
31. Aleksandrovskaya T.O. About the timing of age maturity in the marsh frog in Armenia. *Voprosy gerpetologii*. 1985:6-7. (In Russ.)
32. Aleksandrovskaya T.O., Kotova E.L. Preliminary data on the age characteristics of *Rana ridibunda* Pallas from Armenia. *Trudy Zoologicheskogo instituta AN SSSR*. 1986;157:177-181. (In Russ.)
33. Melkumyan L.S. *Ecological bases of adaptation of terrestrial exothermic vertebrates with transition from valleys to mountains*. DSc (Bio) thesis. Sverdlovsk, Russia, 1990:34. (In Russ.)
34. Dega N.S., Onischenko V.V., Uzdenov U.B. Geoecological assessment of lake Kara-Kel of the Karachay-Cherkess Republic. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*. 2022;(9):33-38. (In Russ.)
<https://doi.org/10.17513/use.37889>

Сведения об авторах

Роман Александрович Иволга, ассистент кафедры зоологии и аквакультуры, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Россия, г. Москва, Тимирязевская ул., 49; romanivolga@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-2050-5279>

Жаонен Миссиз Минквет-Ми-Мбенг, обучающийся кафедры зоологии и аквакультуры, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Россия, г. Москва, Тимирязевская ул., 49

Татьяна Эдуардовна Кондратова, ассистент кафедры зоологии и аквакультуры, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Россия, г. Москва, Тимирязевская ул., 49; t.kondratova@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7533-7327>

Information about the authors

Roman A. Ivolga, Assistant Lecturer at the Department of Zoology and Aquaculture, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; romanivolga@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2050-5279>

Jaonen M. Minkwet-Mi-Mbeng, student of the Department of Zoology and Aquaculture, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation

Tatyana E. Kondratova, Assistant Lecturer at the Department of Zoology and Aquaculture, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; t.kondratova@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7533-7327>

Владимир Олегович Ерашкин, ассистент кафедры зоологии и аквакультуры, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Россия, г. Москва, Тимирязевская ул., 49; v.erashkin@mail.ru; https://orcid.org/0000-0003-1589-6340

Елена Алексеевна Астахова, младший научный сотрудник лаборатории поведения низших позвоночных, Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук; 119071, Россия, г. Москва, Ленинский проспект, 33; e.astakhova@sev-in.ru; https://orcid.org/0009-0006-6210-9636

Артем Александрович Кидов, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой зоологии и аквакультуры, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Россия, г. Москва, Тимирязевская ул., 49; kidov@rgau-msha.ru; https://orcid.org/0000-0001-9328-2470

Vladimir O. Erashkin, Assistant Lecturer at the Department of Zoology and Aquaculture, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; v.erashkin@mail.ru; https://orcid.org/0000-0003-1589-6340

Elena A. Astakhova, Junior Research Associate at the Laboratory of Lower Vertebrate Behavior, Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Science; 33 Leninsky Ave., Moscow, 119071, Russian Federation; e.astakhova@sev-in.ru; https://orcid.org/0009-0006-6210-9636

Artem A. Kidov, CSc (Bio), Professor, Head of the Department of Zoology and Aquaculture, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; e-mail: kidov@rgau-msha.ru; https://orcid.org/0000-0001-9328-2470

Вклад авторов

Р.А. Иволга – концептуализация, методология, анализ, проведение исследований, ресурсы, администрирование данных, создание черновика рукописи, создание окончательной версии (доработка) рукописи и ее редактирование, визуализация, руководство исследованиями
Ж.М. Минквет-Ми-Мбенг – проведение исследований.

Т.Э. Кондратова – проведение исследований, ресурсы.

В.О. Ерашкин – проведение исследований, ресурсы.

Е.А. Астахова – проведение исследований, ресурсы.

А.А. Кидов – администрирование проекта.

Contribution of the authors

R.A. Ivolga – conceptualization, methodology, analysis, investigation, resources, data curation, writing – original draft, writing – review & editing, visualization, supervision

J.M. Minkwet-Mi-Mbeng – investigation.

T.E. Kondratova – investigation, resources.

V.O. Erashkin – investigation, resources.

E.A. Astakhova – investigation, resources.

A.A. Kidov – project administration.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests

The authors declare no relevant conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 04.06.2026
Одобрена после рецензирования 17.06.2026
Принята к публикации 17.06.2026

The article was submitted to the editorial office
June 04, 2026
Approved after reviewing June 17, 2026
Accepted for publication June 17, 2026