

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Краткое сообщение

УДК 597.833(470.44)

<https://doi.org/10.35885/1684-7318-2022-4-474-482>

ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ДАТЫ ОКОНЧАНИЯ ЗИМОВКИ ЛЯГУШКИ ОЗЕРНОЙ – *PELOPHYLAX RIDIBUNDUS* (PALLAS, 1771) (RANIDAE, ANURA) В ДОЛИНЕ р. МЕДВЕДИЦЫ (САРАТОВСКАЯ ОБЛАСТЬ) В УСЛОВИЯХ ТРАНСФОРМАЦИИ КЛИМАТА

М. В. Ермохин ^{1✉}, В. Г. Табачишин ²

¹ Саратовский национальный исследовательский государственный
университет имени Н. Г. Чернышевского

Россия, 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, д. 83

² Саратовский филиал Института проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН
Россия, 410028, г. Саратов, ул. Рабочая, д. 24

Поступила в редакцию 12.09.2022 г., после доработки 29.10.2022 г., принята 30.10.2022 г.

Аннотация. Проведен анализ временного ряда дат окончания зимовки и начала нерестовых миграций лягушки озерной на территории долины среднего течения р. Медведицы (бассейн Дона, Саратовская область). Установлено, что в период с 1892 по 2021 г. на фоне потепления климата произошло смещение фенологической нормы этой фазы годового цикла на более ранние сроки в среднем на 6 суток (со 2 мая на 26 апреля). Обсуждаются возможные последствия трансформации весенней фенологии бесхвостых амфибий в связи с установленными изменениями. Для формирования прогноза динамики популяций этого вида бесхвостых амфибий и научных основ их сохранения требуется продолжение мониторинга фенологических изменений весенней фазы годового цикла.

Ключевые слова: лягушка озерная, фенология, зимовка, нерестовые миграции

Для цитирования. Ермохин М. В., Табачишин В. Г. Фенологические изменения даты окончания зимовки лягушки озерной – *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771) (Ranidae, Anura) в долине р. Медведицы (Саратовская область) в условиях трансформации климата // Поволжский экологический журнал. 2022. № 4. С. 474 – 482. <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2022-4-474-482>

✉ Для корреспонденции. Кафедра морфологии и экологии животных Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского.

ORCID и e-mail адреса: Ермохин Михаил Валентинович: <https://orcid.org/0000-0001-6377-6816>, yermokhinmv@yandex.ru;
Табачишин Василий Григорьевич: <https://orcid.org/0000-0002-9001-1488>, tabachishinv@sevin.ru.

ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ДАТЫ ОКОНЧАНИЯ ЗИМОВКИ

Глобальная трансформация климата во второй половине XX – в начале XXI в. ведет к заметным изменениям температурного режима в весенний период. Эти события в первую очередь определяют ход фенологических явлений многих пойкилотермных животных, в том числе бесхвостых амфибий (Blaustein et al., 2011). В первую очередь многие виды этой группы реагируют существенными сдвигами календарных дат окончания зимовки и начала нерестовых миграций (Ермохин и др., 2013, 2016; Ермохин, Табачишин, 2021, 2022; Sparks et al., 2007; Yermokhin, Tabachishin, 2022). Многие такие изменения хода весенней части годового цикла амфибий нуждаются в отдельном анализе, обусловленном специфичностью региональных условий.

Цель работы – установить закономерности динамики даты окончания зимовки и начала нерестовых миграций лягушки озерной *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771) в долине среднего течения р. Медведицы.

Материал и методы. Материал собран в период с последней декады марта по вторую декаду мая 2009 – 2021 гг. в пойме р. Медведицы (Саратовская область, Лысогорский район, окрестности с. Урицкое: оз. Садок (51°21'31'' с.ш., 44°48'11'' в.д.)). Выбор данного водоема в качестве модельного обусловлен его близостью к руслу р. Медведицы, которое используется лягушкой озерной в качестве места зимовки. Перемещение от реки к этому нерестовому водоему занимает менее суток, поэтому дата прибытия на нерест эквивалентна дате окончания зимовки. В то же время прочие пойменные озера более удалены от русла и миграция от биотопа зимовки может составлять несколько суток.

Бесхвостых амфибий отлавливали методом линейных заборчиков с ловчими цилиндрами (Корн, 2003; Corn, Bury, 1990), которые устанавливали вокруг исследуемого водоёма в период схода снежного покрова до начала нерестовых миграций. Применяли метод частичного огораживания нерестовых водоёмов. Было установлено не менее 10 заборчиков длиной 10 м каждый (Ермохин, Табачишин, 2011). Ловчие цилиндры осматривали ежедневно один раз в сутки в утренние часы.

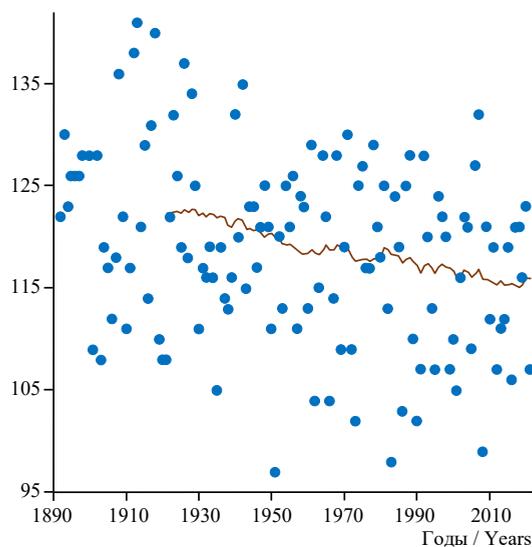
Температуру воздуха измеряли с помощью логгеров DT-172 (CEM Instruments India Pvt. Ltd., Kolkata, India), установленных в тени на уровне почвы вблизи озера на расстоянии 50 м, с точностью до 0.1°C. Температуру воды в водоёме определяли с точностью до 0.5°C с помощью трёх термохронов iButton DS1921-F5 s (Maxim Integrated Products, Inc., San Jose, CA, USA), установленных на глубине 0.5 м от поверхности воды. Регистрация температуры воздуха и воды производилась круглосуточно в течение всего периода наблюдений с интервалом 3 ч.

Для бесхвостых амфибий характерно видоспецифичное пороговое значение температуры среды, при котором возможен выход особей из состояния оцепенения и начало активности (Reading, 1998). Установлено, что для *P. ridibundus* такое пороговое значение температуры среды составляет 8.8°C (Ермохин и др., 2013). Дата окончания зимовки и начала нерестовых миграций определена методом реконструкции по данным временных рядов архивов метеостанций, ближайших к месту проведения исследований (Green, 2017; Arietta et al., 2020). Для прогноза даты выхода *P. ridibundus* из состояния зимнего оцепенения и начала нерестовых миграций в 1892 – 2008 гг. получены расчетные значения среднесуточной температуры

воды на нерестилищах на глубине 0.5 м как среднюю температуру воздуха за 10 сут. Расчетные значения температуры имели высокую степень сходимости с фактической температурой воды, измеренной нами термохронами в течение периода полевых исследований на модельных площадках (Yermokhin et al., 2017; Yermokhin, Tabachishin, 2022).

Для расчетов метеорологических параметров (среднесуточная температура воздуха, температура воды на нерестилищах и почвы на глубине зимовки амфибий) использовали данные по метеостанции Октябрьский Городок (WMO ID 34163): для периода с 1892 по 1965 г. из архива погоды (Среднегодная средняя..., 2005) и архивные данные 8-строчных наблюдений погоды в 1966 – 2021 гг. (специализированные массивы для климатических исследований ВНИИГМИ-МЦД (<http://aisori-m.meteo.ru/waisori/>)).

Календарные даты были конвертированы в порядковый номер дня в году с учётом високосных лет. Для анализа внутривековой динамики фенологической нормы даты окончания зимовки и начала нерестовых миграций период с 1892 по



Дата окончания зимовки и начала нерестовых миграций лягушки озерной (*Pelophylax ridibundus*) в 1892 – 2021 гг. (в 1892 – 2008 гг. по результатам реконструкции, 2009 – 2021 гг. – фактические данные). Сплошная линия – тренд с линейной фильтрацией за 30 лет

Figure. Date of the end of wintering and the beginning of spawning migrations of the marsh frog (*Pelophylax ridibundus*) in 1892–2021 (reconstruction for 1892–2008, actual data for 2009–2021). The solid line is the trend with linear filtering for 30 years

2021 гг. был разделен на пять диапазонов продолжительностью до 30 лет (1892 – 1901, 1902 – 1931, 1932 – 1961, 1962 – 1991, 1992 – 2021 гг.). Для каждого периода рассчитывали медиану, межквартильный размах, а также размах варьирования дат (min – max). При визуализации динамики фенологической нормы использовали построение линии тренда с линейной фильтрацией за 30 лет.

Статистическая обработка выполнена в пакетах программ PAST 3.21 (Hammer et al., 2001) и Statistica 6.1 (StatSoft Inc., OK, USA).

Результаты. Установлено, что выход из состояния зимовки у лягушки озерной происходит при температуре воды 8.8°C. Это пороговое значение достигается через 5 – 7 сут. после перехода среднесуточной температуры воздуха через +9°C (по фактическим результатам учетов в 2009 – 2021 гг.). Внутривековое смещение даты начала нерестовых миграций составляет около 6 сут. (рисунок). Наи-

ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ДАТЫ ОКОНЧАНИЯ ЗИМОВКИ

более ранняя дата окончания зимовки была установлена в 1951 г. (7 апреля), а наиболее поздняя в 1913 г. (21 мая) (таблица, см. рисунок). Фенологическая норма этого явления в начале XX в. – 2 мая, тогда как в начале XXI в. она составила уже 26 апреля (см. рисунок). Причем наиболее существенные изменения стали происходить несколько ранее общепринятого начала периода глобального потепления в середине 1960-х гг.

Обсуждение результатов. В целом данные о смещении даты окончания зимовки на более ранние сроки в период с 1892 по 2021 г., полученные для лягушки озерной (6 сут.), хорошо согласуются с тенденцией характерной для чесночницы Палласа в том же регионе (сдвиг на 7 сут. (Ермохин и др., 2016; Yermokhin et al., 2017)). Сопоставимость этих результатов несколько противоречит утверждению о том, что бесхвостые амфибии, для которых свойственны более ранние сроки начала нерестовой активности, в большей степени подвержены смещению даты начала сезона размножения по сравнению с видами с более поздними сроками нереста (Walpole et al., 2012). Однако оно может оказаться вполне справедливым при учете такого явления, как ложная весна, поскольку феномен ложной весны у лягушки озерной в 1966 – 2021 гг. регистрируется реже (3 события), чем, например, у чесночницы Палласа (9 раз: Yermokhin, Tabachishin, 2022).

Временные сдвиги даты начала нерестовых миграций на более ранние сроки, очевидно, формируют совокупность экологических последствий для популяций таких видов как позитивных, так и негативных. В частности, на территории левобережной части бассейна Дона к числу таких особенностей относится относительно быстрая деградация паводкового режима средних рек – притоков (в том числе р. Медведица) (Кирева, 2013). Одним из следствий этого явления оказалось сокращение водности речных долин и деградация сети пойменных озер, используемых бесхвостыми амфибиями в качестве нерестовых водоёмов. Деградация нерестовых озер проявляется, как правило, в форме сокращения их гидропериода, (сменой типа гидрологического режима и статуса водоема с постоянного на временный), что достаточно часто в 2009 – 2021 гг. проявляется в пересыхании озерных котловин до завершения метаморфоза головастика (Ермохин, Табачишин, 2018).

Второе последствие смещения даты начала нерестовых миграций на более ранние сроки ведет к формированию феномена ложной весны (Ермохин, Табачи-

Динамика даты окончания зимовки и начала нерестовых миграций лягушки озерной (*Pelophylax ridibundus*) в 1892 – 2021 гг. в долине р. Медведицы

Table. Dynamics of the end of wintering and the beginning of spawning migrations of the marsh frog (*Pelophylax ridibundus*) in the Medveditsa river valley in 1892–2021

Годы / Years	Дата / Date		
	Медиана и межквартильный размах / Median and interquartile range	min	max
1892–1901	126 123–128	19.04	10.05
1902–1931	120 114–131	18.04	21.05
1932–1961	120 114–123	07.04	15.05
1962–1991	118 109–125	08.04	10.05
1992–2021	118 109–121	09.04	12.05

шин, 2022; Yermokhin, Tabachishin, 2022). Однако при аномально раннем начале нерестовых миграций приход на нерест часто прекращается наступлением возвратных холодов, способных оказать негативное влияние на успех размножения (гибель кладок, начавших развитие головастиков или даже половозрелых особей, участвующих в размножении) (Bison et al., 2021; Коупова et al., 2022). Возможно также аномальное увеличение продолжительности периода размножения амфибий, сопровождающееся поздним развитием головастиков и увеличением вероятности наступления осенних холодов еще до завершения их метаморфоза (Drohvalenko, 2021).

Таким образом, смещение даты окончания зимовки и начала нерестовых миграций у лягушки озерной в долине р. Медведицы на фоне потепления климата происходит сходным образом с другими видами бесхвостых амфибий, причем величина этой трансформации сопоставима с ними. Для формирования прогноза динамики популяций этого вида бесхвостых амфибий и научных основ их сохранения требуется продолжение мониторинга фенологических изменений весенней фазы годового цикла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Ермохин М. В., Табачишин В. Г. Сходимость результатов учета численности мигрирующих сеголеток чесночницы обыкновенной, *Pelobates fuscus* (Laurenti, 1768) при полном и частичном огораживании нерестового водоёма заборчиками с ловчими цилиндрами // Современная герпетология. 2011. Т. 11, вып. 3/4. С. 121 – 131.

Ермохин М. В., Табачишин В. Г. Динамика размеров тела и упитанности сеголеток *Pelobates fuscus* (Anura, Pelobatidae) в условиях трансформации гидрологического режима пойменных озёр // Современная герпетология. 2018. Т. 18, вып. 3/4. С. 101 – 117. <https://doi.org/10.18500/1814-6090-2018-18-3-4-101-117>

Ермохин М. В., Табачишин В. Г. Аномально раннее окончание зимовки жерлянки краснобрюхой (*Bombina bombina*) (Discoglossidae, Anura) в популяциях долины р. Медведица (Саратовская область) // Поволжский экологический журнал. 2021. № 1. С. 89 – 96. <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2021-1-89-96>

Ермохин М. В., Табачишин В. Г. Ложная весна в нерестовых миграциях чесночницы (*Pelobates*, Anura): распространение в европейской части России и масштаб феномена в 2020 году // Поволжский экологический журнал. 2022. № 1. С. 3 – 16. <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2022-1-3-16>

Ермохин М. В., Иванов Г. А., Табачишин В. Г. Фенология нерестовых миграций бесхвостых амфибий в долине р. Медведица (Саратовская область) // Современная герпетология. 2013. Т. 13, вып. 3/4. С. 101 – 111.

Ермохин М. В., Табачишин В. Г., Иванов Г. А. Фенологические изменения зимовки чесночницы обыкновенной – *Pelobates fuscus* (Pelobatidae, Amphibia) в условиях трансформации климата на севере Нижнего Поволжья // Поволжский экологический журнал. 2016. № 2. С. 167 – 185. <https://doi.org/10.18500/1684-7318-2016-2-167-185>

Киреева М. Б. Водный режим рек бассейна Дона в условиях меняющегося климата: дис. ... канд. геогр. наук. М., 2013. 211 с.

Корн П. С. Прямолнейные заборчики с ловушками // Измерение и мониторинг биологического разнообразия: стандартные методы для земноводных. М. : Т-во науч. изд. КМК, 2003. С. 117 – 127.

ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ДАТЫ ОКОНЧАНИЯ ЗИМОВКИ

Среднегодовая средняя, минимальная и максимальная температура воздуха, количество осадков по годам в пункте Октябрьский Городок // Термограф: архивные данные температуры воздуха и количества осадков. 2005. URL: http://thermograph.ru/mon/st_34163.htm (дата обращения: 24.05.2014).

Arietta A. Z. A., Freidenburg L. K., Urban M. C., Rodrigues S. B., Rubinstein A., Skelly D. K. Phenological delay despite warming in wood frog *Rana sylvatica* reproductive timing: A 20-year study // *Ecography*. 2020. Vol. 43, iss. 12. P. 1791 – 1800. <https://doi.org/10.1111/ecog.05297>

Bison M., Yoccoz N. G., Carlson B. Z., Klein G., Laigle I., Van Reeth C., Delestrade A. Earlier snowmelt advances breeding phenology of the common frog (*Rana temporaria*) but increases the risk of frost exposure and wetland drying // *Frontiers in Ecology and Evolution*. 2021. Vol. 9. Article number 645585. <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.645585>

Blaustein A. R., Searle C., Bancroft B. A., Lawler J. Amphibian population declines and climate change // *Ecological Consequences of Climate Change: Mechanisms, Conservation, and Management* / eds. E. A. Beever, J. L. Belant. Boca Raton : CRC Press, 2011. P. 29 – 53.

Corn P. S., Bury R. B. Sampling methods for terrestrial amphibians and reptiles / USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station. Portland, General Technical Report PNW-GTR-275, 1990. 34 p.

Drohvalenko M. Extended breeding of the marsh frog, *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771) // *Reptiles & Amphibians*. 2021. Vol. 28, № 1. P. 37–39. <https://doi.org/10.17161/randa.v28i1.15301>

Green D. M. Amphibian breeding phenology trends under climate change: Predicting the past to forecast the future // *Global Change Biology*. 2017. Vol. 23, iss. 2. P. 646 – 656. <https://doi.org/10.1111/gcb.13390>

Hammer O., Harper D. A. T., Ryan P. D. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis // *Paleontologia Electronica*. 2001. Vol. 4, № 1. P. 1 – 9.

Koynova T., Nedyalkov N., Natchev N. An early start does not warrant offspring – a case of abnormal onset of the breeding season in *Rana dalmatina* (Fitzinger in Bonaparte, 1838) on the territory of Natura Park “Shumensko Plato” (NE-Bulgaria) // *Biharean Biologist*. 2022. Vol. 16, iss. 2. P. 79 – 82.

Reading C. The effect of winter temperatures on the timing of breeding activity in the common toad *Bufo bufo* // *Oecologia*. 1998. Vol. 117. P. 469 – 475.

Sparks T., Tryjanowski P., Cooke A., Crick H., Kuzniak S. Vertebrate phenology at similar latitudes: temperature responses differ between Poland and the United Kingdom // *Climate Research*. 2007. Vol. 34, № 2. P. 93 – 98. <https://doi.org/10.3354/cr034093>

Walpole A. A., Bowman J., Tozer D. C., Badzinski D. S. Community-level response to climate change: Shifts in anuran calling phenology // *Herpetological Conservation and Biology*. 2012. Vol. 7, iss. 2. P. 249 – 257.

Yermokhin M. V., Tabachishin V. G., Ivanov G. A. Phenological changes in the wintering of *Pelobates fuscus* (Pelobatidae, Amphibia) in the climate transformation conditions in the Northern Lower Volga Region // *Biology Bulletin*. 2017. Vol. 44, № 10. P. 1215 – 1227. <https://doi.org/10.1134/S1062359017100041>

Yermokhin M. V., Tabachishin V. G. False Spring in the Southeastern European Russia and anomalies of the phenology of spawning migrations of the Pallas' Spadefoot Toad *Pelobates vespertinus* (Pelobatidae, Amphibia) // *Russian Journal of Herpetology*. 2022. Vol. 29, № 4. P. 206 – 214. <https://doi.org/10.30906/1026-2296-2022-29-4-206-214>

**Phenological changes in the wintering end date
of *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771) (Ranidae, Anura)
in the Medveditsa river valley (Saratov region) under conditions
of climate transformation**

M. V. Yermokhin ¹✉, **V. G. Tabachishin** ²

¹ *Saratov State University*

83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia

² *Saratov Branch of A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences
24 Rabochaya St., Saratov 410028, Russia*

Received: 12 September 2022 / revised: 29 October 2022 / accepted: 30 October 2022

Abstract. The time series of dates of the end of wintering and the beginning of spawning migrations of the marsh frog in the valley of the middle reaches of the Medveditsa river (Don basin, Saratov region) was analyzed. It has been established that in the period from 1892 to 2021, the phenological norm of this phase of the annual cycle shifted to earlier dates by an average of 6 days (from May 2 to April 26) against the background of climate warming. Possible consequences of this transformation of the spring phenology of anurans in connection with the changes established are discussed. Continued monitoring of phenological changes in the spring phase of the annual cycle is required to form a forecast of the population dynamics of this anuran species and the scientific basis for their conservation.

Keywords: marsh frog, phenology, wintering, spawning migration

For citation: Yermokhin M. V., Tabachishin V. G. Phenological changes in the wintering end date of *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771) (Ranidae, Anura) in the Medveditsa river valley (Saratov region) under conditions of climate transformation. *Povolzhskiy Journal of Ecology*, 2022, no. 4, pp. 474–482 (in Russian). <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2022-4-474-482>

REFERENCES

Yermokhin M. V., Tabachishin V. G. Abundance accounting result convergence of *Pelobates fuscus* (Laurenti, 1768) migrating toadlets at full and partial enclosing of a spawning waterbody by drift fences with pitfall. *Current Studies in Herpetology*, 2011, vol. 11, iss. 3–4, pp. 121–131 (in Russian).

Yermokhin M. V., Tabachishin V. G. Body Size and Condition Dynamics of *Pelobates fuscus* (Anura, Pelobatidae) Metamorphs under Transphormation of Floodplain Lakes Hydrological Regime. *Current Studies in Herpetology*, 2018, vol. 18, iss. 3–4, pp. 101–117 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1814-6090-2018-18-3-4-101-117>

Yermokhin M. V., Tabachishin V. G. An abnormally early hibernation ending of the Red-bellied toad (*Bombina bombina*) (Discoglossidae, Anura) in the populations of the Medveditsa river valley (Saratov region). *Povolzhskiy Journal of Ecology*, 2021, no. 1, pp. 89–96. <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2021-1-89-96>

✉ *Corresponding author.* Department of Animal Morphology and Ecology, Saratov State University, Russia.

ORCID and e-mail addresses: Mikhail V. Yermokhin: <https://orcid.org/0000-0001-6377-6816>, yermokhinmv@yandex.ru; Vasily G. Tabachishin: <https://orcid.org/0000-0002-9001-1488>, tabachishinvg@sevin.ru.

ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ДАТЫ ОКОНЧАНИЯ ЗИМОВКИ

Yermokhin M. V., Tabachishin V. G. False spring in the spawning migrations of Spadefoot toads (*Pelobates*, Anura): Distribution in the European Russia and the phenomenon scale in 2020. *Povolzhskiy Journal of Ecology*, 2022, no. 1, pp. 3–16 (in Russian). <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2022-1-3-16>

Yermokhin M. V., Ivanov G. A., Tabachishin V. G. Spawning migration phenology of anuran amphibians in the Medveditsa river valley (Saratov region). *Current Studies in Herpetology*, 2013, vol. 13, iss. 3–4, pp. 101–111 (in Russian).

Yermokhin M. V., Tabachishin V. G., Ivanov G. A. Phenological changes of the wintering of *Pelobates fuscus* (Pelobatidae, Amphibia) in the climate transformation conditions of the northern Lower-Volga region. *Povolzhskiy Journal of Ecology*, 2016, no. 2, pp. 167–185 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1684-7318-2016-2-167-185>

Kireeva M. B. *Water Regime of Don Basin Rivers in Climate Change Conditions*. Diss. Cand. Sci. (Geogr.). Moscow, 2013. 211 p. (in Russian).

Corn P. S. Straight-line drift fences and pitfall traps. In: *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians*. Moscow, KMK Scientific Press, 2003, pp. 117–127 (in Russian).

Average annual average, minimum and maximum air temperature, precipitation by year in the village of Oktyabrsky Gorodok. In: *Termograf: arkhivnye dannye temperatury vozdukh i kolichestva osadkov* [Thermograph: Archive Data of Air Temperature and Precipitation]. Available at: http://thermograph.ru/mon/st_34163.htm (accessed 24 May 2014) (in Russian).

Arietta A. Z. A., Freidenburg L. K., Urban M. C., Rodrigues S. B., Rubinstein A., Skelly D. K. Phenological delay despite warming in wood frog *Rana sylvatica* reproductive timing: A 20-year study. *Ecography*, 2020, vol. 43, iss. 12, pp. 1791–1800. <https://doi.org/10.1111/ecog.05297>

Bison M., Yoccoz N. G., Carlson B. Z., Klein G., Laigle I., Van Reeth C., Delestrade A. Earlier snowmelt advances breeding phenology of the common frog (*Rana temporaria*) but increases the risk of frost exposure and wetland drying. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 2021, vol. 9, article number 645585. <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.645585>

Blaustein A. R., Searle C., Bancroft B. A., Lawler J. Amphibian population declines and climate change. In: E. A. Beever, J. L. Belant, eds. *Ecological Consequences of Climate Change: Mechanisms, Conservation, and Management*. Boca Raton, CRC Press, 2011, pp. 29–53.

Corn P. S., Bury R. B. *Sampling Methods for Terrestrial Amphibians and Reptiles* / USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station. Portland, General Technical Report PNW-GTR-275, 1990. 34 p.

Drohvalenko M. Extended breeding of the marsh frog, *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771). *Reptiles & Amphibians*, 2021, vol. 28, no. 1, pp. 37–39. <https://doi.org/10.17161/randa.v28i1.15301>

Green D. M. Amphibian breeding phenology trends under climate change: Predicting the past to forecast the future. *Global Change Biology*, 2017, vol. 23, iss. 2, pp. 646–656. <https://doi.org/10.1111/gcb.13390>

Hammer O., Harper D. A. T., Ryan P. D. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica*, 2001, vol. 4, no. 1, pp. 1–9.

Koynova T., Nedyalkov N., Natchev N. An early start does not warrant offspring – a case of abnormal onset of the breeding season in *Rana dalmatina* (Fitzinger in Bonaparte, 1838) on the territory of Natura Park “Shumensko Plato” (NE-Bulgaria). *Biharean Biologist*, 2022, vol. 16, iss. 2, pp. 79–82.

Reading C. The effect of winter temperatures on the timing of breeding activity in the common toad *Bufo bufo*. *Oecologia*, 1998, vol. 117, pp. 469–475.

Sparks T., Tryjanowski P., Cooke A., Crick H., Kuzniak S. Vertebrate phenology at similar latitudes: temperature responses differ between Poland and the United Kingdom. *Climate Research*, 2007, vol. 34, no. 2, pp. 93–98. <https://doi.org/10.3354/cr034093>

Walpole A. A., Bowman J., Tozer D. C., Badzinski D. S. Community-level response to climate change: shifts in anuran calling phenology. *Herpetological Conservation and Biology*, 2012, vol. 7, iss. 2, pp. 249–257.

Yermokhin M. V., Tabachishin V. G., Ivanov G. A. Phenological changes in the wintering of *Pelobates fuscus* (Pelobatidae, Amphibia) in the climate transformation conditions in the Northern Lower Volga Region. *Biology Bulletin*, 2017, vol. 44, no. 10, pp. 1215–1227. <https://doi.org/10.1134/S1062359017100041>

Yermokhin M. V., Tabachishin V. G. False Spring in the Southeastern European Russia and anomalies of the phenology of spawning migrations of the Pallas' Spadefoot Toad *Pelobates vespertinus* (Pelobatidae, Amphibia). *Russian Journal of Herpetology*, 2022, vol. 29, no. 4, pp. 206–214. <https://doi.org/10.30906/1026-2296-2022-29-4-206-214>