

Оригинальная статья

УДК 597.833(470.44)

<https://doi.org/10.35885/1684-7318-2022-1-3-16>

ЛОЖНАЯ ВЕСНА В НЕРЕСТОВЫХ МИГРАЦИЯХ ЧЕСНОЧНИЦ (*PELOBATES*, ANURA): РАСПРОСТРАНЕНИЕ В ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ И МАСШТАБ ФЕНОМЕНА В 2020 году

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 24.10.2021 г., после доработки 26.11.2022 г., принята 10.12.2021 г.

Аннотация. Весенние процессы в европейской части России в 2020 г. развивались по типу ложной весны. Отсутствие или слабое развитие снежного покрова, а также ранний его сход в последней декаде февраля определили быстрое прогревание почвенного профиля. Комплекс метеорологических факторов привел к аномально раннему началу нерестовых миграций чесночницы обыкновенной (*Pelobates fuscus* (Laurenti, 1768)) и чесночницы Палласа (*Pelobates vespertinus* (Pallas, 1771)) на обширной территории, включавшей северо-западную, западную, центральную и юго-восточную часть ареала видов в регионе. Анализ динамики снежного покрова и хода температуры по данным сети метеостанций позволил методом реконструкции событий репродуктивного периода чесночниц произвести оценку фенологии этих видов бесхвостых амфибий в пределах данного региона. Продолжительность периода между датой начала ложных и истинных нерестовых миграций составила более 40 сут. на западе, в центре и на юго-востоке европейской части России. Аномально раннее формирование феномена ложной весны в нерестовых миграциях чесночниц в 2020 г. в настоящее время зарегистрировано как прецедент, способный оказать существенное воздействие на успешность репродукции видов этого рода.

Ключевые слова: *Pelobates*, фенология, нерестовые миграции, ложная весна

Для цитирования. Ермохин М. В., Табачишин В. Г. Ложная весна в нерестовых миграциях чесночниц (*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>

✉ 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>, tabachishinvg@sevin.ru.

ВВЕДЕНИЕ

Наиболее очевидным последствием потеплением климата для годового цикла амфибий стало существенное смещение даты начала нерестовых миграций на более ранние сроки (Blaustein et al., 2002; Corn, 2005). Фенология начала репродуктивного периода в целом оказалась наиболее уязвима к изменениям в таких условиях (Terhivuo, 1988; Tryjanowski et al., 2003; Cohen et al., 2018). Самые крупные фенологические сдвиги затронули виды амфибий, прибывающие на нерест при более низкой температуре воды на нерестилищах (Walpole et al., 2012), поскольку именно этот фактор признан ключевым в весенней фенологии данных животных (Scott et al., 2008; Ficetola, Maiorano, 2016). Выход эктотермных организмов из состояния оцепенения и начало их нерестовых миграций обусловлено переходом температуры среды в местах зимовки (воды или почвы) через специфичное для конкретного биологического вида пороговое значение (биологический ноль).

Нерестовые миграции бесхвостых амфибий и начало вокализации самцов на нерестилищах могут быть чувствительным индикатором комплекса сезонных явлений, формирующихся в ходе ложной весны, что находит подтверждение в ходе многолетних исследований нескольких видов на северо-востоке США (Sadinski et al., 2018), в том числе в 2012 г., когда это явление затронуло особенно большие территории в данном регионе (Ault et al., 2013).

В европейской части России род *Pelobates* представлен двумя видами: чесночница обыкновенная (*Pelobates fuscus* (Laurenti, 1768)) и чесночница Палласа (*Pelobates vespertinus* (Pallas, 1771)). Самостоятельный статус этих таксонов подтвержден относительно недавно кариологическими и молекулярно-биологическими данными (Dufresnes et al., 2019 *a, b*). Они относятся к массовым и широко распространенным видам с границей ареалов, проходящей по территории восточной части Украины, а также Курской, Тульской областям России и далее на северо-восток до северных пределов распространения (Dufresnes et al., 2019 *a, b*). Для обоих видов характерно относительно раннее начало нерестовых миграций при температуре воды на мелководьях озер и почвы на глубине зимовки около 4.5°C (*P. fuscus*: Juszczuk, 1974; *P. vespertinus*: Ермохин и др., 2014, 2016; Yermokhin et al., 2015).

Во многих южных и юго-восточных регионах европейской части России чесночницы – одни из первых бесхвостых амфибий, прибывающих на нерест (Белик, 2010; Ермохин и др., 2013). Термобиологические особенности, определяющие такую возможность, ведут к большей уязвимости к воздействию феномена ложной весны. Развитие весенних процессов по такому сценарию приводит к аномально раннему потеплению и началу нерестовых миграций бесхвостых амфибий. Однако часто аномально ранние периоды теплой погоды весной могут сменяться длительными периодами отрицательных температур (возвратные холода). Причем во многих регионах северного полушария, в том числе и в Европе, прогнозируется увеличение рисков возникновения поздних весенних заморозков, которые могут повлиять на различные компоненты экосистем (Lamichhane, 2021).

Феномен ложной весны более характерен для регионов с континентальным климатом. Прогнозируется увеличение частоты наступления таких событий на

25 – 30% уже к середине XXI в. (Allstadt et al., 2015). Нерест бесхвостых амфибий Европы и Северной Америки, происходящий на месяц раньше многолетней фенологической нормы, уже невозможно отнести к уникальным явлениям, особенно в течение последних десятилетий (Ермохин, Табачишин, 2021; Klaus, Loughheed, 2013; Kaczmariski et al., 2019; Yermokhin, Tabachishin, 2021). Поэтому есть основания полагать, что для популяций эктотермных животных экологическая значимость сценария развития метеорологических процессов по типу ложной весны будет только увеличиваться.

В целом оценки воздействия периодов аномально низких температур после наступления стадий развития, уязвимых к поздним похолоданиям, у амфибий крайне малочисленны (Hels, Andersen, 1999; Murillo-Rincón et al., 2017). Например, для *P. vespertinus*, по сравнению с другими бесхвостыми амфибиями, характерна относительно небольшая устойчивость к перенесению низкой температуры (Berman et al., 2019).

Фенологические аномалии даты начала нерестовых миграций чесночницы Палласа (*Pelobates vespertinus*) на юго-востоке европейской части России (Tabachishin, Yermokhin, 2021), а также возможные последствия этих событий годового цикла для популяций вида обсуждаются в отдельной публикации.

Цель работы – провести анализ масштаба и географического распространения феномена ложной весны в 2020 г. в европейской части России в период нерестовых миграций бесхвостых амфибий рода *Pelobates*.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Многолетние исследования фенологии бесхвостых амфибий в пойме р. Медведица (Саратовская область, Лысогорский район, окрестности с. Урицкое) проводили в 2009 – 2020 гг. Материал для данной работы собран в марте 2020 г. в пяти локальных популяциях: на озёрах Садов (51°21'31" с.ш., 44°48'11" в.д.), Лебяжье (51°20'38" с.ш., 44°48'45" в.д.), Кругленькое (51°21'55" с.ш., 44°49'58" в.д.), Черепашье (51°21'52" с. ш., 44°49'05" в. д.), Тройное (51°21'57" с.ш., 44°49'15" в.д.). Бесхвостых амфибий отлавливали методом частичного огораживания водоёма линейными заборчиками с ловчими цилиндрами (Ермохин, Табачишин, 2011), которые осматривали ежедневно один раз в сутки. На основании данных учётов *P. vespertinus* определяли дату прихода первых особей в нерестовый водоём.

Температуру воздуха измеряли на уровне почвы с точностью до 0.1°C логгерами DT-172 (CEM Instruments India Pvt. Ltd., Kolkata, India), установленными не более, чем в 50 м от водоёма. Температуру воды в нерестовом водоёме (на глубине 0.5 м) и почвы в зимовальных биотопах (на глубине 0.5, 1.0 и 1.5 м) определяли с точностью до 0.5°C термохронами iButton DS1921-F5 (Maxim Integrated Products, Inc., San Jose, CA, USA). Регистрация температуры проводилась круглосуточно с интервалом 3 ч. Определяли среднесуточные значения, минимальную и максимальную температуру воздуха, воды и грунта.

У бесхвостых амфибий, как у эктотермных животных, всегда есть пороговое значение температуры приземного воздуха или почвы, специфичное для конкретного вида, при котором возможен выход особей из состояния оцепенения и начало наземной активности (Oldham, 1969; Reading, 1998). Установлено, что для *P. ves-*

pertinus такое пороговое значение температуры среды составляет 4.5°C (Ермохин и др., 2014, 2016). Наличие этого термобиологического параметра дает возможность определения даты окончания зимовки и начала нерестовых миграций методом реконструкции по данным временных рядов архивов метеостанций, ближайших к месту проведения исследований (Green, 2017). Применение ретроспективного анализа архивных рядов метеорологических данных позволяет получить содержательную информацию о трансформации динамики сигнальных факторов, определяющих фенологию эктотермных организмов (Arietta et al., 2020). Для прогноза даты выхода *P. fuscus* и *P. vespertinus* из состояния зимнего оцепенения и начала нерестовых миграций в 2020 г. получены расчетные значения среднесуточной температуры воды на нерестилищах на глубине 0.5 м и почвы на глубине 1 м как среднюю температуру воздуха за 10 сут. Расчетные значения температуры имели высокую степень сходимости с фактической температурой воды и почвы, измеренной нами термохронами в течение периода полевых исследований на модельных площадках.

Для расчетов метеорологических параметров (среднесуточная температура воздуха, температура воды на нерестилищах и почвы на глубине зимовки амфибий) использовали архивные данные 8-строчных наблюдений погоды в 2020 г. на 288 метеостанциях из двух источников: специализированные массивы для климатических исследований ВНИИГМИ-МЦД (118 метеостанций на территории России) (Специализированные массивы..., 2018) и «tp5.ru. Расписание погоды» (170 метеостанций России, Беларуси, Украины и Казахстана: <https://tp5.ru>). Кроме того, из указанных выше источников были получены данные о высоте снежного покрова на 1 марта 2020 г., дате схода постоянного снежного покрова, а также определена дата перехода среднесуточной температуры почвы на глубине зимовки амфибий и воды на их нерестилищах через пороговое значение 4.5°C. На основании этих исходных данных построены карты распределения нескольких фенологических параметров весной 2020 г. для европейской части России в пределах ареалов двух видов чесночниц *Pelobates fuscus* и *P. vespertinus*. Оба вида близки по морфологическим и экологическим признакам, в том числе по пороговым значениям температуры, стимулирующей выход из состояния зимовки и начало нерестовых миграций (*P. fuscus*: Juszcyk, 1974; *P. vespertinus*: Ермохин и др., 2014; Yermokhin et al., 2015). Поэтому есть основания считать сходными закономерности их весенней фенологии.

Построение карт выполнено с использованием пакета программ ArcMap системы ArcGIS Desktop 10.6.1 (Esri Inc., USA). Интерполяция раstra проведена методом построения сплайна. Растровая модель поверхности была построена в форме изолиний по значениям высоты снежного покрова 1 марта (диапазон 10 – 60 см, шаг 10 см), даты схода снежного покрова (диапазон 2 февраля – 9 апреля, шаг 15 сут.) и начала ложного нереста (диапазон 11 марта – 10 апреля, шаг 10 сут.), а также продолжительности периода между датами начала ложного и истинного нереста (диапазон 20 – 40 сут., шаг 10 сут.).

Метеостанции группировали по продолжительности периода между датами начала ложного и истинного нереста в три выборки со значениями этого параметра

в диапазонах 20 – 30, 31 – 40 и > 40 сут. Первая и вторая выборки были неоднородны по дате начала ложных нерестовых миграций (бимодальное распределение параметра и аномально высокий коэффициент вариации), поэтому каждая из этих выборок была разделена на два однородных обособленных сектора.

Для статистической обработки календарные даты наступления метеорологических и фенологических явлений были преобразованы в порядковые номера дня в году. Проверку нормальности распределения проводили по критерию Шапиро – Уилка (W). Для большинства выборок были установлены статистически значимые отклонения распределения переменных от нормального, поэтому при их описании использовали медиану и межквартильный размах. Статистические различия медиан при парных сравнениях устанавливали по критерию Манна – Уитни (U), а при множественных сравнениях – по критерию Краскела – Уоллеса (H). Различия признавали значимыми при $P < 0.05$.

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

РЕЗУЛЬТАТЫ

В первой половине 2020 г. в европейской части России наблюдался уникальный комплекс метеорологических и фенологических особенностей. По данным более 30% метеостанций северо-запада и центральной части региона, этот год был первым за всю историю наблюдений (140 лет), когда среднее значение температуры воздуха декабря 2019 г. – февраля 2020 г. превышало 0°C, т.е. этот год может называться «годом без зимы» в метеорологическом смысле.

Кроме того, в северо-западной и западной частях региона не формировался постоянный снежный покров. На большой территории европейской части России (за исключением северо-востока, а также Пензенской области и Республики Мордовия) наблюдался аномально ранний сход постоянного снежного покрова (в конце февраля – в первой декаде марта) (таблица, рис. 1, 2). Напротив, в северо-восточной части региона и в перечисленных регионах Поволжья на дату начала календарной весны снежный покров был значимо выше (критерий Манна – Уитни: $U = 131.5$, $P < 0.0001$) (см. таблицу, рис. 2).

В результате такого распределения высоты снежного покрова юго-западное вторжение волны тепла на европейскую часть России, произошедшее в первой декаде марта, имело различные эффекты на территориях, различавшихся по этому параметру. В юго-западной части региона тепловая энергия данного вторжения расходовалась на прогревание почвенного профиля уже бесснежной территории, а на северо-востоке – на таяние хорошо выраженного снежного покрова (см. рис. 1, 2).

На территориях, лишенных снежного покрова до начала марта (восточная часть Украины, юг и юго-запад европейской части России, северо-западные области Казахстана), нерестовые миграции чесночницы Палласа начались аномально рано (до 11 марта) и продолжались более пяти суток, что обеспечило нормальное протекание процессов нереста (рис. 3). В регионах, расположенных севернее, ход температуры определил формирование нерестовых миграций по типу ложного нереста, поскольку наблюдались неоднократные дискретные периоды прихода на

нерест самцов чесночниц. Продолжительность этих периодов не превышала 5 сут., причем за каждым таким периодом следовали возвратные холода, сопровождавшиеся снижением температуры почвы и воды на нерестилищах ниже +4.5°C. Переход через данное пороговое значение температуры в сторону понижения приводило к возвращению самцов амфибий в наземные биотопы и переходу их в состояние оцепенения в толще грунта.

Характеристика снежного покрова, даты начала ложных и истинных нерестовых миграций, периода между ними у амфибий рода *Pelobates* по результатам их реконструкции

Table. Characteristics of snow cover, the start dates of false and true spawning migrations, as well as the period between them in amphibians of the genus *Pelobates* according to the results of their reconstruction

Продолжительность периода между датами начала ложного и истинного нереста, сут. / Duration of the period between the start dates of false and true spawning, days	Сектор / Sector	N	Высота снежного покрова 1 марта, см / Snow cover depth as of 1 March, cm	Дата схода снежного покрова / Date of snow cover melt	Дата начала ложных нерестовых миграций / Start date of false spawning migrations	Период между сходом снежного покрова и началом миграций, сут. / Period between snow cover melt and the start of migration, days
>40	—	34	2 / 1–6	63 / 57–67	72 / 71–74	9 / 6–16
31 – 40	I	22	1 / 0–8	63 / 61–65	71 / 71–72	7 / 5–10
	II	9	19 / 14–29	77 / 74–83	95 / 95–96	24 / 23–25
20 – 30	I	17	0 / 0–5	62 / 58–69	72 / 71–73	10 / 6–13
	II	32	18 / 12–29	74 / 71–81	96 / 95–96	21 / 17–25

Примечание. В числителе – медиана, в знаменателе – межквартильный размах. Календарные даты наступления метеорологических и фенологических явлений были преобразованы в порядковые номера дня в году.

Note. Numerator is the median, denominator is the interquartile range. The calendar dates of meteorological and phenological events have been converted into sequential day numbers for the year.

В целом в ареале двух видов чесночниц сформировалось пять изолированных участков с продолжительностью периода между ложным и истинным нерестом более 40 сут. (центральная Россия – три, Саратовская область – два). При сравнении метеорологических и фенологических параметров данных участков статистически значимые различия не выявлены, поэтому они были объединены в интегральную выборку.

Напротив, регионы с меньшей продолжительностью этого периода оказались неоднородны, что определило необходимость их стратификации на два сектора каждый. Каждый из выделенных секторов на таких участках характеризовался статистически значимо отличающимися специфическими особенностями. Масштабы различий по метеорологическим и фенологическим параметрам в парах секторов, выделяемых на участках с продолжительностью периода между датами начала ложных и истинных нерестовых миграций в диапазоне 30 – 40 сут. и 20 – 30 сут., оказались весьма сходными (рис. 4, см. таблицу). Так, на этих участках юго-западные и северо-восточные территории различались по высоте снежного покрова 1 марта на 18 см (критерий Манна – Уитни: $U = 15$, $P = 0.0003$ и $U = 0$,

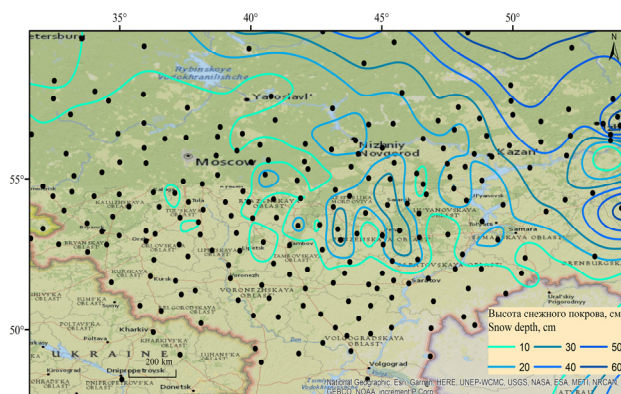


Рис. 1. Высота снежного покрова на 1 марта 2020 г. Точки обозначены метеостанции

Fig. 1. Snow depth as of 1 March, 2020. The dots indicate meteorological stations

риях все перечисленные фенологические явления раньше, чем на северо-восточных.

Следует также отметить, что, несмотря на наличие различий в масштабе аномалии нерестовых миграций, юго-западные территории (секторы I на участках с периодом между датами начала ложных и истинных нерестовых миграций 30 – 40 и 20 – 30 сут.) не имели статистически значимых отличий от участка с продолжительностью этого периода более 40 сут. (см. таблицу; критерий Краскела – Уоллиса: $H = 23.83$, $P < 0.0001$). Высота снежного покрова 1 марта 2020 г. на этих территориях не превышала в среднем 2 см, а его сход наблюдался 2–3 марта. Ложные нерестовые миграции чесночниц начались 11–12 марта, т.е. через 7 – 10 сут. после схода снежного покрова (приведены медианные значения выборок; см. таблицу).



Рис. 2. Дата схода постоянного снежного покрова весной 2020 г.

Fig. 2. Date of permanent snow melt in the spring of 2020

$P < 0.0001$ соответственно), по дате схода снежного покрова на 14 и 12 сут. ($U = 0$, $P < 0.0001$ и $U = 46$, $P < 0.0001$ соответственно), по дате начала ложных нерестовых миграций на 24 сут. ($U = 0$, $P < 0.0001$ и $U = 0$, $P < 0.0001$ соответственно) и по продолжительности периода между датами схода снежного покрова и начала ложных нерестовых миграций на 17 и 11 сут. ($U = 0$, $P < 0.0001$ и $U = 72$, $P < 0.0001$ соответственно).

На юго-западных территориях происходили существенно

Сходные особенности метеорологических и фенологических параметров наблюдались во вторых секторах участков с такими же масштабами аномалий (30 – 40 и 20 – 30 сут.). Однако одинаково большая высота снежного покрова (18 и 19 см; критерий Манна – Уитни: $U = 132.5$, $P = 0.73$) и близкая

по значению поздняя дата его схода (14 и 17 марта соответственно: $U = 102.5$, $P = 0.28$) определили более позднее прогревание почвенного профиля и, как следствие, смещение даты начала ложных нерестовых миграций (4 и 5 апреля: $U = 88.5$, $P = 0.06$). Кроме того, на этих участках более длительным оказался период между датой схода снежного покрова и началом ложных нерестовых миграций (21 и 24 сут.: $U = 84.0$, $P = 0.06$).

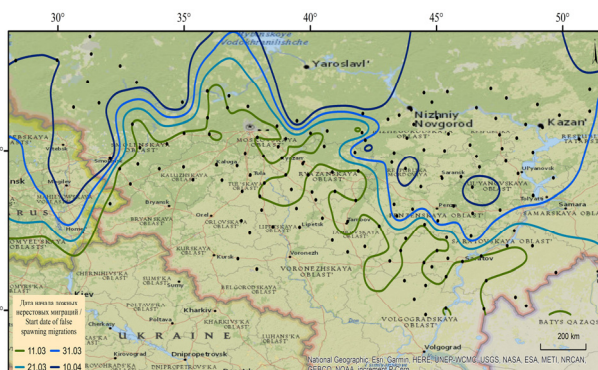


Рис. 3. Дата начала ложных нерестовых миграций *Pelobates* весной 2020 г.

Fig. 3. Start date of the false spawning migrations of *Pelobates* in the spring of 2020

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Важная предпосылка формирования обширного по географическому распространению и масштабу феномена ложной весны – аномальное течение метеорологических процессов на большой территории европейской части России. Так, средняя температура воздуха в приземном слое на северо-западе, в центре и в Приволжье зимой 2020 г. на 7.7°C превышала многолетнюю норму, а в марте осредненная аномалия по европейской части России составляла $+5.88^{\circ}\text{C}$ – рекордное значение в ряду данных за всю историю наблюдений (Доклад об особенностях климата..., 2021). Следствием такой аномалии зимней температуры воздуха стала рекордно короткая продолжительность существования снежного покрова, сопровождавшаяся самым ранним его сходом за весь период наблюдений. Во многих регионах северо-запада, запада и центра европейской части России это фенологическое событие зарегистрировано в последней декаде февраля (Доклад об особенностях климата..., 2021).

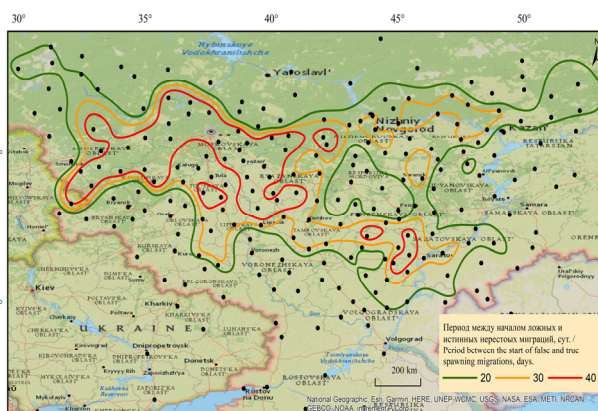


Рис. 4. Продолжительность периода между датой начала ложных и истинных нерестовых миграций *Pelobates* весной 2020 г.

Fig. 4. Duration of the period between the start dates of false and true spawning migrations of *Pelobates* in the spring of 2020

Ранний сход снежного покрова и последующее вторжение теплых воздушных масс с юго-запада определили быстрое прогревание почвенного профиля, выход бесхвостых амфибий рода *Pelobates* из состояния оцепенения и возможность начала их нерестовых миграций на обширной территории (см. рис. 4).

К основным последствиям воздействия экстремальных погодных явлений, возникающих в результате климатических изменений, относят возможное изменение приспособленности организмов к среде обитания. Предполагается и часто находит фактическое подтверждение увеличивающаяся частота аномальных фенологических событий в годовом цикле многих организмов в умеренных широтах. Масштабы воздействия этих изменений, очевидно, зависят от продолжительности периода времени прошедшего от начала события, поскольку этот показатель определяет достижение определенной фазы развития, способной стать критической при воздействии резкого и длительного похолодания. Однако исследования развития личинок некоторых наземных видов бесхвостых амфибий, например, *Rana temporaria*, показало потенциально положительный эффект задержки их вылупления из-за воздействия периода низкой температуры, проявившийся в сокращении продолжительности развития до стадии метаморфоза и его завершении при большей массе тела (Burraco et al., 2020).

Развитие личинок североамериканских лягушек *Rana sylvatica* в условиях возвратных холодов, наступивших после завершения нереста, также продемонстрировало большую способность сопротивляться воздействию летальных концентраций поллютантов по сравнению с когортой другого года, развивавшейся после более позднего нереста и не подвергавшихся задержке роста при низких температурах (Buss et al., 2021).

Аномально раннее формирование феномена ложной весны в нерестовых миграциях чесночниц в 2020 г. в настоящее время зарегистрировано как прецедент, способный оказать существенное воздействие на успешность репродукции видов этого рода. Однако потенциальные последствия для состояния локальных популяций требуют дополнительного анализа распространенности этого явления в многолетнем тренде во второй половине XX – начале XXI в. Кроме того, подобное исследование в будущем позволит оценить тенденции изменения потенциальных эффектов феномена ложной весны на фоне трансформации климата в ареале этих видов бесхвостых амфибий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Белик В. П. Материалы к фауне и экологии земноводных степного Придонья // Современная герпетология. 2010. Т. 10, вып. 3/4. С. 89 – 100.

Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2020 год. М. : Росгидромет, 2021. 104 с.

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. Аномально раннее окончание зимовки жерлянки красной (Bombina orientalis) (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., 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. Фенология нерестовых миграций чесночницы обыкновенной – *Pelobates fuscus* (Pelobatidae, Amphibia) в долине р. Медведица (Саратовская область) // Поволжский экологический журнал. 2014. № 3. С. 342 – 350.

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>

Специализированные массивы для климатических исследований / Всерос. науч.-исслед. ин-т гидрометеорологической информации – Мировой центр данных. Обнинск, 2018. URL: <https://aisori-m.meteo.ru/waisori/> (дата обращения: 18.05.2021).

Allstadt A. J., Vavrus S. J., Heglund P. J., Pidgeon A. M., Thogmartin W. E., Radeloff V. C. Spring plant phenology and false springs in the conterminous US during the 21st century // Environmental Research Letters. 2015. Vol. 10, iss. 10. Article number e104008.

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>

Ault T. R., Henebry G. M., Beurs de K. M., Schwartz M. D., Betancourt J. L., Moore D. The false spring of 2012, earliest in North American record // Eos, Transactions American Geophysical Union. 2013. Vol. 94, iss. 20. P. 181 – 182. <https://doi.org/10.1002/2013EO200001>

Berman D. I., Bulakhova N. A., Meshcheryakova E. N., Yermokhin M. V., Tabachishin V. G. Cold-Hardiness of the Common Spadefoot *Pelobates fuscus* (Pelobatidae, Anura, Amphibia) // CryoLetters. 2019. Vol. 40, № 5. P. 284 – 290.

Blaustein A. R., Belden L. K., Olson D. H. Amphibian phenology and climate change the effects of climatic warming on the seasonal timing of animal and plant activities are receiving increase // Conservation Biology. 2002. Vol. 16, iss. 6. P. 1454 – 1455.

Burraco P., Valdés A. E., Orizaola G. Metabolic costs of altered growth trajectories across life transitions in amphibians // Journal of Animal Ecology. 2020. Vol. 89, iss. 3. P. 855 – 866. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.13138>

Buss N., Swierk L., Hua J. Amphibian breeding phenology influences offspring size and response to a common wetland contaminant // Frontiers in Zoology. 2021. Vol. 18, iss. 1. Article number 31. <https://doi.org/10.1186/s12983-021-00413-0>

Cohen J. M., Lajeunesse M. J., Rohr J. R. A global synthesis of animal phenological responses to climate change // Nature Climate Change. 2018. Vol. 8. P. 224 – 228.

Corn P. S. Climate change and amphibians // Animal Biodiversity and Conservation. 2005. Vol. 28, iss. 1. P. 59 – 67.

Dufresnes C., Strachinis I., Tzoras E., Litvinchuk S. N., Denoël M. Call a spade a spade : Taxonomy and distribution of *Pelobates*, with description of a New Balkan endemic // ZooKeys. 2019 a. Vol. 859. P. 131 – 158.

Dufresnes C., Strachinis I., Suriadna N., Mykitynets G., Cogălniceanu D., Székely P., Vukov T., Arntzen J. W., Wielstra B., Lymberakis P., Geffen E., Gafny S., Kumlutaş Y., Ilgaz Ç., Candan K., Mizsei E., Szabolcs M., Kolenda K., Smirnov N., Géniez Ph., Lukanov S., Crochet P.-A., Dubey S., Perrin N., Litvinchuk S. N., Denoël M. Phylogeography of a cryptic speciation continuum in Eurasian Spadefoot toads (*Pelobates*) // Molecular Ecology. 2019 b. Vol. 28, iss. 13. P. 3257 – 3270.

- Ficetola G. F., Maiorano L.* Contrasting effects of temperature and precipitation change on amphibian phenology, abundance and performance // *Oecologia*. 2016. Vol. 181, iss. 3. P. 683 – 693.
- 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.
- Juszczyk W.* Пłazy i gady krajowe. Warszawa : PWN, 1974. 721 s.
- Kaczmarek M., Szala K., Kloskowski J.* Early onset of breeding season in the green toad *Bufo viridis* in Western Poland // *Herpetozoa*. 2019. Vol. 32. P. 109 – 112.
- Klaus S. P., Loughheed S. C.* Changes in breeding phenology of Eastern Ontario frogs over four decades // *Ecology and Evolution*. 2013. Vol. 3, iss. 4. P. 835–845.
- Lamichhane J. R.* Rising risks of late-spring frosts in a changing climate // *Nature Climate Change*. 2021. Vol. 11, iss. 7. P. 554 – 555.
- Murillo-Rincón A. P., Kolter N. A., Laurila A., Orizaola G.* Intraspecific priority effects modify compensatory responses to changes in hatching phenology in an amphibian // *Journal of Animal Ecology*. 2017. Vol. 86, iss. 1. P. 128 – 135.
- 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.
- Hels T., Andersen K. N.* Tolerance of low temperatures in *Pelobates fuscus* eggs // *British Herpetological Society Bulletin*. 1999. № 68. P. 36 – 38.
- Oldham R. S.* Initiation of breeding behavior in the American toad, *Bufo americanus* // *Canadian Journal Zoology*. 1969. Vol. 47. P. 1083 – 1086.
- 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.
- Sadinski W., Gallant A. L., Roth M., Brown J., Senay G., Brininger W., Jones P. M., Stoker J.* Multi-year data from satellite- and ground-based sensors show details and scale matter in assessing climate's effects on wetland surface water, amphibians, and landscape conditions // *PLoS One*. 2018. Vol. 13, iss. 9. Article number e0201951. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201951>
- Scott W. A., Pithart D., Adamson J. K.* Long-term United Kingdom trends in the breeding phenology of the common frog, *Rana temporaria* // *Journal of Herpetology*. 2008. Vol. 42, iss. 1. P. 89 – 96.
- Tabachishin V. G., Yermokhin M. V.* New data on the distribution of Pallas's spadefoot toad (*Pelobates vespertinus* (Pallas, 1771)) and fire-bellied toad (*Bombina bombina* L., 1761) (Anura, Amphibia) on the territory of the Saratov region and adjacent territories // *Current Studies in Herpetology*. 2021. Vol. 21, iss. 3 – 4. P. 138 – 143. <https://doi.org/10.18500/1814-6090-2021-21-3-4-138-143>
- Terhivuo J.* Phenology of spawning for the Common Frog (*Rana temporaria* L.) in Finland from 1846 to 1986 // *Annales Zoologici Fennici*. 1988. Vol. 25, iss. 3. P. 165 – 175.
- Tryjanowski P., Rybacki M., Sparks T.* Changes in the first spawning dates of common frogs and common toads in western Poland in 1978–2002 // *Annales Zoologici Fennici*. 2003. Vol. 40, iss. 6. P. 459 – 464.
- 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.* Spawning migration phenology of the spadefoot toad *Pelobates fuscus* (Pelobatidae, Amphibia) in the valley of the Medveditsa River (Saratov Oblast) // *Biology Bulletin*. 2015. Vol. 42, iss. 10. P. 931 – 936. <https://doi.org/10.1134/S1062359015100040>
- Yermokhin M. V., Tabachishin V. G.* An abnormally early end of hibernation of the European fire-bellied toad (*Bombina bombina*) (Discoglossidae, Anura) in the populations of the Medveditsa river valley (Saratov oblast) // *Biology Bulletin*. 2021. Vol. 48, № 10. P. 1950 – 1952. <https://doi.org/10.1134/S1062359021100307>

False spring in the spawning migrations of Spadefoot toads (*Pelobates*, Anura): Distribution in the European Russia and the phenomenon scale in 2020

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: 24 October 2021 / revised: 26 November 2021 / accepted: 10 December 2021

Abstract. The 2020 spring processes in the European Russia were developing according to the type of false spring. The absence or weak development of snow cover, as well as its early descent in the last decade of February, determined the rapid warming of the soil profile. A certain complex of meteorological factors led to an abnormally early start of spawning migrations of the common spadefoot toad (*Pelobates fuscus* (Laurenti, 1768)) and Pallas's spadefoot toad (*Pelobates vespertinus* (Pallas, 1771)) over a vast territory which included the northwestern, western, central and southeastern parts of the species habitat in the region. Analysis of the snow cover dynamics and the temperature course according to the data of the network of meteorological stations made it possible to assess the phenology of these species of anuran amphibians within this region using the method of reconstructing the reproductive period events of the spadefoot toads. The duration of the period between the start dates of false and true spawning migrations was more than 40 days in the west, in the center and in the south-east of the European Russia. The abnormally early formation of the 2020 false spring phenomenon in the spawning migrations of spadefoot toads is currently registered as a precedent which may have a significant impact on the reproduction success of the species of this genus.

Keywords: *Pelobates*, phenology, spawning migrations, false spring

For citation: 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>

REFERENCES

Belik V. P. On Amphibian fauna and ecology in the steppe part of the Don basin. *Current Studies in Herpetology*, 2010, vol. 10, iss. 3–4, pp. 89–100 (in Russian).

A Report on Climate Features on the Territory of the Russian Federation in 2020. Moscow, Roshydromet Publ., 2021. 104 p. (in Russian).

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).

✉ 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.

Yermokhin M. V., Tabachishin V. G. An abnormally early hibernation ending of the Red-bellied toad (*Bombina orientalis*) (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>

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. Spawning migration phenology of spadefoot toad – *Pelobates fuscus* (Pelobatidae, Amphibia) in Medveditsa river valley (Saratov region). *Povolzhskiy Journal of Ecology*, 2014, no. 3, pp. 342–350 (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>

Specialized Arrays for Climate Research. Obninsk, Russian Research Institute of Hydrometeorological Information – World Data Center, 2018. Available at: <https://aisori-m.meteo.ru/waisori/> (accessed 18 May 2021) (in Russian).

Allstadt A. J., Vavrus S. J., Heglund P. J., Pidgeon A. M., Thogmartin W. E., Radeloff V. C. Spring plant phenology and false springs in the conterminous US during the 21st century. *Environmental Research Letters*, 2015, vol. 10, iss. 10, article number e104008.

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>

Ault T. R., Henebry G. M., Beurs de K. M., Schwartz M. D., Betancourt J. L., Moore D. The false spring of 2012, earliest in North American record. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 2013, vol. 94, iss. 20, pp. 181–182. <https://doi.org/10.1002/2013EO200001>

Berman D. I., Bulakhova N. A., Meshcheryakova E. N., Yermokhin M. V., Tabachishin V. G. Cold-Hardiness of the Common Spadefoot *Pelobates fuscus* (Pelobatidae, Anura, Amphibia). *CryoLetters*, 2019, vol. 40, no. 5, pp. 284–290.

Blaustein A. R., Belden L. K., Olson D. H. Amphibian phenology and climate change the effects of climatic warming on the seasonal timing of animal and plant activities are receiving increase. *Conservation Biology*, 2002, vol. 16, iss. 6, pp. 1454–1455.

Burraco P., Valdés A. E., Orizaola G. Metabolic costs of altered growth trajectories across life transitions in amphibians. *Journal of Animal Ecology*, 2020, vol. 89, iss. 3, pp. 855–866. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.13138>

Buss N., Swierk L., Hua J. Amphibian breeding phenology influences offspring size and response to a common wetland contaminant. *Frontiers in Zoology*, 2021, vol. 18, iss. 1, article number 31. <https://doi.org/10.1186/s12983-021-00413-0>

Cohen J. M., Lajeunesse M. J., Rohr J. R. A global synthesis of animal phenological responses to climate change. *Nature Climate Change*, 2018, vol. 8, pp. 224–228.

Corn P. S. Climate change and amphibians. *Animal Biodiversity and Conservation*, 2005, vol. 28, iss. 1, pp. 59–67.

Dufresnes C., Strachinis I., Tzoras E., Litvinchuk S. N., Denoël M. Call a spade a spade: Taxonomy and distribution of *Pelobates*, with description of a New Balkan endemic. *ZooKeys*, 2019 a, vol. 859, pp. 131–158.

Dufresnes C., Strachinis I., Suriadna N., Mykitynets G., Cogălniceanu D., Székely P., Vukov T., Arntzen J. W., Wielstra B., Lymberakis P., Geffen E., Gafny S., Kumlutaş Y., Ilgaz Ç., Candan K., Mizsei E., Szabolcs M., Kolenda K., Smirnov N., Géniez Ph., Lukanov S., Crochet P.-A., Dubey S.,

- Perrin N., Litvinchuk S. N., Denoël M. Phylogeography of a cryptic speciation continuum in Eurasian Spadefoot toads (*Pelobates*). *Molecular Ecology*, 2019 b, vol. 28, iss. 13, pp. 3257–3270.
- Ficetola G. F., Maiorano L. Contrasting effects of temperature and precipitation change on amphibian phenology, abundance and performance. *Oecologia*, 2016, vol. 181, iss. 3, pp. 683–693.
- 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.
- Juszczyk W. *Plazy i gady krajowe*. Warszawa, PWN, 1974. 721 s.
- Kaczmarek M., Szala K., Kloskowski J. Early onset of breeding season in the green toad *Bufotes viridis* in Western Poland. *Herpetozoa*, 2019, vol. 32, pp. 109–112.
- Klaus S. P., Loughheed S. C. Changes in breeding phenology of Eastern Ontario frogs over four decades. *Ecology and Evolution*, 2013, vol. 3, iss. 4, pp. 835–845.
- Lamichhane J. R. Rising risks of late-spring frosts in a changing climate. *Nature Climate Change*, 2021, vol. 11, iss. 7, pp. 554–555.
- Murillo-Rincón A. P., Kolter N. A., Laurila A., Orizaola G. Intraspecific priority effects modify compensatory responses to changes in hatching phenology in an amphibian. *Journal of Animal Ecology*, 2017, vol. 86, iss. 1, pp. 128–135.
- 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.
- Hels T., Andersen K. N. Tolerance of low temperatures in *Pelobates fuscus* eggs. *British Herpetological Society Bulletin*, 1999, no. 68, pp. 36–38.
- Oldham R. S. Initiation of breeding behavior in the American toad, *Bufo americanus*. *Canadian Journal Zoology*, 1969, vol. 47, pp. 1083–1086.
- 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.
- Sadinski W., Gallant A. L., Roth M., Brown J., Senay G., Brininger W., Jones P. M., Stoker J. Multi-year data from satellite- and ground-based sensors show details and scale matter in assessing climate's effects on wetland surface water, amphibians, and landscape conditions. *PLoS One*, 2018, vol. 13, iss. 9, article number e0201951. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201951>
- Scott W. A., Pithart D., Adamson J. K. Long-term United Kingdom trends in the breeding phenology of the common frog, *Rana temporaria*. *Journal of Herpetology*, 2008, vol. 42, iss. 1, pp. 89–96.
- Tabachishin V. G., Yermokhin M. V. New data on the distribution of Pallas's spadefoot toad (*Pelobates vespertinus* (Pallas, 1771)) and fire-bellied toad (*Bombina bombina* L., 1761) (Anura, Amphibia) on the territory of the Saratov region and adjacent territories. *Current Studies in Herpetology*, 2021, vol. 21, iss. 3–4, pp. 138–143. <https://doi.org/10.18500/1814-6090-2021-21-3-4-138-143>
- Terhivuo J. Phenology of spawning for the Common Frog (*Rana temporaria* L.) in Finland from 1846 to 1986. *Annales Zoologici Fennici*, 1988, vol. 25, iss. 3, pp. 165–175.
- Tryjanowski P., Rybacki M., Sparks T. Changes in the first spawning dates of common frogs and common toads in western Poland in 1978–2002. *Annales Zoologici Fennici*, 2003, vol. 40, iss. 6, pp. 459–464.
- 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. Spawning migration phenology of the spadefoot toad *Pelobates fuscus* (Pelobatidae, Amphibia) in the valley of the Medveditsa River (Saratov Oblast). *Biology Bulletin*, 2015, vol. 42, iss. 10, pp. 931–936. <https://doi.org/10.1134/S1062359015100040>
- Yermokhin M. V., Tabachishin V. G. An abnormally early end of hibernation of the European fire-bellied toad (*Bombina bombina*) (Discoglossidae, Anura) in the populations of the Medveditsa river valley (Saratov oblast). *Biology Bulletin*, 2021, vol. 48, no. 10, pp. 1950–1952. <https://doi.org/10.1134/S1062359021100307>