

ПРИЧИНЫ СМЕЩЕНИЯ СРОКОВ СЕЗОННЫХ ЯВЛЕНИЙ У ЖИВОТНЫХ ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА

© 2020

Зорина А.А.¹, Шуйская Е.А.²¹Петрозаводский государственный университет (г. Петрозаводск, Российская Федерация)²Центрально-Лесной государственный природный биосферный заповедник
(пос. Заповедный, Нелидовский район, Тверская область, Российская Федерация)

Аннотация. В данной статье рассматривается динамика феноявлений у животных южно-таежного Центрально-Лесного биосферного заповедника. В качестве исходных данных использовались материалы метеорологических и фенологических наблюдений, выполняемых по программе ведения летописи природы на базе метеопоста «Лесной заповедник» в сети Росгидромета. Из 46 метеорологических рядов только для десяти (22%) наблюдаются достоверные многолетние изменения за период 1990–2019 гг.: увеличение температуры воздуха среднегодовой, в мае, августе, сентябре, ноябре; понижение суммы осадков в сентябре и их повышение в декабре; положительное смещение дат наступления максимальной температуры меньше 0°C и образования окончательного ледостава на водоеме, отрицательное смещение дат начала фенологического лета. Доказано смещение сроков наступления зимы или рост продолжительности безморозного периода на территории заповедника за 30-летний период. Для весенних фенодат рассмотренных животных наблюдается отрицательный многолетний линейный тренд изменчивости фенологических явлений в сторону более раннего начала событий. Такие признаки, как первая встреча бабочки-крапивницы, первые укусы комаров-кусок, первое появление лягушки травяной и ящерицы живородящей, рекомендуются использовать в качестве индикаторов климатических изменений. Смещение фенодат насекомых и амфибий связано с сокращением холодного сезона года в климатической системе заповедника. Достоверное изменение сроков наступления феноявления у ящериц обусловлено не только абиотическими, но и биотическими (кормовыми) факторами.

Ключевые слова: экологический мониторинг; Центрально-Лесной биосферный заповедник; Тверская область; фенологическое явление; изменение климата; компонентный анализ; животные; бабочка-крапивница; комары-кусаки; лягушка травяная; ящерица живородящая; индикаторы климатических изменений.

REASONS OF TIME SHIFTING OF ANIMALS' SEASONAL EVENTS IN THE CENTRAL FOREST BIOSPHERE RESERVE

© 2020

Zorina A.A.¹, Shuyskaya E.A.²¹Petrozavodsk State University (Petrozavodsk, Russian Federation)²Central Forest State Nature Biosphere Reserve (Zapovedny, Nelidovsky District, Tver Region, Russian Federation)

Abstract. The paper considers dynamics of phenological phenomena of animals in the south taiga Central Forest biosphere reserve. As initial data we used materials of meteorological and phenological observations made under the program of maintaining the nature chronicle on the basis of the meteorological post «Forest reserve» in the Roshydromet network. Of the 46 meteorological series only ten (22%) show significant long-term changes over the period 1990–2019: an increase in the average annual air temperature, temperature in May, August, September and November; a decrease of total precipitation in September and an increase in December; a positive displacement of occurrence dates of maximum temperature less than 0°C and the final formation of ice on the pond, a negative shift of the phenological summer beginning dates. The authors prove that there has been a shift of time when winter comes or an increase in the duration of the frost-free period on the reserve territory over a 30-year period. For the spring phenodates of the considered animal species, there is a negative long-term linear trend in the variability of phenological phenomena towards an earlier start of events. Such signs as the first meeting of the small tortoiseshell, the first bites of the biting mosquito, the first appearance of the grass frog and the viviparous lizard are recommended to be used as indicators of the climate change. The shift of insect and amphibian phenodates is associated with a shortening of the cold season in the reserve climate system. A significant change of lizards phenological phenomenon time is caused by abiotic as well as by biotic (forage) factors.

Keywords: environmental monitoring; Central Forest biosphere reserve; Tver Region; phenological phenomenon; climate change; component analysis; animals; *Aglais urticae*; mosquitoes of the genus *Aedes*; *Rana temporaria*; *Zootoca vivipara*; climate change indicators.

Введение

Зарождение научной фенологии связано с именем французского ученого М. Реомюра [1, с. 5]. С тех пор методы обработки фенологических данных существенно не изменялись [2, с. 22–23; 3; 4; 5; 6, с. 44–56; 7, с. 10–18; 8]. В XX – начале XXI века была про-

ведена оценка фенологического отклика биоты на климатические изменения [9–12]. Реакцию представителей биоты характеризуют по степени отклонения сроков проявления фенологических явлений от выбранных норм [13; 14]. В целом за последние два столетия наблюдается общая тенденция смещения

средних дат начала активности и наступления весенне-летних фаз развития видов к более ранним значениям [15; 16]. Однако на локальном уровне ученые отмечают неоднозначную реакцию компонентов экосистем на изменения в глобальной климатической системе [14; 17–23]. Представление результатов статистической обработки фенологических данных по растениям и птицам [11; 12; 18; 19; 24; 25] преобладает над изучением реакции других классов животных в ответ на климатические изменения [22; 23; 26].

Цель и объекты исследования: выявление причин динамики феноявлений у животных южно-таежного Центрально-Лесного биосферного заповедника в Тверской области на примере насекомых, амфибий и рептилий.

Материалы и методика исследований

В качестве исходных данных использовались материалы метеорологических и фенологических наблюдений, выполняемых по программе ведения Летописи природы южно-таежного Центрально-Лесного биосферного заповедника (далее Заповедник), на базе собственного метеопоста «Лесной заповедник» в сети Росгидромета. Анализ метеорологических рядов и фенологических данных выполнен за 30 лет с 1990 по 2019 гг.

Проведена обработка 46 климатических характеристик и метеоявлений: температура воздуха (°C) среднегодовая и отдельно за 12 месяцев; среднегодовая сумма осадков и отдельно за 12 месяцев (мм); даты установления среднесуточных температур ниже и выше 0°C, -5°C ($t < 0^\circ\text{C}$; $t > 0^\circ\text{C}$; $t < -5^\circ\text{C}$; $t > -5^\circ\text{C}$); даты установления максимальной температуры ниже и выше 0°C ($t < 0^\circ\text{C}$; $t > 0^\circ\text{C}$); даты образования и разрушения устойчивого снежного покрова, схода снежного покрова на открытых местах и в лесу; даты первого заморозка на почве (осенние), первых заберегов на водоеме, первого и окончательного ледостава на водоеме, появления первых кольцевых проталин вокруг деревьев, первых проталин на открытых местах; начала фенологической зимы, весны, лета, осени [27; 28].

Сбор фенологических данных проводится по стандартной методике [29]. Непрерывный ряд многолетних данных за 30 лет исследований для большинства видов восстановить не удалось. Виды, вариационные ряды которых меньше 20, были исключены из исследования. Проанализированы смещения сроков феноявлений трех видов животных – бабочки-крапивницы *Aglais urticae* (Linnaeus, 1758), лягушки травяной *Rana temporaria* (Linnaeus, 1758), ящерицы живородящей *Zootoca vivipara* (Lichten-

stein, 1823) и комаров рода *Aedes* Meigen, 1818. Разнообразие мест обитания Заповедника учитывалось вычислением медианной даты начала феноявления для выборок их разных участков (от 3 до 8) с учетом данных по 11 фенологическим маршрутам.

Проводилось нормирование факторных нагрузок компонентного анализа – в каждой компоненте по отдельности все нагрузки делили на модуль максимального значения [30]. Относительная величина позволяет применить простой критерий оценки достоверности отличия от нуля, для этого она должна быть по модулю больше 0,7. Статистическая обработка выполнялась в программах Microsoft Excel 2010, STATGRAPHICS Plus 5.0 и PAST v3.17.

Результаты исследований и их обсуждение

Из 46 метеорологических рядов только для десяти (22%) наблюдаются достоверные многолетние изменения за период 1990–2019 гг. ($p < 0,05$): увеличение температуры воздуха среднегодовой ($r = 0,47$), в мае ($r = 0,44$), августе ($r = 0,39$), сентябре ($r = 0,37$), ноябре ($r = 0,35$); понижение суммы осадков в сентябре ($r = -0,37$) и их повышение в декабре ($r = 0,41$); положительное смещение дат наступления максимальной $t < 0^\circ\text{C}$ ($r = 0,41$) и образования окончательного ледостава на водоеме ($r = 0,41$), отрицательное смещение дат начала фенологического лета ($r = -0,44$).

Компонентный анализ десяти метеорологических рядов с достоверными трендами изменчивости показал, что первая главная компонента (PC1) имеет наибольшую дисперсию (3,2) и на 32% исчерпала информацию об изменчивости признаков. Нормированные на максимальное значение, факторные нагрузки в PC1 имеют наибольшие величины (по модулю $>0,7$) для температурных показателей (кроме ноября), для дат наступления максимальной $t < 0^\circ\text{C}$, образования окончательного ледостава на водоеме и начала фенологического лета. Повышение температуры сопоставимо с положительным изменением дат зимних процессов, поэтому PC1 можно назвать «смещение сроков наступления зимы».

Для весенних фенодат видов животных наблюдается отрицательный многолетний линейный тренд изменчивости фенологических явлений в сторону более раннего начала событий (табл. 1; рис. 1, 2). Подобная закономерность подтверждает результат анализа климатических характеристик и метеоявлений Заповедника за период 1990–2019 гг. – «смещение сроков наступления зимы» или рост продолжительности безморозного периода [31].

Таблица 1 – Характеристика фенологических явлений исследованных видов Заповедника за период 1990–2019 гг.

Название таксона		Феноявление	N ¹	Средняя дата	r ²	p ³
латиноязычное	русскоязычное					
<i>Aglais urticae</i>	Бабочка-крапивница	Первая встреча	28	30.03 ± 11* (30 марта ± 11 дней)	-0,39	0,04
<i>Aedes</i>	Комары-кусаки	Первые укусы	20	08.05 ± 10	-0,79	<0,01
<i>Rana temporaria</i>	Лягушка травяная	Первое появление	28	11.04 ± 8	-0,42	0,03
<i>Zootoca vivipara</i>	Ящерица живородящая	Первое появление	20	14.04 ± 9	-0,66	<0,01

Примечание. * – стандартное отклонение; 1 – объем выборки для вида; 2 – коэффициент корреляции Спирмена; 3 – уровень значимости (полушрифное начертание при $p < 0,05$).

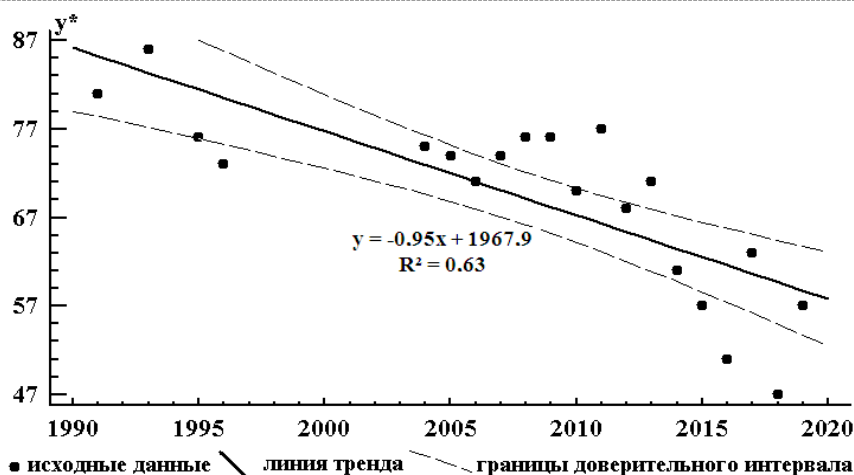


Рисунок 1 – Линейный тренд изменчивости фенодат первых укусов комаров-кусак за период 1990–2019 гг. в Заповеднике (y^* – календарные даты переведены в непрерывный ряд)

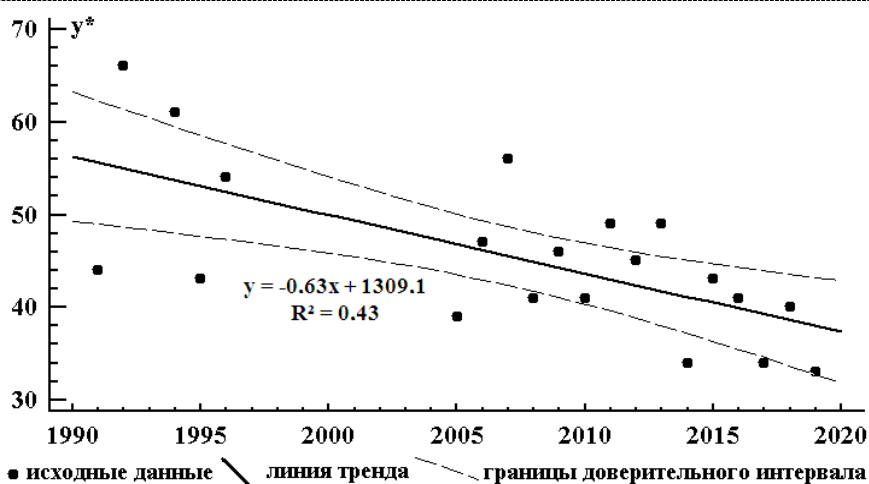


Рисунок 2 – Линейный тренд изменчивости фенодат первого появления ящерицы живородящей за период 1990–2019 гг. в Заповеднике (y^* – календарные даты переведены в непрерывный ряд)

Рассмотрим, какие климатические характеристики и феноявления с достоверными трендами изменчивости среднегодовых параметров, лета, осени и начала зимы предыдущего года и конца зимы, начала весны текущего года могут определять смещение фенодат насекомых. Расчеты методом главных компонент показали, что дисперсии первых трех значимых РС составляют от суммы 34, 18, 14%, при этом после нормирования на максимальные значения факторные нагрузки первых двух компонент не учли изменчивость фенодат крапивницы ($a < 0,07$). Однако РС3 выявила противопоставление осадков в декабре ($-0,95$) совместному изменению температуры воздуха в ноябре ($+0,84$) предшествующего года и весеннему появлению крапивницы ($+1,00$). Скорее всего, компонента отражает связь между повышением ноябрьских температур и благоприятным началом зимовки насекомых, а уменьшение снега обеспечивает более быстрый его сход и раннее пробуждение бабочек. Зимуют особи в дуплах, под корой деревьев, в пещерах, для того чтобы весной отложить яйца [32, с. 169–170, 188].

Компонентный анализ трендов достоверных изменений феноявления у комаров-кусак, климатических характеристик и метеоявлений Заповедника за

период 1990–2019 гг. выявил причины смещения фенодат у комаров по первой компоненте (РС1 забирает на себя большую часть информации – 31%, РС2 – 16%, остальные РС незначимы) (рис. 3).

Первая главная компонента стремится отделить факторы, связанные с положительным смещением дат зимних процессов (повышение температуры, позднее t_{\max} опускается $< 0^\circ\text{C}$ и образуется ледостав на водоёме), от весенних явлений с отрицательными трендами изменчивости, которые наступают раньше положенного срока – начало фенологического лета и первые укусы комаров-кусак. РС1 выражает тесную связь между «сокращение холодного сезона года» и ранним началом активности комаров (рис. 3).

В компонентный анализ выявления причин изменчивости феноявлений лягушки и ящерицы включили не только абиотические, но и биотические факторы (предположительно, кормовые условия) – насекомые. Появление амфибий (средняя дата – 11.04 ± 8) и рептилий (14.04 ± 9) почти на месяц опережает комаров рода *Aedes* (08.05 ± 10), поэтому добавили только один вид бабочку-крапивницу (30.03 ± 11 ; табл. 1). По той же причине из метеоявлений исключили начало фенологического лета (29.05 ± 3) (рис. 4, 5).

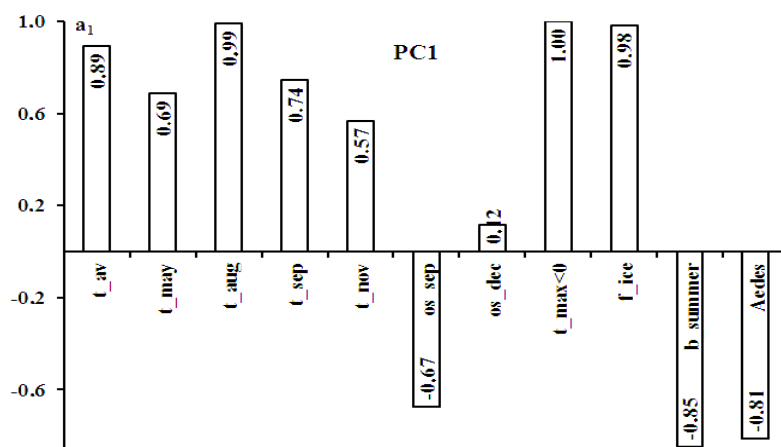


Рисунок 3 – Распределение нормированных значений факторных нагрузок (a_1) первой главной компоненты (PC1) компонентного анализа изменчивости фенодат комаров-кусак, климатических характеристик и метеоявлений Заповедника: среднегодовая температура воздуха (t_{av}), температура воздуха в мае (t_{may}), августе (t_{aug}), сентябре (t_{sep}), ноябре (t_{nov}), сумма осадков в сентябре (os_{sep}), декабре (os_{dec}), метеоявления: максимальная температура ниже 0°C ($t_{max} < 0$), окончательный ледостав на водоеме (f_{ice}), начало фенологического лета (b_{summer}); феноявление – первые укусы комаров-кусак (*Aedes*)

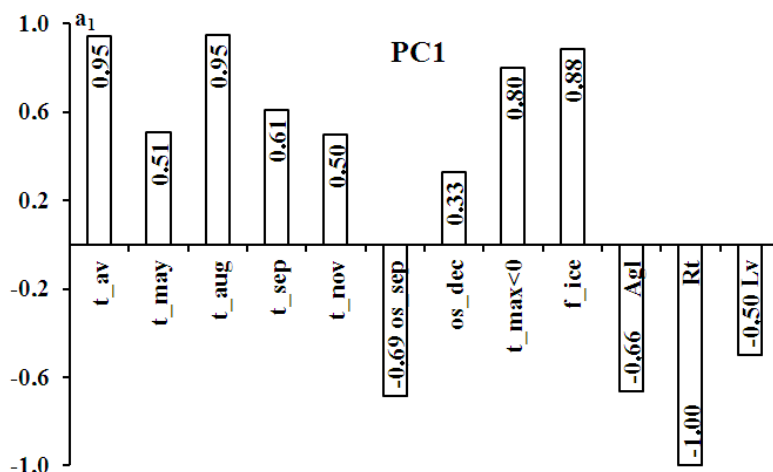


Рисунок 4 – Распределение нормированных значений факторных нагрузок (a_1) первой (PC1) главной компоненты компонентного анализа изменчивости фенодат лягушки травяной (Rt) и ящерицы живородящей (Lv), климатических характеристик и метеоявлений Заповедника: расшифровка сокращений на рис. 4, Agl – первая встреча бабочки-крапивницы

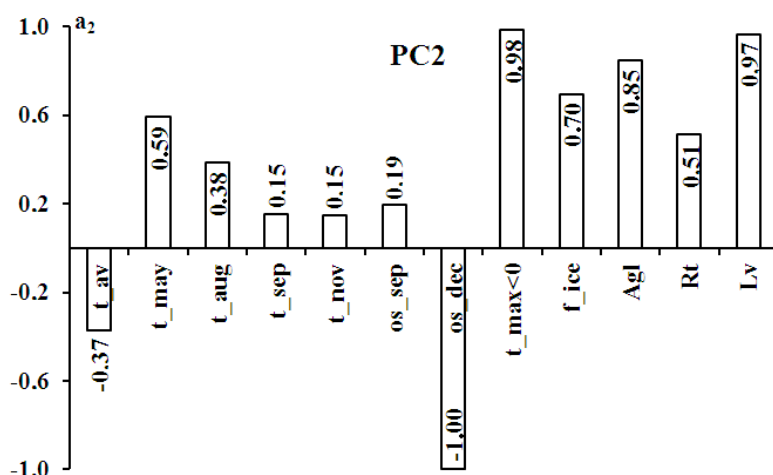


Рисунок 5 – Распределение нормированных значений факторных нагрузок (a_2) второй (PC2) главной компоненты компонентного анализа изменчивости фенодат лягушки травяной и ящерицы живородящей, климатических характеристик и метеоявлений Заповедника: объяснение сокращений на рис. 4 и 5

Анализ показал, что на первые две компоненты приходится 29 и 16% информации (остальные РС незначимы), при этом РС1 выявляет причины изменчивости фенодат лягушки (рис. 4), а РС2 – ящерицы (рис. 5). Первое появление лягушки травяной тесно связано с температурными изменениями в климатической системе заповедника: повышение среднегодовой температуры воздуха, температуры в августе, положительное смещение дат перехода $t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$ и окончательным ледоставом на водоеме. Последние два признака сильно коррелируют между собой ($r = 0,9, p < 0,01$), поэтому, несмотря на «подводную» зимовку травяной лягушки, говорить о связи достоверного смещения фенодат амфибий и изменения дат окончательного ледостава на водоеме преждевременно (рис. 4). Вторая компонента противопоставляет обилие зимних осадков позднему переходу $t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$ и раннему весеннему появлению крапивниц и ящериц (рис. 5).

Значимое смещение исследованных феноявлений у животных характеризуются высокой долей многолетней компоненты изменчивости, что обусловлено отклонениями в климатической системе заповедника и в свою очередь вызвано изменениями климатических параметров на глобальном уровне [25]. Следующие признаки биологических видов рекомендуется использовать в качестве индикаторов климатических изменений: первая встреча бабочки-крапивницы, первые укусы комаров-кусок, первое появление лягушки травяной и ящерицы живородящей (табл. 1; рис. 1, 2).

Смещение фенодат насекомых и амфибий связано с сокращением холодного сезона года (рис. 3, 4). В то же время достоверное смещение фенодат ящериц обусловлено не только абиотическими (чем меньше снега, тем быстрее его сход), но и биотическими (кормовыми) факторами (рис. 5).

Выводы

В статье представлены результаты изучения реакции трех видов животных и комаров рода *Aedes* на изменения в климатической системе южно-таежного Центрально-Лесного биосферного заповедника:

1. Доказано смещение сроков наступления зимы или рост продолжительности безморозного периода на территории заповедника за период 1990–2019 гг.

2. Для весенних фенодат рассмотренных видов животных наблюдается отрицательный многолетний линейный тренд изменчивости фенологических явлений в сторону более раннего начала событий.

3. Следующие признаки животных рекомендуется использовать в качестве индикаторов климатических изменений: первая встреча бабочки-крапивницы, первые укусы комаров-кусок, первое появление лягушки травяной и ящерицы живородящей.

4. Смещение фенодат насекомых и амфибий связано с сокращением холодного сезона года в заповеднике.

5. Смещение фенодат ящериц обусловлено абиотическими (чем меньше снега, тем быстрее его сход) и биотическими (кормовыми) факторами.

Экологический мониторинг годовых циклов животных на особо охраняемых природных территориях позволяет сделать акцент на изучении влияния абиотических условий без учета негативного воздействия антропогенного фактора. Анализ смещения феноявлений у биологических видов приобретает особую значимость при их использовании в качестве индикаторов климатических изменений.

Список литературы:

1. Преображенский С.М., Галахов Н.Н. Фенологические наблюдения. Руководство. М.: Главное управление по заповедникам, 1948. 158 с.
2. Шиманюк А.П. Краткое руководство по организации фенологических наблюдений // Фенологические наблюдения / ред. Н.Н. Плавильщикова. М.: Профиздат, 1948. С. 5–39.
3. Батманов В.А. Об использовании вариационной статистики в фенологических исследованиях // Вопросы фенологического картографирования. Л.: Гидрометеорол. изд., 1968. С. 90–96.
4. Батманов В.А. Заметки по теории фенологического наблюдения // Ритмы природы Сибири и Дальнего Востока. Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1967. С. 7–30.
5. Аксенова Н.А., Ремизов Г.А., Ромашова А.Т. Методические рекомендации для организации фенологической работы в школах. М.: Московский филиал Географического общества СССР (МФ ГО СССР), 1979. 52 с.
6. Шульц Г.Э. Общая фенология. Л.: Наука, 1981. 188 с.
7. Терентьева Е.Ю. Комплексные фенологические показатели фитоценозов и их использование при организации феномониторинга: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Екатеринбург, 2000. 22 с.
8. Pearson K.D. A new method and insights for estimating phenological events from herbarium specimens // Applications in Plant Sciences. 2019. № 7 (3). P. 1224.
9. Минин А.А. Фенология Русской равнины: материалы и обобщения. М.: Изд-во АБФ/АБФ, 2000. 160 с.
10. Кожаринов А.В., Минин А.А. Современные тенденции в состоянии природы Русской равнины // Влияние изменений климата на экосистемы. Охраняемые природные территории России: анализ многолетних изменений. Ч. 1. М.: Всемирный фонд дикой природы, Российское представительство, 2001. С. 17–23.
11. Richardson A.D., Keenan T.F., Migliavacca M., Ryu Y., Sonnentag O., Toomey M. Climate change, phenology, and phenological control of vegetation feedbacks to the climate system // Agricultural and Forest Meteorology. 2013. Vol. 169. P. 156–173.
12. Menzel A., Yuan Y., Matiu M., Sparks T., Scheffinger H., Gehrig R., Estrella N. Climate change fingerprints in recent European plant phenology // Global Change Biology. 2020. Vol. 26. P. 2599–2612.
13. Минин А.А. Некоторые аспекты взаимосвязей наземных экосистем с изменяющимся климатом // Успехи современной биологии. 2011. Т. 131, № 4. С. 407–415.
14. Cleland E.E., Chuine I., Menzel A., Mooney H.A., Schwartz M.D. Shifting plant phenology in response to global change // Trends in Ecology & Evolution. 2007. № 22. P. 357–365.
15. Соловьев А.Н. Биота и климат. Региональная фенология. М.: Пасва, 2005. 288 с.
16. Соловьев А.Н. Динамика фауны востока Русской равнины в XX веке // Успехи современной биологии. 2011. Т. 131, № 5. С. 440–252.
17. Кокорин А.О., Минин А.А. Обзор итогов работ // Влияние изменений климата на экосистемы. Охраняемые природные территории России: анализ многолетних изменений. Ч. 1. М.: Всемирный фонд дикой природы, Российское представительство, 2001. С. 5–8.
18. Минин А.А., Ранькова Э.Я., Рыбина Е.Г., Буйволов Ю.А., Сапельникова И.И., Филатова Т.Д. Феноиндикация изменений климата за период 1976–2015 гг. в центральной части Европейской территории России: береза бородавчатая (повислая) (*Betula verrucosa* Ehrh.

(*B. pendula* Roth) // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2016. Т. XXVII, № 2. С. 17–28.

19. Минин А.А., Ранькова Э.Я., Рыбина Е.Г., Буйволов Ю.А., Сапельникова И.И., Филатова Т.Д. Феноиндикация изменений климата за период 1976–2015 гг. в центральной части европейской территории России: береза бородавчатая (повислая) (*Betula verrucosa* Ehrh. (*B. pendula* Roth)), черемуха обыкновенная (*Padus avium* Mill.), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.) // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2017. Т. XXVIII, № 3. С. 5–22. DOI: 10.21513/0207-2564-2017-3-5-22.

20. Parmesan C. Influences of species, latitudes and methodologies on estimates of phenological response to global warming // *Global Change Biology*. 2007. Vol. 13 (9). P. 1860–1872. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2007.01404.x.

21. Mann M.E., Rahmstorf S., Kornhuber K., Steinhilber B., Miller S.K., Coumou D. Influence of anthropogenic climate change on planetary wave resonance and extreme weather events // *Scientific Reports*. 2017. Vol. 7. P. 45–242.

22. Ovaskainen O., Skorokhodova S., Yakovleva M., Sukhov A., Kutenkov A., Kutenkova N., Shcherbakov A., Meyke E., Delgado M. Community-level phenological response to climate change // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2013. Vol. 110 (33). P. 13434–13439. DOI: 10.1073/pnas.1305533110.

23. Ovaskainen O., Meyke E., Lo C. et al. Chronicles of nature calendar, a long-term and large-scale multitaxon database on phenology // *Scientific Data*. 2020. Vol. 7. DOI: 10.1038/s41597-020-0376-z.

24. Соловьев А.Н. Зимовки перелетных видов птиц в средних широтах востока Русской равнины // *Бюллетень МОИП, Отд. биологический*. 2012. Т. 117, вып. 3. С. 3–16.

25. Зорина А.А., Шуйская Е.А., Куракина И.В., Волков В.П., Огурцов С.С., Степанов С.Н. Климатические причины смещения сроков цветения растений в Центрально-Лесном заповеднике // *Поволжский экологический журнал*. 2020. № 1. С. 52–65. DOI: 10.35885/1684-7318-2020-1-52-65.

26. Скороходова С.Б., Щербаков А.Н. Тренды наступления фенологических событий в заповеднике «Кивач» за 1966–2005 годы // *Труды государственного природного заповедника «Кивач»*. Вып. 5. Петрозаводск: Кивач, 2011. С. 207–221.

27. РД 52.04.614–2000: Руководящий документ. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 3, ч. II. СПб.: Гидрометеоздат, 2000. 90 с.

28. РД 52.33.725–2010: Руководящий документ. Методические указания по составлению агрометеорологического ежегодника для сельскохозяйственной зоны Российской Федерации. Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2010. 142 с.

29. Филонов К.П., Нухимовская Ю.Д. *Летопись природы в заповедниках СССР: Методическое пособие*. М.: Наука, 1985. 143 с.

30. Коросов А.В. *Специальные методы биометрии*. Петрозаводск: ПетрГУ, 2007. 364 с.

31. Кондратьев К.Я., Демирчян К.С. Климат Земли и «Протокол Киото» // *Вестник РАН*. 2001. Т. 71, № 11. С. 1002–1009.

32. Яковлев Е.Б., Ивантер Э.В., Лобкова М.П. *Насекомые: для учащихся общеобразовательных учреждений*. Петрозаводск: Изд-во Петрозаводского гос. ун-та, 2006. 288 с.

Информация об авторе(-ах):	Information about the author(-s):
<p>Зорина Анастасия Александровна, кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии и экологии; Петрозаводский государственный университет (г. Петрозаводск, Российская Федерация). E-mail: zor-nastya@yandex.ru.</p> <p>Шуйская Елена Александровна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник; Центрально-Лесной государственный природный биосферный заповедник (пос. Заповедный, Нелидовский район, Тверская область, Российская Федерация). E-mail: elenashuy@rambler.ru.</p>	<p>Zorina Anastasiya Aleksandrovna, candidate of biological sciences, associate professor of Zoology and Ecology Department; Petrozavodsk State University (Petrozavodsk, Russian Federation). E-mail: zor-nastya@yandex.ru.</p> <p>Shuyskaya Elena Alexandrovna, candidate of biological sciences, leading researcher; Central Forest State Nature Biosphere Reserve (Zapovedny, Nelidovsky District, Tver Region, Russian Federation). E-mail: elenashuy@rambler.ru.</p>

Для цитирования:

Зорина А.А., Шуйская Е.А. Причины смещения сроков сезонных явлений у животных Центрально-Лесного биосферного заповедника // Самарский научный вестник. 2020. Т. 9, № 3. С. 67–72. DOI: 10.17816/snv202093112.