



УДК 591.54:591.521:598.813

**СРОКИ ВЕСЕННЕГО ПРИЛЕТА ПТИЦ В ВОРОНЕЖСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ
НА ФОНЕ ДЛИТЕЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ****SPRING ARRIVAL DATES OF BIRDS IN THE VORONEZH RESERVE AGAINST
THE BACKGROUND OF LONG-TERM CLIMATE CHANGE****П.Д. Венгеров
P.D. Vengerov***Воронежский государственный педагогический университет, Россия, 394043, г. Воронеж, ул. Ленина, 86
Voronezh State Pedagogical University, 86 Lenin St, Voronezh, 394043, Russia**E-mail: pvengerov@yandex.ru**Ключевые слова: изменения климата, сроки весеннего прилета птиц.
Key words: climate change, spring arrival dates of birds.*

Аннотация. Изучали влияние изменений климата на сроки прилета у 25 видов птиц в Воронежском заповеднике (географические координаты 50°21'–52°02' северной широты и 39°21'–39°47' восточной долготы) за период с 1936 по 2013 гг. Существует достоверный тренд роста температуры воздуха в марте и апреле. Прилет ближних и многих дальних мигрантов тесно связан с состоянием погоды. Коэффициент корреляции между средней температурой марта и датой прилета для разных видов в среднем составляет -0.7 ± 0.03 ; для апреля он снижается до -0.4 ± 0.03 . Достоверные отрицательные линейные тренды дат прилета обнаружены у девяти видов: *Buteo buteo*, *Apus apus*, *Motacilla alba*, *Oriolus oriolus*, *Corvus frugilegus*, *Sylvia atricapilla*, *Phylloscopus collybita*, *Ficedula parva*, *Turdus merula*. У них средние даты весеннего прилета сместились на величину от двух до 20 дней. У остальных видов тренды также в основном отрицательные, но статистически недостоверные. Изменения весенней температуры и дат прилета происходят на фоне сильных межгодовых колебаний. Общим направлением в динамике дат весеннего прилета является их смещение на более ранние сроки.

Resume. The effect of climate change on arrival dates of 25 species of birds was studied in the Voronezh Reserve (geographical coordinates: 50°21'–52°02' north latitude and 39°21'–39°47' east longitude) for the period from 1936 to 2013. The presence of linear trends was determined by the regression analysis. Spring arrival of most species of birds occur in the second half of March and April. There is a significant growth trend in air temperature in March and April. The average temperature of March in 1932–1960 was $-4.5 \pm 0.4^\circ\text{C}$, in 1991–2013 – -1.6 ± 0.6 ; the average temperature of April, respectively, 6.0 ± 0.4 and 7.4 ± 0.5 . The timing of arrival of short-distance and many long-distance migrants is closely related to the weather conditions. In warm springs birds arrive 15–37 days earlier than in cold springs. The earliest dates of arrival often occur during the peaks of warm and dry phases of climate cycles: *Sturnus vulgaris* – March 1, 1966; *Fringilla coelebs* – March 9, 1966 and 2008; *Motacilla alba* – March 16, 2013; *Turdus philomelos* – March 17, 2008; *Hirundo rustica* – April 7, 1968; *Cuculus canorus* – April 11, 1975; *Ficedula parva* – April 21, 2010; *Apus apus* – April 29, 2008. The correlation coefficient between the mean temperature of March and the date of arrival of different species on the average is -0.7 ± 0.03 ; for April, it drops to -0.4 ± 0.03 . Significant negative linear trends of arrival dates are found in nine species: *Buteo buteo*, *Apus apus*, *Motacilla alba*, *Oriolus oriolus*, *Corvus frugilegus*, *Sylvia atricapilla*, *Phylloscopus collybita*, *Ficedula parva*, *Turdus merula*. Their average spring arrival dates are shifted by the amount of 2 (*Oriolus oriolus*) to 20 (*Buteo buteo*) days. The trends of other species are also mostly negative but statistically insignificant. The greatest influence on the timing of spring arrival has the approximation of wintering sites, which is the case with *Buteo buteo*. Changes in temperature and spring arrival dates occur against the background of strong interannual fluctuations. The general direction of the dynamics of the spring arrival dates is their change to earlier dates.

Введение

Одним из важных компонентов экосистем, реагирующих на изменения климата, являются птицы. Это обусловлено их подвижными территориальными связями и сложным приспособительным поведением. Интерес к изучению птиц в данном аспекте существует давно, но он существенно усилился в конце прошлого и начале нынешнего веков, когда тенденции в сторону потепления климата в Северном полушарии приобрели выраженный характер. В ответ на потепление у ряда видов птиц границы ареалов сдвинулись к северу, изменились сроки весенней и реже осенней миграции, сроки размножения и места зимовок.

Особенно заметными стали изменения в сроках весеннего прилета и пролета птиц, однако они оказались неоднозначными у разных видов, в том числе близких систематически и по экологическим свойствам, что свидетельствует о сложности происходящих процессов [Соколов и др., 1999б; Венгеров и др., 2001; Sokolov, Kosarev, 2003; Ананин, 2006 и др.]. Степень изменений погодных-климатических параметров неодинакова в зависимости от широты и долготы



местности, что послужило одной из основных причин пространственных различий в реакции птиц на изменения климата [Минин, Гутников, 2000; Гордиенко, Соколов, 2006; Vom, Schutt, 2006; и др.]. Эти явления требуют дальнейшего изучения, поскольку сроки весеннего прилета и размножения птиц во многом отражают сезонное развитие экосистем в целом [Фесенко и др., 1996; Венгер, 2011].

В данной работе сделан анализ сроков весеннего прилета птиц в Воронежском заповеднике за период с 1936 по 2013 гг. В качестве факторов, влияющих на сроки миграции, рассматриваются погодно-климатические параметры весенних месяцев и циклические колебания климата разного масштаба.

Материал и методика

Выявление долговременных тенденций в фенологических явлениях птиц возможно только при длительных наблюдениях в одном и том же месте с использованием единой методики. Этим требованиям в значительной мере отвечают исследования, проводимые в заповедниках по программе Летопись природы. В Воронежском заповеднике (географические координаты находятся в пределах $50^{\circ}21' - 52^{\circ}02'$ северной широты и $39^{\circ}21' - 39^{\circ}47'$ восточной долготы) наблюдения за весенним прилетом птиц ведутся с 1936 г. В разное время в них принимали участие множество сотрудников научного отдела и охраны территории, участие автора – с 1985 г. С 1932 г. в заповеднике функционирует метеостанция, где регистрируют основные погодно-климатические параметры.

Многолетняя динамика сроков весеннего прилета проанализирована у 25 видов птиц, из них у 10 видов, зимующих преимущественно в Европе и на Ближнем Востоке (ближние мигранты), 12 видов, зимующих в Африке, и у двух видов, зимующих в Индии и Юго-Восточной Азии (дальние мигранты). В зависимости от вида, длительность рядов наблюдений составляет 29 до 77 лет, в среднем, 57 лет. В качестве регистрируемого параметра прилета использовали дату первой весенней встречи или первой брачной песни (крика). Календарные даты переведены в непрерывный ряд в соответствии с методикой фенологических исследований.

Из абиотических факторов, способных повлиять на сроки весенней миграции птиц, в расчеты включали сумму осадков, среднюю среднесуточную, среднюю минимальную и среднюю максимальную температуры воздуха в марте, апреле и первой декаде мая.

Статистическая обработка материала произведена стандартными параметрическими методами. Распределения дат прилета соответствуют нормальному (по критерию Хи-квадрат) или близки к нему. Связь между сроками прилета и погодно-климатическими параметрами оценивали с помощью коэффициента корреляции Пирсона. Наличие линейных трендов в динамике исследуемых параметров определяли с помощью регрессионного анализа. Достоверность коэффициента регрессии и различий между средними значениями дат прилета в различные промежутки времени установлена с помощью t-критерия Стьюдента. Для расчетов использовали компьютерную программу Microsoft Office Excel 2003 и пакет прикладных статистических программ STADIA.

Результаты и их обсуждение

Из изученных 25 видов птиц у 10 видов средняя дата прилета приходится на март или первую пятидневку апреля, это рано прилетающие птицы, все они являются ближними мигрантами. У 11 видов средняя дата прилета укладывается в период 6–30 апреля, это птицы со средними сроками прилета, и четыре вида прилетают в первой половине мая, они относятся к поздно прилетающим птицам. Виды двух последних групп являются преимущественно дальними мигрантами.

У рано прилетающих видов минимальные и максимальные даты прилета в многолетнем ряду наблюдений сильно различаются: от 26 дней у белой трясогузки (*Motacilla alba*) до 37 дней у краквы (*Anas platyrhynchos*) и грача (*Corvus frugilegus*), при среднем значении 32.6 ± 1.1 (табл. 1). Это означает, что в разные годы даты прилета изменяются, от начала или середины марта до начала или середины апреля. Столь большой диапазон обусловлен сильно изменчивыми погодными условиями марта. За период 1932–2013 гг. этот месяц самым холодным был в 1942 г., когда средняя среднесуточная температура воздуха соответствовала январской (-10°C), а самый теплый – в 1990 г. ($+3.3^{\circ}\text{C}$). В раннюю и теплую весну птицы прилетают намного раньше, чем в годы с поздней и холодной весной. Так, в 1990 г. полевой жаворонок (*Alauda arvensis*) прилетел 3 марта, а в 1942 г. – 26 марта; обыкновенный скворец (*Sturnus vulgaris*) соответственно 9 марта и 5 апреля; зяблик (*Fringilla coelebs*) – 13 марта и 7 апреля. Коэффициент корреляции между датой прилета и средней среднесуточной температурой марта у видов данной группы (табл.1) изменяется от -0.5 ($p < 0.05$) у белой трясогузки до



-0.8 ($p < 0.01$) у полевого жаворонка (среднее значение – -0.7 ± 0.03). Примерно такая же связь наблюдается со средними минимальными и максимальными температурами. Корреляция между датами прилета и суммой осадков отсутствует.

Таблица 1
Table 1

Статистическая характеристика сроков весеннего прилета птиц
Statistical analysis of the timing of spring arrival of birds

Виды птиц	Min–Max	X	Sx	R
Рано прилетающие виды				
<i>Anas platyrhynchos</i>	8.III–14.IV	25.III \pm 0.9	7.8	-0.7 **
<i>Vanellus vanellus</i>	9.III–11.IV	25.III \pm 1.3	8.3	-0.7 **
<i>Scolopax rusticola</i>	14.III–15.IV	2.IV \pm 1.0	7.0	-0.7 **
<i>Alauda arvensis</i>	3.III–6.IV	19.III \pm 0.8	7.4	-0.8 **
<i>Motacilla alba</i>	16.III–11.IV	28.III \pm 0.6	5.3	-0.5 *
<i>Sturnus vulgaris</i>	1.III–5.IV	20.III \pm 0.9	7.5	-0.5 **
<i>Corvus frugilegus</i>	21.II–29.III	11.III \pm 0.9	8.0	-0.7 **
<i>Turdus merula</i>	14.III–17.IV	1.IV \pm 1.1	7.8	-0.7 **
<i>Turdus philomelos</i>	17.III–15.IV	1.IV \pm 0.8	6.2	-0.7 **
<i>Fringilla coelebs</i>	9.III–7.IV	24.III \pm 0.8	7.1	-0.6 **
Виды, прилетающие в средние сроки				
<i>Milvus migrans</i>	28.III–27.IV	8.IV \pm 0.9	6.5	-0.4 **
<i>Buteo buteo</i>	16.III–20.IV	7.IV \pm 1.4	8.7	-0.4 *
<i>Cuculus canorus</i>	11.IV–2.V	23.IV \pm 0.4	3.8	-0.4 **
<i>Upupa epops</i>	1.IV–24.IV	15.IV \pm 0.7	5.6	-0.6 **
<i>Jynx torquilla</i>	4.IV–29.IV	18.IV \pm 0.9	5.6	-0.4 *
<i>Hirundo rustica</i>	7.IV–29.IV	18.IV \pm 0.6	5.0	-0.3 *
<i>Sylvia atricapilla</i>	21.IV–13.V	30.IV \pm 1.0	6.0	-0.4 *
<i>Phylloscopus trochilus</i>	11.IV–4.V	21.IV \pm 1.1	5.9	-0.4 *
<i>Phylloscopus collybita</i>	29.III–23.IV	11.IV \pm 0.8	5.7	-0.7 **
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	12.IV–1.V	20.IV \pm 0.7	4.4	-0.5 **
<i>Luscinia luscinia</i>	19.IV–4.V	27.IV \pm 0.4	3.7	-0.5 **
Поздно прилетающие виды				
<i>Apus apus</i>	29.IV–31.V	13.V \pm 0.7	5.7	-0.3 *
<i>Oriolus oriolus</i>	29.IV–15.V	5.V \pm 0.4	3.0	0.04
<i>Ficedula parva</i>	21.IV–13.V	2.V \pm 1.2	5.9	-0.6 **
<i>Carpodacus erythrinus</i>	7.V–24.V	12.V \pm 0.7	3.7	-0.1

Примечание: Min–Max – минимальные и максимальные значения дат прилета; X – средняя арифметическая дата прилета; Sx – стандартное отклонение; R – коэффициент корреляции между датой прилета и средней среднесуточной температурой месяца прилета; *, ** – достоверность коэффициента корреляции, соответственно $p < 0.05$ и $p < 0.01$.

Обнаруженные явления в значительной степени распространяются и на виды птиц со средними сроками прилета, хотя они в целом не столь выражены. Здесь диапазон между наиболее ранними и поздними датами прилета составляет в среднем 23.8 ± 1.7 дня, при максимальном значении (36 дней) у канюка (*Buteo buteo*) и минимальном (15 дней) у обыкновенного соловья (*Luscinia luscinia*). Температурные условия апреля также изменчивы по годам и это довольно сильно сказывается на сроках прилета птиц. Самая низкая средняя температура апреля (1.9°C) за исследуемый период наблюдалась в 1996 г., а самая высокая (12.4°C) – в 1975 г. Первый брачный крик кукушки (*Cuculus canorus*) в 1975 г. услышали 11 апреля, а в 1996 г. – 24 апреля; вертишейки (*Jynx torquilla*) соответственно 7 и 20 апреля; первую песню обыкновенного соловья – 19 и 30 апреля. У всех видов присутствует достоверная отрицательная связь между датой прилета и средней среднесуточной температурой воздуха в апреле. Коэффициент корреляции изменяется от -0.3 ($p < 0.05$) у деревенской ласточки (*Hirundo rustica*) до -0.7 ($p < 0.01$) у пеночки-теньковки (*Phylloscopus collybita*), при среднем значении -0.4 ± 0.03 . Как видно, он на две ступени ниже, чем у рано прилетающих видов.

У птиц, появляющихся в первой половине мая, разница между крайними датами прилета по годам также большая, в среднем, 21.8 ± 1.8 дня, при минимальном значении (17 дней) у обыкновенной чечевицы (*Carpodacus erythrinus*) и максимальном (32 дня) у черного стрижа (*Apus apus*). Однако корреляция со средней температурой воздуха в апреле (для малой мухоловки (*Ficedula parva*)) или в первой декаде мая (для оставшихся трех видов) не так однозначна. Довольно высокая достоверная ($p < 0.01$) отрицательная связь имеется у малой мухоловки



(−0.6), в два раза слабее, но также статистически значимая ($p < 0.05$) – у черного стрижа, а у обыкновенной чечевички и обыкновенной иволги (*Oriolus oriolus*) она отсутствует. Очевидно, даты прилета двух последних видов мало зависят от температурных условий в местах гнездования.

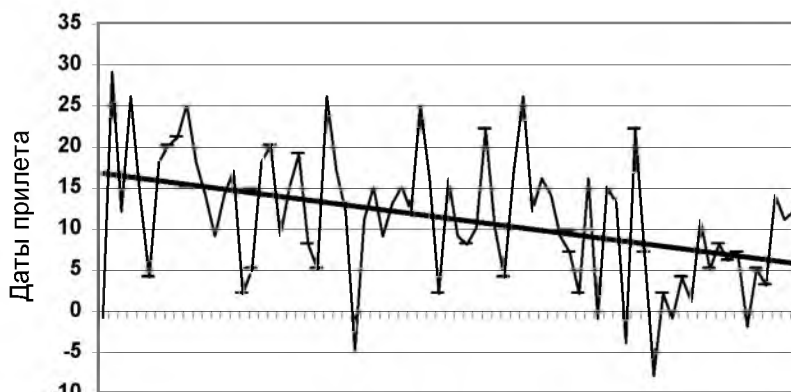
Весенний прилет большинства видов птиц в районе Воронежского заповедника происходит во второй половине марта и в апреле. Естественно, что наибольшее влияние на даты прилета оказывают погодные условия именно этих месяцев. Они с течением времени не остаются постоянными. Анализ температуры воздуха за весь период метеонаблюдений в заповеднике свидетельствует о значимом ее повышении (табл. 2). Различия между средними значениями за период 1932–1960 гг. и 1991–2013 гг. статистически достоверны по всем параметрам температуры в марте ($p < 0.01$) и по средней среднесуточной и средней максимальной температуре в апреле ($p < 0.05$). Рост температур подтверждается статистически значимыми линейными трендами и эти тенденции в начале нынешнего века усиливаются [Венгеров и др., 2001; Сапельникова и др., 2012].

Таблица 2
Table 2

Динамика средних значений параметров температуры воздуха (°C) в Воронежском заповеднике в марте и апреле по периодам с 1932 по 2013 гг.
Dynamics of the average values of air temperature (°C) in the Voronezh Reserve in March and April for the period 1932 to 2013

Параметры температуры	1932–1960 гг.	1961–1990 гг.	1991–2013 гг.
Март, °C			
Среднемесячная	-4.5±0.4	-2.8±0.6	-1.6±0.6
Минимальная	-8.9±0.6	-7.0±0.7	-6.0±0.7
Максимальная	0.3±0.4	1.5±0.5	2.4±0.6
Апрель, °C			
Среднемесячная	6.0±0.4	7.0±0.5	7.4±0.5
Минимальная	1.7±0.5	1.4±0.5	1.9±0.4
Максимальная	11.6±0.5	12.9±0.6	13.3±0.5

Несмотря на это, а также на связь дат прилета большинства птиц с весенней температурой воздуха, достоверные линейные тренды динамики сроков прилета демонстрируют только девять из изученных 25 видов птиц (рис. 1–9). Во всех статистически значимых случаях тренды отрицательные, т. е. произошло смещение дат прилета на более ранние сроки. Из рано прилетающих видов (ближних мигрантов) это свойственно грачу, белой трясогузке и черному дрозду (*Turdus merula*), а из видов со средними и поздними сроками прилета – канюку, черноголовой славке (*Sylvia atricapilla*), пеночке-теньковке, черному стрижу, обыкновенной иволге и малой мухоловке. У остальных птиц тренды практически отсутствуют или они отрицательные, но статистически недостоверные. К ним относятся вальдшнеп (*Scolopax rusticola*), певчий дрозд (*Turdus philomelos*) и зяблик. Только у пеночки-веснички (*Phylloscopus trochilus*) наблюдается положительный тренд, но он также статистически не значим.



1937-2013 гг.

Рис. 1. Межгодовые колебания и тренд сроков весенней миграции у грача. $Y = -0.15x + 16.8$. $R^2 = 0.16$. Достоверность коэффициента линейной регрессии: $p < 0.01$
Fig. 1. Interannual variability and trends in the timing of spring migration of Rook. $Y = -0.15x + 16.8$. $R^2 = 0.16$. The accuracy of the linear regression coefficient: $p < 0.01$

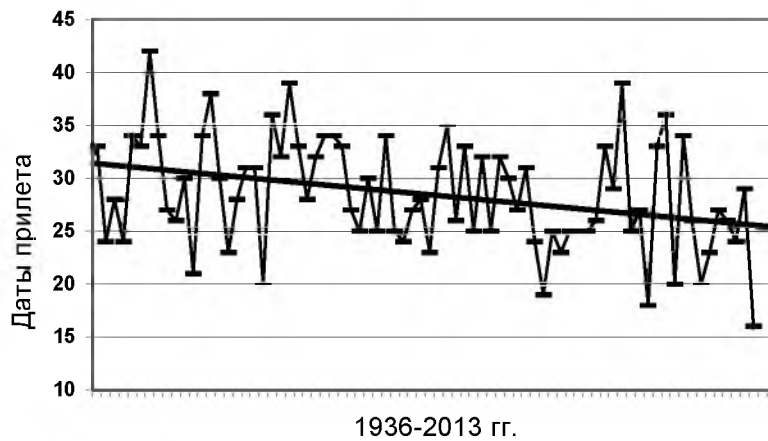


Рис. 2. Межгодовые колебания и тренд сроков весенней миграции у белой трясогузки. $Y = -0.08x + 31.5$. $R^2 = 0.1$. Достоверность коэффициента линейной регрессии: $p < 0.05$
 Fig. 2. Interannual variability and trends in the timing of spring migration of White Wagtail. $Y = -0.08x + 31.5$. $R^2 = 0.1$. The accuracy of the linear regression coefficient: $p < 0.05$

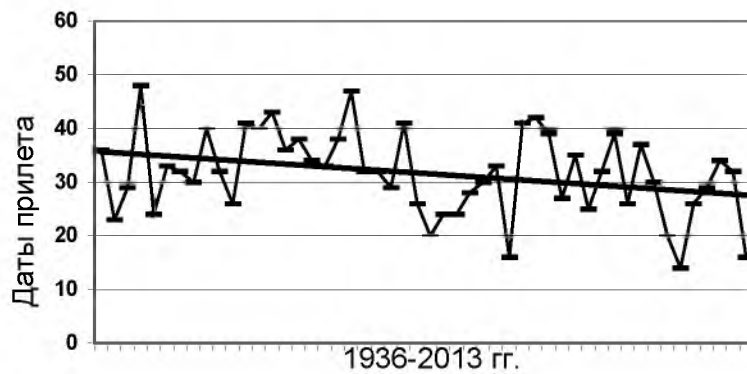


Рис. 3. Межгодовые колебания и тренд сроков весенней миграции у черного дрозда. $Y = -0.17x + 35.9$. $R^2 = 0.1$. Достоверность коэффициента линейной регрессии: $p < 0.05$
 Fig. 3. Interannual variability and trends in the timing of spring migration of Blackbird. $Y = -0.17x + 35.9$. $R^2 = 0.1$. The accuracy of the linear regression coefficient: $p < 0.05$

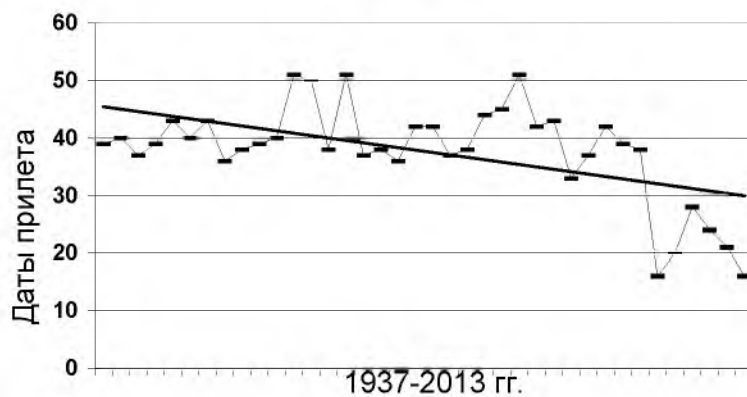


Рис. 4. Межгодовые колебания и тренд сроков весенней миграции у канюка. $Y = -0.4x + 45.8$. $R^2 = 0.28$. Достоверность коэффициента линейной регрессии: $p < 0.001$
 Fig. 4. Interannual variability and trends in the timing of spring migration of Buzzard. $Y = -0.4x + 45.8$. $R^2 = 0.28$. The accuracy of the linear regression coefficient: $p < 0.001$

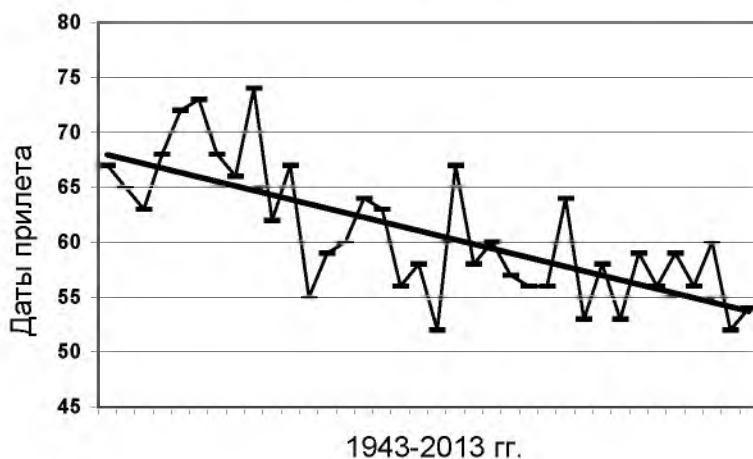


Рис. 5. Межгодовые колебания и тренд сроков весенней миграции у черноголовой славки. $Y = -0.41x + 68.3$. $R^2 = 0.51$. Достоверность коэффициента линейной регрессии: $p < 0.001$
 Fig. 5. Interannual variability and trends in the timing of spring migration of Blackcap. $Y = -0.41x + 68.3$. $R^2 = 0.51$. The accuracy of the linear regression coefficient: $p < 0.001$

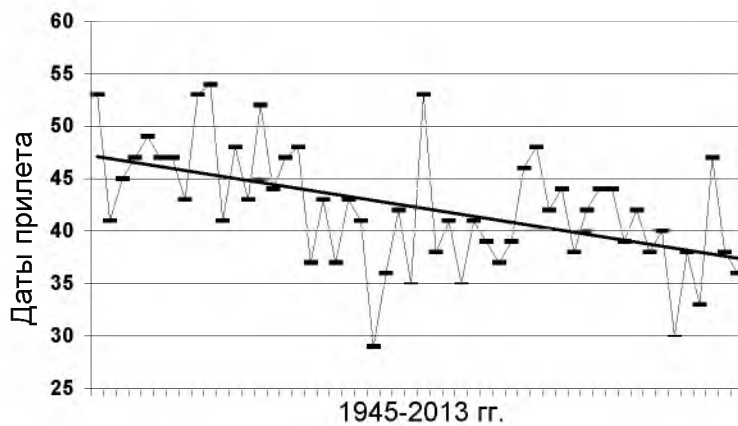


Рис. 6. Межгодовые колебания и тренд сроков весенней миграции у пеночки-теньковки. $Y = -0.19x + 47.3$. $R^2 = 0.25$. Достоверность коэффициента линейной регрессии: $p < 0.001$

Fig. 6. Interannual variability and trends in the timing of spring migration of Chiffchaff. $Y = -0.19x + 47.3$. $R^2 = 0.25$. The accuracy of the linear regression coefficient: $p < 0.001$

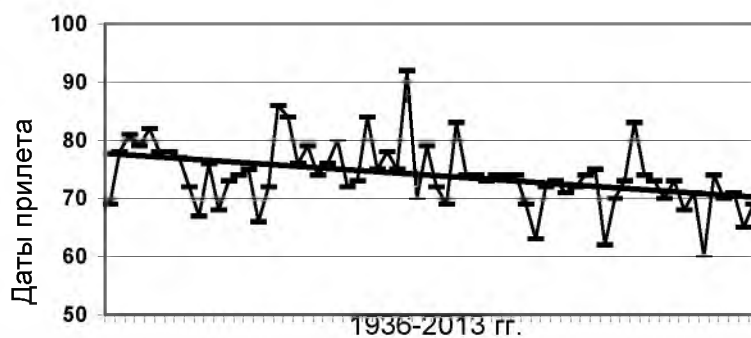


Рис. 7. Межгодовые колебания и тренд сроков весенней миграции у черного стрижа. $Y = -0.12x + 77.8$. $R^2 = 0.15$. Значимость коэффициента линейной регрессии: $p < 0.01$

Fig. 7. Interannual variability and trends in the timing of spring migration of Swift. $Y = -0.12x + 77.8$. $R^2 = 0.15$. The accuracy of the linear regression coefficient: $p < 0.01$

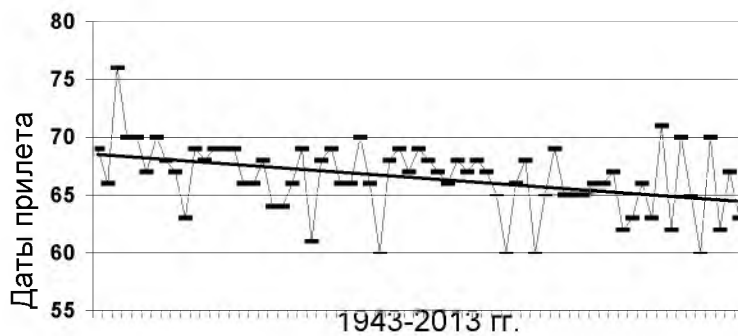


Рис. 8. Межгодовые колебания и тренд сроков весенней миграции у обыкновенной иволги. $Y = -0.06x + 68.6$. $R^2 = 0.16$. Достоверность коэффициента линейной регрессии: $p < 0.01$

Fig. 8. Interannual variability and trends in the timing of spring migration of Golden Oriole. $Y = -0.06x + 68.6$. $R^2 = 0.16$. The accuracy of the linear regression coefficient: $p < 0.01$

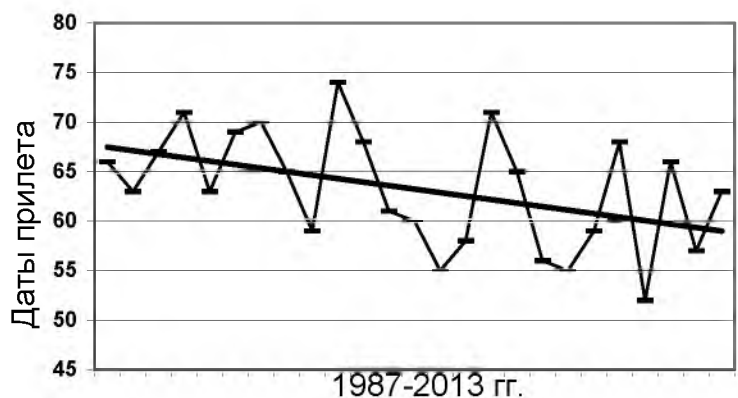


Рис. 9. Межгодовые колебания и тренд сроков весенней миграции у малой мухоловки. $Y = -0.35x + 67.8$. $R^2 = 0.2$. Достоверность коэффициента линейной регрессии: $p < 0.05$

Fig. 9. Interannual variability and trends in the timing of spring migration of Red-breasted Flycatcher. $Y = -0.35x + 67.8$. $R^2 = 0.2$. The accuracy of the linear regression coefficient: $p < 0.05$



У большинства видов с наличием отрицательного тренда имеющиеся ряды наблюдений позволяют сравнить средние даты прилета между определенными длительными периодами. В качестве таковых мы выделили 1936–1972 (1-й период) и 1973–2013 гг. (2-й период). Они примерно соответствуют второму и третьему внутривековому климатическому циклу Евразии (рис. 10). У различных видов разница между средними датами прилета по выделенным периодам (табл. 3) составляет от двух (обыкновенная иволга) до шести дней (пеночка-теньковка и черный дрозд), во всех случаях она статистически достоверна ($p < 0.05 - 0.001$). У малой мухоловки оказалось возможным вычислить разницу между 1987–1999 и 2000–2013 гг., она составила шесть дней ($p < 0.05$); у черноголовой славки – между 1943–1970 и 1989–2013 гг., разница достигла 10 дней ($p < 0.001$).

Таблица 3
Table 3

Средние значения дат весеннего прилета по периодам
The average values of the spring arrival dates for different periods

Виды птиц	Средняя дата прилета		$X_1 - X_2$
	1-й период (X_1)	2-й период (X_2)	
<i>Apus apus</i>	15.V \pm 0.9 (1936–1972) (n=29)	11.V \pm 0.9 (1973–2013) (n=37)	4 **
<i>Motacilla alba</i>	30.III \pm 0.8 (1936–1972) (n=37)	27.III \pm 0.8 (1973–2013) (n=39)	3 *
<i>Oriolus oriolus</i>	7.V \pm 0.5 (1936–1972) (n=29)	5.V \pm 0.5 (1973–2013) (n=38)	2 *
<i>Corvus frugilegus</i>	14.III \pm 1.3 (1936–1972) (n=34)	9.III \pm 1.2 (1973–2013) (n=41)	5 *
<i>Sylvia atricapilla</i>	7.V \pm 1.2 (1943–1970) (n=11)	27.IV \pm 0.8 (1989–2013) (n=25)	10 ***
<i>Phylloscopus collybita</i>	15.IV \pm 1.1 (1936–1972) (n=19)	9.IV \pm 0.9 (1973–2013) (n=33)	6 ***
<i>Ficedula parva</i>	5.V \pm 1.3 (1987–1999) (n=13)	29.IV \pm 1.7 (2000–2013) (n=12)	6 *
<i>Turdus merula</i>	4.IV \pm 1.5 (1936–1972) (n=21)	29.III \pm 1.4 (1973–2013) (n=29)	6 **
<i>Buteo buteo</i>	10.IV \pm 0.8 (1937–2006) (n=32)	21.III \pm 1.9 (2007–2013) (n=6)	20 ***

Примечание: $X_1 - X_2$ – разница средних значений между двумя периодами в днях; n – число лет регистрации; *, **, *** – достоверность различий между средними, соответственно $p < 0.05$; $p < 0.01$; $p < 0.001$.

Отдельного рассмотрения заслуживает ситуация с изменениями дат прилета у канюка. С 1937 по 2006 г. он появлялся весной в среднем 10 апреля, тренд в динамике дат прилета отсутствовал. С 2007 г. весенний прилет этого вида в заповеднике стали регистрировать в последней декаде марта или даже в середине этого месяца. В результате средняя дата прилета сместилась на 20 дней и приходится сейчас на 21 марта.

По сравнению с результатами предыдущего анализа сроков весеннего прилета птиц в Воронежском заповеднике, в который попали 14 видов [Венгеров и др., 2001], отрицательные тренды усилились у грача, белой трясогузки, обыкновенной иволги и черного стрижа, но ослабли, вплоть до утраты статистической значимости, у деревенской ласточки, обыкновенного соловья и обыкновенной кукушки. Последнее свидетельствует о цикличности и обратимом характере выявленных изменений, что связано, в первую очередь, с их малой величиной. Сильного смещения дат прилета у большинства видов пока не произошло.

Известно, что на сроки весенней миграции птиц в конкретном году оказывает влияние состояние погоды в местах зимовок, на пролетном пути и в местах гнездования [Артемьев, 2002; Sokolov, Kosarev, 2003; Ahola et al., 2004; Гордиенко, Соколов, 2006; Huppert, Winkel, 2006; Saino, Ambrosini, 2008]. Для ближних и отчасти дальних мигрантов названные три фактора часто взаимосвязаны, поскольку определенный характер погоды той или иной весной устанавливается на большом пространстве Северного полушария. Он зависит от индекса Северо-Атлантического Колебания (САК) и отражает разницу атмосферного давления в районе Азорских островов и Исландии. При положительных значениях индекса наблюдается зональный перенос теплых воздушных масс с Атлантического океана зимой и в начале весны, который приводит к росту температуры воздуха и уровня осадков в Северной Европе. При отрицательных значениях индекса ситуация изменяется на противоположную. Для ряда видов птиц, относящихся как к ближним, так и дальним мигрантам, установлена достоверная отрицательная связь между индексом САК в феврале-марте и сроками весенней миграции в Балтийском регионе [Sokolov, Kosarev, 2003; Stervander et al., 2005; Соколов, 2006]. Для дальних мигрантов, зимующих в Африке, на сроки старта и скорость перелета может влиять уровень осадков в засушливых местах зимовок и пролета, обуславливающий обилие пищи и соответственно накопление жира птицами [Соколов, 2006].

Перечисленными причинами в основном объясняется межгодовая динамика сроков прилета птиц в Воронежском заповеднике. У большинства ближних мигрантов прилет обычно

начинается с приходом теплого циклона с Атлантики в марте, прерывается с возвратом холодов, потом вновь возобновляется. Теплый апрель также во многом обязан переносу теплых воздушных масс с юго-запада и запада, что способствует раннему прилету птиц. В первой половине мая, времени прилета дальних мигрантов, часто устанавливается стабильная теплая погода, и большинство видов из года в год появляются примерно в одни и те же сроки. Однако и здесь связь с внешними условиями не исчезает, особенно у специализированных в трофическом отношении птиц. Черные стрижи рано прилетают только при очень теплой погоде, когда высоко в воздухе много летающих мелких насекомых.

Обращает внимание, что многие виды птиц в районе исследования, как среди ближних, так и дальних мигрантов, еще не прореагировали на повышение температуры воздуха в марте и апреле. Сходная картина наблюдается и в ряде других регионов. В Подмосковье не удалось выявить видимых изменений в сроках весеннего прилета птиц за последние 100 лет, что объясняется цикличностью климатических изменений и еще недостаточным уровнем роста температур [Гаврилов и др., 2006]. В целом в Европейской части России фенологические явления у птиц не проявляют четкую связь с потеплением климата [Минин, Гутников, 2000]. Не произошло существенного изменения в сроках прилета большинства изученных видов птиц на Урале в Ильменском заповеднике, поскольку здесь нет роста весенних температур воздуха [Гордиенко, Соколов, 2006].

Неоднозначная реакция птиц по обсуждаемому фенологическому явлению установлена в Сибири. В Северо-Восточном Прибайкалье достоверный отрицательный тренд весеннего прилета обнаружен у 51.8% изученных птиц, у других птиц он отсутствует, а у 27.8% тренд положительный [Ананин, 2006].

В странах Западной Европы, особенно ее северной части, в последние десятилетия произошли более сильные изменения в сроках весеннего прилета птиц. Например, в Швеции почти у всех из изученных в этом отношении 64 видов отмечены выраженные тенденции к более ранним срокам прилета. При этом у ближних мигрантов даты прилета сместились в среднем на 15 дней, а у дальних мигрантов – в среднем на 8 дней [Bom, Schutt, 2006].

Для более ясного понимания наблюдаемой динамики сроков весеннего прилета птиц необходимо учитывать как глобальные, так и региональные тенденции в изменении погодноклиматических параметров, происходящие на разных промежутках времени. С точки зрения теории о внутривековой и многовековой изменчивости климата и общей увлажненности материков Северного полушария, разработанной Э.А. Брикнером, А.И. Воейковым, А.В. Шнитниковым, а затем дополненную В.Г. Кривенко [Кривенко, 1991, 2004], в середине XIX века закончилась очередная прохладно-влажная и началась тепло-сухая климатическая эпоха 2000-летнего цикла, продолжающаяся и в настоящее время (см. рис. 10). В пределах этой эпохи развиваются вековые и внутривековые (Брикнеровские) климатические циклы как чередование прохладно-влажных и тепло-сухих периодов. Современная прохладно-влажная фаза климата внутривекового цикла, начавшаяся в 1978–1979 гг., закончилась в 2001–2005 гг. Ее сменила тепло-сухая фаза уже векового цикла, максимум которой, по прогнозу, придется на 2011–2015 гг., а окончание наступит в 2025–2028 гг.

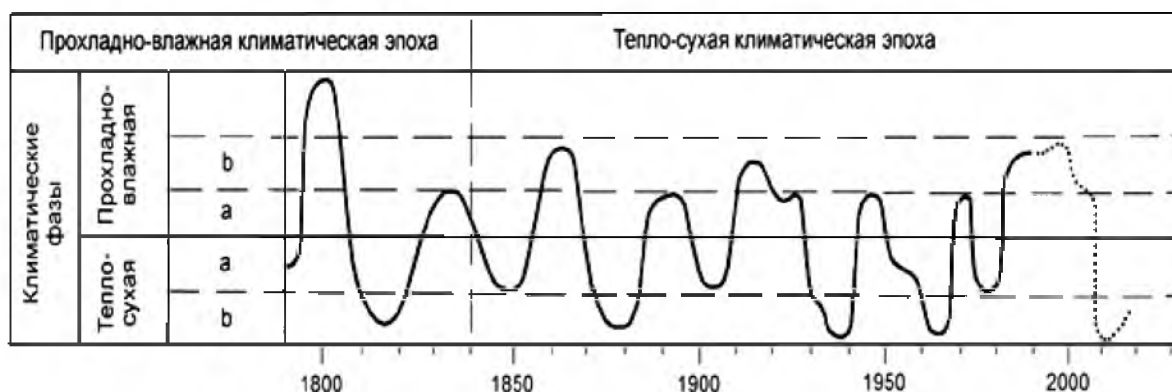


Рис. 10. Климатические циклы Евразии и прогноз их дальнейшего развития [Кривенко, 1991, 2004]

Fig. 10. Climatic cycles of Eurasia and forecast of their future development [Krivenko, 1991, 2004]

Исходя из существующих циклических колебаний климата, его долговременных и текущих тенденций, становится в общем понятной картина динамики сроков весеннего прилета



и других фенологических явлений у птиц. Развитие тепло-сухой климатической эпохи обуславливает постепенное смещение дат весеннего прилета на более ранние сроки, которое может наиболее наглядно проявляться при совпадении направленности циклов разного масштаба. Так, в Балтийском регионе на протяжении 1959–1996 гг. у птиц, мигрирующих в апреле, выделяются два десятилетия (60-е и 80-е гг.) с преобладанием ранних дат весеннего прилета и два десятилетия (70-е и 90-е гг.) с более поздним прилетом [Соколов и др., 1999а]. Как видно на рис. 10, 60-е годы соответствуют сильно выраженной тепло-сухой фазе второго внутривекового климатического цикла, а 90-е – пику прохладно-влажной фазы третьего климатического цикла. 70-е и 80-е годы характеризуются сильной межгодовой изменчивостью погодно-климатических параметров.

В Воронежском заповеднике средние даты прилета ближних мигрантов на пике прохладно-влажной фазы (1941–1950 гг.) заняли пределы с 17 марта по 6 апреля, а на пике тепло-сухой фазы (1960–1968 гг.) – с 12 по 30 марта; на следующем пике прохладно-влажной фазы (1985–2005 гг.) – с 7 марта по 1 апреля, а тепло-сухой фазы (2007–2013 гг.) – с 7 по 29 марта. Наиболее ранние (рекордные) даты прилета птиц чаще приходятся на пики тепло-сухих фаз: у обыкновенного скворца – 1 марта 1966 г.; зяблика – 9 марта 1966 и 2008 гг.; белой трясогузки – 16 марта 2013 г.; певчего дрозда – 17 марта 2008 г.; деревенской ласточки – 7 апреля 1968 г.; обыкновенной кукушки – 11 апреля 1975 г. (пик тепло-сухой фазы третьего внутривекового цикла); малой мухоловки – 21 апреля 2010 г.; черного стрижа 29 апреля 2008 г. и др. Однако очень ранний прилет ряда видов птиц может происходить и во время пиков прохладно-влажных фаз климатических циклов, поскольку они сопровождаются усилением циклонической деятельности, которая обуславливает приход весны в умеренные широты. Так минимальная дата прилета у грача отмечена 21 февраля 1998 г.; полевого жаворонка – 3 марта 1990 и 1995 гг.; зяблика – 9 марта 1995 г. и др. Здесь конкретные даты прилета зависят от сочетания целого ряда факторов: календарного времени прохождения циклона, его мощности и продолжительности, температуры воздуха и иных характеристик.

Заметный отпечаток на сроки прилета накладывают специфические экологические свойства отдельных видов, которые не всегда поддаются учету. Имеет значение и численность вида, которая, как известно, может подвергаться сильным колебаниям во времени. Ранее обыкновенный скворец был многочислен в населенных пунктах и в естественных местообитаниях. До начала 90-х гг. XX века почти все развешенные скворечники, как правило, занимались этим видом. Например, в 1981 г. на Центральной усадьбе Воронежского заповедника в скворечниках размножались 48 пар скворцов. Начиная с 1990 г., численность гнездящихся здесь птиц резко пошла на убыль. В 1991 г. был занят всего один скворечник, а в 1992 г. – ни одного, и такая ситуация сохраняется и в настоящее время. Она свойственна подавляющему большинству населенных пунктов в Воронежской области.

Снижение численности популяции обыкновенного скворца в отношении сроков весеннего прилета может приводить минимум к трем последствиям. Первое – это трудность регистрации прилета вида по причине его малочисленности в населенных пунктах. Второй аспект может быть связан со снижением генетической изменчивости в малочисленной популяции, в том числе по признаку сроков миграции. Рано мигрирующих по своим наследственным свойствам птиц попросту не стало. Наконец, ранний прилет при высокой численности давал преимущества в конкуренции за места гнездования, в чем необходимость отпала. В результате, начиная с 1990-х гг., даты прилета обыкновенного скворца начали смещаться на более поздние сроки, и наметившийся ранее их отрицательный тренд полностью выровнялся.

Наибольшее влияние на сроки весеннего прилета оказывает приближение мест зимовок, что и произошло у канюка. В конце прошлого и начале нынешнего веков в европейской России и на Украине начали регистрировать более ранний прилет канюков весной и зимовку части птиц в местах гнездования [Белик, 2004; Морозов и др., 2006; Шаповал, 2013]. Очевидно, это явление наблюдается и в районе Воронежского заповедника. Ранний прилет канюков весной здесь также связан со смещением мест зимовок к северу. В 2011 г. наиболее поздняя осенняя регистрация данного вида в окрестностях заповедника относится к 26 октября. Зимующие особи впервые отмечены в окрестностях заповедника в феврале 2013 г. Возможно, канюки зимовали здесь и в некоторые предыдущие годы, но остались незамеченными.

Заключение

В Воронежском заповеднике существует достоверный тренд роста температуры воздуха в марте и апреле, в течение которых происходит прилет большинства видов птиц. Рост температур наблюдается на фоне их сильных межгодовых колебаний, обусловленных климатическими циклами разного масштаба. Прилет ближних и многих дальних мигрантов достаточно



тесно связан с характером погоды в местах гнездования и, по литературным данным, на пролетном пути и в местах зимовок.

Межгодовые вариации весенних температур обуславливают соответствующую изменчивость сроков прилета птиц и разнонаправленность трендов на относительно коротких промежутках времени. Это является одной из основных причин отсутствия отрицательных трендов дат прилета у многих видов птиц. Вместе с тем у ряда видов такие тренды хорошо выражены и имеют тенденцию к усилению. Общим направлением в изменениях дат весенней миграции является их смещение на более ранние сроки. Судя по прогнозам в направленности циклических колебаний климата, эта тенденция сохранится еще длительное время.

Список литературы References

1. Ананин А.А. 2006. Влияние погодно-климатических изменений на сроки прилета и гнездовую плотность массовых видов птиц Баргузинского заповедника (Северо-Восточное Прибайкалье). В кн.: Современные проблемы орнитологии Сибири и Центральной Азии. Улан-Удэ: 6–8.

Ananin A.A. 2006. The influence of climate change on the dates of arrival and nesting density of most numerous species of birds in Barguzinsky Reserve (North-Eastern Baikal). In: *Sovremennye problemy ornitologii Sibiri i Tsentral'noy Azii* [Modern problems of ornithology of Siberia and Central Asia]. Ulan-Ude: 6–8. (in Russian)

2. Артемьев А.В. 2002. Влияние погоды на биологию гнездования мухоловки-пеструшки, *Ficedula hypoleuca* (Passeriformes, Muscicapidae), в Карелии. Зоологический журнал, 81 (7): 841–849.

Artem'ev A.V. 2002. Effects of weather on nesting biology of the Pied Flycatcher *Ficedula hypoleuca* (Passeriformes, Muscicapidae) in Karelia. *Zoologicheskii zhurnal* [Russian Journal of Zoology], 81 (7): 841–849. (in Russian, with English summary)

3. Белик В.П. 2004. К вопросу о таксономическом статусе обыкновенного канюка, гнездящегося в Украине. Беркут, 13 (2): 303–306.

Belik V.P. 2004. On the question of the taxonomic status of Buzzard breeding in Ukraine. *Berkut*, 13 (2): 303–306. (in Russian)

4. Венгеров П.Д. 2011. Влияние изменений климата на сроки прилета и размножения певчего дрозда (*Turdus philomelos*) и зяблика (*Fringilla coelebs*) в Воронежском заповеднике. Успехи современной биологии, 131 (4): 416–424.

Vengerov P.D. 2011. Terms of Arrival and Breeding of Mavis (*Turdus philomelos*) and the Finches (*Fringilla coelebs*) in Voronezh Reserve. *Uspekhi sovremennoy biologii*, 131 (4): 416–424. (in Russian, with English summary)

5. Венгеров П.Д., Сапельникова И.И., Базильская И.В., Масалькин А.И. 2001. Климатические изменения и вызываемые ими прямые и косвенные эффекты в Воронежском заповеднике. В кн.: Влияние изменений климата на экосистемы. М., Русский университет: 39–47.

Vengerov P.D., Sapelnikova I.I., Bazil'skaya I.V., Masalykin A.I. 2001. The climate change and its direct and indirect effects in the Voronezh Reserve. In: *Vliyanie izmeneniy klimata na ekosistemy* [Impact of climate change on ecosystems]. Moscow, Russkiy universitet: 39–47. (in Russian)

6. Гаврилов В.В., Горепкая М.Я., Веселовская Е.О. 2006. Сроки первого появления некоторых воробьиных птиц в западном Подмосковье в 2000–2005 гг. по данным отловов. В кн.: Орнитология. Вып. 33. М., МГУ: 195–199.

Gavrilov V.V., Goretskaia M.Ya., Veselovskaia E.O. 2006. First catching dates of some passerine birds in western Moscow Region, Russia, in 2000–2005. In: *Ornitologiya. Vyp. 33* [Ornithologia. Vol. 33]. Moscow, Moskovskiy gosudarstvennyy universitet: 195–199. (in Russian)

7. Гордиенко Н.С., Соколов Л.В. 2006. Долговременные изменения сроков прилета птиц в Ильменский заповедник. Известия Челябинского научного центра, (3): 82–86.

Gordienko N.S., Sokolov L.V. 2006. Long-term changes in the timing of arrival of birds in Ilmen Reserve. *Izvestiya Chelyabinskogo nauchnogo tsentra*, (3): 82–86. (in Russian)

8. Кривенко В.Г. 1991. Водоплавающие птицы и их охрана. М., Агрпромиздат, 271.

Krivenko V.G. 1991. *Vodoplavayushchie ptitsy i ikh okhrana* [Waterfowl and their protection]. Moscow, Agropromizdat, 271. (in Russian)

9. Кривенко В.Г. 2004. Концепция природной циклики и некоторые задачи хозяйственных стратегий России. Электронный ресурс. URL: www.biodat.ru/doc/lib/klimat.htm (01 февраля 2004).

Krivenko V.G. 2004. *Kontseptsiya prirodnoy tsikliki i nekotorye zadachi khozyaystvennykh strategiy Rossii* [The concept of natural cycles and some goals of the economic strategies of Russia]. Available at: www.biodat.ru/doc/lib/klimat.htm (accessed 01 February 2004). (in Russian)

10. Минин А.А., Гутников В.А. 2000. Феноиндикация современных вариаций климата в Европейской части России на примере некоторых лесообразователей и птиц. Лесоведение, (2): 68–71.

Minin A.A., Gutnikov V.A. 2000. Fenological indication of modern climate variations in the European part of Russia at the example of some forest-forming species and birds. *Lesovedenie*, (2): 68–71. (in Russian)

11. Морозов Н.С., Захаров Р.А., Шариков А.В. 2006. Зимние встречи канюка на юго-западе Подмосковья. В кн.: Орнитология. Вып. 33. М., МГУ: 212–216.



Morozov N.S., Zakharov R.A., Sharikov A.V. 2006. Winter records of the Common Buzzard (*Buteo buteo*) in the south-west of the Moscow Region. *In: Ornitologiya. Vyp. 33* [Ornithologia. Vol. 33]. Moscow, Moskovskiy gosudarstvennyy universitet: 212–216. (in Russian)

12. Спельникова И.И., Базильская И.В., Грибкова А.С. 2012. Некоторые факты потепления весенних сезонов в Воронежском заповеднике. *В кн.: Труды Воронежского государственного заповедника. Вып. XXVI. Воронеж, Биомик-Актив: 7–16.*

Sapelnikova I.I., Bazil'skaya I.V., Gribkova A.S. 2012. Some facts of spring warming in the Voronezh Reserve. *In: Trudy Voronezhskogo gosudarstvennogo zapovednika. Vyp. XXVI* [Proceedings of the Voronezh State Reserve. Vol. XXVI]. Voronezh, Biomik-Aktiv: 7–16. (in Russian)

13. Соколов Л.В. 2006. Влияние глобального потепления климата на сроки миграции и гнездования воробьиных птиц в XX веке. *Зоологический журнал*, 85 (3): 317–341.

Sokolov L.V. 2006. The influence of global warming on timing of migration and breeding of passerine bird in the twentieth century. *Zoologicheskij zhurnal* [Russian Journal of Zoology], 85 (3): 317–341. (in Russian, with English summary)

14. Соколов Л.В., Марковец М.Ю., Шаповал А.П., Морозов Ю.Г. 1999а. Долговременный мониторинг сроков весенней миграции у воробьиных птиц на Куршской косе Балтийского моря. 1. Динамика сроков миграции. *Зоологический журнал*, 78 (6): 709–717.

Sokolov L.V., Markovets M.Yu., Shapoval A.P., Morozov Yu.G. 1999a. Long-term monitoring of spring migration time in passerines in the Courish Spit (the Baltic Sea). 1. Dynamics of migration terms. *Zoologicheskij zhurnal* [Russian Journal of Zoology], 78 (6): 709–717. (in Russian, with English summary)

15. Соколов Л.В., Марковец М.Ю., Шаповал А.П., Морозов Ю.Г. 1999б. Долговременный мониторинг сроков весенней миграции у воробьиных птиц на Куршской косе Балтийского моря. 2. Влияние температурного фактора на сроки миграции. *Зоологический журнал*, 78 (9): 1102–1109.

Sokolov L.V., Markovets M.Yu., Shapoval A.P., Morozov Yu.G. 1999b. Long-term monitoring of spring migration time in passerines in the Courish Spit (the Baltic Sea). 2. Influence of temperature on migration terms. *Zoologicheskij zhurnal* [Russian Journal of Zoology], 78 (9): 1102–1109. (in Russian, with English summary)

16. Фесенко Г.В., Михалевич О.А., Кныш Н.П. 1996. Соответствуют ли сроки весеннего прилета птиц сезонному развитию экосистем? *Вестник зоологии*, (4–5): 36–45.

Fesenko G.V., Michalevic O.A., Knish N.P. 1996. Do the dates of spring arrival of birds correspond with the seasonal development of ecosystems? *Vestnik zoologii*, (4–5): 36–45. (in Russian, with English summary)

17. Шаповал А.П. 2013. Зимние встречи хищных птиц в западной части Полтавской области. *Русский орнитологический журнал*, 22 (866): 922–925.

Shapoval A.P. 2013. Winter encounters with birds of prey in the western part of the Poltava region. *Russkiy ornitologicheskij zhurnal*, 22 (866): 922–925. (in Russian)

18. Ahola M., Laaksonen T., Sippola K., Eeva T., Raimio K., Lehikoinen E. 2004. Variation in climate warming along the migration route uncouples arrival and breeding dates. *Global Change Biology*, 10 (9): 1610–1617.

19. Bom E., Schutt L. 2006. En langtidsstudie (1938–2004) av flyttgaglarnas ankomst till mellersta Varm-land. *Ornis svecica*, 16 (3): 95–111.

20. Huppoo O., Winkel W. 2006. Climate change and timing of spring migration in the long-distance migrant *Ficedula hypoleuca* in central Europe: The role of spatially different temperature changes along migration routes. *Journal of Ornithology*, 147 (2): 344–353.

21. Saino N., Ambrosini R. 2008. Climatic connectivity between Africa and Europe may serve as a basis for phenotypic adjustment of migration schedules of trans-Saharan migratory birds. *Global Change Biology*, 14 (2): 250–263.

22. Sokolov L.V., Kosarev V.V. 2003. Relationship between timing of arrival of passerines to the Courish Spit and North Atlantic Oscillation index (NAOI) and precipitation in Africa. *В кн.: Труды Зоологического института РАН. Т. 299. СПб., Зоологический институт РАН: 141–154.*

Sokolov L.V., Kosarev V.V. 2003. Relationship between timing of arrival of passerines to the Courish Spit and North Atlantic Oscillation index (NAOI) and precipitation in Africa. *In: Trudy Zoologicheskogo instituta RAN. T. 299* [Proceedings of the Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences. Vol. 299]. Saint-Petersburg, Zoological Institute of Academy of Sciences of the Russia: 141–154.

23. Stenvander M., Lindstrom A., Jonzen N., Andersson A. 2005. Timing of spring migration in birds: Long-term trends, North Atlantic Oscillation and the significance of different migration routes. *Journal of Avian Biology*, 36 (3): 210–221.