

ДИНАМИКА СРОКОВ ПРИЛЕТА БЕЛОГО АИСТА (*CICONIA CICONIA*) В РАЙОНЕ КИЕВА С СЕРЕДИНЫ XIX в.

В.Н. Грищенко

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, УНЦ «Інститут біології», Канівський природний заповідник;
ул. Шевченко, 108, г. Канів, Черкасска обл., 19000, Україна
National Taras Shevchenko University of Kyiv, Institute of Biology, Kaniv Nature Reserve; Shevchenko str. 108, Kaniv, 19000, Ukraine
✉ vgrishchenko@mail.ru, vitaly@aetos.kiev.ua

Dynamics of arrival timing of the White Stork (*Ciconia ciconia*) in area of Kyiv since the middle of XIXth century. - V.N. Grishchenko. - *Berkut*. 25 (1). 2016. - On the base of literature sources, own observations and other data, I have compiled the almost continuous series of arrival dates since 1895. There were also observations for 1843–1852. Appearance of first storks in the area was registered (not necessarily in nests). During the whole study period, the arrival timing changed and these changes were non-linear. In general, the dynamics of dates can be described by the linear trend but the polynomial makes it more exactly. There were two periods of significant changes of timing in XXth century: at the end of its first half, arrival dates delayed and during the last decades they advanced. These periods differed not only by directions of changes but also by the duration. The first period was very brief and did not affect the overall picture. The second one was much longer and determinant the general tendency. It continued also in first decades of XXIth century. In total, since the end of XIXth century or beginning of XXth century, the speed of changes by the linear trend made about 1 day in 10 years. Results of analysis of shorter time series (significance and values of coefficient of linear regression) depended on chosen period. The arrival of the White Stork correlated with the air temperatures in Kyiv: with mean temperatures of March ($r = -0,46$; $p < 0,001$) and the whole year ($r = -0,52$; $p < 0,001$). This relation was more expressed for the warming period since last decades of XXth century. Fluctuations of arrival dates were sizeable. The mean absolute value of deviations from the long-term average date made $5,4 \pm 0,4$ days (range: 1–17). The amplitude of fluctuations was not equal during the whole study period. It raised in decades with considerable changes of timing and moreover directions of deviations were synchronized. [Russian].

Key words: Ukraine, phenology, migration, long-term study, climate change, trend, correlation, temperature.

По литературным данным и другим источникам составлен почти непрерывный ряд дат прилета белого аиста в г. Киев и его окрестности с конца XIX в. до 2016 г. Есть также данные за середину XIX в. За период наблюдений сроки прилета изменялись, эти изменения носили нелинейный характер. В целом их динамика может быть описана отрицательным линейным трендом, но более точно это делает полином третьей степени. В XX в. были два периода существенного смещения сроков прилета: в конце первой половины столетия и в его последние десятилетия. Они отличаются направлением изменений и их продолжительностью. В первый период даты прилета сместились на более поздние, но он был кратковременным и не оказал существенного влияния на общую картину динамики сроков миграции на протяжении века. Второй период оказался более длительным и определяющим общую тенденцию. Продолжается он и в первые десятилетия XXI в. В целом с конца XIX в. или начала XX в. скорость изменений сроков прилета по линейному тренду составляет примерно 1 день за 10 лет. При анализе более коротких рядов наблюдений статистическая достоверность и величина коэффициентов линейной регрессии зависят от выбранного периода. Отмечена слабая корреляция между сроками прилета белого аиста и средними температурами в Киеве – марта и года в целом, в наибольшей степени она выражена для периода потепления во второй половине XX в. Колебания сроков прилета довольно значительны. В среднем абсолютная величина отклонения от средней многолетней даты за весь период наблюдений составляет $5,4 \pm 0,4$ дня (lim: 1–17). Размах колебаний был неодинаковым за все время наблюдений. В периоды значительного смещения сроков прилета происходил рост их амплитуды и синхронизация направленности.

Ключевые слова: Украина, фенология, миграция, многолетние данные, изменение климата, тренд, корреляция, температура.

Происходящие изменения климата вызывают фенологический ответ (phenological response), который прослеживается во многих экосистемах. Современное его потепление отмечается как в Северном, так и Южном полушариях с середины 1970-х гг. (Соколов, 2006, 2010). Проведенные в последние десятилетия исследования показали, что изменения фенологии являются всеобщими. У многих растений и животных в разных странах обнаружен сдвиг фенофаз на более ранние сроки (Bradley et al., 1999; Ahas, Aasa, 2006; Menzel et al., 2006a; Ge et al., 2015 и др.). Сезон роста растений удлиняется, что тянет за собой цепочку следствий уже по всей экосистеме. При этом происходящие изменения весьма вариабельны во времени и в пространстве (Menzel et al., 2001, 2006b).

У птиц наиболее заметным является изменение сроков миграции. Для 983 случаев анализа у видов Евразии смещение сроков прилета на более ранние даты обнаружено в 39%, на более поздние – в 2%, стабильные сроки миграции – в 59% (Lehikoinen et al., 2004). Это стало уже общеизвестным фактом, однако мы пока далеки от понимания деталей этого сложного и многогранного явления. Выявленные в одном месте тенденции могут не подтверждаться для других регионов или других видов птиц. Так, проведенный для Великобритании анализ показал,

что в пределах одной страны тренды для одного и того же вида могут изменяться в довольно широких пределах, причем иногда даже меняться на противоположные (Sparks et al., 2007). Из-за значительной вариации сроков миграции статистически достоверные результаты можно получить только для длинных рядов наблюдений – как минимуму десятки лет. Но тут возникает другая проблема: величина коэффициента линейной регрессии может зависеть от периода наблюдений, а в целом изменения проходить нелинейно. Это было показано, например, для сроков прилета кряквы (*Anas platyrhynchos*) в Украине (Грищенко, 2014).

Для понимания общих закономерностей динамики сроков миграции птиц большой интерес представляет анализ очень длинных рядов наблюдений, охватывающих столетие и больше. Модельными объектами для таких исследований могут служить широко распространенные и хорошо известные всем виды, а пунктами наблюдений – места, где наблюдения за птицами проводятся давно и регулярно. Хорошую возможность для такого анализа дает длительный ряд наблюдений за сроками прилета белого аиста (*Ciconia ciconia*) в г. Киеве и его окрестностях.

Пролетные пути белого аиста на территории Украины впервые детально описал еще А.А. Браунер (1916), впо-

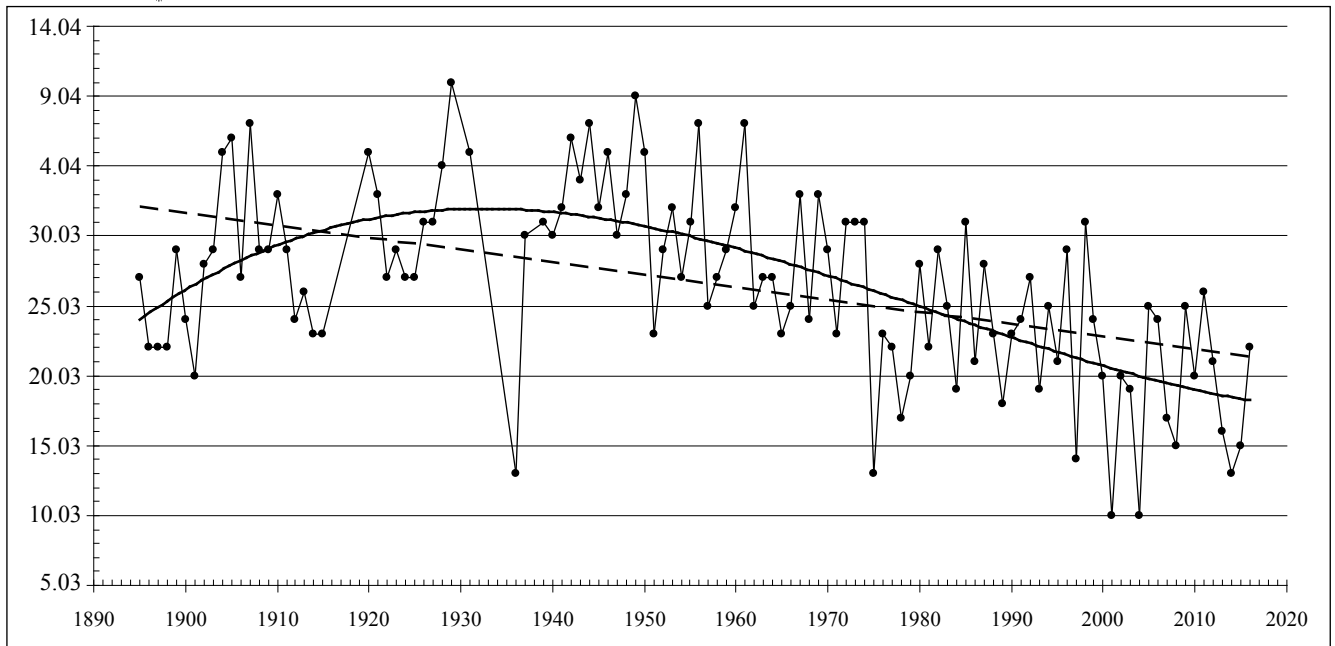


Рис. 1. Динамика сроков прилета белого аиста в Киев и окрестности в 1895–2016 гг.

Пунктирная линия – линейный тренд, сплошная – полином третьей степени.

Fig. 1. Dynamics of first arrival dates of the White Stork in Kyiv and outskirts in 1895–2016.

Dotted line – linear trend, solid line – polynomial trend.

следствии они были подтверждены и уточнены фенологическими картами миграции (Грищенко, Серебряков, 1992; Grischtschenko et al., 1995). Киев лежит на одном из ответвлений балкано-бессарабского пролетного пути, проходящего на северо-восток через центральные области Украины. А.А. Браунер считал, что в Киевской губернии аисты появляются весной с запада по галицко-подольско-волыньскому пути, однако фенологические карты прилета показали, что на территории Житомирской и Киевской областей эти два миграционных потока сливаются. То есть пункт наблюдений находится как раз на пути интенсивного весеннего продвижения аистов.

Целью этой работы было обобщение и анализ имеющихся данных о сроках прилета белого аиста в Киеве и его ближайших окрестностях.

Материал и методика

Первые данные о сроках прилета аистов в Киев за десятилетний период (1843–1852 гг.) опубликовал еще К.Ф. Кесслер (1852; Kessler, 1853). Позже город был одним из пунктов наблюдений за фенологией миграций птиц Д.Н. Кайгородова, данные по белому аисту есть для некоторых лет за период 1898–1909 гг. (Кайгородов, 1911). Впоследствии сведения о сроках прилета птиц в районе Киева публикуют многие орнитологи (Шарлеман, 1915; Данилович, 1926, 1933, 1947, 1949; Кістяківський, 1927; Шарлемань, 1930, 1933; Борзаківський, 1931; Серебряков, 1976; Полуда, 1983; Головушкин, 1992; Фесенко, 1992; Домашевский, 2008). А.М. Войтенко (1965) и В.А. Мельничук (1966) составили сводки по данным разных авторов за длительные периоды наблюдений. По белому аисту есть пробел за 1901 г., который можно восполнить, использо-

вав работу А.А. Браунера (1916). По наблюдениям его корреспондентов, в 1901 г. 20.03 прилет аистов отмечен в Радомышле, Переяславе и Золотоноше. Эту же дату можно взять и для Киева.

По этим материалам был составлен единый ряд дат прилета белого аиста в Киев и окрестности с начала XX в. Опубликованные данные дополнены личными наблюдениями с 1981 г. и сведениями за отдельные годы, полученными от других орнитологов и любителей птиц (С.В. Домашевского, С.А. Лопарева, А.А. Симона, Л.А. Смогоржевского и др.), за предоставление которых выражаю им свою благодарность. При наличии двух и больше фенодат за один и тот же год, использовалась наиболее ранняя. Даты до 1918 г. переведены в новый стиль*.

В итоге получен почти непрерывный ряд из 98 фенодат за период в 116 лет – с 1901 по 2016 гг. Наибольшие пропуски есть за три десятилетия – 1910-е, 1930-е и 1940-е гг., однако даже для них имеется от 4 до 6 фенодат. Отчасти этот недостаток можно восполнить, используя данные по другим, расположенным недалеко от Киева точкам. Так, опубликованы наблюдения за сроками прилета белого аиста в с. Селичевка Барышевского района Киевской области (41 км к востоку от Киева) – 21 фенодата за 1939–1960 гг. (Сезонная жизнь..., 1969). Средние даты для Киева и Селичевки за этот период отличаются всего лишь на 1,3 дня. Можно использовать недостающие данные, введя для большей точности поправку на –1 день. Таким образом удастся получить данные еще за 8 лет. Они вполне вписываются в общую картину (рис. 1).

* Кроме данных Г. Гёбеля (Goebel, 1879), которые приведены автором по новому стилю.



Таблица 1

Основные статистические параметры ряда наблюдений

Main statistical parameters of the dataset

Период	n	M	Me	SD	SE	Lim	K-S
1901–2016	106	27.03	27.03	6,83	0,66	10.03 – 10.04	0,070; p > 0,200
1895–2016	112	27.03	27.03	6,69	0,63	10.03 – 10.04	0,065; p > 0,200

За 1890-е гг. у Д.Н. Кайгородова (1911) есть только одна дата для Киева – 22.03.1898 г. Даты прилета еще за несколько лет можно реконструировать, также используя данные по другим пунктам. Оптимальным вариантом в данном случае, по моему мнению, являются наблюдения П.И. Баумана (1916) в г. Тростянце нынешней Винницкой области в 1895–1911 гг. Киев и Тростянец лежат на одном пролетном пути аистов, сроки прилета их в этих двух пунктах тесно скоррелированы (1898–1911; n = 12; r = 0,70; p < 0,02). Разница между средними многолетними датами для двух точек за этот период составляет 2 дня, т.е. можно взять даты для Тростянца с поправкой +2 дня. Конечно, эти фенодаты условны, поэтому в дальнейшем будем их использовать только для дополнения общей картины.

Для характеристики сроков прилета белого аиста в Киевской области помимо указанных выше источников использованы литературные данные (Сабиневский и др., 1988; Борзаковский, 1998), личные наблюдения и материалы, собранные в ходе международных учетов и исследований на мониторинговых участках (см. Грищенко, Яблоновская-Грищенко, 2013б и др.), а также сведения из Интернета (bird-hobby.com.ua, birdwatch.org.ua, raptors.org.ua, www.facebook.com, www.rbcu.ru/forum, www.springalive.net).

В ходе фенологических наблюдений отмечалось появление первых птиц в данной местности (не обязательно на гнездах).

Значения индекса САК (североатлантическое колебание – разница между нормализованными показателями атмосферного давления на уровне моря в районе Азорских о-вов и в Исландии) взяты на сайте Climate Prediction Center*, среднемесячные и среднегодовые температуры в Киеве – на сайте Центральной геофизической обсерватории (ЦГО)**. Индексы САК характеризуют состояние атмосферы в Северной Атлантике, что, в свою очередь, определяет погоду на значительной части северного полушария. Они часто используются для общей оценки метеорологической ситуации в Европе зимой и в начале весны (см. Соколов, 2006, 2010).

Результаты

В таблице 1 приводятся основные статистические параметры ряда наблюдений. Как видно, дополнение расчетными данными за 1890-е гг. практически ничего в них не изменяет. Средняя многолетняя дата прилета белого аиста в Киев 27.03. Медиана совпадает со сред-

ним значением. Выборка распределена нормально (тест Колмогорова-Смирнова). Сроки прилета колеблются в пределах целого месяца – разница между крайними датами составляет 31 день.

Средняя дата в точности соответствует средней многолетней дате прилета белого аиста для Киевской области в 1975–1993 гг. (Grischtschenko et al., 1995). При этом размах

Таблица 2

Коэффициенты линейной регрессии ($y = a + bx$) за разные периоды наблюдений

Coefficients of linear regression ($y = a + bx$) for different periods of observations

Период	n	b	R ²	p
1895–2016	112	-0,088	0,223	< 0,001
1901–2016	106	-0,113	0,308	< 0,001
1895–1950	46	0,151	0,205	< 0,005
1901–1940	30	0,011	–	–
1901–1950	40	0,116	0,104	< 0,05
1901–1960	50	0,044	0,024	–
1901–1970	60	0,005	–	–
1901–1980	70	-0,051	0,043	> 0,05
1901–1990	80	-0,073	0,106	< 0,005
1901–2000	90	-0,083	0,159	< 0,001
1911–1950	30	0,218	0,218	< 0,01
1921–1950	24	0,179	0,096	–
1911–1940	20	0,116	0,30	–
1911–1960	40	0,080	0,049	–
1921–1960	24	0,179	0,096	–
1951–2016	66	-0,189	0,346	< 0,001
1951–2000	50	-0,164	0,195	< 0,001
1951–1990	40	-0,208	0,201	< 0,005
1951–1980	30	-0,259	0,168	< 0,05
1961–2016	56	-0,193	0,274	< 0,001
1961–2000	40	-0,162	0,123	< 0,05
1971–2016	46	-0,163	0,152	< 0,01
1971–2000	30	-0,067	0,014	–
1981–2016	36	-0,211	0,168	< 0,02
1987–2016	30	-0,215	0,123	> 0,05
1991–2016	26	-0,233	0,103	–
2001–2016	16	0,153	0,020	–
1941–2016	76	-0,220	0,499	< 0,001
1941–2000	60	-0,220	0,393	< 0,001
1941–1990	50	-0,267	0,411	< 0,001
1941–1980	40	-0,320	0,385	< 0,001
1941–1970	30	-0,269	0,233	< 0,01
1941–1960	20	-0,347	0,199	< 0,05

* <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/pna/nao.shtml>

** http://www.cgo.kiev.ua/index.php?fn=k_klimat&f=kyiv&p=1

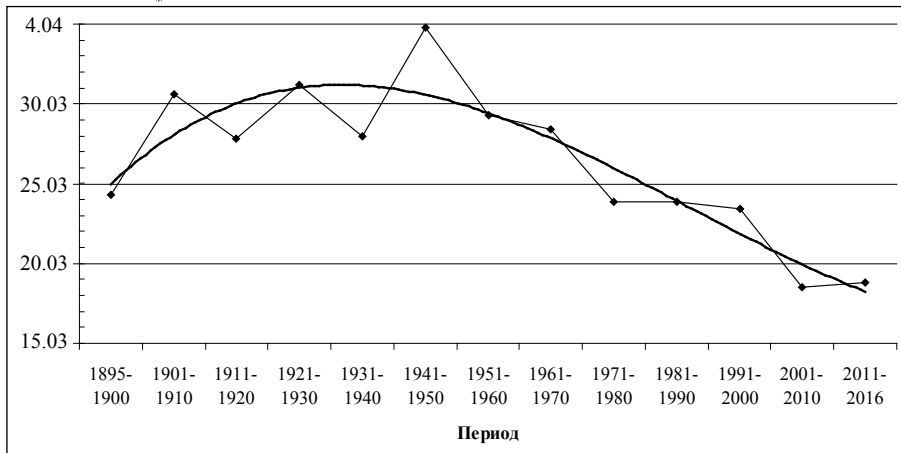


Рис. 2. Динамика средних дат прилета белого аиста по десятилетиям.
Сплошная – полином третьей степени.

Fig. 2. Dynamics of mean dates of the White Stork arrival by decades.
Solid line – polynomial trend.

вариации в области несколько больше ($SD = 7,9$), диапазон значений шире – 41 день (7.03 – 17.04).

Наиболее ранний прилет белого аиста в Киев отмечен в 2001 и 2004 гг. – 10.03, наиболее поздний – 10.04.1929 г. Очень ранний прилет наблюдался также в 1936 и в 1975 гг. – 13.03, очень поздний – 9.04.1949, в 1907, 1956, 1961 гг. аисты появлялись в Киеве 7.04.

Происходившие с конца XIX в. изменения сроков прилета белого аиста можно вполне охарактеризовать линейным трендом (рис. 1, табл. 2). Дата прилета смещается на более раннюю в среднем примерно на 1 день за 10 лет. Хорошо видно, однако, что происходили эти изменения нелинейно, и гораздо точнее картину описывает аппроксимация полиномом третьей степени ($R^2 = 0,412$; $p < 0,001$). В первые десятилетия XX в. сроки прилета смещались в сторону более поздних дат и лишь во второй половине столетия тенденция изменилась на противоположную.

Проанализируем тренды более детально по различным отрезкам времени (табл. 2). Если за точку отсчета брать начало XX в., статистически достоверными изменения становятся лишь за период 1901–1950 гг. Коэффициент регрессии положителен – за счет значительного запаздывания сроков прилета в 1940-х гг. Однако в дальнейшем изменения пошли в обратную сторону, и при увеличении периода наблюдений линейный тренд перестает быть достоверным. Снова статистически значимым, но уже с отрицательным знаком, он становится только при продолжении периода наблюдений не менее чем до 1990-х гг.

Для первой половины XX в. статистически достоверно смещение сроков прилета на более поздние даты, также примерно на 1 день за 10 лет. Тенденция эта становится еще более выраженной, если учесть данные за 1890-е гг. Но при сокращении периода наблюдений тренд быстро перестает быть достоверным. Наиболее сильные и статистически значимые изменения происходили на протяжении 4 десятилетий – в 1911–1950 гг. Перелом наступил в середине столетия – сроки прилета аистов сначала стабилизировались, затем начали смещаться на более ранние. Для второй половины XX в. и начала XXI в.

есть достоверный отрицательный тренд. Однако, здесь также не так все просто. Наиболее поздние сроки прилета отмечались в 1940-е гг. Если брать их за точку отсчета, видим, что самые сильные, причем статистически достоверные, изменения произошли в первые 20 лет, затем темпы их постепенно снижаются. В целом за период с 1941 г. сроки прилета белого аиста в Киев смещаются в среднем примерно на 2 дня за 10 лет. Смещение начального десятилетия отсчета постепенно сводит линейную регрессию на нет. Уже за последние 30 лет изменения статистически недостоверны. Причина этого – сравнительно невысокие темпы изменения сроков при большой их ва-

риабельности. Для получения статистически достоверных данных в таких случаях нужны ряды наблюдений больше 30 лет. Интересен «заключительный аккорд» – перемена знака коэффициента регрессии за период с начала XXI в. Вследствие короткого отрезка времени этот тренд статистически не значим, однако не исключено, что намечается очередной «перегиб» тенденций. Остается подождать лет 15–20, пока ситуация не прояснится.

Сроки миграций птиц варьируют в широких пределах, затушевывая в значительной степени происходящие изменения. Уменьшить амплитуду колебаний можно усредняя даты за определенные промежутки времени. В данном случае это удобнее всего сделать по десятилетиям. Полученная картина дополняет и уточняет исходную (рис. 2). До середины XX в. средние за десятилетие даты колебались то в одну, то в другую сторону. Получилась своеобразная синусоида. Для конца XIX в. был характерен сравнительно ранний прилет, средняя дата за 6 лет – 24.03. Дальше 4 десятилетия шли ровные колебания между 31 и 28.03. В 1940-е гг. был достигнут максимум – 4.04. Если для расчета использовать данные только по Киеву, опустив добавленные наблюдения в с. Селичевка, получим ту же дату – 4.04, то есть ничего это не меняет. Позже еще на 20 лет средние даты вернулись к прежнему уровню – 29 и 28.03, а вот затем стали смещаться вниз. Три десятилетия они держались примерно на уровне конца XIX в., а в начале нашего столетия сместились на еще более ранние даты. Сейчас аисты прилетают в Киев в среднем 19.03. Если сравнить первые десятилетия XX и XXI вв., выходит, что за сто лет средняя дата прилета белого аиста в Киев сместилась на 12 дней ($t = 4,90$; $p < 0,001$).

Изменения средних дат по десятилетиям также можно описать уравнением линейной регрессии ($b = -0,083$; $R^2 = 0,443$; $p < 0,02$), но полином третьей степени делает это намного лучше ($R^2 = 0,819$; $p < 0,01$). Нелинейность изменений видна очень четко (рис. 2).

Имеющиеся данные по XIX ст., к сожалению, не дают возможности для столь детального анализа. Во-первых, их очень мало – не удастся составить не то что непрерывный



ряд, пусть и с пробелами, но даже и жидкий пунктир; во-вторых, они не совсем надежны. К.Ф. Кесслер в двух работах приводит сведения о сроках появления белого аиста в окрестностях Киева за 10 лет – с 1843 по 1852 гг. (Кесслер, 1852; Kessler, 1853). Средняя дата прилета, по его наблюдениям, получается 12.04 ($n = 10$; $Me = 10.04$; $SE = 2,9$; $lim\ 2.04 - 2.05$), что очень поздно, даже с учетом возможных изменений сроков. Причем сам автор пишет: «Очевидно однако, что мне не всегда могло удаваться видеть действительно первых, прилетевших к нам аистов (тем более, что в самом городе они нигде не вьют гнезда), а что вероятно в большем числе случаев они находились тут уже несколько дней. В самом деле мне рассказывали, что в одном селе, отстоящем от Киева к югу верст на 60 и служащем ежегодно пристанищем нескольким четам аистов, в продолжении многих лет сделано наблюдение, что они возвращаются туда из зимнего своего странствования, обыкновенно не позже 19 числа Марта [т.е. 31.03 по нов. ст. – В.Г.]» (Кесслер, 1852, с. 50). А.А. Браунер (1916) при анализе в расчет эти данные не принимает «вследствие их неточности». К тому же сам автор добавляет путаницы. В своей немецкоязычной статье по миграциям птиц К.Ф. Кесслер (1853) сравнивает наиболее ранние и наиболее поздние даты прилета птиц в Киев с наблюдениями Тизенгауза в его имении Поставы за те же годы. При этом для белого аиста как самая ранняя указана дата 21 марта 1849 г. (здесь я привожу даты в оригинале), а как самая поздняя – 9 апреля 1844 г. Но для этого года раньше указана другая дата – 20 апреля, причем она повторяется в двух работах. Скорее всего, это просто ошибка, и автор имел в виду 9 апреля 1845 г., а дату 20 апреля отбросил как выходящую далеко за пределы ряда наблюдений*. Нам остается лишь пойти вслед за К.Ф. Кесслером и провести перерасчет без этой аномальной даты. Получаем 9.04 ($n = 9$; $Me = 8.04$; $SE = 2,0$; $lim\ 2.04 - 21.04$), что все равно достаточно поздно для прилета белого аиста.

Для сравнения можно использовать данные по другим пунктам наблюдений. По материалам А.Ф. Миддендорфа (цит. по: Браунер, 1916), в Кишиневе, который лежит с Киевом на одном пролетном пути аистов, в 1845–1854 гг. прилет регистрировался в среднем 28.03 ($n = 8$; $Me = 29.03$; $SE = 2,2$; $lim\ 19.03 - 6.04$). По данным Д.Н. Кайгородова (1911) и А.А. Баунера (1916), в Средней Бессарабии в 1898–1914 гг. средняя дата прилета 24.03, в Киеве за тот же период – 28.03. Разница в 4 дня (по медианам – 5). То есть для Киева можно говорить о средних сроках прилета в 1840–1850-х гг. примерно в первых числах апреля. Имеются данные Г. Гёбеля по Уманскому округу за 1868–1875 гг. (Goebel, 1879). Средняя дата прилета белого аиста

* На самом деле ничего совсем невероятного в столь позднем прилете аистов нет, в отдельных населенных пунктах они могут появляться очень поздно, особенно в катастрофические годы, когда задерживается прилет всей популяции (см. Грищенко, 2009), но в данном случае наблюдения проводились в окрестностях большого города, когда есть возможность из многих наблюдений выбирать наиболее ранние. С учетом этого и небольшого размера выборки столь поздней датой прилета при расчетах лучше пренебречь.

31.03 ($n = 8$; $Me = 3.04$; $SE = 3,1$; $lim\ 18.03 - 9.04$). С поправкой на расстояние до Киева это также дает первые числа апреля.

Таким образом, можно считать, что в середине XIX в. для белого аиста были характерны достаточно поздние сроки прилета, примерно такие же, как в некоторые десятилетия первой половины XX в.

Связь сроков прилета белого аиста с индексами САК не обнаружена – ни с ежемесячными (февраль, март), ни с индексом за декабрь – февраль.

Для всего периода наблюдений (1895–2016) есть слабая отрицательная корреляция между сроками прилета белого аиста и температурными показателями для Киева: среднегодовой температурой ($r = -0,52$; $p < 0,001$) и средней температурой марта ($r = -0,46$; $p < 0,001$). Причем степень связи усиливается, если отбросить данные за конец XIX в. (табл. 3). То есть ранний прилет характерен для более теплого начала весны и более теплого года в целом. Как и в случае с регрессией, результаты анализа существенно различаются в зависимости от выбранного периода наблюдений. Весь ряд фенодат можно разделить примерно пополам на две части, которые оказываются разнокачественными. Для второго периода (1951–2016) описанная связь хорошо выражена и устойчива. При изменении длины ряда наблюдений коэффициенты корреляции меняются незначительно. В последние десятилетия связь

Таблица 3

Корреляция сроков прилета белого аиста с температурой воздуха ($^{\circ}C$) в Киеве для различных периодов времени
Correlation between arrival dates of the White Stork and air temperatures ($^{\circ}C$) in Kyiv for different periods

Период	Средняя за год		Средняя за март	
	r	p	r	p
1895–2016	-0,52	< 0,001	-0,46	< 0,001
1901–2016	-0,54	< 0,001	-0,49	< 0,001
1895–1950	-0,20	–	-0,28	0,06
1901–1950	-0,23	–	-0,41	< 0,01
1911–1950	-0,21	–	-0,39	< 0,05
1921–1950	-0,30	–	-0,41	< 0,05
1931–1950	-0,24	–	-0,42	–
1901–1930	-0,29	–	-0,38	0,06
1901–1940	-0,39	< 0,05	-0,43	< 0,02
1921–1960	-0,39	< 0,05	-0,37	< 0,05
1921–1970	-0,30	< 0,05	-0,25	–
1921–1980	-0,32	< 0,02	-0,34	< 0,02
1921–1990	-0,38	< 0,005	-0,40	< 0,005
1931–1970	-0,25	–	-0,21	–
1931–1980	-0,28	0,07	-0,33	< 0,05
1931–1990	-0,34	< 0,02	-0,39	< 0,005
1951–2016	-0,50	< 0,001	-0,48	< 0,001
1961–2016	-0,44	< 0,001	-0,43	< 0,001
1971–2016	-0,44	< 0,005	-0,46	< 0,001
1981–2016	-0,43	< 0,05	-0,48	< 0,005
1991–2016	-0,30	–	-0,46	< 0,02
2001–2016	-0,15	–	-0,45	0,08

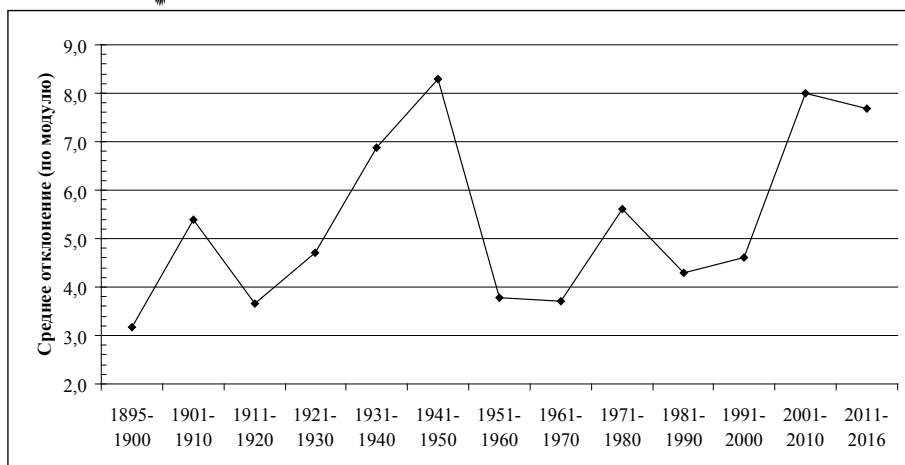


Рис. 3. Динамика средних значений абсолютной величины отклонений сроков прилета белого аиста от средней многолетней даты за весь период наблюдений (дни).
Fig. 3. Dynamics of mean absolute values of deviations of the White Stork's arrival dates from the long-term average date for the whole period of observations (days).

между датой прилета и средней температурой за год исчезает, а вот корреляция с температурой марта сохраняется, пока длины ряда хватает для получения статистически достоверных значений. В первом периоде (1901–1950) есть лишь более слабая корреляция сроков прилета со средней температурой марта. Связь со среднегодовой температурой проявляется лишь при учете данных с начала века до 1940-х гг. При смещении точки отсчета на последующие десятилетия она становится менее устойчивой, коэффициенты корреляции изменяются в больших пределах, в некоторых случаях связь становится статистически недостоверной. То есть смешивание данных из двух периодов размывает обнаруженную закономерность. Связь между датами прилета и температурными показателями наиболее отчетливо проявляется для тех десятилетий, когда происходило выраженное повышение температуры и изменение сроков весенней миграции белого аиста.

Это хорошо видно, если проводить расчеты не для данных за отдельные годы, а усреднив их по десятилетиям. В таком случае за период наблюдений с начала XX в. корреляция средних дат прилета со средней температурой за десятилетие возрастает до $-0,89$ ($p < 0,001$), а со средней температурой марта – до $-0,94$ ($p < 0,001$). Связь становится еще более тесной, если взять данные отдельно для второго из упомянутых выше отрезков времени (1951–2016) – соответственно $r = -0,92$ ($p < 0,005$) и $r = -0,98$ ($p < 0,001$). А вот для первого из них (1901–1950) она разрушается. Корреляция со средней температурой за десятилетие отсутствует ($r = -0,09$), а со средней температурой марта становится статистически недостоверной ($r = -0,82$; $p = 0,09$).

В эту закономерность хорошо вписывается и поздний прилет аистов в середине XIX в. По приведенным на сайте ЦГО данным, средняя температура марта за период 1843–1852 гг. – годы, когда в Киеве проводил наблюдения К.Ф. Кесслер – была ниже, чем в любое из десятилетий XX в.

Колебания сроков прилета белого аиста довольно значительны. В среднем абсолютная величина отклонения от

средней многолетней даты за весь период наблюдений составляет $5,4 \pm 0,4$ дня (медиана – 4,4 дня). В 25% случаев эти отклонения составляют не более 2 дней, в 50% – до 4, в 75% – до 8. В отдельных случаях они достигают двух недель и больше, максимальные значения – 14 дней в 1929 и 1936 гг. и 17 – в 2001 и 2004 гг. По абсолютной величине средние значения положительных и отрицательных отклонений достоверно не различаются (использовался критерий Манна-Уитни, поскольку распределены отклонения не нормально). Размах колебаний был неодинаковым за весь период наблюдений. Наибольшие отклонения от многолетней нормы наблюдались в 1930–1940-е гг.*

и в первые десятилетия XXI в. (рис. 3), то есть в те отрезки времени, когда происходили самые существенные изменения сроков прилета. В периоды же стабилизации средняя величина отклонений по модулю не превышала 3–6 дней. Причем в 1940-е гг. не было отклонений с отрицательным знаком, а в 2001–2016 гг. – с положительным. Как видим, значительные смещения сроков прилета белого аиста происходят за счет роста амплитуды колебаний и синхронизации их направленности.

Обсуждение

Итак, в XX в. были два периода существенного смещения сроков прилета белого аиста в районе Киева: в конце первой половины столетия и в его последние десятилетия. Отличаются они не только направлением изменения, но и его продолжительностью. В первый период даты прилета сместились на более поздние, но продолжалось это совсем недолго. Пик изменений наступил в конце 1940-х гг., а уже в следующем десятилетии они пошли в обратную сторону (рис. 1, 2). Это кратковременное запаздывание прилета не оказало сколько-нибудь существенного влияния на общую картину динамики сроков миграции на протяжении столетия – в целом тренд отрицателен. А вот второй период оказался более длительным и определяющим общую тенденцию. Продолжается он и в первые десятилетия XXI в., хотя, возможно, уже наметилась тенденция стабилизации сроков.

Конечно, нужно сделать поправку на то, что за прошедшие более чем полтора столетия наблюдения проводились разными людьми, в разных условиях и разными способами. Это повышает разброс данных, делает их не

* 1930-е гг. в данном случае можно и не рассматривать из-за значительной неполноты выборки – есть данные только за 5 лет из 10, при этом одно значение отклонения сильно выбивается из общего ряда – очень ранний прилет в 1936 г. В других случаях со столь сильными отклонениями выборка сбалансирована другими данными.



вполне сравнимыми за разные периоды. Так, сильное смещение сроков прилета белого аиста в последнее время отчасти связано с интенсификацией исследований. Когда наблюдения проводит большое количество орнитологов и любителей птиц, имеющих возможность быстро обмениваться информацией при помощи современных средств связи, а главное – в социальных сетях и на Интернет-форумах, вероятность регистрации наиболее ранних дат появления птиц максимальна. Ни один, ни несколько разобщенных наблюдателей не могут обеспечить столь плотный охват территории.

Однако, анализировать мы можем лишь тот материал, который есть. Да и при высокой изменчивости сроков миграции птиц возможные неточности наблюдений не выходят за пределы естественной вариации фенодата. Проблемы тут могут быть лишь в деталях. Главный вывод можно сделать вполне уверенно – сроки прилета белого аиста изменяются, и на больших отрезках времени изменения эти носят нелинейный характер.

В начале статьи я говорил о неоднозначности и противоречивости тенденций изменения сроков миграции птиц. Белый аист – хороший тому пример. Сравните описанные выше тренды с полным отсутствием каких-либо изменений в районе Каневского заповедника (Грищенко, 1998, 2010). Причем речь идет не о статистической недостоверности регрессии из-за недостатка данных, ее просто нет – значения коэффициентов намного меньше, чем для Киева. А ведь этот пункт наблюдений расположен всего за сотню километров к юго-юго-востоку. Возможно, это связано с тем, что Киев лежит на пролетном пути, а Канев несколько в стороне. Может быть, есть другие причины. Чтобы во всем этом разобраться, нужен анализ длинных рядов наблюдений по многим точкам.

Причем наблюдения проводились по сходной методике – на некоторой довольно большой территории. Конечно, площадь ее для района Каневского заповедника намного меньше, чем для окрестностей Киева, но при регистрации прилета аистов в нескольких селах в разные дни, выбиралась наиболее ранняя дата. Это существенный момент, на котором стоит остановиться.

Результаты фенологических наблюдений за миграцией птиц можно группировать как по точкам, так и по площадям. Дело не в размере участка, на котором проводились наблюдения, а в принципе отбора данных: для точки выбираются наиболее ранние даты (или наиболее поздние – для окончания миграции), а для площади – из нескольких вычисляется средняя. При этом условной «точкой» может быть и довольно большая территория, например, лесостепная часть Сумской области (Книш, 1994) или район Кременчугского водохранилища (Гаврилюк та ін., 2014). С другой стороны, данные, собранные на большой территории, могут приводиться и по отдельным пунктам наблюдений (Ильчук, Журавчук, 2015). Площадью или точкой может быть и вся Украина, если брать, соответственно, среднюю или наиболее раннюю дату прилета за конкретный год.

Средние даты прилета (отлета), вычисленные для точки и для площади могут заметно отличаться. Именно это мы имеем в данном случае. Средняя дата прилета белого

аиста в Киев (точка) в 2001–2016 гг. – 19.03 ($n = 16$; $Me = 20.03$; $SE = 1,3$; $SD = 5,2$; $lim\ 10.03 - 26.03$), в Киевскую область (площадь) – 27.03 ($n = 98$; $Me = 26.03$; $SE = 0,9$; $SD = 8,5$; $lim\ 10.03 - 1.05$; $t = 3,78$, $p < 0,001$). Хорошо видно, почему возникает смещение – за счет учета во втором случае поздних дат прилета. Но его может и не быть. Так, для окрестностей Каневского заповедника и Черкасской области средняя многолетняя дата прилета белого аиста одинакова. Определенную роль может играть и размер территории, которая входит в условную «точку» наблюдений.

Оба варианта представления данных имеют свои достоинства и недостатки. Точечный – дает более точную информацию о сроках начала или окончания миграции вида в данной местности, но он сильно зависит от случайностей. Площадной – характеризует сроки миграции всей территориальной группировки птиц, показывает закономерность с учетом всех флуктуаций, но средняя дата при этом выходит несколько смещенной по сравнению с началом миграции вида в регионе.

В наибольшей степени влияние случайностей проявляется в аномальные сезоны. В катастрофические годы прилет белого аиста существенно запаздывает и растягивается во времени (см. Грищенко, 2009). Так, в 2005 г. для Киевской области задержка прилета по сравнению с многолетними данными составила в среднем $8,1 \pm 2,7$ дня ($n = 16$). Средняя дата прилета – 5.04 ($lim\ 25.03 - 1.05$). В окрестностях Киева белый аист отмечен 25.03 (Домашевский, 2008), то есть это наиболее раннее наблюдение для всей области этой весной. В 1997 г. также была значительная задержка прилета, тем не менее возле Киева белый аист наблюдался уже 14.03 (Домашевский, 2008), что рано даже для нормальной весны. В среднем в Киевской области прилет отмечен 2.04 ($n = 3$; 14.03 – 15.04). В такие годы отдельные стаи появляются на пролетных путях в довольно ранние сроки, и они регистрируются наблюдателями, хотя массовая миграция начинается значительно позже. Аналогичная ситуация возникает, когда начавшаяся миграция задерживается резким и длительным похолоданием, как это было в марте 2013 г.

Как показали наблюдения в Западной Польше, появление первых аистов на гнездах слабо коррелирует с медианной датой прилета (Ptaszyk et al., 2003). Этот показатель для пункта наблюдений можно считать близким к средней дате прилета для большой территории.

Это методическое отступление необходимо, чтобы разобраться в том, что и как изменяется в фенологии миграций птиц под влиянием перемен климата. У белого аиста в Украине наибольшее смещение показывают даты появления первых птиц на пролетных путях – наблюдения в отдельных точках (по крайней мере, некоторых), сроки миграции всей популяции (их характеризуют, например, средние даты прилета по областям) более стабильны. А вот у черного аиста (*Ciconia nigra*) обнаружено изменение сроков прилета для всей Украины в целом (Грищенко, у друці).

Результаты проведенного анализа вполне соответствуют данным, полученным орнитологами в других странах. В окрестностях Познани в Польше в 1983–2002 гг. прилет



аистов регистрировался примерно на 10 дней раньше, чем 100 лет назад. За 20-летний период наблюдений отмечено существенное смещение сроков прилета на более ранние даты, при этом медианная дата прилета оставалась стабильной (Ptaszyk et al., 2003). В заповеднике «Жувинтас» на юге Литвы в 1966–2000 гг. сроки прилета смещались на более ранние в среднем на 0,19 дней за год (Žalakevičius et al., 2009). Анализ данных по срокам прилета белого аиста, собранных в 8 пунктах наблюдений в Литве в 1961–2000 гг. (Vaitkuvienė et al., 2014), показал наличие достоверного отрицательного линейного тренда ($b = -0,123$; $p < 0,05$), что близко к нашим данным для Киева за этот же период (табл. 3). В Испании за 60 лет (1944–2004 гг.) сроки прилета белого аиста изменились аж на 40 дней, в наибольшей степени – за последние два десятилетия (Gordo, Sanz, 2006).

Но здесь также хватает противоречий. Так, по другим данным, на востоке Литвы сроки прилета белого аиста в 1971–2004 гг. смещались на более поздние даты (Zalakevičius et al., 2006). В Словакии не обнаружено различий в сроках прилета белого аиста для двух периодов – 1895–1913 гг. и 1977–2007 гг. (Gordo et al., 2013). Нет смещения сроков и на востоке Польши в 1972–1996 гг. (Biaduń et al., 2011).

Тот факт, что часть птиц прилетает все раньше, объясняют изменениями климата, прежде всего, повышением температуры приземного слоя воздуха. Для белого аиста во многих работах показано влияние на сроки прилета погодных факторов. Так, в Литве обнаружена связь между появлением первых птиц и устойчивым переходом среднесуточной температуры в местах гнездования через 3 °C (Vaitkuvienė et al., 2014), температурными условиями на путях пролета (Žalakevičius et al., 2009). Однако, такая связь достаточно слабая, поскольку на миграцию птиц влияет множество других факторов. Это же мы видим и для прилета аистов в Киев.

Возникает еще одно противоречие. По данным климатологов, потепление климата было и в первой половине XX в. Началось оно в конце XIX в. во внэкваториальных широтах северного полушария. Максимум был достигнут в последние годы столетия, затем наступило некоторое снижение температуры, сменившееся ее быстрым повышением. Самые высокие температуры отмечались в конце 1930-х гг. В следующем десятилетии рост температуры сменился ее снижением. Похолодание ускорилось в 1960-х гг. К середине десятилетия средняя температура в северном полушарии вернулась к уровню конца 1910-х гг. (Будыко, 1980). Изменения сроков прилета аистов в Киев в первой половине XX в. хорошо ложатся в описанную схему. Правда, получается, что птицы противоположным образом отреагировали на два периода потепления – в начале и в конце столетия. Однако, противоречие разрешается, если рассматривать динамику температур конкретно по Киеву. Из данных, приведенных на сайте ЦГО, следует, что никаких существенных изменений температуры в районе Киева в описываемый период не было. Расчет средних температур за десятилетие показывает, что в XX в. на протяжении 70 лет они колебались в пределах 7,0–7,5 °C. Лишь в 1970-х гг. началось быстро прогрессирующее повышение температуры – как среднегодовой, так и средней

температуры марта. Наибольший скачок температуры произошел в первое десятилетие XXI в. А вот в текущем десятилетии темпы изменений несколько уменьшились, температура марта даже снизилась. Конечно, десятилетие еще не закончилось, рано делать выводы, но и прошедшие 6 лет дают весьма существенную информацию. По крайней мере, намечающаяся тенденция к стабилизации сроков прилета белого аиста находит свое объяснение. Тем более, что это не единичное явление. Перелом тенденций изменения сроков прилета на рубеже веков отмечен нами также у двух видов уток – кряквы и чирка-трескунка (*Anas querquedula*) (Грищенко, 2014).

Очевидно, в первом периоде потепления на сроки прилета аистов повлияли не изменения температуры, а другие сопутствующие факторы. Прежде всего это может быть количество осадков. Известно, что потепление климата в 1910–1930 гг. сопровождалось его уменьшением, особенно в холодное время года, сокращением стока рек, падением уровня замкнутых водоемов. Возросла частота засух, охватывающих большие территории (Будыко, 1980). Для околородной птицы такие неблагоприятные изменения могли иметь существенное значение. По всей видимости, это было одной из главных причин отката границы ареала белого аиста на юго-востоке Украины в первой половине XX в. (Грищенко, Яблоновская-Грищенко, 2013а).

Выводы

1. Сроки прилета белого аиста в район Киева на протяжении последних полутора столетий изменялись, и эти изменения носили нелинейный характер.

2. В XX в. были два периода существенного смещения сроков прилета: в конце первой половины столетия – на более поздние даты, в его последние десятилетия – на более ранние. Отличаются они как направлением изменений, так и продолжительностью. Первый период был кратковременным и не оказал существенного влияния на общую картину динамики сроков миграции на протяжении века. Второй период оказался более длительным и определяющим общую тенденцию. Продолжается он и в первые десятилетия XXI в., хотя, возможно, уже наметилась тенденция стабилизации сроков.

3. Динамика сроков прилета с конца XIX в. может быть в целом охарактеризована отрицательным линейным трендом, скорость изменений составляет примерно 1 день за 10 лет.

4. Статистическая достоверность и величина коэффициентов линейной регрессии зависят от выбранного периода наблюдений.

5. С начала XX в. до начала XXI в. средняя дата прилета белого аиста в Киев сместилась на 12 дней – с 31.03 до 19.03.

6. Есть слабая корреляция между сроками прилета белого аиста и средними температурами в Киеве – марта и года в целом, в наибольшей степени она выражена для периода потепления во второй половине XX в.

7. В периоды значительного смещения сроков прилета белого аиста отмечаются рост амплитуды и синхронизация направленности их колебаний.



ЛИТЕРАТУРА

- Бауман П.И. (1916): Заметка о первом появлении птиц весной в м. Тростянце, Брацлавского уезда, Подольской губернии. - Орн. вестн. 2: 122.
- Борзаківський Д.М. (1931): Рух весни в околицях Кисва 1931 р. - Укр. мисливець та рибалка. 8-9: 37.
- Борзаковский Д.Н. (1998): Материалы по фенологии миграций птиц в Иванковском районе Киевской области. - Авифауна Украины. 1: 82-86.
- Браунер А.А. (1916): О весеннем пролете аиста. - Орн. вестн. 2: 109-119.
- Будыко М.И. (1980): Климат в прошлом и будущем. Л.: Гидрометеоздат. 1-352.
- Войтенко А.М. (1965): До фенології весняного прильоту птахів. - Наземні хребетні України. Київ: Наукова думка. 101-103.
- Гаврилюк М.Н., Ллюха О.В., Борисенко М.М. (2014): Строки сезонних міграцій птахів у районі Кременчуцького водосховища у 2003–2012 рр. - Авифауна України. 5: 67-81.
- Головушкин М.И. (1992): Фенология весеннего прилета птиц в окрестностях Киева. - Сез. миграции птиц на тер. Украины. Киев: Наукова думка. 242-249.
- Грищенко В.Н. (1998): Изменение сроков прилета некоторых видов птиц в районе Каневского заповедника за последние 30 лет. - Запов. справа в Україні. 4 (2): 49-51.
- Грищенко В.Н. (2009): Катастрофические годы для белого аиста: анализ трех случаев в Украине. - Беркут. 18 (1-2): 22-40.
- Грищенко В.Н. (2010): Изменения сроков миграции птиц в Каневском заповеднике. - Бранта. 13: 33-39.
- Грищенко В.Н. (2014): Сроки весеннего прилета речных уток в Украине. - Беркут. 23 (1): 26-39.
- Грищенко В.М. (у друці): Фенологія міграцій чорного лелеки в Україні у 1976–2016 рр. - Наук. записки Держ. природознавчого музею.
- Грищенко В.Н., Серебряков В.В. (1992): Миграции белого аиста на Украине по данным фенологических наблюдений. - Сез. миграции птиц на тер. Украины. Киев: Наукова думка. 258-273.
- Грищенко В.Н., Яблоновская-Грищенко Е.Д. (2013а): О границе ареала белого аиста (*Ciconia ciconia*) в Херсонской и Запорожской областях. - Беркут. 22 (1): 29-43.
- Грищенко В.Н., Яблоновская-Грищенко Е.Д. (2013б): Состояние популяции белого аиста (*Ciconia ciconia*) в Украине в 2013 г. - Беркут. 22 (2): 90-103.
- Данилович А. (1926): Весна 1926 года в окрестностях Киева. - Укр. охотник и рыбак. 6: 47-48.
- Данилович А.П. (1933): Обзор весеннего прилета и пролета птиц в окрестностях г. Киева за 1920–1931 гг. - Зоол. журн. 12 (2): 129-132.
- Данилович А.П. (1947): Наблюдения над весенним прилетом птиц в окрестностях Киева. - Изв. Всесоюз. геогр. об-ва. 79 (6): 658-660.
- Данилович А.П. (1949): Материалы по фенологии окрестностей Киева. - Календарь природы СССР. М.: МОИП. 2: 245-250.
- Домашевский С.В. (2008): Материалы по фенологии миграций птиц в окрестностях Киева. - Авифауна Украины. 4: 84-94.
- Львук В.П., Журавчак Р.О. (2015): Матеріали по фенології міграції птахів на півночі Рівненської області. - Авифауна України. 6: 73-82.
- Кайгородов Д. (1911): Опыт исследования хода прилета белого аиста (*Ciconia alba*, Briss.) в Европейской России. - Изв. имп. Лесного ин-та. 21: 197-214.
- Кістяківський О.Б. (1927): Весняний приліт птахів у київських околицях за 1920–26 роки. - Зб. праць Зоол. музею. Київ. 2: 34-36.
- Кесслер К.Ф. (1852): Птицы голенастые и водные. - Ест. история губерний Киевского учебного округа. Киев. 4: 1-102.
- Книш М.П. (1994): Матеріали по фенології осінньої міграції птахів у лісостеповій частині Сумської області (за даними спостережень 1966–1993 рр.). - Беркут. 3 (2): 136-140.
- Мельничук В.А. (1966): Фенологічні дані про весняний приліт птахів в околиці Кисва. - Екологія та історія хребетних фауни України. Київ: Наукова думка. 153-155.
- Полуда А.М. (1983): Особенности сезонных миграций птиц в районе Киевского водохранилища. - Дис. ... канд. биол. наук. Киев. 1-281.
- Сабиневский Б.В., Клестов Н.Л., Осипова М.А., Фесенко Г.В. (1988): Сезонные миграции птиц в районе Каневского водохранилища. - Киев. (Препр. АН УССР: Ин-т зоологии; 88.2). 1-50.
- Сезонная жизнь природы Русской равнины. Календари природы центра и юга Европейской территории СССР за 1939–1960 гг. Л.: Наука, 1969. 1-212.
- Серебряков В.В. (1976): К фенологии весеннего пролета птиц в окрестностях Киева. - Вестн. зоол. 6: 75-78.
- Соколов Л.В. (2006): Влияние глобального потепления климата на сроки миграции и гнездования воробьиных птиц в XX веке. - Зоол. журн. 85 (3): 317-341.
- Соколов Л.В. (2010): Климат в жизни растений и животных. СПб: ТЕССА. 1-344.
- Фесенко Г.В. (1992): Особенности весенней миграции птиц в окрестностях Киева. - Сез. миграции птиц на тер. Украины. Киев: Наукова думка. 54-71.
- Шарлеман Э.В. (1915): Из жизни природы. Киев: Тип. Л.И. Гроссмана. 1-84.
- Шарлемань М.В. (1930): Матеріали до орнітології державного заповідника Конча-Заспа. - Зб. праць Зоол. музею. Київ. 8: 47-98.
- Шарлемань М.В. (1933): Нові відомості про птахів державного заповідника Конча-Заспа. - Зб. праць Зоол. музею. Київ. 12: 75-88.
- Ahas R., Aasa A. (2006): The effects of climate change on the phenology of selected Estonian plant, bird and fish populations. - Int. J. Biometeorol. 51 (1): 17-26.
- Biaduń W., Kitowski I., Filipiuk E. (2011): Study on the First Arrival Date of Spring Avian Migrants to Eastern Poland. - Polish J. Environ. Stud. 20 (4): 843-849.
- Bradley N.L., Leopold A.C., Ross J., Huffaker W. (1999): Phenological changes reflect climate change in Wisconsin. - Proc. Nat. Acad. Sci. USA. 96 (17): 9701-9704.
- Ge Q., Wang H., Rutishauser T., Dai J. (2015): Phenological response to climate change in China: a meta-analysis. - Global Change Biology. 21 (1): 265-274.
- Goebel H. (1879): Die Vögel des Kreises Uman, Gouvernement Kiew, mit besonderer Rücksicht auf ihre Zugverhältnisse und ihr Brutgeschäft. - Beitr. zur Kenntniss des Russ. Reiches und der angrenzender Länder Asiens. Zweite Folge. 2: 1-238.
- Gordo O., Sanz J.J. (2006): Climate change and bird phenology: a long-term study in the Iberian Peninsula. - Global Change Biology. 12 (10): 1993-2004.
- Gordo O., Tryjanowski P., Kosicki J.Z., Fulín M. (2013): Complex phenological changes and their consequences in the breeding success of a migratory bird, the white stork *Ciconia ciconia*. - J. Anim. Ecology. 82 (5): 1072-1086.
- Grischtschenko V., Serebryakov V., Galinska I. (1995): Phänologie des Weißstorchzuges (*Ciconia ciconia*) in der Ukraine. - Vogelwarte. 38 (1): 24-34.
- Kessler K. (1853): Einige Beiträge zur Wanderungsgeschichte der Zugvögel. - Bull. de la Société imp. des naturalistes de Moscou. 26 (1): 166-204.
- Lehikoinen E., Sparks T.H., Zalakevicius M. (2004): Arrival and departure dates. - The effect of climate change on birds. Advances in ecol. res. London: Academic Press. 35: 1-31.
- Menzel A., Estrella N., Fabian P. (2001): Spatial and temporal variability of the phenological seasons in Germany from 1951 to 1996. - Global Change Biology. 7 (6): 657-666.
- Menzel A., Sparks T.H., Estrella N. et al. (2006a): European phenological response to climate change matches the warming pattern. - Global Change Biology. 12 (10): 1969-1976.
- Menzel A., Sparks T.H., Estrella N., Roy D.B. (2006b): Altered geographic and temporal variability in phenology in response to climate change. - Global Ecology & Biogeography. 15 (5): 498-504.
- Ptaszyk J., Kosicki J., Sparks T.H., Tryjanowski P. (2003): Changes in the timing and pattern of arrival of the White Stork (*Ciconia ciconia*) in western Poland. - J. Orn. 144 (3): 323-329.
- Sparks T.H., Huber K., Bland R.L., Crick H.Q.P., Croxton P.J., Flood J., Loxton R.G., Mason C.F., Newnham J.A., Tryjanowski P. (2007): How consistent are trends in arrival (and departure) dates of migrant birds in the UK? - J. Orn. 148 (4): 503-511.
- Vaitkuviene D., Dagys M., Bartkevičienė G., Romanovskaja D. (2014): The effect of weather variables on the White Stork (*Ciconia ciconia*) spring migration phenology. - Ornithologica. 92 (1): 43-52.
- Žalakevičius M., Bartkevičienė G., Ivanauskas F., Nedzinskas V. (2009): The response of spring arrival dates of non-passerine migrants to climate change: a case study from Eastern Baltic. - Acta Zool. Lit. 19 (3): 155-171.
- Zalakevicius M., Bartkeviciene G., Raudonikis L., Janulaitis J. (2006): Spring arrival response to climate change in birds: a case study from eastern Europe. - J. Orn. 147 (2): 326-343.