



УДК 598.3/4+591.543.43

## ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ФЕНОЛОГИЮ ВЕСЕННЕЙ МИГРАЦИИ КУЛИКОВ НА ЮГЕ БЕЛАРУСИ

П.В. Пинчук, Н.В. Карліонова

Институт зоологии НАН Беларуси, г. Минск

**Ключевые слова:** весенняя миграция, кулики, изменение климата, сезонные температуры, Северо-Атлантическое Колебание (САК)



**Influence of climate factors on phenology of spring migration of waders in the south of Belarus.** - P.V. Pinchuk, N.V. Karlionova. Institute of Zoology of National Academy of Sciences of Belarus, Minsk.

*Over the last decades for some bird species it was registered a noticeable change in timing of spring migration in Europe toward its earlier start. It is above all connected with global warming. European short-distance migrants, spending winter at temperate latitudes, are more vulnerable to change*

*of climate factors in Europe than long-distance migrants wintering in the tropics.*

**Key words:** spring migration, waders, climate change, seasonal temperatures, North Atlantic Oscillation (NAO).

**Вплив кліматичних факторів на фенологію весняної міграції куликів на півдні Білорусі.** - П.В. Пінчук, Н.В. Карліонова. Інститут зоології НАН Білорусі, м. Мінськ.

*У деяких видів птахів в останні десятиліття відбулося помітне зміщення термінів весняної міграції в Європі в бік більш раннього її початку. Це пов'язано, в першу чергу, з процесами глобального потепління. Європейські ближні мігранти, які проводять зиму в помірних широтах, більш чутливі до змін кліматичних факторів, що відбуваються в Європі, ніж дальні мігранти, які зимують у тропіках. Однак останні дослідження показали, що у дальніх мігрантів, які гніздяться на півночі Європи терміни прибуття змінилися на більш ранні, в порівнянні з ближніми мігрантами.*

Ми аналізуємо взаємозв'язок між весняної фенологією 35 видів куликів, що мігрують через південь Білорусі і середньомісячними температурами лютого, березня і квітня, а також зимовим індексом Північно-Атлантичного Коливання (ПАК) за період 1995-2011 рр.

Матеріали стосовно термінів прильоту птахів у 1995-2011 рр. були зібрані в заплаві р. Прип'ять на півдні Білорусі (Гомельська обл. Житковичський р-н, м. Туров, 52° 04' пн.ш., 27° 44' сх.д.). Дані щодо термінів прильоту куликів збиралися в ході щоденного обстеження, а також проведення робіт з відлову птахів, матеріал щодо динаміки міграції збирався шляхом обліків в скупченнях на постійній площі з періодичністю 2-5 разів на пентаду. В 1995-1997 рр. роботи проводилися в березні-квітні, починаючи з 1998 р. - щорічно протягом усього періоду весняної міграції.

Фенологія міграції для кожного року характеризувалася наступними параметрами: дата першої реєстрації (ДПР) виду, а також початок і кінець міграційного періоду, основний період міграції та медіана прольоту для кожного виду (представлені як 5-95%, 25-75% кuartилі і 50% відповідно) для всього періоду досліджень.

Для виявлення трендів в термінах прильоту птахів і зв'язку їх з температурним режимом нами використовувався регресійний аналіз (R) і коефіцієнт кореляції Пірсона. Для аналізу були обрані тільки ті види, для яких є дані не менш ніж за 10 років. Усього таких видів виявилось 17 (таблиця).

В результаті аналізу по середньому значенню ДПР і по медіані прольоту нами були виділені три групи мігрантів: ранні, середні та пізні. Дати перших реєстрацій деяких ближніх мігрантів виявилися достовірно пов'язані із зимовим індексом ПАК (пісочник великий, сивка звичайна, чайка, баранець звичайний) і середньою температурою лютого (чайка) та березня (кулик-сорока, пісочник великий, баранець та коловодник звичайні). Приліт дальніх мігрантів слабо пов'язаний із впливом ПАК, проте дати першої реєстрації у трьох видів достовірно пов'язані з середньою температурою березня (брижач і грицик великий) і середньою температурою квітня (побережник білохвостий).

Найбільш чутливі до змін клімату ранні мігранти, що зимують близько від своїх місць гніздування (ближні мігранти), строки прильоту яких найбільшою мірою залежать від погодних умов в місцях гніздування. До таких ранніх мігрантів відносяться кулик-сорока та коловодник лісовий, для яких виявлено достовірний негативний тренд у динаміці термінів весняної міграції. Терміни прильоту більшості середніх і дальніх мігрантів більш стабільні, однак нами виявлена достовірна тенденція більш раннього прильоту коловодника болотяного, мородунки і набережника. Схожі результати було описано також для Центральної Європи. Дані з Італії (о-в Капрі) показують, що дальні мігранти, які зимують на південь від Сахари, почали прилітати в південну Європу достовірно раніше, у той час як для ближніх мігрантів така тенденція була слабо помітна.

На півдні Білорусі відмічено значні міжрічні флуктуації в термінах прильоту не тільки у ближніх мігрантів, що прилітають рано, але й у пізно



*мігруючих далеких мігрантів. Ці флуктуації значною мірою залежать від температурного режиму весни та поширення впливу Північно-Атлантичного Коливання.*

*Відзначена помітна тенденція до зміни термінів прильоту в бік більш ранніх для п'яти видів - кулика-сороки, коловодника лісового та болотяного, мородунки та набережника. Слід відзначити формування тенденції більш раннього прильоту не тільки у ближніх, а й у деяких дальніх мігрантів, що є характерним, в тому числі, для Західної та Центральної Європи.*

**Ключові слова:** *весняна міграція, кулики, зміна клімату, сезонні температури, Північно-Атлантичне Коливання (ПАК).*

В последние десятилетия произошел заметный сдвиг сроков весенней миграции большинства видов птиц в Европе в сторону более раннего ее начала (Tryjanowski et al., 2002; Anthes, 2004; Jonzen et al., 2006; Соколов, 2006; Crick & Sparks, 1999; Root et al., 2003). Это связывается, в первую очередь, с происходящими процессами глобального потепления (Bairlein & Winkel, 2001; Forchhammer et al., 2002). Описываемый сдвиг фенологии миграции более характерен для северных широт (от 50<sup>0</sup> до 72<sup>0</sup> с.ш.), чем для южных (Root et al., 2003).

Изменения климата оказывают влияние на различные стадии жизненного цикла куликов (Boyd & Madsen, 1997; Lindström & Agrell, 1999; Rehfishch & Crick, 2003; Piersma & Lindström, 2004). В ряде работ показано, что климат может быть одним из важнейших факторов, влияющим на размещение куликов во время зимовок (Serák, 2001; Austin & Rehfishch, 2005), на сроки гнездования (Both et al., 2005; Pearce-Higgins et al., 2005), успешность гнездования (Beale et al., 2006), а также продолжительность и сроки сезонных миграций (Hildén, 1979; Anthes, 2004).

Изменения сроков прилета носят у разных видов разнонаправленный характер (Гордиенко, Соколов, 2006). Одни виды птиц стали прилетать достоверно раньше, другие позже, у целого ряда видов вообще не наблюдается каких-либо достоверных изменений в сроках прилета. Авторы объясняют это тем, что многолетние тенденции в изменении весенних температур воздуха могут быть разнонаправленными в начале и конце весны, когда прилетают рано и поздно мигрирующие виды. Известно, что погодные условия оказывают влияние не столько на сроки начала миграции, сколько на ее темпы (Alerstam, 1990; Sparks, 1999; Sparks, Braslavskaya, 2001; Sparks, Menzel, 2002). Доказано также, что скорость миграции птиц возрастает по мере приближения к конечной цели (Блюменталь, 1968; Дольник, 1975). Однако, изменения климатических условий могут оказывать влияние лишь на ближних мигрантов, зимующих в Западной Европе, Средиземноморье (Jonzen et al., 2006). Сроки отлета так называемых дальних мигрантов с африканских зимовок более постоянны, так как основным элементом регуляции у них является фотопериодизм (Дольник, 1975). Тем не менее, и у них сроки весеннего пролета в Европе достоверно сдвинулись. В последнее время получила распространение теория, объясняющая данный феномен тем, что изменение произошло не столько со сроками отлета птиц непосредственно с африканских зимовок, сколько ускорились темпы пролета птиц через этот континент, в связи с изменением экологической обстановки в Африке (Jonzen et al., 2006; Соколов, 2006).

Следует отметить также что, хотя вопрос о влиянии климата на сезонные явления в жизни птиц довольно широко освещен в орнитологической литературе, исследования касающиеся влияния долговременных климатических изменений сравнительно немногочисленны (Anthes, 2004), и, в большинстве своем, представлены фенологическими исследованиями воробьиных птиц, а также и некоторых видов куликов (Lehikoinen et al., 2004).

В связи с этим, представляется весьма важным выяснить, как изменяются многолетние сроки прилета куликов на юге Беларуси, где в силу географического положения, проходят юго-западные границы ареалов ряда видов водно-болотных и водоплавающих птиц, мигрирующих через ее территорию.

Основной целью настоящей работы было выявление долговременных тенденций в изменении сроков прилета куликов птиц в пойму р.Припять и выяснение степени влияния климатических факторов на фенологию весенней миграции различных групп мигрантов.

## Материалы и методики

### Material and methods

*We analyze the relationship between spring phenology of 35 wader species migrating across the south of Belarus and mean winter temperatures of February, March, April and also winter index of the North Atlantic Oscillation (NAO) over the period 1995-2011.*

*Material on timing of bird arrival in 1995-2011 was collected in the floodplain of the Pripyat River in the south of Belarus (Gomel region, Zhitkovichi district, Turov City, 52°04' N, 27°44' E). The data on timing of bird arrival were collected in the course of daily investigations with counts in bird gatherings within a permanent area, 2-3 times a pentade. In 1995-1997 the works were carried out in March-April, and since 1998 they were done annually during all the period of spring migration.*

*Migration phenology of each year was characterized by the following parameters: date of the first species registration, start and end of migration period, main period of migration and median of passage for each species (represented as 5-95%, 25-75% quartile and 50% respectively) for all the period of investigations.*

*To reveal trends in timing of bird arrival and their relationship with temperature regime we used regression analysis (R) and Pearson's correlation coefficient. For analysis we chose only those species for which data at least for 10 years were available. There were 17 such species (Table).*

Материалы по срокам прилета птиц в 1995-2011 гг. были собраны сотрудниками Национального парка «Припятский» и Института зоологии НАН Беларуси в пойме р.Припять на юге Беларуси (Гомельская обл., Житковичский р-н, г.Туров, 52°04' с.ш., 27°44' в.д.). Пойма Припяти, единственной из крупных белорусских рек ориентированной в широтном направлении, является одним из важнейших мест миграционных скоплений водно-болотных птиц, в том числе и куликов. Данные по срокам прилета куликов собирались в ходе ежедневного обследования, а также проведения работ по отловам птиц, материал по динамике миграции собирался путем



учетов в скоплениях на постоянной площади с периодичностью 2-5 раз в пентаду. В 1995-1997 гг. работы проводились в марте-апреле, начиная с 1998 г. – ежегодно в течение всего периода весенней миграции. Температурные данные были получены с метеостанции «Житковичи», расположенной в 15 км к северо-востоку от стационара.

Фенология миграции для каждого года характеризовалась следующими параметрами: дата первой регистрации (ДПР) вида, а также начало и конец миграционного периода, основной период миграции и медиана пролета для каждого вида (представленные как 5-95%, 25-75% квантили и 50% соответственно) (Gatter, 1990, 1991) для всего периода исследований. Мы использовали медиану пролета вместо средней даты пролета, так как для большинства лет распределение данных учетов было неравномерным или бимодальным. Использование значения 5% начала миграционного периода вместо ДПР вида, которое определялось по единичным регистрациям вида, помогает избежать систематической ошибки или влияния случайных эффектов (Sparks et al., 2001). Тем не менее, рядом авторов, в основном русскоязычных, было показано, что по датам первой регистрации или поимки птицы можно вполне объективно судить о сроках миграции вида в конкретный год (Гордиенко, Соколов, 2006). В настоящей работе, при анализе факторов, влияющих на сроки прилета куликов в пойме р. Припять, мы использовали дату первой регистрации.

Всего в статье представлены данные по 35 видам куликов, относящимся как к ближним, так и дальним мигрантам (таблица) и встречающимся во время весенней миграции на юге Беларуси.

Преобладающие атмосферные процессы, которые определяют климат над Европой и значительной частью Азиатского материка, формируются над Северной Атлантикой и прилегающими территориями. Северо-Атлантическое Колебание (САК, в англоязычной литературе NAO – North Atlantic Oscillation) представляет собой периодически изменяющиеся аномалии давления в Северной Атлантике (Hurrell, 2003). Ослабление Арктического максимума связано с усилением циклонической деятельности над Арктическим бассейном, повышением температуры воздуха, увеличением осадков (Алисов и др., 1954). Характеристиками Северо-Атлантического Колебания являются так называемые индексы САК (Hurrell, 2003). Изменение индекса САК представляет общее изменение климата в общеевропейском масштабе. САК – гемисферическая система, которая влияет на погодные условия в большей части Европы и преимущественно в зимнее время.

Нами в анализе использовался зимний (декабрь-март) индекс Северо-Атлантического Колебания (САК), значения которого были взяты с веб-страницы Секции анализа климата (<http://www.cgd.ucar.edu/cas/jhurrell/indices.html>, декабрь, 2011). Высокие значения индекса САК зимой определяют преимущественно юго-западные ветра, повышение температуры и более раннее наступление весны, чем в зимы с низким значением индекса. В научной литературе имеются сведения о достоверной связи индекса САК с многочисленными фенологическими явлениями в наземной и морской жизни (Ottersen et al., 2001; Stenseth et al., 2002). Для того, чтобы избежать автокорреляции, в анализе мы использовали только два некоррелируемых климатических параметра – средние температуры февраля, марта и апреля и зимний индекс САК.

Для выявления трендов в сроках прилета птиц и связи их с температурным режимом нами использовался регрессионный анализ (R) и коэффициент корреляции

Таблица. Тенденции в сроках прилета куликов *Limicolae* на юге Беларуси и связь их с сезонными температурами воздуха и индексом Северо-Атлантического Колебания (зимний САК-индекс) в 1995-2011 гг.

Table. Trends in timing of wader (*Limicolae*) arrival in the south of Belarus and their relationship with seasonal air temperatures and index of the North-Atlantic Oscillation (winter index of the NAO) in 1995-2011.

Вид Species	N	САК-индекс NAO index		Дата прилета Date of arrival				Тренд Trend		Температура Temperature	
		r	p	Me	min	max	SD	b	R <sup>2</sup>	r	M
<i>Haematopus ostralegus</i>	17	-0.07	0.8	27.III	20.III	5.IV	5.0	-0.70	0.49*	-0.50*	III
<i>Charadrius dubius</i>	13	0.5	0.1	12.IV	30.III	7.V	9.7	-0.61	0.09		
<i>Charadrius hiaticula</i>	15	-0.51	0.05	13.III	1.III	31.III	9.5	-0.12	0.004	-0.74*	III
<i>Phuvalialis apricaria</i>	10	-0.67	0.03	4.IV	22.III	21.IV	9.0	0.60	0.05		
<i>Phuvalialis squatarola</i>	6			20.V	13.V	24.V	4.0				
<i>Vanellus vanellus</i>	16	-0.48	0.05	8.III	22.II	27.III	10.7	0.19	0.07	-0.73*	II
<i>Calidris alba</i>	4			13.V	5.V	22.V	8.5				
<i>Calidris minuta</i>	4			18.V	13.V	27.V	6.4				
<i>Calidris temminckii</i>	14	-0.17	0.56	29.IV	30.III	14.V	11.2	1.08	0.19	0.54*	IV
<i>Calidris ferruginea</i>	6			13.V	29.IV	28.V	11.6				
<i>Calidris alpina</i>	15	-0.05	0.85	16.IV	25.III	10.V	14.6	-1.19	0.13		
<i>Philomachus pugnax</i>	16	-0.37	0.16	20.III	26.II	7.IV	11.9	-0.72	0.08	-0.91*	III
<i>Gallinago gallinago</i>	16	-0.51	0.05	21.III	6.III	12.IV	9.1	-0.22	0.01	-0.75*	III
<i>Gallinago media</i>	8			14.IV	2.IV	27.IV	10.4				
<i>Limosa limosa</i>	17	-0.39	0.13	25.III	10.III	3.IV	6.5	-0.39	0.09	-0.75*	III
<i>Numenius arquata</i>	11	-0.41	0.2	5.IV	8.III	28.IV	15.7	1.82	0.28		
<i>Tringa erythropus</i>	11	-0.29	0.39	7.IV	12.III	27.IV	12.3	0.09	0.0008		
<i>Tringa totanus</i>	15	-0.38	0.17	16.III	6.III	28.III	8.0	-0.39	0.06	-0.73*	III
<i>Tringa stagnatilis</i>	12	-0.19	0.55	14.IV	2.IV	23.IV	6.4	-0.74	0.19		
<i>Tringa nebularia</i>	13	-0.13	0.67	8.IV	13.III	27.IV	10.7	0.92	0.13		
<i>Tringa ochropus</i>	14	-0.3	0.3	30.III	13.III	9.IV	6.3	-0.73	0.30*		
<i>Tringa glareola</i>	12	-0.16	0.62	15.IV	6.IV	27.IV	5.6	-0.93	0.41*		
<i>Xenus cinereus</i>	16	-0.12	0.66	15.IV	10.IV	26.IV	4.2	-0.43	0.24*		
<i>Actitis hypoleucos</i>	14	-0.3	0.29	6.IV	20.III	26.IV	9.1	-1.10	0.34*		
<i>Phalaropus lobatus</i>	6			21.V	18.V	26.V	3.9				

Примечание: N - число лет; M - месяц; Me - средняя дата пролета, SD - стандартное отклонение, b - коэффициент линейной регрессии ( $y=a+bx$ ), R<sup>2</sup> - коэффициент детерминации, r - коэффициент корреляции Пирсона, \* -  $p<0.05$ .

Note: N - number of years; M - month; Me - mean date of passage, SD - standard deviation, b - coefficient of linear regression ( $y=a+bx$ ), R<sup>2</sup> - coefficient of determination, r - coefficient of Pearson's correlation, \* -  $p<0.05$ .

Пирсона. Для анализа были выбраны только те виды, для которых есть данные не менее чем за 10 лет. Всего таких видов оказалось 17 (таблица). Анализ проводился в статистическом пакете StatSoft 6.0.

## Результаты и обсуждение Results and discussions

According to analysis by mean value of date of the first species registration and median of passage there were distinguished three groups of migrants: early, mean and late. Dates of the first registrations for some short-distance migrants turned out to be reliably connected with the NAO winter index (Ringed Plover, Golden Plover, Lapwing, Common Snipe) and mean temperatures of February (Lapwing) and March (Oystercatcher, Ringed Plover, Common Snipe, Redshank). Arrival of long-distance migrants is weakly connected with influence of the NAO, however dates of the first registration of

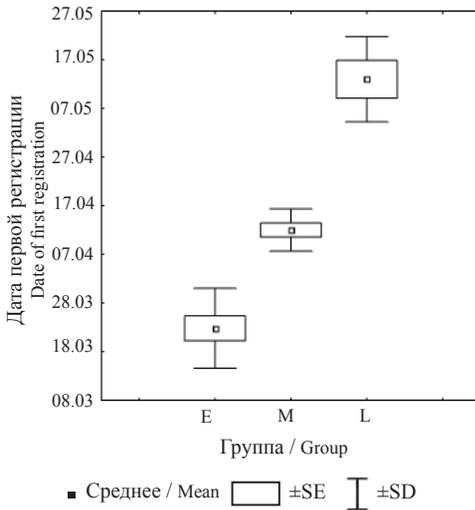


three species are reliably connected with mean temperature of March (*Ruff* and *Black-tailed Godwit*) and mean temperature of April (*Temminck's Stint*). The most subjected to climate change are early migrants, which winter close to their breeding grounds (short-distance migrants), and timing of arrival of which are the most dependable on winter conditions in their breeding areas. Such early migrants are the *Oystercatcher* and *Green Sandpiper*, for which a negative trend for timing of spring migration is recorded. Timing of arrival of the most mean and long-distance migrants is more stable, but we revealed a reliable trend of earlier arrival of the *Green Sandpiper*, *Terek Sandpiper*, *Common Sandpiper*. Similar results were described also for Central Europe. Data from Italy (Island *Capri*) show that long-distance migrants, which winter to the south from Sahara, start to arrive to South Europe reliably earlier, while for closer migrants such a trend was weakly expressed.

Для выделения временных групп мигрантов куликов мы использовали два разных подхода: по дате первой регистрации (ДПР) вида на стационаре (рис. 1) и по медиане пролета (рис. 2, 3). В результате анализа по среднему значению ДПР и по медиане пролета нами были выделены три группы мигрантов (соответственно, Крускал-Уоллес тест:  $H(2, N = 24) = 19.98, p = 0.00001; \chi^2$  (Хи-квадрат) = 15.94,  $df=2, p=0.0003$ ; Крускал-Уоллес тест:  $H(2, N = 19) = 15.74, p = 0.0004; \chi^2$  (Хи-квадрат) = 12.85,  $df=2, p=0.0016$ ) (рис. 1, 2). Ранние мигранты – сроки прилета по ДПР 1 марта – 8 апреля, по медиане пролета 29 марта – 18 апреля, средние мигранты (9 апреля – 30 апреля; 23 апреля – 5 мая) и поздние мигранты (1 мая – 23 мая; 8 мая – 23 мая). Некоторые виды оказались в различных временных группах. Так например, по ДПР большой кроншнеп *Numenius arquata* и турухтан *Philomachus pugnax* относятся к группе ранних мигрантов, в то время как по медиане пролета они попали в группу средних мигрантов. Для турухтана это несоответствие можно объяснить различиями в половозрастной стратегии миграции вида в пойме р. Припять, самцы прилетают на 1-1.5 месяца раньше самок, взрослые птицы также летят раньше молодых (второго года жизни), таким образом, несмотря на то, что прилетают турухтаны в середине марта, медиана пролета смещается на середину апреля (Карлионова, 2008). Данные по весеннему пролету большого кроншнепа недостаточны для более детального описания фенологии пролета вида, ввиду его редкости в пойме р. Припять в период весенней миграции.

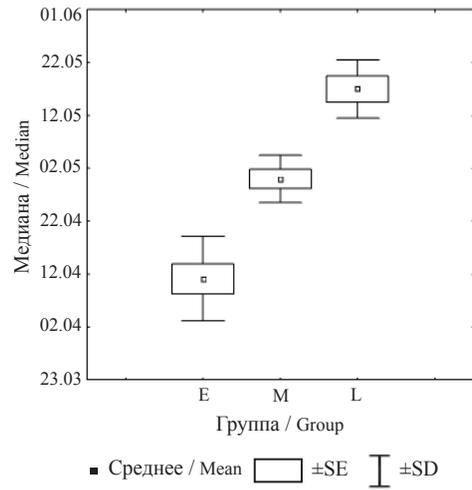
Из группы средних мигрантов, выделенных по ДПР в группу поздних мигрантов также попали два вида – чернозобик *Calidris alpina* и белохвостый песочник *Calidris temminckii*. В случае чернозобика это можно объяснить тем, что во время весенней миграции в пойме Припяти отмечаются чернозобики как минимум двух подвидов, *C.a. schinzii* и *C.a. alpina*, сроки миграции которых отличаются. Первыми, в первой половине апреля летят чернозобики подвида *C.a. schinzii*, после чего со второй декады мая отмечается пролет номинативного подвида, который более многочисленен, что вызывает сдвиг медианы пролета на середину мая. Смещение среднего значения ДПР для белохвостого песочника связано с очень ранними регистрациями этого вида в отдельные годы (30 марта в 1995 г., 17 апреля в 2003 г.), в то время как в обычные годы пролет белохвостого песочника в пойме Припяти начинается в начале мая.

Таким образом, выбранные нами два подхода для определения принадлежности вида к той или иной группе мигрантов, дали практически одинаковые результаты, за



**Рис. 1.** Различия в сроках прилета ранних, средних и поздних мигрантов по дате первой регистрации на юге Беларуси.

**Fig. 1.** Differences in timing of arrival of early, mean and late migrants according to the first registration date in the south of Belarus.



**Рис. 2.** Различия в сроках прилета ранних, средних и поздних мигрантов по медиане пролета на юге Беларуси.

**Fig. 2.** Differences in timing of arrival of early, mean and late migrants according to median of passage in the south of Belarus.

**Условные обозначения к рис. 1-2:** E – ранние мигранты, M – средние мигранты, L – поздние мигранты.  
**Legend for fig. 1-2:** E – early migrants, M – mean migrants, L – late migrants.

некоторыми исключениями, вызванными различиями в сроках пролета половозрастных групп, а также подвидов.

У большинства исследованных видов наблюдались значительные межгодовые флуктуации в сроках прилета в пойму р. Припять (таблица). Важно, что величина этих флуктуаций, судя по стандартному отклонению, была сходной как у рано прилетающих ближних и средних мигрантов, так и у дальних мигрантов. Разница между самой ранней и самой поздней регистрацией за весь период исследований у рано мигрирующих дальних и средних мигрантов, таких как турухтан и галстучник *Charadrius hiaticula* составила почти 1.5 месяца.

Статистически достоверными коэффициенты регрессии оказались для 5 видов – кулика-сорочки *Haematopus ostralegus*, черныша *Tringa ochropus*, фифи *Tringa glareola*, мородунки *Xenus cinereus* и перевозчика *Actitis hypoleucos* (рис. 4-8). У каждого из них отмечена тенденция к изменению сроков прилета в сторону более ранних. Прилет перевозчика в пойму Припяти за последние десять лет сдвинулся на 11 дней в сторону более раннего, что является максимальным значением среди отмеченных во время весеннего пролета куликов, однако он не связан с весенней температурой на юге Беларуси.

Для восьми видов из 17 отмечена достоверная связь более раннего прилета со среднемесячными температурами весны (таблица). Прилет галстучника, турухтана,

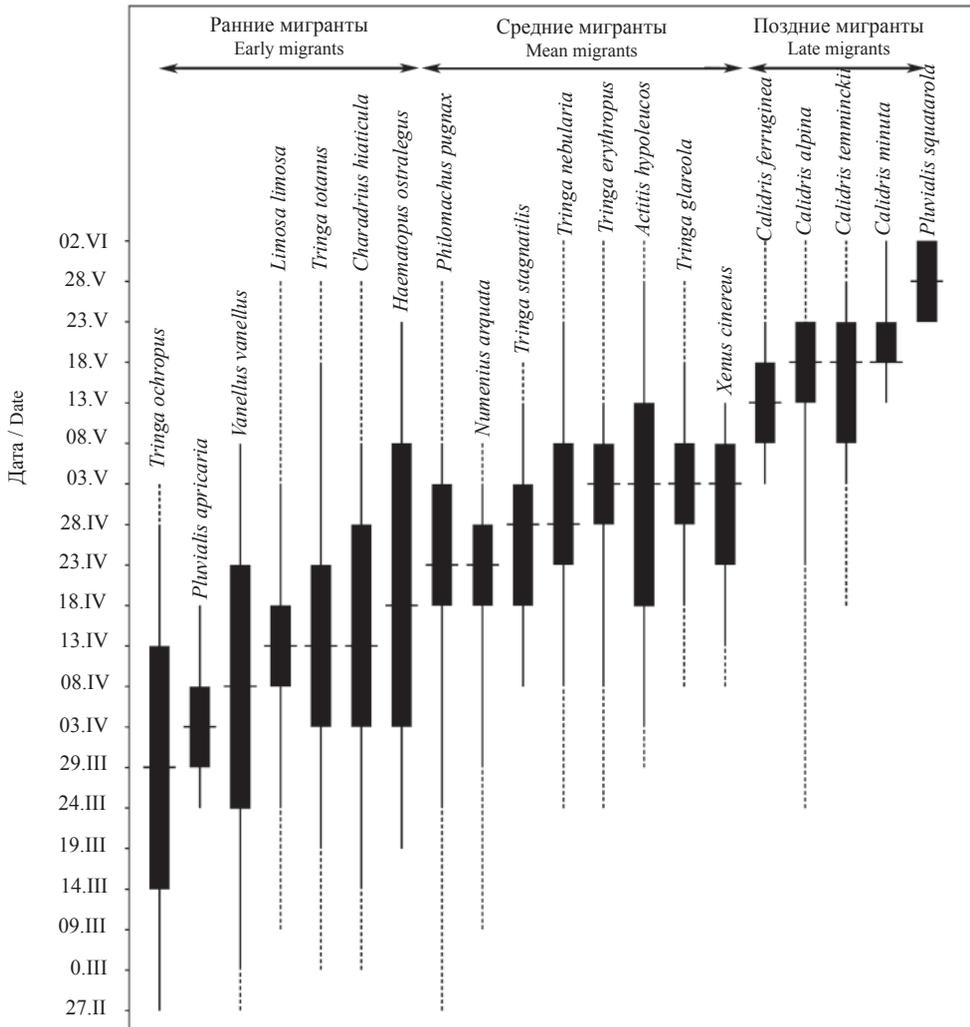


Рис. 3. Фенология весенней миграции куликов на юге Беларуси в 1995-2011 гг.

Условные обозначения: пунктирная вертикальная линия – дата первой и последней регистрации, сплошная вертикальная линия – период пролета 5-95% всех мигрирующих птиц, прямоугольники черного цвета – период пролета 25-75% всех птиц, горизонтальная линия – средняя дата (медиана) миграции

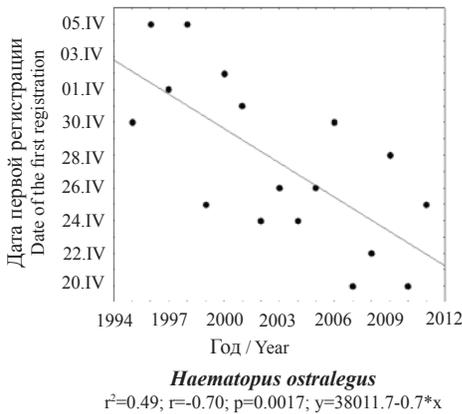
Fig.3. Phenology of spring migration of waders in the south of Belarus during 1995-2011.

Legend: dotted vertical line – date of the first and last registration, continuous vertical line – period of passage of 5-95% of all migrating birds, black rectangles – period of passage of 25-75% of all birds, horizontal line – mean date (median) of migration.

бекаса *Gallinago gallinago* и травника *Tringa totanus* (таблица) зависит от среднемесячной температуры марта, и только у чибиса *Vanellus vanellus* и белохвостого песочника от температуры февраля и апреля соответственно, однако у этих видов не выявлено достоверной тенденции к более раннему прилету. Только для кулика-сороки выявлена и достоверная тенденция более раннего прилета (7 дней за десятилетие) и достоверная

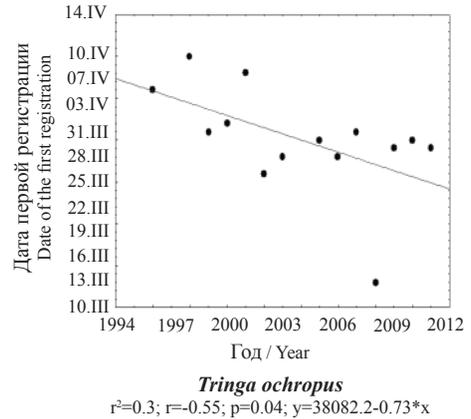
взаимосвязь со средней температурой марта. Виды, сроки прилета которых коррелируют с температурой февраля и марта относятся к ближним и средним мигрантам.

Схожие данные получены для севера Европы. Так, в Норвегии отмечено, что фенология прилета кулика-сороки, чибиса и травника зависит от среднемесячных



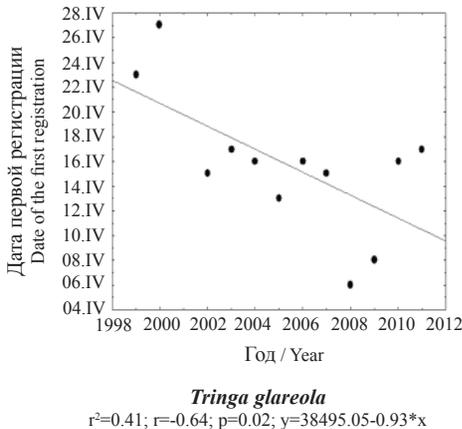
**Рис. 4.** Фенология прилета кулика-сороки (*Haematopus ostralegus*) на юге Беларуси в 1995-2011 гг.

**Fig.4.** Phenology of arrival of the Oystercatcher (*Haematopus ostralegus*) in the south of Belarus during 1995-2011.



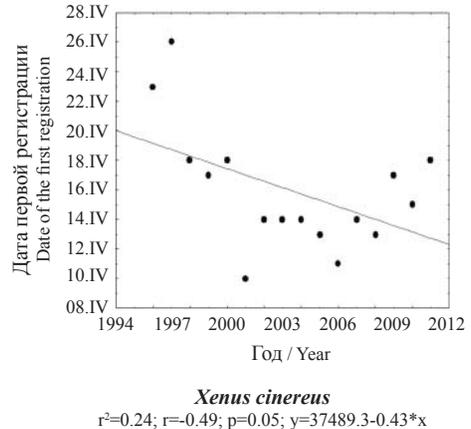
**Рис. 5.** Фенология прилета черныша (*Tringa ochropus*) на юге Беларуси в 1995-2011 гг.

**Fig.5.** Phenology of arrival of the Green Sandpiper (*Tringa ochropus*) in the south of Belarus during 1995-2011.



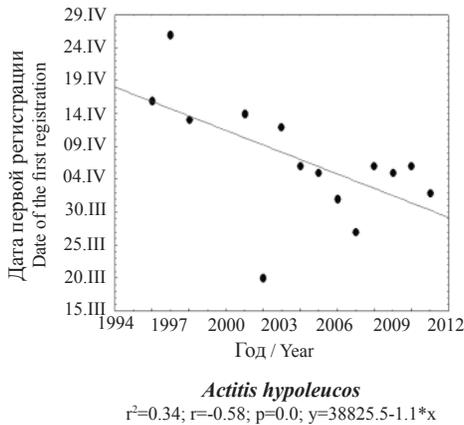
**Рис. 6.** Фенология прилета фифи (*Tringa glareola*) на юге Беларуси в 1995-2011 гг.

**Fig.6.** Phenology of arrival of the Wood Sandpiper (*Tringa glareola*) in the south of Belarus during 1995-2011.



**Рис. 7.** Фенология прилета мородунки (*Xenus cinereus*) на юге Беларуси в 1995-2011 гг.

**Fig.7.** Phenology of arrival of the Terek Sandpiper (*Xenus cinereus*) in the south of Belarus during 1995-2011.



**Рис. 8.** Фенология прилета перевозчика (*Actitis hypoleucos*) на юге Беларуси в 1995-2011 гг.

**Fig.8.** Phenology of arrival of the Common Sandpiper (*Actitis hypoleucos*) in the south of Belarus during 1995-2011.

температур марта и апреля для травника, однако не отмечено тенденции их более раннего прилета. В то время как золотистая ржанка *Pluvialis apricaria* стала прилетать раньше, однако сроки ее миграции не связаны с температурой (Rehfish, Crick, 2000). В Центральной Европе описана тенденция более раннего прилета и взаимосвязь со средней температурой апреля для таких дальних мигрантов, как фифи, щеголь и большой улит (Anthes, 2004).

Анализируя изменение сроков прилета, необходимо отметить, что по коэффициенту регрессии можно определить скорость изменения признака. Но следует принимать во внимание, что в данном случае его величина является весьма условным показателем. Сроки прилета птиц варьируют в значительной степени, и коэффициенты регрессии могут

существенно изменяться при добавлении новых данных. Коэффициент детерминации ( $R^2$ ) для большинства видов невелик. Поэтому для коротких отрезков времени лучше говорить лишь о существовании определенной тенденции.

На юге Беларуси все мигрирующие виды, кроме малого зуйка *Charadrius dubius*, имеют отрицательную корреляцию с зимним индексом САК. Для четырех видов эта корреляция достоверна: галстучник, золотистая ржанка, чибис и бекас. Характерно, что все эти виды относятся к ближним мигрантам, места зимовок которых находятся в основном в Западной Европе, где влияние САК наиболее выражено. Полученные нами данные по влиянию САК на сроки прилета куликов соответствуют данным, полученным в Европе и Скандинавии – в обоих случаях происходит достоверное смещение начала миграции в более раннюю сторону у видов, которые относятся к ближним мигрантам (Jonzen et al., 2006; Palm et al., 2009).

Из анализа литературных данных последних лет, можно выделить две основные причины смещения сроков миграции птиц: первая микроэволюционная (генетическая) реакция организма на более ранние сроки гнездования и вторая – фенотипическая пластичность мигрантов в ответ на изменение климатических условий на местах зимовок и/или на путях миграций (Jonzen et al., 2006). Наиболее сильно чувствительны к изменениям климата ранние мигранты, зимующие близко от своих мест гнездования (ближние мигранты), сроки прилета которых в наибольшей степени зависят от погодных условий в местах гнездования (Грищенко, 1998). К таким ранним мигрантам относятся кулик-сорока, черныш, для которых обнаружен достоверный отрицательный тренд в динамике сроков весенней миграции. Сроки прилета большинства средних и дальних мигрантов более стабильны, однако нами выявлена достоверная тенденции более раннего прилета фифи, мородунки и перевозчика. Похожие результаты были описаны также для Центральной Европы (Anthes, 2004). Данные из Италии (о-в Капри) показывают, что дальние мигранты, которые зимуют к югу от Сахары стали прилетать

в южную Европу достоверно раньше, в то время как для ближних мигрантов такая тенденция была слабо выражена (Jonzen et al., 2006).

Кроме того, раннее прибытие транссахарских мигрантов на юг Европы показывает, что тенденция к раннему их прибытию в Скандинавию не может объясняться только ускоренными темпами миграции по Европе в ответ на сопутствующие тенденции к увеличению весенних температур в континентальной Европе. Можно предположить, что более раннее прибытие дальних мигрантов в Европу связано с увеличением скорости их миграции в Африке. Оба сценария можно рассматривать, как фенотипический ответ на тенденцию изменения африканских климатических условий, которые положительно влияют на успешность кормежки куликов на зимовке, таким образом являясь основной причиной, влияющей на время отправления птиц весной к местам гнездования, улучшая состояние птиц перед отлетом весной и делая полет более эффективным. Раньше предполагалось, что положительный тренд африканских температур влияет на более ранний прилет мигрантов в Европу. Однако последние исследования показали, что рост температуры в Африке снижает продуктивность местообитаний, что в свою очередь замедляет отправление дальних мигрантов с мест зимовок (Jonzen et al., 2006).

Изменение сроков прилета в сторону более поздних отмечено для ряда видов на Украине (Грищенко, 1998). В пойме р. Припять для некоторых куликов (большой кроншнеп, большой улит *Tringa nebularia*, золотистая ржанка, чибис, белохвостый песочник) также намечается такая тенденция, однако она статистически не достоверна.

Таким образом, в настоящее время отмечается тенденция более раннего прилета некоторых видов куликов на юге Беларуси, которая, однако, в связи с недостаточно долгим периодом наблюдений может меняться в дальнейшем. В общем же, тенденция более раннего прилета куликов, а также зависимость сроков их прилета от климатических факторов (среднемесячные температуры и САК-индекс), сходны с опубликованными данными для остальных частей Европы.

## Заключение

### Conclusions

*In the south of Belarus fluctuations between years in timing of arrival are considerable not only for early short-distance migrants but also for late long-distance migrants. These fluctuations are considerably dependable on spring temperature regime and distribution of influence of the North-Atlantic Oscillation.*

*There is observed a noticeable trend of changing terms of arrival to earlier dates for five species – the Oystercatcher, Green Sandpiper, Wood Sandpiper, Common Sandpiper, Terek Sandpiper. It seems that trend of earlier arrival is formed not only for short- but also for some long-distance migrants. The similar situation is recorded as well for Western and Central Europe.*

Анализ данных первой регистрации вида и медианы пролета позволил выделить среди куликов, мигрирующих на юге Беларуси следующие группы: ранние мигранты (7 видов, сроки пролета по ДПР 1 марта – 8 апреля, по медиане пролета 29 марта – 18 апреля) средние мигранты (8 видов, 9 апреля – 30 апреля; 23 апреля – 5 мая)



и поздние мигранты (5 видов, 1 мая – 23 мая; 8 мая – 23 мая, соответственно). По обоим показателям получены практически идентичные результаты, за некоторыми исключениями, вызванными различиями в сроках пролета половозрастных групп, а также подвидов (турухтан, чернозобик).

На юге Беларуси значительные межгодовые флуктуации в сроках прилета отмечаются не только у рано прилетающих ближних мигрантов, но и у поздно мигрирующих дальних мигрантов. Эти флуктуации сильно зависят от температурного режима весны и распространения влияния Северо-Атлантического Колебания. Виды, сроки прилета которых коррелируют с температурой февраля и марта относятся к ближним и средним мигрантам. У чибиса отмечена отрицательная тенденция прилета, коррелирующая с среднемесячной температурой февраля, у кулика-сороки, галстучника, турухтана, бекаса, большого веретенника и травника – с среднемесячной температурой марта, у белохвостого песочника – положительная тенденция, коррелирующая с среднемесячной температурой апреля. На юге Беларуси все мигрирующие виды, кроме малого зуйка, имеют отрицательную корреляцию с зимним индексом САК. Для четырех видов эта корреляция достоверна: галстучник, золотистая ржанка, чибис и бекас. Характерно, что все эти виды относятся к ближним мигрантам, места зимовок которых находятся в основном в Западной Европе, где влияние САК наиболее выражено.

Отмечена значимая тенденция к изменению сроков прилета в сторону более ранних для пяти видов – кулика-сороки, черныша, фифи, мородунки и перевозчика. Следует также отметить формирование тенденции более раннего прилета не только у ближних, но и у некоторых дальних мигрантов, что характерно в том числе для Западной и Центральной Европы.

## **Благодарности**

Выполнение работ было возможным благодаря помощи коллег и энтузиастов, за что авторы выражают им искреннюю признательность. Кроме сотрудников Института зоологии и Национального парка в работе также принимали участие студенты Гомельского и Брестского госуниверситетов. Особо хотелось бы отметить помощь следующих коллег: Д.Журавлев, С.Мороз, В.Натыканец, А.Зятиков, И.Богданович, Е.Слиж, А.Усов.

Проведенные исследования входят в научную программу Института зоологии НАН Беларуси, а также в некоторые годы частично финансировались общественной организацией «Ахова Птушак Бацькаўшчыны».

## **Литература**

- Алисов Б.П., Берлин И.А., Михель В.М. Курс климатологии. Ч. III. Климаты земного шара. – Л., 1954. – 320 с.
- Блюменталь Т.И. Зависимость скорости перемещения некоторых воробьиных от начальной жирности и энергетического баланса (данные повторных отловов окольцованных птиц) // Сообщ. Прибалт. комис. по изуч. миграций птиц. – 1968. – №5. – С. 146-154.
- Гордиенко Н.С., Соколов Л.В. Долговременные изменения сроков прилета птиц в Ильменский заповедник // Известия Челябинского научного центра. – 2006. –

Вып.3 (33). – С. 13-17.

- Грищенко В.Н. Изменение сроков прилета некоторых видов птиц в районе Каневского заповедника за последние 30 лет // Заповедное дело Украины. – 1998. – Т.4, Вып. 2. – С. 49-51.
- Дольник В.Р. Миграционное состояние птиц. – М.: Наука, 1975. – 398 с.
- Карлионова Н.В. Половозрастные различия в динамике и фенологии весеннего пролета турухтана (*Philomachus pugnax*) на юге Беларуси // Материалы VII Совещания по вопросам изучения куликов. Достижения в изучении куликов Северной Евразии. – 5-8 февраля 2007 г. Мичуринск / Науч. ред. А.Ю. Околелов, П.С. Томкович, А.О. Шубин. – Мичуринск: МГПИ, 2008. – С. 74-80.
- Соколов Л.В. Влияние глобального потепления на сроки миграции и гнездования воробьиных птиц в XX веке // Зоол. журнал. – 2006. – Т. 85, № 3. – С. 317-341.
- Adamík P., Pietruszková J. Advances in spring but variable autumnal trends in timing of inland waders migration // Acta Ornithologica. – 2008. – Vol. 43. – P. 119-128.
- Alerstam T. Bird migration. – Cambridge Univ. Press, 1990. – 420 p.
- Anthes N. Long-distance migration timing of *Tringa* sandpipers adjusted to recent climate change // Bird Study. – 2004. – Vol. 51. – P. 203-211.
- Austin G., Rehfishch M. M. 2005. Shifting non-breeding distributions of migratory fauna in relation to climatic change // Global Change Biology. – 2005. – Vol. 11. – P. 31-38.
- Bairlein F., Winkel W. Birds and climate change. Climate of the 21<sup>st</sup> century: changes and risk. – Hamburg: Scientific Facts. GEO, 2001. – P. 278-282.
- Beale C. M., Dodd S., Pearce-Higgins J. W. Wader recruitment indices suggest nesting success is temperature-dependent in Dunlin *Calidris alpina* // Ibis. – 2006. – Vol. 148. – P. 405-410.
- Both C., Piersma T., Roodbergen S. P. Climatic change explains much of the 20th century advance in laying date of Northern Lapwing *Vanellus vanellus* in the Netherlands // Ardea. – 2005. – Vol. 93 (1). – P. 79-88.
- Boyd H., Madsen J. Impacts of global change on arctic-breeding bird populations and migration. / Oechel W.C., Callaghan T., Gilmanov T., Holten J.I., Maxwell B., Molau U., Sveinbjornsson B. Global change and Arctic terrestrial ecosystems. – New York: Springer, 1997. – P. 201-217.
- Cepák J. Influence of temperature on winter occurrence of the Green Sandpiper (*Tringa ochropus*) in the Třeboň Biosphere Reserve (southern Bohemia) // Sylvia. – 2001. Vol. 37. – P. 87-93.
- Crick, H.Q.P. The impact of climate change on birds. // Ibis. – 2004. – Vol. 146 (Suppl. 1). – P. 48-56.
- Crick, H.Q.P. & T.H. Sparks. Climate related to egg-laying trends // Nature. – 1999. – Vol. 399. – P. 423.
- Gatter W. Gedehnte Zugzeiten bei Langstreckenziehern als Anpassung an die Saharaquerung? // Vogelwelt. – 1990. – Vol. 111. – P.166-172.
- Gatter W. Bewertung und Vergleichbarkeit von Medianwerten des Wegzuges am Beispiel Randecker Maar-Programm // Vogelwarte. – 1991. – Vol. 36. – P.19-34.
- Forchhammer M.C., Post E., Stenseth N.C. North Atlantic Oscillation timing of long- and short-distance migration // Journal of Animal Ecology. – 2002. – Vol. 71. – P. 1002-1014.
- Jonzén N., Lindén A., Ergon T., Knudsen E., Vik J.O., Rubolini D., Piacentini D., Brinch C., Spina F., Karlsson L., Stervander M., Andersson A., Waldenström J, Lehtikoinen



- A., Edvardsen E., Solvang R., Stenseth N.C. Rapid advance of spring arrival dates in long-distance migratory birds // *Science*. – 2006. – Vol. 312. – P. 1959-1961.
- Hildén O. The timing of arrival and departure of the Spotted Redshank *Tringa erythropus* in Finland // *Ornis Fennica*. – 1979. – Vol. 56. – P. 18-23.
- Hurrell J.W., Dickson R.R. Climate variability over the North Atlantic. Marine ecosystems and climate variation / Stenseth N.C., Ottersen G., Hurrell J.W., and Belgrano A. *Marine Ecosystems and Climate Variation. The North Atlantic: a Comparative Perspective*. – Oxford: Oxford University Press, 2004. – P. 15-31.
- Lehikoinen E., Sparks T., Žalakevičius M. Arrival and departure dates // *Advances in Ecological Research*. – 2004. – Vol. 35. – P. 1-31.
- Lindström A., Agrell J. Global change and possible effects on the migration and reproduction of arctic-breeding waders // *Ecological Bulletins*. – 1999. – Vol. 47. – P.145-159.
- Ottersen G., Planque B., Belgrano A., Post E., Reid P.C. & Stenseth N.C. Ecological effects of the North Atlantic Oscillation // *Oecologia*. – 2001. – Vol. 128. – P. 1-14.
- Palm V., Leito A., Truu J., Tomingas O. The spring timing of arrival of migratory birds: dependence on climate variables and migration route // *Ornis Fennica*. – 2009. – Vol. 86. P.97-108.
- Piersma T., Lindström A. Migrating shorebirds as integrative sentinels of global environmental change // *Ibis*. – 2004. – Vol. 146. – P. 61-69.
- Rehfishch M.M. & Crick H.Q.P. Predicting the impact of climatic change on Arctic-breeding waders // *Wader Study Group Bulletin*. – 2003. – Vol. 100. – P. 86-95.
- Root T.L., J.T. Price, K.R. Hall, S.H. Schneider, C. Rosenzweig & J.A. Pounds. Fingerprints of global warming on wild animals and plants // *Nature*. – 2003. – Vol. 421. – P.57-60.
- Sparks T.H. Phenology and the changing pattern of bird migration in Britain // *International Journal of Biometeorology*. – 1999. – Vol. 42. – P. 134-138.
- Sparks T.H., Braslavská O. The effects of temperature, altitude and latitude on the arrival and departure dates of the swallow *Hirundo rustica* in the Slovak Republic // *International Journal of Biometeorology*. – 2001. – Vol. 45. – P. 212-216.
- Sparks T.H., Roberts D.R. & Crick H.Q.P. What is the value of first arrival dates of spring migrants in phenology? // *Avian Ecology and Behaviour*. – 2001. – Vol. 7. – P. 75-85.
- Sparks T., Menzel A. Observed changes in seasons: an overview // *International Journal of Climatology*. – 2002. – Vol. 22. – P. 1715-1725.
- Stenseth N. C., Mysterud A. Weather packages: finding the right scale and composition of climate in ecology // *Journal of Animal Ecology*. – 2005. – Vol. 74. – P. 1195-1198.
- Tryjanowski P., Kuzniak S., Sparks T. Earlier arrival of some farmland migrants in western Poland // *Ibis*. – 2002. – Vol. 144. – P. 62-68.