

# МАРШРУТЫ МИГРАЦИИ И КЛЮЧЕВЫЕ ОСТАНОВКИ *ANSER FABALIS FABALIS* (ANSERIFORMES): АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ОХРАНЫ

С. Б. Розенфельд<sup>1,\*</sup> , Е. Г. Стрельников<sup>2</sup>, С. В. Волков<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Институт проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова РАН, Россия

\*e-mail: rozenfeldbro@mail.ru

<sup>2</sup>Государственный природный заповедник «Юганский», Россия

Поступила: 03.06.2024. Исправлена: 01.10.2024. Принята к опубликованию: 17.10.2024.

Численность *Anser fabalis fabalis* на зимовках продолжает снижаться. Экология миграций *Anser fabalis fabalis*, зимующего в западной Европе, изучена недостаточно. Лишь в общих чертах известно о сроках пролета вида, не описаны места ключевых миграционных остановок, нет данных по продолжительности их использования и природоохранном статусе. Без этих знаний невозможно организовать полноценную охрану любой мигрирующей популяции. Мы проанализировали динамику и фенологию миграций, а также природоохранный статус мест миграционных остановок и предмиграционных стоянок *Anser fabalis fabalis* восточной субпопуляции, гнездящейся в лесной зоне Западной и Центральной Сибири и зимующей в северной Германии и Польше, по данным GPS/GSM передатчиков. Использовали данные по 45 завершённым весенним перелетам от 25 помеченных птиц и 36 завершённым осенним перелетам от 20 птиц за период 2019–2023 гг. Старт с зимовок в большинстве случаев происходит в конце февраля, в среднем 20 февраля  $\pm$  10.9 дней. Прилет в гнездовые районы происходит в конце апреля, в среднем 01 мая  $\pm$  9.4 дня. За период 2019–2023 гг. прослежена тенденция смещения старта (Mann-Kendall test:  $\tau = -0.22$ ,  $p < 0.05$ ) и окончания (Mann-Kendall test:  $\tau = -0.35$ ,  $p < 0.05$ ) весенней миграции на более ранние даты. По индивидуальным маршрутам были выделены 1031 миграционная остановка суммарной продолжительностью 3529.7 дней. Из них на территории России располагались 616 (59.8%) остановок, продолжительность которых составила 1831 (51.9%) день. Ключевые остановки, где особи проводят продолжительное время, находятся в Балтийском регионе, Свияго-Вятском междуречье и центральном Приволжье. Старт осенней миграции происходит между 27 сентября и 25 октября, в среднем – 18 октября  $\pm$  7.9 дня, а прилет – на места зимовки между 15 октября и 11 декабря, в среднем – на 8 ноября  $\pm$  13.4 дня. За период 2019–2023 гг. прослеживается тенденция все более позднего прилета на места зимовки (Mann-Kendall test:  $\tau = 0.45$ ,  $p < 0.05$ ), старт осенней миграции также стал происходить позже (Mann-Kendall test:  $\tau = 0.44$ ,  $p < 0.05$ ). Для пар особей с выводками характерна более продолжительная осенняя миграция (Mann-Whitney test:  $U = 67.0$ ,  $Z = 2.58$ ,  $p < 0.001$ ), и они проводят достоверно больше времени на предмиграционной стоянке (Mann-Whitney test:  $U = 71.5$ ,  $Z = 2.29$ ,  $p < 0.01$  и миграционных остановках (Mann-Whitney test:  $U = 67.5$ ,  $Z = 2.56$ ,  $p < 0.01$ ). Скорость миграции у особей с выводками было заметно ниже, чем у птиц без выводков (Mann-Whitney test:  $U = 69.0$ ,  $Z = -2.5$ ,  $p < 0.01$ ). Только 15.3% мест остановок охвачены существующей сетью особо охраняемых природных территорий (ООПТ), на которых птицы проводят всего 19.2% времени. Результаты исследования могут быть использованы для разработки аргументированной стратегии сохранения восточной субпопуляции *Anser fabalis fabalis* в период сезонных миграций, при реализации которой создание ООПТ или ограничение охоты на выявленных ключевых территориях должны быть приоритетом.

**Ключевые слова:** гусеобразные, дистанционное прослеживание, Западная Сибирь, западный лесной гуменик, Красная книга России, места миграционных остановок, миграция, охрана, предмиграционная стоянка

## Введение

Масштаб и интенсивность угроз перелетным птицам, несмотря на все усилия по сохранению, увеличились за последние полвека в связи с быстрым экономическим развитием и ростом населения, изменением климата, утратой и фрагментацией местообитаний, пресом чрезмерного промысла, охоты и браконьерства (Møller et al., 2008; Klaassen et al., 2014; Kamp et al., 2015; Romano et al., 2022; Wei et al., 2023; Guo et al., 2024). Сохранение широко мигрирующих видов является сложной задачей, учитывая расстояния, на которые они перемещаются и разное охотничье и природоохранное законодательство в странах, которые они пересекают на своем пути. Снижение уровня дополнительной смерт-

ности, не связанной с естественными причинами, особенно в критический период миграции – важнейшая задача сохранения редких видов. Недооценка важности этой проблемы ограничивает эффективность текущих усилий по сохранению (Sheehy et al., 2011). Для многих видов гусеобразных, совершающих протяженные миграции, лимитирующим параметром является время, которое они проводят на миграционных остановках. На таких остановках птицы пополняют израсходованные на перелеты внутренние резервы, отдыхают и ожидают благоприятных погодных условий для продолжения миграции. Высокий уровень беспокойства, особенно весенняя охота, на таких стоянках приводит к уменьшению времени, затрачиваемого на кормежку

(Chudzińska et al., 2016), а впоследствии ведет к ухудшению репродуктивных показателей – снижению величины кладки и возрастанию доли разоренных кладок (Mainguu et al., 2002; Féret et al., 2003; Calvert et al., 2007). Так в Квебеке (Канада), снижение уровня беспокойства, в первую очередь прессы охоты, произошедшее в период режима самоизоляции COVID-19, оказало положительное влияние на физическое состояние, кормовое поведение и репродуктивные показатели у *Anser caerulescens atlanticus*, Kennard, 1927 (LeTourneux et al., 2021).

Численность *Anser fabalis fabalis*, Latham, 1787 на европейских зимовках продолжает снижаться, несмотря на принятые рядом стран меры охраны (Fox & Leafloor, 2018; Jensen et al., 2022; Panov et al., 2022). Предполагается, что площадь очагов гнездования существенно сократилась из-за антропогенного воздействия: весенней охоты, незаконной охоты на местах линьки, беспокойства птиц на местах гнездования, трансформации гнездовых биотопов в ходе широкомасштабного освоения нефтегазовых месторождений. *Anser fabalis fabalis* является объектом Международной конвенции по охране мигрирующих видов (Приложение II). В 2012 г. природоохранный статус этого подвида поменялся – перемещен в Колонку А Таблицы 1 Приложения III к Соглашению по охране афро-евразийских мигрирующих водно-болотных птиц и их местообитаний (AEWA) как вид, численность популяций которого составляет менее 100 000 особей и из-за «выявленного долговременного и существенного снижения численности (Marjakangas et al., 2015).

В России гнездятся *Anser fabalis fabalis* трех субпопуляций: восточной, центральной и азиатской (Marjakangas et al., 2015; Розенфельд, Замятин, 2021). На федеральном уровне подвид подлежит охране в республиках Алтай, Бурятия, Саха (Якутия), Тыве, Хакасии, Ханты-Мансийском автономном округе-Югре, Ямало-Ненецком автономном округе, Чукотском автономном округе, Архангельской, Иркутской, Кемеровской, Магаданской, Новосибирской областях, Забайкальском, Камчатском, Красноярском краях (Розенфельд, Замятин, 2021). На региональном уровне *Anser fabalis fabalis* охраняется в Рязанской области, Республике Карелия и Красноярском крае (Артемьев, 2020; Емельянов, Розенфельд, 2022).

В настоящей статье представлен анализ миграционной экологии восточной субпопуляции,

гнездящейся в Западной и Центральной Сибири и зимующей в Северо-Западной Европе. Быстрый прогресс в методах исследования миграций, в первую очередь широкое использование спутниковых и GPS/GSM передатчиков (Jetz et al., 2022), которые предоставляют прекрасную возможность не только детально изучать особенности этого важного этапа годового цикла, но и имеют большое природоохранное значение. Дистанционное прослеживание помогает выявить ключевые места остановок для их последующей охраны (Vangeluwe et al., 2018; Lei et al., 2019; Batbayar et al., 2021; Rozenfeld et al., 2021; Erdenechimeg et al., 2023; Wang et al., 2023).

Целью исследования было выяснение особенностей миграционных маршрутов *Anser fabalis fabalis* весной и осенью, закономерностей географического распределения миграционных стоянок, оценка эффективности особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Благополучие большинства перелетных птиц зависит от качества мест миграционных остановок, которые существенно влияют на динамику численности популяций. Кроме того, знание сроков миграции и прибытия на места гнездования позволяет скорректировать сроки охоты таким образом, чтобы вывести из-под ее прессы редкие таксоны. После периода линьки *Anser fabalis fabalis* собираются на предмиграционные стоянки, которые, если размножение было удачным, располагаются вблизи гнездовых районов. Пары, потерявшие кладку или выводок, покидают гнездовые районы и улетают на линьку в Арктику: на полуострова Таймыр и Гыдан. После подъема на крыло такие особи возвращаются на предмиграционные стоянки, присоединяясь к размножавшейся части популяции. Предмиграционная стоянка – важный этап в годовом цикле жизни многих видов гусеобразных, в т.ч. *Anser fabalis fabalis*. При анализе, мы выделяем этот этап в отдельную категорию.

### Материал и методы

Отлов и мечение проводили в ноябре 2018 г. и октябре – ноябре 2021 г. (Электронное приложение 1) на территории национального парка «Нижняя дельта Одера» (Германия) (52.984° N, 14.161° E). Особей *Anser fabalis fabalis* ловили традиционным методом с помощью живых подсадных птиц и сетевой ловушки. Всего в 2018 г. передатчиками GPS-GSM помечено 19 особей, в 2021 г. – 36 особей. Частота сигнала варьировала

от 10 мин. до 1 ч. в зависимости от текущего заряда батареи прибора (Электронное приложение 1). Данные депонированы на сайте Movebank (<https://www.movebank.org/>). Политика доступа к данным проекта разрешает их свободное использование в природоохранных целях.

Для анализа миграции *Anser fabalis fabalis* были использованы следующие параметры: продолжительность миграции, продолжительность перелета, расстояние миграции, длительность стоянок, количество миграционных остановок, скорость полета (соотношение суммарного расстояния, преодоленного в ходе миграции, ко времени затраченному на перелеты), скорость миграции (соотношение суммарного расстояния, преодоленного в ходе миграции, к суммарному времени, потраченному на данный маршрут) и индекс прямолинейности (соотношение протяженности реального маршрута миграции и ортодрома между точкой старта и окончанием миграции). Протяженность миграционного маршрута рассчитывали как сумму суточных перемещений между крайними точками перелета, без учета локальных кормовых перемещений на стоянках. Суточные перемещения рассчитаны как сумма расстояний между последовательными точками в течение одних суток с использованием функции `distHaversine` в пакете «`geosphere`» (Hijmans et al., 2017) программы R (R Core Team, 2021). Для расчета расстояния миграционных маршрутов использовали только полные маршруты. Выделенные остановки ранжировали по пяти категориям в зависимости от продолжительности: < 1 дня (1), 1.0–3.9 дня (2), 4.0–9.9 дня (3), 10.0–14.9 дней (4) и > 15 дней (5). В большинстве случаев для анализа использовали только длительные остановки (четыре дня и более). Наличие тенденций во временных рядах данных оценивали с помощью критерия Манн-Кендалла (Mann-Kendall test), пакет «`trend`» (Pohler, 2018). Для проверки сходства нескольких выборок использовали непараметрический критерий Краскела-Уоллиса (Kruskal-Wallis test). При сравнении сходства двух выборок применяли критерий Манна-Уитни (Mann-Whitney test). Для сравнения характеристик миграций весной и осенью из-за небольшой выборки применяли непараметрический Т-критерий Уилкоксона (Wilcoxon Pairs Test). ГИС-слой по расположению ООПТ на территории России был взят из Всемирной базы данных (UNEP-WCMC & IUCN, 2024), которая является наиболее полной глобальной базой данных по морским и наземным ООПТ.

## Результаты

От 43 помеченных птиц в 2019–2023 гг. мы получили данные о 45 весенних и 36 осенних полных (завершенных) маршрутах. Восемнадцать передатчиков (41.9%) прекратили работу во время зимовки или в ходе миграции. Старт с зимовок в большинстве случаев происходит в конце февраля, но у отдельных особей может затягиваться до конца марта (табл. 1). Средняя многолетняя дата начала весенней миграции: 20 февраля  $\pm$  10.9 дней ( $n = 56$ ). Различий в датах начала и окончания миграции, продолжительности перелетов и остановок у самцов и самок не обнаружено. Прилет в гнездовые районы происходит в конце апреля, в среднем 01 мая  $\pm$  9.4 дня ( $n = 45$ ). Начало (Mann-Kendall test:  $\tau = -0.22$ ,  $p < 0.05$ ) и окончание (Mann-Kendall test:  $\tau = -0.35$ ,  $p < 0.05$ ) весенней миграции за период 2019–2023 гг. имеют тенденцию смещения на более ранние даты.

Протяженность миграционного маршрута у разных особей варьировала от 3300 км до 6300 км (табл. 1, рис. 1), в среднем  $-4600 \pm 700$  км ( $n = 45$ ). Продолжительность миграции не имеет межгодовых различий (Kruskal-Wallis test:  $H_{4,45} = 7.04$ ,  $p > 0.05$ ).

## Пути миграции

Весенняя миграция у *Anser fabalis fabalis* длится в среднем не меньше двух месяцев. Покидая зимовку, птицы делают первую продолжительную остановку на балтийском побережье Польши, Литвы, Латвии и Калининградской области России (рис. 1). В отдельных случаях они задерживаются в регионе до 25–28 дней, но обычно остаются здесь 10–14 дней. В зависимости от темпов весеннего потепления, большая часть птиц к концу первой декады марта перемещается восточнее и юго-восточнее: в Беларусь, восточные районы Латвии и Литвы, а во второй декаде марта появляются в Псковской, Брянской, Смоленской и Орловской областях. Начиная с середины марта, *Anser fabalis fabalis* постепенно продвигаются восточнее, до Курской, Липецкой и Воронежской областей (рис. 1). В дальнейшем, направление перемещений особей расширяется, и к концу марта птицы появляются в Нечерноземье и Поволжье. В апреле начинает преобладать северо-восточное направление миграции, птицы достигают Коми, Пермского края, Ханты-Мансийского автономного округа-Югры, Ямало-Ненецкого и Ненецкого автономных округов.

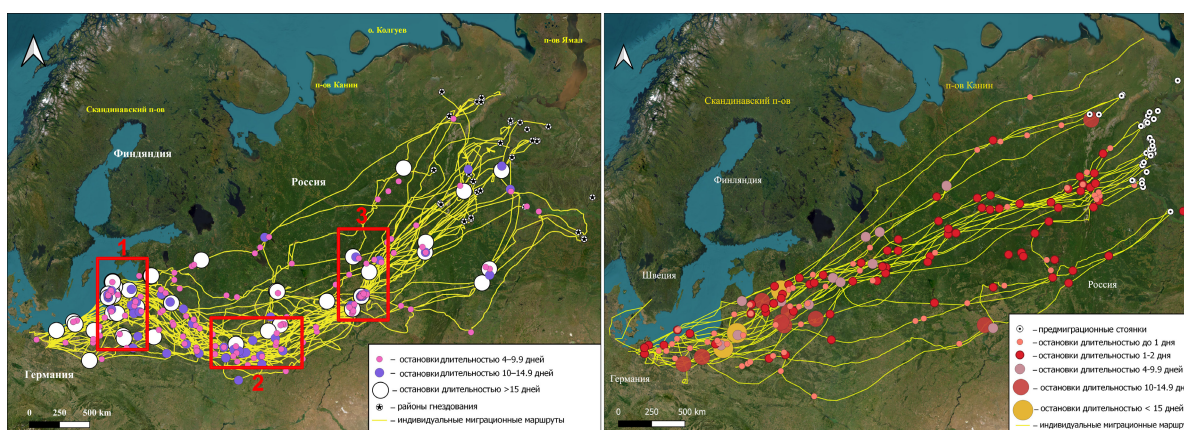


**Таблица 1.** Характеристика сезонных миграций *Anser fabalis fabalis* в 2019–2023 гг. по еропейско-западносибирскому пролетному пути

**Table 1.** Characteristics of spring and autumn migration of *Anser fabalis fabalis* in 2019–2023 along Europe-Western Siberian flyway

Переменные	Характеристики				p-уровень значимости различий*
	весенняя миграция, n = 45		осенняя миграция, n = 36		
	M ± SD	min–max	M ± SD	min–max	
Дата начала миграции	20.02 ± 11	29.01–21.03	18.10 ± 7	27.09–25.10	–
Дата окончания миграции	10.05 ± 9	16.04–26.05	8.11 ± 13	15.10–11.12	–
Расстояние миграции, км	4621.1 ± 739.2	3364.5–6325.9	3464.7 ± 329.5	2875.1–4445.7	< 0.0001
Дистанция ортодрома, км	2940.1 ± 236.1	2513.1–3506.8	2922.2 ± 137.4	2656.5–3199.9	p > 0.05
Индекс прямолинейности	1.57 ± 0.22	1.29–2.21	1.18 ± 0.09	1.08–1.44	< 0.0001
Продолжительность миграции, дни	70.3 ± 2.9	36.2–99.9	20.7 ± 11.7	3.5–49.3	< 0.0001
Продолжительность перелетов, минуты	4803 ± 750.8	3180–6984	3923 ± 773.5	2742–6061	< 0.0001
Число миграционных остановок	19.9 ± 6.1	10.0–38.0	7.8 ± 3.03	3–18	< 0.0001
Длительность остановок, дни	66.6 ± 12.9	33.3–96.3	17.7 ± 11.5	0.9–46.1	< 0.0001
Скорость миграции, км/день	67.6 ± 14.5	43.6–112.9	255.9 ± 210.61	69.0–1054.8	< 0.0001
Скорость полета, км/час	58.1 ± 7.2	37.4–71.3	54.1 ± 7.35	34.6–69.4	< 0.01

Примечание: \* – различия оценены по Wilcoxon pairs test («–» – сравнение выборок не проводили; ns – p > 0.05); M – среднее значение, SD – стандартное отклонение, min – минимальное значение, max – максимальное значение.



**Рис. 1.** Маршруты весенней (а), осенней (б) миграции и распределение миграционных остановок *Anser fabalis fabalis*. Красными прямоугольниками выделены ключевые районы, где сконцентрированы наиболее важные миграционные остановки: 1 – Балтийский регион; 2 – Центрально-Черноземный регион; 3 – Свияго-Вятское междуречье.

**Fig. 1.** Spring (a) and autumn (b) migration routes and arrangement of stopovers of *Anser fabalis fabalis*. Red rectangles indicate key areas with the most important stopovers: 1 – Baltic Region; 2 – Central Black Earth Region; 3 – Sviyaga-Vyatka interfluvium.

Особям *Anser fabalis fabalis*, гнездящимся в Западной Сибири, на пути к местам гнездования необходимо пересечь Уральские горы, для чего они используют три основных маршрута (рис. 1). Большая часть птиц пролетает широким фронтом через Северный и Средний Урал – наиболее низкие участки горного массива между 63° N и 58° N, а затем поворачивает к северу и северо-западу. Около 10% особей, покинув миграционные остановки в Поволжье, летят вдоль Уральского хребта до Приполярного Урала, переваливая через горы по Печорской и Воркутинской впадинам. Также около 10% особей преодолевают Уральские горы самым южным маршрутом между 57° N и 55° N, в частности по Уфимско-Соликамской впадине.

По индивидуальным маршрутам была выделена 1031 миграционная остановка суммарной продолжительностью 3529.7 дней. Из них на территории России располагались 616 (59.8%) оста-

новок, продолжительность которых составила 1831 (51.9%) день. Распределение миграционных остановок имеет выраженный географический тренд – по мере продвижения на восток, ближе к гнездовым районам, их продолжительность сокращается (r = -0.099, p < 0.0001, n = 1031). Анализ географического распределения миграционных остановок позволяет обозначить наиболее важные для вида регионы (рис. 1) в весенний период – Балтийский регион, Свияго-Вятское междуречье и центральное Поволжье.

**Общая характеристика осенней миграции**

Отлет птиц с предмиграционных стоянок происходит между 27 сентября и 25 октября (табл. 1), средняя многолетняя дата – 18 октября ± 7.9 дня (n = 36). Прилет на места зимовки происходит между 15 октября и 11 декабря, в среднем – 8 ноября ± 13.4 дня (n = 36). Протяженность осенней

миграции в среднем  $3464.7 \pm 329.5$  км (min-max: 2875.1–4445.7 км,  $n = 36$ ); продолжительность осенней миграции составила в среднем  $21 \pm 11.7$  день с разбросом от 4 до 49 дней (табл. 1). За период 2019–2023 гг. прослеживается тенденция все более позднего прилета на места зимовки (Mann-Kendall test:  $\tau = 0.45$ ,  $p < 0.05$ ). Начало осенней миграции также стало происходить позже (Mann-Kendall test:  $\tau = 0.44$ ,  $p < 0.05$ ).

### **Отличия миграций птиц с выводками и без выводков**

Было прослежено 35 маршрутов: 22 – для птиц, гнездившихся неуспешно (потерявших кладку или выводок) и 13 – для успешно вырастивших птенцов. Для пар с выводками характерна более продолжительная осенняя миграция (Mann-Whitney test:  $U = 67.0$ ,  $Z = 2.58$ ,  $p < 0.001$ ), и они проводят достоверно больше времени на предмиграционной стоянке (Mann-Whitney test:  $U = 71.5$ ,  $Z = 2.29$ ,  $p < 0.01$ ) и миграционных остановках на пути пролета (Mann-Whitney test:  $U = 67.5$ ,  $Z = 2.56$ ,  $p < 0.01$ ). Скорость миграции у птиц с выводками заметно ниже, чем у птиц без выводков (Mann-Whitney test:  $U = 69.0$ ,  $Z = -2.5$ ,  $p < 0.01$ ). Перечисленные закономерности обусловлены тем, что птенцы гораздо слабее взрослых птиц: им требуется больше времени на подготовку к миграции и на восстановление сил после перелета. Соответственно, пары с выводками прибывают на места зимовок достоверно позже птиц без выводков (Mann-Whitney test:  $U = 67.0$ ,  $Z = 2.58$ ,  $p < 0.01$ ). При этом даты начала осенней миграции, расстояние миграции и количество остановок не отличается между выборками птиц с выводками и без них.

### **Предмиграционные стоянки**

После окончания линьки птицы перемещаются на предмиграционные стоянки, на которых проводят до двух месяцев. Мы специально отделяем этот этап от осенней миграции и гнездового сезона, так как он критически важен для многих видов гусеобразных, поскольку во многом определяет последующую выживаемость птенцов (Сыроечковский, 2013). Именно в этот период происходит накопление внутренних резервов, необходимых для успешного завершения осенней миграции взрослыми птицами, а также рост птенцов и развитие у них мышц, отвечающих за полет. Средняя продолжительность предмиграционной стоянки у *Anser fabalis fabalis* длится  $58.5 \pm 9.7$  дней ( $n = 35$ ). Продолжительность пребывания

особей на стоянке не зависит ни от пола (Mann-Whitney test,  $p > 0.1$ ,  $n = 35$ ), ни от года (Kruskal-Wallis test:  $H_{4,35} = 8.1$ ,  $p = 0.13$ ), но на нее сильно влияет наличие выводка; так, пары с птенцами достоверно проводят больше времени на предмиграционной стоянке (Mann-Whitney test:  $U = 67.0$ ,  $Z = 2.58$ ,  $p < 0.001$ ,  $n = 35$ ). За период 2019–2023 гг. прослеживается четкая тенденция увеличения продолжительности предмиграционной стоянки (Mann-Kendall test:  $\tau = 0.35$ ,  $p < 0.01$ ) и смещения на более поздние даты ее окончания, т.е. начала осенней миграции (Mann-Kendall test:  $\tau = 0.44$ ,  $p < 0.05$ ). Даты начала образования предмиграционных стоянок остались прежними, выраженных межсезонных тенденций не обнаружено (Mann-Kendall test:  $\tau = -0.05$ ,  $p > 0.05$ ).

Миграции *Anser fabalis fabalis* весной принципиально отличаются от осенних перелетов по всем основным переменным (табл. 1). На осеннюю миграцию особи *Anser fabalis fabalis* затрачивают значительно меньше времени. Кроме того, сокращается расстояние миграции и количество миграционных остановок, а маршрут становится более прямолинейным. Это требует разных подходов к охране *Anser fabalis fabalis* весной и осенью.

### **Эффективность существующей сети ООПТ**

Наложение распределения весенних миграционных остановок и предмиграционных стоянок на карты ООПТ в слоях ГИС показало, что существующая сеть ООПТ не обеспечивает охрану подвида во время миграций (рис. 2; Приложение 1). Показатели обеспеченности варьируют по регионам. В лучшем случае сеть ООПТ охватывает 20–30% весенних остановок (Республика Татарстан, Республика Коми, Пермский край, Калининградская область, Ярославская область) – в среднем по миграционному маршруту около 15%. В 23 из 40 регионов, в том числе ключевых для вида Псковской, Новгородской, Курской, Пензенской, Нижегородской областях, ни одна из остановок не находится на ООПТ (Приложение 1, рис. 2).

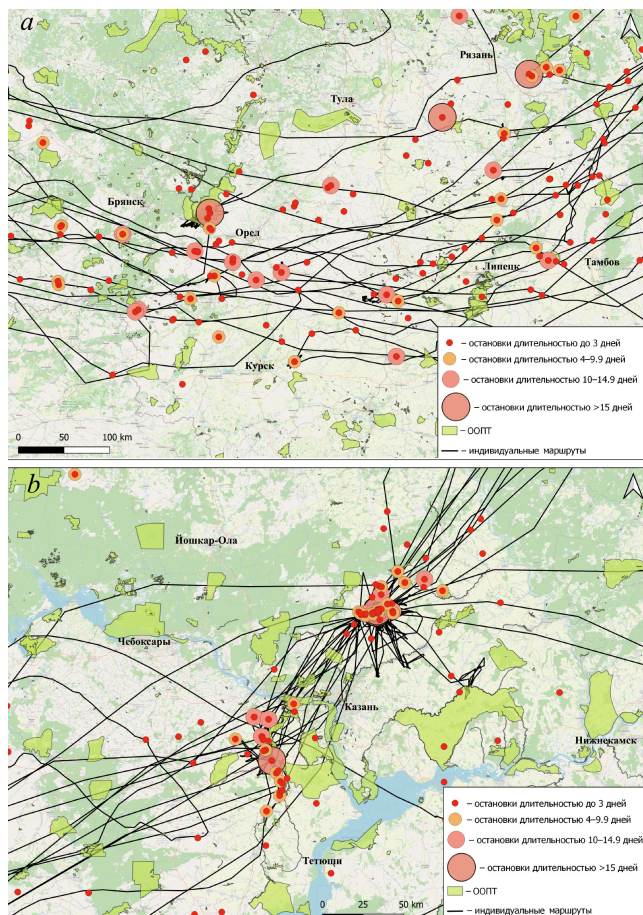
Другой важный показатель – время, проведенное на ООПТ. В среднем по маршруту он составляет 19.2%, но в большинстве регионов гораздо меньше (Приложение 1). Только в Татарстане *Anser fabalis fabalis* почти половину времени проводят на ООПТ. Критическая ситуация с охраной *Anser fabalis fabalis* на весенних миграционных остановках сложилась в Ханты-Мансийском автономном округе-Югре, Рязанской и Свердловской областях: в каждом из этих регионов особи *Anser*



*fabalis fabalis* проводят 5–7% времени в период весенней миграции. При этом лишь 0.4–0.7% (Приложение 1) территорий остановок находится на ООПТ. Не лучше обстоит дело и с охраной предмиграционных стоянок *Anser fabalis fabalis* в критический период взросления птенцов и подготовки к осеннему перелету (рис. 3), только 11.5% из них находятся на ООПТ.

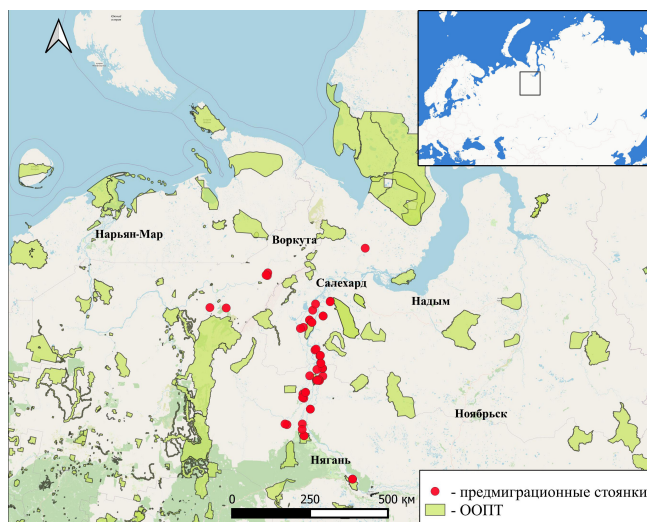
### Обсуждение

Точные данные отслеживания маршрутов пролета позволили выяснить закономерности миграции особей *Anser fabalis fabalis*, размножающихся в Западной Сибири и на севере Европейской России и выявить факторы угроз. Современные технологии в сочетании с инструментами дистанционного зондирования Земли обеспечивают уровень детализации, необходимый для выявления и характеристики закономерностей в использовании пространства птицами, а также поиске критически важных мест обитания.



**Рис. 2.** Распределение весенних миграционных остановок *Anser fabalis fabalis* в 2019–2023 гг. и сеть ООПТ. Обозначения: а – Центрально-Черноземный регион, б – Свияго-Вятское междуречье.

**Fig. 2.** Protected Areas and distribution of spring stopovers of *Anser fabalis fabalis* in Central Black Earth Region (a) and Sviyaga-Vyatka interfluvium (b) in 2019–2023.



**Рис. 3.** Распределение предмиграционных стоянок *Anser fabalis fabalis* и сети ООПТ в 2019–2023 гг. в Республике Коми, Ямало-Ненецком автономном округе и Ханты-Мансийском автономном округе-Югре.

**Fig. 3.** The location of Protected Areas and pre-migration stopovers of *Anser fabalis fabalis* in 2019–2023 in the Komi Republic, Yamalo-Nenetsky Autonomous Okrug and Khanty-Mansi Autonomous Okrug.

### Эффективность сети ООПТ и меры охраны

В настоящее время лишь 15.3% мест остановок, на которых *Anser fabalis fabalis* проводят всего 19.2% времени, входят в состав ООПТ. Сроки весенней и осенней охоты планируются регионами без учета характера миграции *Anser fabalis fabalis*, который летит весной на 10–15 дней раньше массовых охотничьих видов гусеобразных, гнездящихся в Арктике: *Anser fabalis rossicus* Buturlin, 1933 и *A. albifrons*, Scopoli, 1769. Учитывая мощное охотничье лобби, полностью запретить весеннюю охоту на гусей в России не удастся. Однако перенести сроки охоты на более поздние и ввести запрет или ограничения на выявленных местах ключевых миграционных остановок и предмиграционных стоянок необходимо (табл. 2).

### Изменение фенологии

В период 2019–2023 гг. выражено проявляется тенденция смещения сроков начала весенней миграции на более ранние даты, такая же тенденция отмечена и для дат прибытия *Anser fabalis fabalis* на места гнездования. Подобные изменения фенологии весенней миграции отмечены у многих видов птиц в Северном полушарии как следствие потепления климата (Volkov et al., 2017; Cohen et al., 2018; Lehikoinen et al., 2019; Ryzhanovskiy & Gilev, 2020; Бурский, 2020). Весенняя миграция *Anser fabalis fabalis* длится в среднем около 70 дней. Но в холодные сезоны время, затрачиваемое на путь от зимовки до мест

гнездования, может составлять более трех месяцев. В годы с затяжной весной возрастает как расстояние миграции, так и число миграционных остановок. Пары, потерявшие кладки, мигрируют на линьку на юго-западный Таймыр или Гыданский полуостров. Можно было бы ожидать, что как у тундрового подвида *Anser fabalis rossicus* у *Anser fabalis fabalis* есть различия в фенологии осенней миграции у успешных и неуспешных пар. Так, особи *Anser fabalis rossicus*, оставшиеся без выводков, мигрируют на Новую Землю, где проводят три месяца и начинают осеннюю миграцию позже, чем успешно гнездившиеся птицы (Piironen et al., 2021). У *Anser fabalis fabalis* выявлена противоположная тенденция: миграция пар с выводками длится дольше, и они прилетают на зимовку достоверно позже.

Прослеживается тенденция все более позднего прилета на места зимовки. При этом начало осенней миграции также достоверно сдвигается на более поздние даты. Похожие тенденции отмечены для южной Финляндии, где за последние 40 лет сроки начала весенней миграции сдвинулись почти на месяц, а начало осенней миграции на две недели. Отмечается, что сдвиг в весенний период хорошо коррелирует с потеплением и индексом Североатлантического колебания (NAO), но осенью такая тенденция не прослеживается (Kortessalmi et al., 2023).

### Сравнение осенней и весенней миграции

Весенние миграционные маршруты *Anser fabalis fabalis*, который не летит Беломоро-балтийским пролетным путем, как и сроки миграции, значительно отличаются от маршрутов других видов трибы Anserini, зимующих в Северной

Европе. Поскольку весенняя миграция у *Anser fabalis fabalis* начинается раньше (птицы сталкиваются с более жесткими погодными условиями), их маршрут проходит гораздо южнее, по территориям, раньше освобождающимся от снега. Осенняя миграция относительно короткая. Стартуя с предмиграционной стоянки, особи преодолевают расстояние до зимовки в среднем за три недели, но в отдельных случаях миграция может длиться всего 3.5 дня. На осенней миграции сокращается число миграционных остановок, а кроме того, маршрут миграции более прямолинеен, чем весной. Эти наблюдения дают основание к изменению подхода к охране *Anser fabalis fabalis*: на длительных миграционных остановках необходим полный запрет охоты весной.

### Заключение

С середины 1990-х гг. восточная субпопуляция *Anser fabalis fabalis*, зимующего в Европе (Польша, Германия) неуклонно сокращала свою численность. Однако данные по маршрутам миграции, местах миграционных остановок, предмиграционным стоянкам, необходимые для разработки эффективной программы сохранения *Anser fabalis fabalis*, отсутствовали. По данным изучения птиц, помеченных GPS/GSM передатчиками в 2019–2023 гг, мы выяснили, что на территории России только 15.3% известных остановок, на которых *Anser fabalis fabalis* проводит всего 19.2% времени весенней миграции, охвачены существующей сетью ООПТ. Для эффективной охраны *Anser fabalis fabalis* в выявленных ключевых местах мы предлагаем запретить охоту (создать сезонные зоны покоя дичи) и/или создать ООПТ с режимом запрета охоты на водоплавающую дичь.

**Таблица 2.** Предложения по ограничению (запрету) весенней охоты на водоплавающую дичь по результатам анализа маршрутов миграции и времени пребывания *Anser fabalis fabalis* в регионах

**Table 2.** Region-wise proposals for spring hunting ban (restriction) based on the results of an analysis of migration routes and time of stay of *Anser fabalis fabalis*

Сроки ограничения (запрета) охоты	Регионы
10 февраля – 10 марта	Калининградская область
10 марта – 10 апреля	Брянская область, Смоленская область
20 марта – 10 апреля	Белгородская область, Воронежская область, Калужская область, Курская область, Липецкая область, Республика Мордовия, Новгородская область, Орловская область, Пензенская область, Псковская область, Саратовская область, Тамбовская область, Тульская область, Владимирская область, Ивановская область, Республика Марий Эл, Московская область, Нижегородская область, Рязанская область, Республика Татарстан, Тверская область, Ульяновская область, Чувашская Республика
01 апреля – 10 мая	Республика Башкортостан, Кировская область, Свердловская область, Тюменская область, Челябинская область
10 апреля – 10 мая	Архангельская область, Вологодская область, Костромская область, Пермский край, Республика Удмуртия, Ханты-Мансийский автономный округ, Ярославская область
20 апреля – 10 мая	Республика Коми, Ямало-Ненецкий автономный округ



## Благодарности

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (AAAA-A19-119021190073-8) и финансировалась из бюджета Института проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова РАН (Россия) в рамках темы «Фундаментальные проблемы охраны живой природы и рационального использования биоресурсов» (0089-2021-0010, FFER-2024-0022). Данные предоставлены Проектом Movebank TaigaBeanGoose\_Odra river (руководитель Andrea Kölzsch, Max Planck Institute of Animal Behavior, Germany).

## Литература

- Артемьев А.В. 2020. Западный лесной гуменник // Красная книга Республики Карелия. Белгород: КОНСТАНТА. С. 310–312.
- Бурский О.В. 2020. Смещение сроков гнездования птиц в центральной Сибири в связи с потеплением климата: фенотипическая пластичность или генетический сдвиг? // Журнал общей биологии. Т. 81(3). С. 208–222. DOI: 10.31857/S0044459620030033
- Емельянов В.И., Розенфельд С.Б. 2022. Западный лесной гуменник // Красная книга Красноярского края. Красноярск. С. 81.
- Розенфельд С.Б., Замятин Д.О. 2021. Западный лесной гуменник // Красная книга Российской Федерации, том «Животные». 2-ое издание. М.: ВНИИ «Экология». С. 573–575.
- Сыроечковский Е.Е. 2013. Адаптации гусеобразных трибы Anserini к обитанию в Арктике. М.: Товарищество научных изданий КМК. 297 с.
- Batbayar N., Yi K., Zhang J., Natsagdorj T., Damba I., Cao L., Fox A.D. 2021. Combining Tracking and Remote Sensing to Identify Critical Year-Round Site, Habitat Use and Migratory Connectivity of a Threatened Waterbird Species // Remote Sensing. Vol. 13(20). P. 40–49. DOI: 10.3390/rs13204049
- Calvert A.M., Gauthier G., Reed E.T., Bélanger L., Giroux J.F., Gobeil J.F., Huang M., Lefebvre J., Reed A. 2007. Present status of the population and evaluation of the effects of the special conservation measures // Evaluation of the special conservation measures for greater snow geese: report of the greater snow goose working group. Arctic Goose Joint Venture Special Publication. Québec, Sainte-Foy: Canadian Wildlife Service. P. 5–64.
- Chudzińska M.E., Nabe-Nielsen J., Nolet B.A., Madsen J. 2016. Foraging behaviour and fuel accumulation of capital breeders during spring migration as derived from a combination of satellite- and ground-based observations // Journal Avian Biology. Vol. 47(4). P. 563–574. DOI: 10.1111/jav.00899
- Cohen J.M., Lajeunesse M.J., Rohr J.R. 2018. A global synthesis of animal phenological responses to climate change // Nature Climate Change. Vol. 8. P. 224–228. DOI: 10.1038/s41558-018-0067-3
- Erdenechimeg B., Purev-Ochir G., Gungaa A., Terbish O., Zhao Y., Guo Y. 2023. Migration pattern, habitat use, and conservation status of the Eastern Common Crane (*Grus grus lilfordi*) from Eastern Mongolia // Animals. Vol. 13(14). P. 22–87. DOI: 10.3390/ani13142287
- Féret M., Gauthier G., Béchet A., Giroux J.F., Hobson K.A. 2003. Effect of a spring hunt on nutrient storage by Greater Snow Geese in southern Québec // Journal of Wildlife Management. Vol. 67(4). P. 796–807. DOI: 10.2307/3802687
- Fox A.D., Leafloor J.O. (Eds.). 2018. A Global Audit of the Status and Trends of Arctic and Northern Hemisphere Goose Populations (Component 2: Population accounts). Akureyri, Iceland: Conservation of Arctic Flora and Fauna International Secretariat. 174 p.
- Guo F., Buler J.J., Smolinsky J.A., Wilcove D.S. 2024. Seasonal patterns and protection status of stopover hotspots for migratory landbirds in the eastern United States // Current Biology. Vol. 34(2). P. 235–244. DOI: 10.1016/j.cub.2023.11.033
- Hijmans R.J., Williams E., Vennes C., Hijmans M.R.J. 2017. Package «geosphere» // Spherical Trigonometry. Vol. 1(7). P. 1–45.
- Jensen G., Baveco H., Johnson F., Madsen J. 2022. EGMP Population Status and Assessment Report 2022. AEWA Technical Report. Helsinki, Finland. 56 p.
- Jetz W., Tertitski G., Kays R., Mueller U., Wikelski M. 2022. Biological Earth observation with animal sensors // Trends in Ecology and Evolution. Vol. 37(4). P. 293–298. DOI: 10.1016/j.tree.2021.11.011
- Kamp J., Oppel S., Ananin A.A., Durnev Y.A., Gashev S.N., Hölzel N., Mishchenko A.L., Pessa J., Smirenski S.M., Strelnikov E.G., Timonen S., Wolanska K., Chan S. 2015. Global population collapse in a superabundant migratory bird and illegal trapping in China // Conservation Biology. Vol. 29(6). P. 1684–1694. DOI: 10.1111/cobi.12537
- Klaassen R.H., Hake M., Strandberg R., Koks B.J., Trierweiler C., Exo K.M., Bairlein F., Alerstam T. 2014. When and where does mortality occur in migratory birds? Direct evidence from long-term satellite tracking of raptors // Journal of Animal Ecology. Vol. 83(1). P. 176–184. DOI: 10.1111/1365-2656.12135
- Kortosalmi P., Pääkkönen S., Valkonen J.K., Nokelainen O. 2023. Bean Goose migration shows a long-term temporal shift to earlier spring, but not to later autumn migration in Finland // Ornis Fennica. Vol. 100(2). P. 61–68. DOI: 10.51812/of.119806
- Lehikoinen A., Lindén A., Karlsson M., Andersson A., Crewe T.L., Dunn E.H., Gregory G., Karlsson L., Kristiansen V., Mackenzie S., Newman S., Røer J.E., Sharpe C., Sokolov L.V., Steinholtz Å., Stervander M., Tirri I.S., Tjørnløv R.S. 2019. Phenology of the avian spring migratory passage in Europe and North America: Asymmetric advancement in time and increase in duration // Ecological Indicators. Vol. 101. P. 985–991. DOI: 10.1016/j.ecolind.2019.01.083
- Lei J., Jia Y., Zuo A., Zeng Q., Shi L., Zhou Y., Zhang H., Lu C., Lei G., Wen L. 2019. Bird satellite tracking revealed critical protection gaps in East Asian–Australasian Flyway // International journal of environmental research and public health. Vol. 16(7). P. 11–47. DOI: 10.3390/ijerph16071147
- LeTourneux F., Grandmont T., Dulude-de Broin F., Martin M.C., Lefebvre J., Kato A., Bêty J., Gauthier G., Legagneux P. 2021. COVID19-induced reduction in human disturbance enhances fattening of an overabundant



- goose species // Biological Conservation. Vol. 255. 108968. DOI: 10.1016/j.biocon.2021.108968
- Mainguy J., Bêty J., Gauthier G., Giroux J.F. 2002. Are body condition and reproductive effort of laying Greater Snow Geese affected by the spring hunt? // Condor. Vol. 104(1). P. 156–161. DOI: 10.1093/condor/104.1.156
- Marjakangas A., Alhainen M., Fox A.D., Heinicke T., Madsen J., Nilsson L., Rozenfeld S. 2015. International Single Species Action Plan for the Conservation of the Taiga Bean Goose *Anser fabalis fabalis*. Vol. 56. Bonn: AEWA Secretariat. 88 p.
- Møller A.P., Rubolini D., Lehikoinen E. 2008. Populations of migratory bird species that did not show a phenological response to climate change are declining // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. Vol. 105(42). P. 16195–16200. DOI: 10.1073/pnas.0803825105
- Panov I.N., Litvin K.E., Ebbinge B.S., Rosenfeld S.B. 2022. Reasons for the Reduction in the Population of the Western Subspecies of the Bean Goose (*Anser fabalis fabalis* and *Anser fabalis rossicus*): What Do the Ringing Data Say? // Biology Bulletin. Vol. 49(7). P. 839–850. DOI: 10.1134/S1062359022070147
- Piironen A., Paasivaara A., Laaksonen T. 2021. Birds of three worlds: moult migration to high Arctic expands a boreal-temperate flyway to a third biome // Movement Ecology. Vol. 9(1). Article: 47. DOI: 10.1186/s40462-021-00284-4
- Pohlert T. 2018. Trend: non-parametric trend tests and change-point detection. R package version 1.1.5. Available from <https://CRAN.R-project.org/package=trend>
- R Core Team. 2021. R: A Language and Environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Available from <https://www.R-project.org>
- Romano A., Garamszegi L.Z., Rubolini D., Ambrosini R. 2022. Temporal shifts in avian phenology across the circannual cycle in a rapidly changing climate: a global meta-analysis // Ecological Monographs. Vol. 93(1). Article: e1552. DOI: 10.1002/ecm.1552
- Rozenfeld S.B., Volkov S.V., Rogova N.V., Kirtaev G.V., Soloviev M.Yu. 2021. The impact of changes in breeding conditions in the Arctic on the expansion of the Russian population of the Barnacle Goose (*Branta leucopsis*) // Biology Bulletin. Vol. 48(9). P. 1528–1540. DOI: 10.1134/S1062359021090211
- Ryzhanovskiy V.N., Gilev A.V. 2020. Hierarchy of Factors that Determine the Timing of the Arrival of Passeriformes in the Ob Forested Tundra // Biology Bulletin. Vol. 47(8). P. 968–980. DOI: 10.1134/S1062359020080117
- Sheehy J., Taylor C.M., Norris D.R. 2011. The importance of stopover habitat for developing effective conservation strategies for migratory animals // Journal of Ornithology. Vol. 152 (Suppl.1). P. 161–168. DOI: 10.1007/s10336-011-0682-5
- UNEP-WCMC & IUCN. 2024. Protected Planet: The World Database on Protected Areas (WDPA) and World Database on Other Effective Area-based Conservation Measures (WD-OECM). Cambridge, UK: UNEP-WCMC and IUCN. Available from [www.protectedplanet.net](http://www.protectedplanet.net)
- Vangeluwe D., Rozenfeld S.B., Volkov S.V., Kazantzidis S., Morosov V.V., Zamyatin D.O., Kirtaev G.V. 2018. Migrations of Bewick's Swan (*Cygnus bewickii*): New Data on Tagging the Migration Routes, Stopovers, and Wintering Sites // Biology Bulletin. Vol. 45(7). P. 706–717. DOI: 10.1134/S1062359018070178
- Volkov S.V., Grinchenko O.S., Sviridova T.V. 2017. The effects of weather and climate changes on the timing of autumn migration of the Common Crane (*Grus grus*) in the North of Moscow Region // Biology Bulletin. Vol. 43(9). P. 1203–1211. DOI: 10.1134/S1062359016110170
- Wang Y., Purev-Ochir G., Gungaa A., Erdenechimeg B., Terbish O., Khurelbaatar D., Wang Z., Mi C., Guo Y. 2023. Migration patterns and conservation status of Asian Great Bustard (*Otis tarda dybowskii*) in northeast Asia // Journal of Ornithology. Vol. 164(2). P. 341–352. DOI: 10.1007/s10336-022-02030-y
- Wei X., Zhang G., Ji Y., Yang G., Li Y., Shi D., Zheng H., Peng J. 2023. Conservation of Bewick's swans (*Cygnus columbianus bewickii*): Insights from the identification of critical stopover sites and migration corridors // Global Ecology and Conservation. Vol. 47. Article: e02687. DOI: 10.1016/j.gecco.2023.e02687

## References

- Artemyev A.V. 2020. Western Taiga Bean Goose. In: O.L. Kuznetsov (Ed.): *Red Data Book of the Republic of Karelia*. Belgorod: KONSTANTA. P. 310–312. [In Russian]
- Batbayar N., Yi K., Zhang J., Natsagdorj T., Damba I., Cao L., Fox A.D. 2021. Combining Tracking and Remote Sensing to Identify Critical Year-Round Site, Habitat Use and Migratory Connectivity of a Threatened Waterbird Species. *Remote Sensing* 13(20): 40–49. DOI: 10.3390/rs13204049
- Bourski O.V. 2020. Shift of bird nesting time in Central Siberia due to climate warming: Phenotypic plasticity or genetic shift?. *Zhurnal Obshchei Biologii* 81(3): 208–222. DOI: 10.31857/S0044459620030033 [In Russian]
- Calvert A.M., Gauthier G., Reed E.T., Bélanger L., Giroux J.F., Gobeil J.F., Huang M., Lefebvre J., Reed A. 2007. Present status of the population and evaluation of the effects of the special conservation measures. In: *Evaluation of the special conservation measures for greater snow geese: report of the greater snow goose working group*. Arctic Goose Joint Venture Special Publication. Québec, Sainte-Foy: Canadian Wildlife Service. P. 5–64.
- Chudzińska M.E., Nabe-Nielsen J., Nolet B.A., Madsen J., 2016. Foraging behaviour and fuel accumulation of capital breeders during spring migration as derived from a combination of satellite- and ground-based observations. *Journal Avian Biology* 47(4): 563–574. DOI: 10.1111/jav.00899
- Cohen J.M., Lajeunesse M.J., Rohr J.R. 2018. A global synthesis of animal phenological responses to climate change. *Nature Climate Change* 8: 224–228. DOI: 10.1038/s41558-018-0067-3

- Emelyanov V.I., Rozenfeld S.B. 2022. Western Taiga Bean Goose. In A.P. Savchenko (Ed.): *Red Data Book of the Krasnoyarsky Krai*. Krasnoyarsk. P. 81. [In Russian]
- Erdenechimeg B., Purev-Ochir G., Gungaa A., Terbish O., Zhao Y., Guo Y. 2023. Migration pattern, habitat use, and conservation status of the Eastern Common Crane (*Grus grus lilfordi*) from Eastern Mongolia. *Animals* 13(14): 2287. DOI: 10.3390/ani13142287
- Féret M., Gauthier G., Béchet A., Giroux J.F., Hobson K.A. 2003. Effect of a spring hunt on nutrient storage by Greater Snow Geese in southern Québec. *Journal of Wildlife Management* 67(4): 796–807. DOI: 10.2307/3802687
- Fox A.D., Leafloor J.O. (Eds.). 2018. *A Global Audit of the Status and Trends of Arctic and Northern Hemisphere Goose Populations (Component 2: Population accounts)*. Akureyri, Iceland: Conservation of Arctic Flora and Fauna International Secretariat. 174 p.
- Guo F., Buler J.J., Smolinsky J.A., Wilcove D.S. 2024. Seasonal patterns and protection status of stopover hotspots for migratory landbirds in the eastern United States. *Current Biology* 34(2): 235–244. DOI: 10.1016/j.cub.2023.11.033
- Hijmans R.J., Williams E., Vennes C., Hijmans M.R.J. 2017. Package «geosphere». *Spherical Trigonometry* 1(7): 1–45.
- Jensen G., Baveco H., Johnson F., Madsen J. 2022. *EGMP Population Status and Assessment Report 2022. AEW Technical Report*. Helsinki, Finland. 56 p.
- Jetz W., Tertitski G., Kays R., Mueller U., Wikelski M., et al. 2022. Biological Earth observation with animal sensors. *Trends in Ecology and Evolution* 37(4): 293–298. DOI: 10.1016/j.tree.2021.11.011
- Kamp J., Oppel S., Ananin A.A., Durnev Y.A., Gashev S.N., Hölzel N., Mishchenko A.L., Pessa J., Smirenski S.M., Strelnikov E.G., Timonen S., Wolanska K., Chan S. 2015. Global population collapse in a superabundant migratory bird and illegal trapping in China. *Conservation Biology* 29(6): 1684–1694. DOI: 10.1111/cobi.12537
- Klaassen R.H., Hake M., Strandberg R., Koks B.J., Trierweiler C., Exo K.M., Bairlein F., Alerstam T. 2014. When and where does mortality occur in migratory birds? Direct evidence from long-term satellite tracking of raptors. *Journal of Animal Ecology* 83(1): 176–184. DOI: 10.1111/1365-2656.12135
- Kortessalmi P., Pääkkönen S., Valkonen J.K., Nokelainen O. 2023. Bean Goose migration shows a long-term temporal shift to earlier spring, but not to later autumn migration in Finland. *Ornis Fennica* 100(2): 61–68. DOI: 10.51812/of.119806
- Lehikoinen A., Lindén A., Karlsson M., Andersson A., Crewe T.L., Dunn E.H., Gregory G., Karlsson L., Kristiansen V., Mackenzie S., Newman S., Røer J.E., Sharpe C., Sokolov L.V., Steinholtz Å., Stervander M., Tirri I.S., Tjørnløv R.S. 2019. Phenology of the avian spring migratory passage in Europe and North America: Asymmetric advancement in time and increase in duration. *Ecological Indicators* 101: 985–991. DOI: 10.1016/j.ecolind.2019.01.083
- Lei J., Jia Y., Zuo A., Zeng Q., Shi L., Zhou Y., Zhang H., Lu C., Lei G., Wen L. 2019. Bird satellite tracking revealed critical protection gaps in East Asian–Australasian Flyway. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16(7): 1147. DOI: 10.3390/ijerph16071147
- LeTourneux F., Grandmont T., Dulude-de Broin F., Martin M.C., Lefebvre J., Kato A., Bêty J., Gauthier G., Legagneux P. 2021. COVID19-induced reduction in human disturbance enhances fattening of an overabundant goose species. *Biological Conservation* 255: 108968. DOI: 10.1016/j.biocon.2021.108968
- Mainguy J., Bêty J., Gauthier G., Giroux J.F. 2002. Are body condition and reproductive effort of laying Greater Snow Geese affected by the spring hunt?. *Condor* 104(1): 156–161. DOI: 10.1093/condor/104.1.156
- Marjakangas A., Alhainen M., Fox A.D., Heinicke T., Madsen J., Nilsson L., Rozenfeld S. 2015. *International Single Species Action Plan for the Conservation of the Taiga Bean Goose *Anser fabalis fabalis**. Vol. 56. Bonn: AEW Secretariat. 88 p.
- Møller A.P., Rubolini D., Lehikoinen E. 2008. Populations of migratory bird species that did not show a phenological response to climate change are declining. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 105(42): 16195–16200. DOI: 10.1073/pnas.0803825105
- Piironen A., Paasivaara A., Laaksonen T. 2021. Birds of three worlds: moult migration to high Arctic expands a boreal-temperate flyway to a third biome. *Movement Ecology* 9(1): 47. DOI: 10.1186/s40462-021-00284-4
- Panov I.N., Litvin K.E., Ebbinge B.S., Rosenfeld S.B. 2022. Reasons for the Reduction in the Population of the Western Subspecies of the Bean Goose (*Anser fabalis fabalis* and *Anser fabalis rossicus*): What Do the Ringing Data Say?. *Biology Bulletin* 49(7): 839–850. DOI: 10.1134/S1062359022070147
- Pohlert T. 2018. *Trend: non-parametric trend tests and change-point detection. R package version 1.1.5*. Available from <https://CRAN.R-project.org/package=trend>
- R Core Team. 2021. *R: A Language and Environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Available from <https://www.R-project.org>
- Romano A., Garamszegi L.Z., Rubolini D., Ambrosini R. 2022. Temporal shifts in avian phenology across the circannual cycle in a rapidly changing climate: a global meta-analysis. *Ecological Monographs* 93(1): e1552. DOI: 10.1002/ecm.1552
- Rozenfeld S.B., Zamyatin D.O. 2021. Western Taiga Bean Goose. In: *Red Data Book of the Russian Federation*. 2<sup>nd</sup> ed. Moscow: VNII Ekologiya. P. 573–575. [In Russian]
- Rozenfeld S.B., Volkov S.V., Rogova N.V., Kirtaev G.V., Soloviev M.Yu. 2021. The impact of changes in breeding conditions in the Arctic on the expansion of the Russian population of the Barnacle Goose (*Branta leucopsis*). *Biology Bulletin* 48(9): 1528–1540. DOI: 10.1134/S1062359021090211
- Ryzhanovskiy V.N., Gilev A.V. 2020. Hierarchy of Factors that Determine the Timing of the Arrival of Passeriformes in

the Ob Forested Tundra. *Biology Bulletin* 47(8): 968–980. DOI: 10.1134/S1062359020080117

Sheehy J., Taylor C.M., Norris D.R. 2011. The importance of stopover habitat for developing effective conservation strategies for migratory animals. *Journal of Ornithology* 152 (Suppl.1): 161–168. DOI: 10.1007/s10336-011-0682-5

Syroechkovsky E.E. 2013. *Adaptation of Anserini tribe to living in the Arctic*. Moscow: KMK Scientific Press Ltd. 297 p. [In Russian]

UNEP-WCMC & IUCN. 2024. *Protected Planet: The World Database on Protected Areas (Wdpa) and World Database on Other Effective Area-based Conservation Measures (WD-OECM)*. Cambridge, UK: UNEP-WCMC and IUCN. Available from [www.protectedplanet.net](http://www.protectedplanet.net)

Vangeluwe D., Rozenfeld S.B., Volkov S.V., Kazantzidis S., Morosov V.V., Zamyatin D.O., Kirtaev G.V. 2018. Migrations of Bewick’s Swan (*Cygnus bewickii*): New Data on Tagging the Migration Routes, Stopovers, and Wintering Sites. *Biology Bulletin* 45(7): 706–717. DOI: 10.1134/S1062359018070178

Volkov S.V., Grinchenko O.S., Sviridova T.V. 2017. The effects of weather and climate changes on the timing of autumn migration of the Common Crane (*Grus grus*) in the North of Moscow Region. *Biology Bulletin* 43(9): 1203–1211. DOI: 10.1134/S1062359016110170

Wang Y., Purev-Ochir G., Gungaa A., Erdenechimeg B., Terbish O., Khurelbaatar D., Wang Z., Mi C., Guo Y. 2023. Migration patterns and conservation status of Asian Great Bustard (*Otis tarda dybowskii*) in northeast Asia. *Journal of Ornithology* 164(2): 341–352. DOI: 10.1007/s10336-022-02030-y

Wei X., Zhang G., Ji Y., Yang G., Li Y., Shi D., Zheng H., Peng J. 2023. Conservation of Bewick’s swans (*Cygnus columbianus bewickii*): Insights from the identification of critical stopover sites and migration corridors. *Global Ecology and Conservation* 47: e02687. DOI: 10.1016/j.gecco.2023.e02687

**Приложение 1.** Распределение по регионам, число, длительность и характер использования весенних миграционных остановок *Anser fabalis fabalis* по регионам.

**Appendix 1.** Region-wide distribution, number, duration and pattern of use of spring stopovers by *Anser fabalis fabalis*.

Регион	Статус	Остановки			Время, проведенное в регионе				Количество остановок по продолжительности, в днях					Присутствие в регионе		
		количество	%	на ООПТ	дней	%	на ООПТ	%	< 1.0	1.0–3.9	4.0–9.9	10.0–14.9	> 15	с	по	дней
Прибалтийский регион																
Калининградская область	НОВ	10	1.6	2	12.0	0.7	0.8	6.7	8	1	1	0	0	11.02	10.03	28
Западные области Европейской России																
Смоленская область	НОВ	8	1.3	1	6.8	0.4	0.0	0.0	7	0	1	0	0	06.03	10.04	35
Брянская область	НОВ	18	2.9	3	72.6	4.0	1.1	1.5	9	0	5	4	0	10.03	03.04	24
Регионы центра Европейской России																
Орловская область	НОВ	41	6.7	5	118.9	6.5	19.7	16.6	25	7	4	4	1	17.03	14.04	28
Рязанская область	РКК	25	4.1	2	98.4	5.4	0.4	0.4	14	3	5	1	2	22.3	04.05	43
Тамбовская область	НОВ	26	4.2	3	49.6	2.7	2.0	4.0	17	6	1	2	0	20.3	07.04	18
Ивановская область	НОВ	6	1.0	0	44.4	2.4	0.0	0.0	3	1	0	2	0	21.03	23.04	33
Псковская область	НОВ	11	1.8	0	36.1	2.0	0.0	0.0	4	4	3	0	0	20.03	09.04	20
Новгородская область	НОВ	10	1.6	0	33.4	1.8	0.0	0.0	4	2	3	0	1	25.03	15.04	21
Курская область	НОВ	11	1.8	0	33.2	1.8	0.0	0.0	7	1	2	1	0	19.03	04.04	16
Липецкая область	НОВ	17	2.8	2	32.9	1.8	0.3	0.9	13	0	3	1	0	21.03	07.04	17
Республика Мордовия	НОВ	21	3.4	1	23.9	1.3	3.1	13.0	15	4	2	0	0	22.03	13.04	22
Московская область	НОВ	5	0.8	1	17.6	1.0	0.6	3.4	3	0	1	1	0	24.03	05.05	42
Тульская область	НОВ	6	1.0	0	14.9	0.8	0.0	0.0	4	1	0	1	0	21.03	07.04	17



Регион	Статус	Остановки			Время, проведенное в регионе				Количество остановок по продолжительности, в днях					Присутствие в регионе		
		количество	%	на ООПТ	дней	%	на ООПТ	%	< 1.0	1.0–3.9	4.0–9.9	10.0–14.9	> 15	с	по	дней
Пензенская область	НОВ	15	2.4	0	12.0	0.7	0.0	0.0	12	2	1	0	0	22.03	08.04	17
Белгородская область	НОВ	1	0.2	0	10.7	0.6	0.0	0.0	0	0	1	0	0	21.03	04.04	14
Владимирская область	НОВ	5	0.8	0	8.3	0.5	0.0	0.0	2	2	1	0	0	23.03	20.04	28
Тверская область	НОВ	2	0.3	0	5.5	0.3	0.0	0.0	1	0	1	0	0	21.03	06.05	46
Воронежская область	НОВ	2	0.3	0	5.3	0.3	0.0	0.0	1	0	1	0	0	20.03	07.04	18
Приволжье																
Республика Татарстан	НОВ	90	14.6	29	462.1	25.2	218.3	47.2	36	9	26	12	7	23.03	13.05	51
Кировская область	НОВ	49	8.0	3	174.1	9.5	12.7	7.3	24	10	10	2	3	28.03	14.05	47
Нижегородская область	НОВ	10	1.6	0	60.9	3.3	0.0	0.0	3	4	1	0	2	26.03	21.04	26
Республика Марий Эл	НОВ	5	0.8	0	2.4	0.1	0.0	0.0	5	0	0	0	0	23.03	13.05	51
Ульяновская область	НОВ	5	0.8	0	1.4	0.1	0.0	0.0	5	0	0	0	0	26.04	03.05	38
Саратовская область	НОВ	1	0.2	0	6.0	0.3	0.0	0.0	0	0	1	0	0	22.03	08.04	17
Чувашская Республика	НОВ	6	1.0	0	1.7	0.1	0.0	0.0	6	0	0	0	0	23.04	11.05	49
Калужская область	НОВ	5	0.8	0	1.3	0.1	0.0	0.0	5	0	0	0	0	24.03	10.04	17
Зауралье																
Свердловская область	НОВ	17	2.8	2	84.2	4.6	0.6	0.7	8	3	3	1	2	30.03	27.04	28
Башкортостан	НОВ	4	0.6	0	7.5	0.4	0.0	0.0	3	0	1	0	0	27.03	21.04	25
Челябинская область	НОВ	1	0.2	0	3.8	0.2	0.0	0.0	0	1	0	0	0	30.03	27.04	28
Тюменская область	НОВ	1	0.2	1	0.2	0.0	0.2	100.0	1	0	0	0	0	30.03	27.04	28
Предуралье, северные регионы Европейской России и Западной Сибири																
Ханты-Мансийский автономный округ	ФКК	45	7.3	3	136.4	7.4	1.0	0.7	28	6	6	3	2	14.04	11.05	27
Республика Коми	НОВ	64	10.4	16	92.1	5.0	11.3	12.3	49	6	8	0	1	22.04	26.05	34
Пермский край	НОВ	26	4.2	14	88.1	4.8	64.7	73.4	13	7	3	1	2	06.04	05.05	29
Вологодская область	НОВ	10	1.6	2	35.8	2.0	13.2	36.9	6	0	3	1	0	12.04	07.05	25
Ярославская область	НОВ	10	1.6	3	8.1	0.4	1.4	17.3	7	3	0	0	0	08.04	06.05	28
Костромская область	НОВ	5	0.8	1	10.6	0.6	0.1	0.9	4	0	0	1	0	07.04	17.05	40
Республика Удмуртия	НОВ	10	1.6	0	10.2	0.6	0.0	0.0	8	2	0	0	0	09.04	14.05	35
Архангельская область	ФКК	4	0.6	0	4.5	0.2	0.0	0.0	2	2	0	0	0	12.04	07.05	25
Ямало-Ненецкий автономный округ	ФКК	8	1.3	0	3.1	0.2	0.0	0.0	7	0	1	0	0	20.04	11.05	21

Примечание: НОВ – не охраняемый вид; РКК – региональная красная книга; ФКК – Красная книга Российской Федерации.

## MIGRATION ROUTES AND KEY STOPOVERS OF *ANSER FABALIS FABALIS* (ANSERIFORMES): CRITICAL PROTECTION GAPS

Sofya B. Rozenfeld<sup>1,\*</sup> , Eugeny G. Strelnikov<sup>2</sup>, Sergey V. Volkov<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the RAS, Russia

\*e-mail: rozenfeldbro@mail.ru

<sup>2</sup>Yugansky State Nature Reserve, Russia

The population of *Anser fabalis fabalis* wintering in Europe have shown decline in recent decades. At the same time, the population dynamic of most migratory birds largely depends on the quality of migratory stopover sites, which are necessary to replenish internal reserves. The migration ecology of *Anser fabalis fabalis* wintering in Europe has not been sufficiently studied. Only in general terms we know about the timing of migration, while the places of key stopovers in Russia are not described. There is no information about conservation status of key sites and the intensity and duration of their use by *Anser fabalis fabalis* individuals. Without this knowledge, it is impossible to organise effective protection of any migrating population. We have analysed the dynamics and phenology of migrations, as well as the conservation status of stopover and pre-migration sites of *Anser fabalis fabalis* nesting in the forest zone of Western and Central Siberia and wintering in Northern Germany and Poland, based on data from GPS/GSM transmitters. We used data from 45 completed spring migrations from 25 tagged birds and 36 completed autumn migrations from 20 birds over the period 2019–2023. The migration start from wintering sites occurs in late February, on average 20 February  $\pm$  10.9 days. Arrival of the birds in the breeding areas occurs in late April, on average 01 May  $\pm$  9.4 days. Over 2019–2023, we found a trend for a shift in the dates of spring migration start (Mann-Kendall test:  $\tau = -0.22$ ,  $p < 0.05$ ) and finish (Mann-Kendall test:  $\tau = -0.35$ ,  $p < 0.05$ ) to earlier dates. Based on data from individual bird's migration routes, 1031 migration stopovers with a total duration of 3529.7 days were allocated. Of these, 616 (59.8%) stopovers were located in Russia, where the birds spent 1831 (51.9%) days. Key stopovers are located in the Baltic Region, the Sviyaga-Vyatka interfluvium and the centre of the River Volga Region. The start of the autumn migration occurs between 27 September and 25 October, on average 18 October  $\pm$  7.9 days. The arrival at wintering sites occurs between 15 October and 11 December, on average 8 November  $\pm$  13.4 days. Over 2019–2023, there was a trend of an increasingly later arrival on wintering sites (Mann-Kendall test:  $\tau = 0.45$ ,  $p < 0.05$ ). The start of the autumn migration occurred also later (Mann-Kendall test:  $\tau = 0.44$ ,  $p < 0.05$ ). Pairs with broods are characterised by a longer autumn migration (Mann-Whitney test:  $U = 67.0$ ,  $Z = 2.58$ ,  $p < 0.001$ ), and they spend significantly more time on the pre-migration sites (Mann-Whitney test:  $U = 71.5$ ,  $Z = 2.29$ ,  $p < 0.01$ ) and autumn stopovers (Mann-Whitney test:  $U = 67.5$ ,  $Z = 2.56$ ,  $p < 0.01$ ). The migration speed of pairs without broods was higher than of pairs with broods (Mann-Whitney test:  $U = 69.0$ ,  $Z = -2.5$ ,  $p < 0.01$ ). Only 15.3% of stopovers are covered by the existing network of Protected Areas, where the *Anser fabalis fabalis* individuals spend only 19.2% of the total time. The results of this study can be used to develop an effective strategy for the *Anser fabalis fabalis* conservation during the period of migrations. We propose a hunting ban and/or the creation of Protected Areas within the main key stopover sites in Russia.

**Key words:** Anseriformes, migration, pre-migration site, protection, Red Data Book of the Russian Federation, remote sensing, stopover sites, Western Siberia, Western taiga bean goose