

УДК 599.4:591.52:57.084

ОСЕННЯЯ МИГРАЦИЯ ГИГАНТСКОЙ ВЕЧЕРНИЦЫ (*NYCTALUS LASIOPTERUS*): ЧЕРЕЗ СТРАНЫ И ГОРЫ К НОВОМУ РЕКОРДУ ДАЛЬНОСТИ СЕЗОННЫХ ПЕРЕЛЕТОВ ЛЕТУЧИХ МЫШЕЙ

© 2023 г. Д. А. Васеньков^{1,*}, Н. С. Васильев², Н. В. Сидорчук¹, академик РАН В. В. Рожнов¹

Поступило 06.07.2023 г.

После доработки 30.08.2023 г.

Принято к публикации 02.09.2023 г.

Впервые с помощью GPS-GSM трекеров зарегистрированы длительные сезонные перелеты гигантских вечерниц (*Nyctalus lasiopterus*) из мест летнего обитания в России в места зимовок в Европе. Один из сезонных миграционных перелетов является рекордным по дальности для рукокрылых (2515 км). Максимальный суточный перелет составил 445 км. Один из зверьков на третьи сутки полета после пересечения Курской магнитной аномалии резко сменил направление миграции с юго-западного на северное.

Ключевые слова: гигантская вечерница, *Nyctalus lasiopterus*, сезонная миграция, GPS-GSM трекеры

DOI: 10.31857/S2686738923700403, **EDN:** GTQDPL

Сезонные миграции — важный этап в жизни многих видов животных. Для некоторых групп, например для птиц, миграции изучаются давно и интенсивно. Благодаря таким исследованиям удалось ответить на многие вопросы, касающиеся их экологии, участия в переносе вещества и энергии в экосистемах разного уровня и взаимодействия с другими организмами. Кроме того, важно изучение участия мигрирующих видов в переносе потенциальных возбудителей заболеваний человека и животных [1].

Среди наземных позвоночных массовые регулярные миграции известны не только для птиц, но и для летающих млекопитающих — рукокрылых. Однако изученность миграций рукокрылых сильно уступает таковой птиц в силу разных причин, включающих, в том числе, методические трудности, обусловленные небольшими размерами этих млекопитающих и их ночным образом жизни. Благодаря многолетним работам по кольцеванию разных видов рукокрылых в России [2], Европе и Северной Америке стали известны примерные районы их зимовок и летнего обитания [3, 4]. Прослеженные ежесуточно маршруты перемещений получены лишь для крупных видов

рукокрылых — крыланов, кочующих вслед за плодоносящими растениями в тропических и субтропических регионах Африки и Австралии [5, 6]. Для “настоящих” мигрирующих видов рукокрылых аналогичных подробных исследований сезонных миграций ранее провести не удавалось. Лишь для одного из самых крупных видов рукокрылых Европы — рыжей вечерницы (*Nyctalus noctula*) — были отслежены начальные этапы миграции [7].

Целью настоящей работы было изучение сезонной миграции крупнейшего насекомоядного вида рукокрылых Европы — гигантской вечерницы (*Nyctalus lasiopterus*) с помощью GPS-GSM трекеров.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для изучения осенней миграции гигантской вечерницы (*Nyctalus lasiopterus*) три особи этого вида были помечены малогабаритными GPS-GSM трекерами на основе чипа MT2503 и алюминиевыми кольцами с индивидуальными номерами. Зверьки были отловлены в районе их летнего обитания в национальном парке “Мещера” в окрестностях д. Тихоново (Гусь-Хрустальный р-н, Владимирская обл.). Данные о помеченных особях, датах их мечения, начала и окончания работы трекеров приведены в табл. 1.

Характеристики GPS-GSM трекеров приведены нами ранее [8]. Для экономии заряда аккумулятора трекеры были запрограммированы на кратковременное включение от встряски во время вылета зверька из убежища, что позволяло ре-

¹Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук, Москва, Россия

²Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

*e-mail: vassenkov.d@yandex.ru

Таблица 1. Характеристика помеченных гигантских вечерниц и работы трекеров

Трекер и кольцо	Пол и возраст	Дата			Длительность работы трекера, сут
		мечения	начала миграции	окончания работы трекера	
Трекер № 51 (RUSSIA 55-00051)	Самка молодая	12.09.2020	19.09.2020	04.10.2020	22
Трекер № 46 (RUSSIA 55-00046)	Самка взрослая	18.09.2021	28.09.2021	11.10.2021	23
Трекер № 53 (RUSSIA 55-00053)	Самец молодой	18.09.2021	28.09.2021	16.10.2021	28

Примечание: возраст молодых особей 3–4 мес, взрослой самки — более одного года.

Таблица 2. Параметры миграционных перелетов трех особей гигантской вечерницы

Показатель	Самка № 51	Самка № 46	Самец № 53
Дата начала миграции	19.09.2020	28.09.2021	28.09.2021
Длительность наблюдения за миграцией, сут	15	13	18
Число суточных перелетов во время миграции	12	7	17
Число остановок во время миграции, сут	3	6	1
Доля “активных” суток* во время миграции, %	80	54	94
Дальность миграции (по прямой), км	1439	1678	2515
Длина миграционного трека, км	2135	1754	3360
Максимальный суточный перелет, км	359	415	445
Минимальный суточный перелет, км	14	64	49
Средний суточный перелет, км	142	135	187
Средний суточный перелет (без учета дней остановок), км	178	250	198

Примечание: за дни остановок принимали сутки, в течение которых перелеты зверьков не были зафиксированы, либо они были менее 3 км (ранее такая дистанция была неоднократно зарегистрирована нами, когда в течение суток зверьки меняли дневные убежища); * под “активными” сутками мы понимаем долю (в %) суток с перелетами к общему числу суток (с перелетами и без них).

гистрировать место дневки. После включения трекер передавал через сотовую сеть координаты на сайт www.livegpsracks.com, а затем выключался на 11 ч и переходил в режим ожидания полета. В случае неудачной регистрации координат трекером данные о его местоположении определяли по базовым станциям сотовой сети, с которыми он связывался, их номера получали через интернет-сервис www.livegpsracks.com. Во время миграции гигантские вечерницы совершали перелеты в ночное время, а на дневку обычно каждые сутки останавливались в новом убежище. Иногда зверьки оставались на дневке более одних суток, что, по-видимому, могло быть связано с погодными условиями. За начало миграции принимали удаление особей более чем на 50 км от района летнего обитания.

Продолжительность работы трекеров была ограничена емкостью аккумуляторов и окончание ее, вероятно, происходило не в конечной точке миграционного перелета. Тем не менее в результате

работы трекеров в течение примерно двух недель была получена ежедневная информация о большей части миграционных маршрутов прослеживаемых особей *N. lasiopterus*.

Обработку пространственных данных проводили в программе QGIS 3.10 (www.qgis.org).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Параметры миграционных полетов гигантской вечерницы представлены в табл. 2.

В результате работы GPS-GSM трекеров получено три трека продолжительностью от 13 до 18 сут и длиной от 1754 до 3360 км (табл. 2). Расстояния по прямой между местами начала миграции гигантских вечерниц и окончанием передачи данных трекерами составили от 1439 до 2515 км. Самый длинный перелет (как по длине трека, так и по расстоянию по прямой между крайними точками миграции) совершил самец № 53 — в настоящее



Рис. 1. Картограмма осенних миграционных перелетов трех особей гигантской вечерницы, прослеженных с помощью GPS-GSM трекеров. Цифрами обозначены места нахождения каждой особи, соответствующие дням миграции от даты ее начала. Ареал гигантской вечерницы приведен по [9], границы Курской магнитной аномалии (КМА) по [10].

время это рекорд дальности зарегистрированного миграционного перелета для рукокрылых.

Максимальное расстояние, преодоленное зверьками за сутки во время осенней миграции, достигало 445 км (перелет самца между дневками в первые и вторые сутки миграции), минимальное — 14 км (перелет молодой самки № 51, совершенный в конце ее зафиксированного трека маршрута). Среднее расстояние, преодолеваемое зверьками за сутки — 154.8 км, а без учета остановок — 208.7 км.

Из мест летнего обитания зверьки вылетели во второй половине сентября: в 2020 г. молодая самка № 51 начала осенний миграционный перелет 19 сентября, в 2021 г. два других зверька (молодой самец № 53 и взрослая самка № 46) — 29 сентября. Место вылета всех трех гигантских вечерниц — окрестности д. Тихоново (Владимирская область, Гусь-Хрустальный район), но путь их миграции в юго-западном направлении пролегал по разным маршрутам (рис. 1).

Маршрут взрослой самки № 46, трекер которой закончил свою работу на востоке Болгарии, был самый “рациональный”: он самый короткий,

длина ее трека мало отличается от длины по прямой между начальной и конечной точками маршрута (1754 и 1678 км, соотношение 1.05).

Маршрут молодого самца № 53 проходил западнее, огибал горы в средней части маршрута, что хорошо видно на орографической карте. Его трекер перестал работать на северо-западе Италии, примерно в 100 км от границы с Францией. Трек его менее рационален (3360 и 2515 км, соотношение 1.34).

Маршрут молодой самки № 51 значительно отличается от двух предыдущих и выглядит “аномальным”: вскоре после начала миграции (на третьи сутки), пролетев район Курской магнитной аномалии, она резко изменила направление полета с юго-западного на северное без каких-либо видимых причин. Затем в течение нескольких дней самка меняла направление перелетов, постепенно вернувшись к юго-западному направлению. Ее трекер перестал работать на юге Польши, а трек оказался наименее рационален (2135 и 1439 км, соотношение 1.48).

Для всех трех особей гигантской вечерницы получены ежедневные координаты мест их дне-

вок во время миграции. Обе самки за время перелета не раз задерживались на некоторых дневках более чем на одни сутки (до 3 дней). Взрослая самка № 46 останавливалась во время миграции чаще всех (перелеты произошли лишь в 54% ночей от всей длительности перелета), но у нее же самые длинные перелеты в ночи полетов (в среднем 250 км за сутки). Самец № 53 ежедневно совершал перелеты и лишь в конце зафиксированного маршрута совершил остановку, прервав миграцию на одни сутки. После этого трекер разрядился и перестал передавать данные. У нас нет информации о том, продолжил ли затем самец свой миграционный перелет или завершил миграцию в районе последней точки трека.

В результате проведенного нами исследования впервые в ежедневном режиме на протяжении достаточно длительного периода получены данные о ходе сезонной миграции гигантской вечерницы.

Зимовка гигантской вечерницы, по-видимому, проходит в европейских странах со средиземноморским климатом, где известны их встречи в зимний период [11, 12]. Общее направление осенней миграции всех помеченных GPS-GSM трекерами особей гигантской вечерницы от мест летнего обитания на территории России было ориентировано на юго-запад, в южно-европейские страны. Оно соответствует известным данным для летучих мышей Европы и согласуется с генеральным направлением дальних миграций рукокрылых, выявленным на основе многочисленных возвратов окольцованных зверьков, в том числе близкого вида — рыжей вечерницы [3].

Осенняя миграция гигантской вечерницы происходит в сентябре, но конкретные даты ее начала зависят от состояния погоды. Помеченные нами зверьки начали миграцию 19 сентября (в 2020 г.) и 28 сентября (в 2021 г.).

За время перелета помеченные в России зверьки пересекли несколько стран. GPS-GSM трекеры, установленные на гигантских вечерницах, прекратили свою работу на юге Польши (самка № 51, 04.10.2020 г.; кроме России, она пересекла Белоруссию и Литву), на востоке Болгарии (самка № 46, 11.10.2021 г., ее полет проходил над территорией Украины, Молдавии и Румынии) и на северо-западе Италии, примерно в 100 км от границы с Францией (самец № 53, 16.10.2021 г.; он пересек Украину, Польшу, Чехию, Австрию и Словению).

Миграция гигантских вечерниц проходила по ночам с остановками на дневки, которые иногда продолжались более суток. Самка № 51 совершала перелеты 19–26, 28–29 сентября и 1–2 октября, дни остановок у нее приходились на 27, 30 сентября и 3 октября; самка № 46 совершала перелеты 28–30 сентября и 1–3, 7 октября, дни ее остановок — 4–6, 8–10 октября; самец № 53 совершал

перелеты 28–30 сентября и 1–14 октября, дни его остановок — 15 октября. Остановки продолжительностью более суток были связаны, по-видимому, с погодными условиями: при дожде и сильном ветре гигантские вечерницы не покидают свои убежища, что мы регистрировали и до начала миграции.

Характер маршрута зверьков во время миграции в значительной степени определяется орографией территории, над которой они пролетают. По наиболее оптимальному маршруту, близкому к прямой (соотношение 1.05), к месту зимовки летела взрослая самка № 46 (12 дней между точкой старта и финиша). Маршрут молодого самца № 53 был менее оптимален (соотношение 1.34), из-за чего его полет существенно затянулся (19 дней со дня старта до потери сигнала от трекера вблизи потенциального места зимовки). Средневысотные горы (от 1000 м и выше) оказались для него препятствием, а более высокие горы (высотой около 2000 м) после безуспешных попыток их преодолеть заставляли его изменять траекторию миграции. Самец № 53 был вынужден потратить часть времени и энергии на полеты вдоль северной оконечности гор Центральной Европы (Карпаты, Судеты), чтобы их облететь, но в конечном итоге он был вынужден все равно пересечь горы “в лоб”, перелетая Альпы там, где их высота была около 2000 м.

Среди трех полученных треков осенних миграционных перелетов гигантской вечерницы выделяются два нормальных (№ 46 и № 53) и один аномальный — траектория перелета молодой самки (№ 51) радикально отличается от двух других. Ее трек имеет S-образную форму и сильно отклоняется от оптимальной траектории (соотношение 1.48). В итоге при общей длине трека 2135 км расстояние по прямой между начальной и конечной точками составило всего 1439 км. На наш взгляд, аномальность траектории миграционного перелета этого зверька состоит в “расточительности” с точки зрения энергетических расходов во время перелета. Мы не обнаружили каких-либо очевидных причин, которые могли привести к такой аномальности — крупных орографических препятствий, динамики границы лесной зоны, направления пойм крупных рек и т.д. Единственное пространственное совпадение — Курская магнитная аномалия (КМА), после пересечения которой самка № 51 сменила оптимальное юго-западное направление миграции на северное.

Единственное объяснение обнаруженной нами аномалии трека, которое мы можем предложить — нарушения в работе магнитной компасной системы молодой самки после пролета над КМА и ее восстановление через несколько дней, когда зверек постепенно вернулся от северного направления перелета к юго-западному. Извест-

но, что рукокрылые подобно птицам могут использовать для ориентации магнитное поле [13]. Птицы могут использовать для ориентации несколько компасных систем и магнитная компасная система — лишь одна из них [14]. “Калибровка” компасных систем и умение выбирать “правильную” в каждом конкретном случае должно зависеть от жизненного опыта и индивидуальных особенностей особей.

Предложенное нами объяснение вызывает вопрос, почему КМА не сказалась на направлении полета пересекавших ее двух других гигантских вечерниц. Возможно, разница в траекториях пересечения КМА была обусловлена ее пространственной неоднородностью [10, 15], либо индивидуальной изменчивостью реакции зверьков на аномалии магнитного поля КМА. Даже в нашей небольшой выборке из трех зверьков самый оптимальный, близкий к прямой, перелет совершила взрослая самка, минимизировав свои энергетические затраты.

Зимовки гигантских вечерниц в климатических условиях Польши, где перестал работать трекер самки № 51, не известны. Мы не исключаем того, что она продолжила свой путь на юг в более благоприятные для зимовки климатические условия (Болгария и Италия), как и две другие особи.

В результате использования GPS-GSM трекеров при изучении миграции гигантской вечерницей установлено несколько рекордов по дальности перелетов для рукокрылых. Максимальное расстояние, преодоленное гигантской вечерницей за сутки, составило 445 км, что сопоставимо с размерами некоторых стран. Это расстояние превышает известные суточные перелеты других видов рукокрылых [7], в частности лесного нетопыря [16], африканских и австралийских крыланов [5, 6]. Кроме того, на 30 км превышен предыдущий рекорд дальности миграции рукокрылых, принадлежавший лесному нетопырю *Pipistrellus nathusii* [17]: самец № 53 гигантской вечерницы преодолел расстояние в 2515 км по прямой (общая длина трека составила 3360 км). При этом дальнейший путь этого самца нам не известен и мы не можем исключать, что итоговая дистанция его миграционно-го перелета может быть еще больше.

Еще один аспект, который позволяют обсудить полученные нами данные по миграции гигантской вечерницы, касается предположения о характере генетической мономорфности этого вида. Обширный ареал гигантской вечерницы мозаичен и представлен множеством разрозненных микропопуляций [18], что предполагает наличие у них генетических отличий. Полученные нами данные позволяют предположить, что между этими микропопуляциями весьма вероятен интенсивный генетический обмен: особи даже из

удаленной, северо-восточной части ареала, осуществляют далекие миграционные перелеты, пролетая через центрально-европейские страны в южную Европу, и могут вносить свой генетический вклад в эти микропопуляции. Спаривание у *N. lasiopterus*, видимо, происходит осенью, как и у родственного вида, *Nyctalus noctula* — рыжей вечерницы [19]. Исследование генетической изменчивости рыжей вечерницы показало, что европейская популяция этого вида, несмотря на обширный ареал, растянувшийся через всю Европу на несколько тысяч километров, является генетически относительно мономорфной [20]. Дальнейшие исследования позволят проверить наше предположение и смогут уточнить, насколько удалены в генетическом плане пространственно разнесенные части популяции гигантской вечерницы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Irving A.T., Ahn M., Goh G., et al. // Nature. 2021. V. 589. P. 363–370.
2. Панютин К.К. // Итоги мечения млекопитающих. (Вопросы териологии). М.: Наука, 1980. С. 23–46.
3. Hutterer R., Ivanova T., Meyer-Cords C., Rodrigues L. Bat migrations in Europe — A review of banding data and literature (Naturschutz und Biologische Vielfalt, V. 28). Bonn: Federal Agency for Nature Conservation Publ., 2005. 180 p.
4. Ellison L.E. Summary and Analysis of the U.S. Government Bat Banding Program: U.S. Geological Survey Open-File Report 2008–1363, 2008. 117 p.
5. Richter H.V., Cumming G.S. // Journal of Zoology. 2008. V. 275. № 2. P. 172–176.
6. Welbergen J.A., Meade J., Field H. et al. // BMC Biol. 2020.18. 101.
7. Dechmann D.K.N., Wikelski M., Varga K., Yohannes E., Fiedler W., et al. // PLoS ONE. 2014. V. 9 (12). P. e114810.
8. Васеньков Д.А., Васильев Н.С., Сидорчук Н.В., Рожнов В.В. // Известия РАН. Серия биологическая. 2020. № 6. С. 665–672.
9. Alcadé J., Juste J. & Paunović M. 2016. *Nyctalus lasiopterus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016. P e.T14918A22015318.
10. Петров О.В., Морозов А.Ф., Липилин А.В., и др. Центральный федеральный округ. Курская область. Карта Аномального магнитного поля. СПб.: ВСЕГЕИ, 2004 г.
11. Đaković M., Pavlinić I. // Natura Croatica: Periodicum Musei Historiae Naturalis Croatici. 2022. V. 31. №. 2. P. 399–402.
12. Popa-Lisseanu A.G., Bontadina F., Mora O., Ibáñez C. // Animal behaviour. 2008. V. 75. №. 2. С. 471–482.
13. Lindecke O., Holland R., Pétersons G., Voigt C. // Communications Biology. 2021. V. 4. № 522. <https://doi.org/10.1038/s42003-021-02053-w>
14. Кушкинёв Д.А., Чернецов Н.С. // Журнал общей биологии. 2014. Т. 75. №. 2. С. 104–123.

15. Ротанова Н.М., Харитонов А.Л., Фрунзе А.Х., Филиппов С.В., Абрамова Д.Ю. // Геомагнетизм и аэрономия. 2005. Т. 45. № 5. С. 712–719.
16. Weller T., Castle K., Liechti F., et al. // Sci. Rep. 2016. V. 6. P. 34585.
17. Vasenkov D., Desmet J.F., Popov I., Sidorchuk N. // Mammalia. 2022. V. 86 (5). P. 524–526.
18. Dietz C., Kiefer A. Bats of Britain and Europe. London: Bloomsbury Publ., 2016. 400 p.
19. Racey P.A. // J. Reprod. Fert. 1974. V. 41. № 1. P. 169–182.
20. Petit E., Mayer F. // Proceedings. Biological sciences / The Royal Society. 1999. V. 266. P. 1717–22.

AUTUMN MIGRATION OF THE GREATER NOCTULE BAT (*NYCTALUS LASIOPTERUS*): ACROSS COUNTRIES AND MOUNTAINS TO A NEW RECORD FOR THE RANGE OF SEASONAL FLIGHTS OF BATS

D. A. Vasenkov^{a,#}, N. S. Vasiliev^b, N. V. Sidorchuk^a, and Academician of the RAS V. V. Rozhnov^{a,##}

^aA.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

^bLomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

[#]e-mail: vasenkov.d@yandex.ru

^{##}e-mail: rozhnov-v-2015@yandex.ru

For the first time, using GPS-GSM trackers, long-term seasonal flights of greater noctule bat (*Nyctalus lasiopterus*) from summer habitats in Russia to wintering areas in Europe have been recorded. One of the seasonal migratory flights is a record distance for bats (2515 km). The maximum daily flight was 445 km. One of the animals abruptly changed the direction of migration from southwest to north on the third day of flight after crossing the Kursk magnetic anomaly.

Keywords: greater noctule bat, *Nyctalus lasiopterus*, seasonal migration, GPS-GSM trackers