

Raptor Research

ИЗУЧЕНИЕ ПЕРНАТЫХ ХИЩНИКОВ

First Results Tracking Juvenile Egyptian Vultures from Karatau, Kazakhstan

ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОСЛЕЖИВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ТРЕКЕРОВ НЕСОВЕРШЕННОЛЕТНИХ СТЕРВЯТНИКОВ ИЗ КАРАТАУ, КАЗАХСТАН

Karyakin I.V., Knizhov K.I., Nikolenko E.G., Shiryaev O.V. (Russian Raptor Research and Conservation Network, Sibecocenter LLC, Novosibirsk, Russia)

Pulikova G.I. (Biodiversity Research and Conservation Center Community Trust, Astana, Kazakhstan)

Kaptyonkina A.G. (Biodiversity Research and Conservation Center Community Trust, Institute of Zoology of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan)

Andreyenkova N.G. (Institute of Molecular and Cellular Biology SB RAS, Novosibirsk, Russia)

Карякин И.В., Книжов К.И., Николенко Э.Г., Ширяев О.В. (Российская сеть изучения и охраны пернатых хищников, ООО «Сибирский экологический центр», Новосибирск, Россия)

Пуликова Г.И. (Общественный фонд «Центр изучения и сохранения биоразнообразия», Астана, Казахстан)

Каптёнкина А.Г. (Общественный фонд «Центр изучения и сохранения биоразнообразия», Институт зоологии Министерства образования и науки РК, Алматы, Казахстан)

Андреенкова Н.Г. (ФГБУН Институт молекулярной и клеточной биологии СО РАН, Новосибирск, Россия)

Контакт:

Игорь Карякин
ООО «Сибэкоцентр»
630090 Россия
Новосибирск, а/я 547
тел.: +7 923 154 32 95
ikar_research@mail.ru

Кирил Книжов
тел.: +7 777 084 22 83
kirillknizhov@gmail.com

Эльвира Николенко
тел.: +7 923 150 12 79
elvira_nikolenko@mail.ru

Олег Ширяев
тел.: +7 996 380 08 89
glego2@gmail.com

Генриетта Пуликова
Общественный фонд
«Центр изучения и
сохранения биоразно-
образия»
Z05H9B0, Казахстан,
Астана,

Резюме

С помощью GPS/GSM-трекинга были изучены миграции 6 несовершеннолетних стервятников (*Neophron percnopterus*), помеченных в горах Каратау (Казахстан) в 2022 г. От птиц за 2022 и 2023 гг. были получены 36063 локаций. Послегнездовой период с момента оставления гнезда и до начала миграции длился от 15 до 34 дней, причём он был короче у самок и длиннее у самцов. Площадь индивидуальных участков в natalной области, определённых как минимальный конвексный полигон (MCP 100%), варьировала от 1,3 до 1560 км², составив в среднем ($n=6$) $419,2 \pm 610,5$ км². Старт миграции стервятников произошёл с 5 по 23 сентября, миграция длилась 13–28 дней. Дистанции осенней миграции стервятников до места зимовки составили 2038,8–3995,9, в среднем $2764,87 \pm 674,11$ км по точкам локаций и 1160,3–1893,2, в среднем $1656,45 \pm 255,53$ км по прямой. Все птицы удачно достигли мест зимовки в бассейне Инда. К середине 2-й зимы на связи осталось 3 птицы, зимующих и летующих в Пакистанском Кашмире на границе с Индией (1 ос.) и в Раджастане (2 ос.). Два стервятника были отловлены местными жителями в Пакистане, один отпущен с трекером, с другого трекер был снят, передан спецслужбам и уничтожен. Площадь, охваченная перемещениями стервятников на месте зимовки в течение 100 условных дней, составила: MCP – $4512,8–62110,3$, в среднем $23264,1 \pm 22371,7$ км² и Kernel 95% – $239,4–7429,0$, в среднем $2390,91 \pm 2625,8$ км².

Рекомендуемая цитата: Карякин И.В., Николенко Э.Г., Ширяев О.В., Пуликова Г.И., Каптёнкина А.Г., Андреенкова Н.Г. Первые результаты прослеживания с помощью трекеров несовершеннолетних стервятников из Каратау, Казахстан. – Пернатые хищники и их охрана. 2023. № 47. С. 69–125. DOI: 10.19074/1814-8654-2023-47-69-125 URL: <http://rrcn.ru/ru/archives/35701>

Ключевые слова: пернатые хищники, хищные птицы, стервятник, *Neophron percnopterus*, GPS/GSM-телеметрия, миграция, Каратау, Казахстан.

Поступила в редакцию: 20.12.2023 г. **Принята к публикации:** 30.12.2023 г.

Abstract

Using GPS/GSM tracking, the migrations of 6 juvenile Egyptian Vultures (*Neophron percnopterus*) tagged in the Karatau Mountains (Kazakhstan) in 2022 were studied. 36,064 locations were obtained from birds in 2022 and 2023. The post-fledging period from the moment of leaving the nest until the start of migration lasted from 15 to 35 days, and it was shorter in females and longer in males. The area of individual sites on the natal territory defined as the minimum convex polygon (MCP 100%) varied in size from 1.3 to 1560 km², averaging ($n=6$) 419.2 ± 610.5 km². The start of the migration

ул. Кунаева 12/1,
офис 420
тел.: + 7 702 768 40 00
genriyetta.pulikova@
gmail.com

Алёна Каптёнкина
Институт зоологии
Министерства образо-
вания и науки РК
050060 Казахстан
Алматы,
пр. аль-Фараби 93
тел.: +7 702 57 32 478
alyonakaptyonkina@
gmail.com

Наталья Андреевкова
ИМКБ СО РАН
630090, Россия,
Новосибирск,
пр. Акад. Лаврентьева, 8/2
anata@mcb.nsc.ru

Contact:
Igor Karyakin
LLC Sibecocenter
P.O. Box 547 Novosibirsk
Russia 630090
tel.: +7 923 154 32 95
ikar_research@mail.ru

Kirill Knizhov
tel.: +7 777 084 22 83
kirillknizhov@gmail.com

Elvira Nikolenko
tel.: +7 923 150 12 79
elvira_nikolenko@mail.ru

Oleg Shiriaev
tel.: +7 996 380 08 89
glego2@gmail.com

Genriyetta Pulikova
Biodiversity Research
and Conservation Center
Community Trust
Kunayev str., 12/1, 420
office, Astana, Kazakhstan
Z05H9B0
tel.: + 7 702 768 40 00
genriyetta.pulikova@
gmail.com

Alyona Kaptyonkina
Institute of Zoology of the
Republic of Kazakhstan
al-Farabi Ave. 93, Almaty,
Kazakhstan 050060
tel.: +7 702 57 32 478
alyonakaptyonkina@
gmail.com

Natalya Andreyenkova
Institute of Molecular and
Cellular Biology SB RAS
Acad. Lavrentiev Ave., 8/2
Novosibirsk, Russia,
630090
cykuta@ngs.ru

of Egyptian Vultures occurred from September 5 to 23, which lasted 13–28 days. The distances of the autumn Egyptian Vulture migration to the wintering site were 2038.8–3995.9, on average 2764.87±674.11 km at location points and 1160.3–1893.2, on average 1656.45±255.53 km in a straight line. All birds successfully reached their wintering grounds in the Indus basin. By the middle of the second winter, 3 birds remained in Pakistani Kashmir on the border with India (1 ind.) and Rajasthan (2 ind.). Two Egyptian Vultures were captured by local residents in Pakistan, one was released still bearing its tracker, while the tracker was removed from the other and handed over to intelligence agencies and destroyed. During the 100 day period, the area covered by movements of the Egyptian Vultures at the wintering site was: MCP – 4512.8–62110.3, on average 23264.1±22371.7 km² and Kernel 95% – 239.4–7429.0, on average 2390.91±2625.8 km².

Recommended citation: Karyakin I.V., Nikolenko E.G., Shiriaev O.V., Pulikova G.I., Kaptyonkina A.G., Andreyenkova N.G. First Results of Tracking of Juvenile Egyptian Vultures from Karatau, Kazakhstan. – Raptors Conservation. 2023. 47: 69–125. DOI: 10.19074/1814-8654-2023-47-69-125 URL: <http://rrrcn.ru/en/archives/35701>

Keywords: birds of prey, raptors, Egyptian Vulture, *Neophron percnopterus*, GPS/GSM-telemetry, migration, Karatau, Kazakhstan.

Received: 20/12/2023. **Accepted:** 30/12/2023.

DOI: 10.19074/1814-8654-2023-47-69-125

Введение

Стервятник (*Neophron percnopterus*) – типичный дальний мигрант, распространённый в аридных ландшафтах Африки и Евразии (Orta *et al.*, 2020). В Казахстане находится на северной границе гнездового ареала, где в Южном Казахстане в горах Каратау сосредоточена самая крупная популяция этого вида (Карякин и др., 2022; Karyakin *et al.*, 2023).

Пути миграции и места зимовки стервятников из европейских популяций изучены достаточно хорошо (Bijlsma, 1981; Sutherland, Brooks, 1981; Yom-Tov, 1984; Porter, Beaman, 1985; Welch, Welch, 1988; 1998; Dovrat, 1991; Shirihai, Christie, 1992; Frumkin *et al.*, 1995; Yosef, 1995; 1996a; 1996b; Yosef, Alon, 1997; Alon *et al.*, 2004; Meyburg *et al.*, 2004; García-Ripollés *et al.*, 2010; Michev *et al.*, 2011; Buechley *et al.*, 2013; McGrady, Reyaleh, 2013; Megalli, Hilgerloch, 2013; Rayaleh *et al.*, 2013; López-López *et al.*, 2014; Oppel *et al.*, 2014; 2015; 2016; 2021; Bougain, Oppel, 2016; Николов и др., 2016; Карякин и др., 2018; Buechley *et al.*, 2018a; 2018b; 2021; Phipps *et al.*, 2019; Murgatroyd *et al.*, 2021), что нельзя сказать о стервятниках из азиатских популяций. Предполагалось, что птицы, гнездящиеся на юге Казахстана, зимуют в бассейне Инда, перемещаясь на зимовки в Западном Циркум-гималайском миграционном коридоре (ЗЦГМК) (Juhant, Bildstein, 2017). Однако вид практически не фигурировал в визуальных учётах на точках учёта мигрантов, а регистрации стервятников вокруг них приписывались в основном к местному населению (Zalles, Bildstein, 2000; Den Besten, 2004). Поэтому для понимания истинных путей миграции и мест зимовки стервятников из Казахстана, было крайне важно пометить птиц устройствами слежения, которые хорошо зарекомендовали себя в изучении стер-

Introduction

The Egyptian Vulture (*Neophron percnopterus*, further EV) is a typical long-distance migrant, widespread in arid landscapes of Africa and Eurasia (Orta *et al.*, 2020). In Kazakhstan, it is found on the northern border of its breeding range; the largest population of this species is concentrated in southern Kazakhstan in the Karatau Mountains (Karyakin *et al.*, 2022; 2023).

The migration routes and wintering sites of EVs from European populations are well studied (Bijlsma, 1981; Sutherland, Brooks, 1981; Yom-Tov, 1984; Porter, Beaman, 1985; Welch, Welch, 1988; 1998; Dovrat, 1991; Shirihai, Christie, 1992; Frumkin *et al.*, 1995; Yosef, 1995; 1996a; 1996b; Yosef, Alon, 1997; Alon *et al.*, 2004; Meyburg *et al.*, 2004; García-Ripollés *et al.*, 2010; Michev *et al.*, 2011; Buechley *et al.*, 2013; McGrady, Reyaleh, 2013; Megalli, Hilgerloch, 2013; Rayaleh *et al.*, 2013; López-López *et al.*, 2014; Oppel *et al.*, 2014; 2015; 2016; 2021; Bougain, Oppel, 2016; Nikolov *et al.*, 2016; Karyakin *et al.*, 2018; Buechley *et al.*, 2018a; 2018b; 2021; Phipps *et al.*, 2019; Murgatroyd *et al.*, 2021), which cannot be said about EVs in Asian populations. It was assumed that birds breeding in southern Kazakhstan winter in the Indus basin, moving to wintering grounds via the Western Circum-Himalayan migration corridor (WCHMC) (Juhant, Bildstein, 2017). However, the EV essentially did not appear in visual surveys at migrant counting points, and registrations of EVs in those areas were attributed mainly to the local population (Zalles, Bildstein, 2000; Den Besten, 2004). Consequently, it was extremely important to tag the birds with tracking devices, a proven method in the study of EV in recent years (Meyburg *et al.*, 2004; García-Ripollés *et al.*, 2010; Karyakin *et al.*, 2018; Phipps *et al.*, 2019; Buechley

Ювенильный стервятник (*Neophron percnopterus*).

Фото И. Карякина.

Juvenile Egyptian Vulture (*Neophron percnopterus*).

Photo by I. Karyakin.

вятников в последние годы (Meyburg *et al.*, 2004; García-Ripollés *et al.*, 2010; Карякин и др., 2018; Phipps *et al.*, 2019; Buechley *et al.*, 2021; Oppel *et al.*, 2021).

Несовершеннолетние стервятники из европейских популяций после своей первой осенней миграции остаются на местах зимовки, по крайней мере, на 1,5 года (в некоторых случаях до трёх лет) (Yosef, Alon, 1997; Meyburg *et al.*, 2004; Oppel *et al.*, 2015). Но характерно ли это для азиатских популяций оставалось неизвестным, и только мечение ювенильных птиц устройствами слежения могло быстро пролить свет на этот вопрос.

Понимание вклада факторов, в сокращение численность населения дальних мигрантов, к которым относится стервятник, в различные сезоны года, крайне важно, так как численность популяций мигрантов в основном сокращалась в конце XX – начале XXI века (Sanderson *et al.*, 2006; Thiollay, 2006; Thaxter *et al.*, 2010), в том числе и стервятников (Cuthbert *et al.*, 2006; Galligan *et al.*, 2014; Botha *et al.*, 2017; SolB 2023). Поэтому важно выявить «узкие места» в годовом цикле мигрантов, чтобы направлять усилия по сохранению видов более эффективно (Wilcove, Wikelski, 2008).

Мечение позволяет установить размеры индивидуальных территорий как в natalной области, так и на зимовках, что важно для расчёта буферных зон (Richardson, Clinton, 1997; Карякин и др., 2017; Goodship, Furness, 2022), в которых желательно нейтрализовать лимитирующие факторы. Причём размеры этих буферных зон должны основываться на эмпирических данных (Knight, Skagen, 1988).

Учитывая то, что стервятник отнесён к глобально угрожаемым видам в Красном листе МСОП (BirdLife International, 2021), для планирования мер по его сохранению, крайне актуально понимание уровня смертности птиц, выяснение причин смертности и географии гибели.

Учитывая вышеописанные пробелы в знаниях о казахстанских популяциях стервятника, чтобы закрыть эти пробелы, в 2022 г. был реализован пилотный проект по мечению ювенильных стервятников в основном очаге их распространения в Казахстане – в горах Каратау.



et al., 2021; Oppel *et al.*, 2021) to understand actual migration routes and wintering grounds of EVs from Kazakhstan.

After their initial autumn migration, juvenile EVs from European populations remain in their wintering grounds for at least 1.5 years (in some cases up to three years) (Yosef, Alon, 1997; Meyburg *et al.*, 2004; Oppel *et al.*, 2015). But whether this was common in Asian populations remained unknown, and only the tagging of juvenile birds with tracking devices could quickly shed light on the question.

Understanding the factors contributing to the declining population of long-distance migrants (including the EV) during different seasons is critical, given that migrant population sizes generally declined in the late 20th–early 21st centuries (Sanderson *et al.*, 2006; Thiollay, 2006; Thaxter *et al.*, 2010), including EVs (Cuthbert *et al.*, 2006; Galligan *et al.*, 2014; Botha *et al.*, 2017; SolB 2023). It is consequently important to identify bottlenecks in the annual cycle of migrants in order to direct species conservation efforts more effectively (Wilcove, Wikelski, 2008).

Tagging reveals the size of home ranges in both natal and wintering areas, a key factor for calculating buffer zones (Richardson, Clinton, 1997; Karyakin *et al.*, 2017; Goodship, Furness, 2022) where it is desirable to neutralize limiting factors. Moreover, the size of these buffer zones should be based on empirical data (Knight, Skagen, 1988).

Considering that the EV is classified as a globally threatened species in the IUCN Red List (BirdLife International, 2021), identifying the extent, causes, and geography of mortality is extremely important for planning measures for its conservation.

Given the above-described gaps in knowledge about Kazakhstan's EV populations, a pilot project was implemented in 2022 to tag juvenile EVs in the Karatau Mountains (core population of this species in Kazakhstan) in order to close these gaps.

Методика

Перемещения молодых стервятников в natalной области, во время миграции и на зимовках изучались с помощью GPS/GSM-трекеров компании Aquila (Польша) и компании Ornitela (Литва). Трекеры Aquila с СИМ-картами российской компании Мегафон, передавали СМС-сообщения на приемную станцию в г. Новосибирск (Россия), данные собирались на портале Aquila System⁶⁸ (Bartoszuk, 2013; Бартошук, 2016) откуда конвертировались в формате KML для дальнейшей обработки. Трекеры Ornitela передавали данные в сети GPRS на портал OrniTrack⁶⁹, откуда конвертировались в формате KML для дальнейшей обработки.

Трекеры были надеты на стервятников в виде рюкзачков (Карякин, 2004) с использованием упряжи, сшитой из тефлоновой ленты, диаметром 9 мм. Масса устройств (20 г – Ornitela и 33 г – Aquila) была менее 3% от массы тела птенцов, т.е. меньше оптимального значения, рекомендуемого для телеметрических исследований птиц (Caccamise, Hedin, 1985; Kenward, 2001). Все птенцы также были помечены цветными кольцами (жёлтыми снизу и синими сверху с чёрным кодом) Российской сети изучения и охраны пернатых хищников по схеме для Южного Казахстана⁷⁰.

Трекеры Aquila были запрограммированы на отправку 12 локаций в световой день с 2:00 до 14:00 по всемирному координированному времени (Coordinated Universal Time, далее UTC). На территории мечения стервятников местное время составляло +6 ч к UTC. Трекер Ornitela был запрограммирован на отправку 22 локаций в световой день с 2:00 до 13:00 UTC в natalной области и на миграции и на отправку 48 локаций в течение суток в зоне зимовки.

Для изучения суточной активности мы пересчитали время из UTC в среднее солнечное время (Local Mean Time, далее LMT), которое для natalной области составило +4:39±0:03 UTC (-1:21 от местного времени), для зоны миграции – +4:40±0:20 UTC, для зоны зимовки – +4:50±0:13 UTC (-1:10 от местного времени в Пакистане и -0:40 – в Индии).

Период до распада выводков, пока птенцы держатся на гнездовом участке, мы называем зависимым послегнездовым периодом (ЗПП).

Methods

The movements of juvenile EVs in the natal area, during migration, and at wintering grounds were studied using GPS/GSM trackers from Aquila company (Poland) and Ornitela company (Lithuania). Aquila trackers with SIM cards from the Russian company Megafon transmitted SMS to a receiving station in Novosibirsk (Russia), then the data was collected on the Aquila System portal⁶⁸ (Bartoszuk, 2013; 2016) from where it was converted into KML format for further processing. Ornitela trackers transmitted data over the GPRS network to the OrniTrack portal⁶⁹, from where it was converted into KML format for further processing.

The trackers were placed on EVs in the form of backpacks (Karyakin, 2004) using a harness made of 9-mm diameter Teflon tape. The weight of the devices (20 g – Ornitela and 33 g – Aquila) was less than 3% of the body weight of the nestlings, i.e. less than the optimal value recommended for telemetry studies of birds (Caccamise, Hedin, 1985; Kenward, 2001). All nestlings were also marked with colored rings (yellow below and blue above with a black code) of the Russian Raptor Research and Conservation Network according to the scheme for southern Kazakhstan⁷⁰.

The Aquila trackers were programmed to send 12 locations during daylight hours from 2:00 to 14:00 Coordinated Universal Time (UTC). In the area where EVs were tagged, local time was +6 hours to UTC. The Ornitela tracker was programmed to send 22 locations during daylight hours from 2:00 to 13:00 UTC in the natal region and during migration and to send 48 locations during daytime in the wintering area.

To study daily activity, we recalculated time from UTC to Local Mean Time (hereinafter LMT), which for the natal region was +4:39±0:03 UTC (-1:21 from local time), for the migration zone – +4:40±0:20 UTC, for the wintering area – +4:50±0:13 UTC (-1:10 from local time in Pakistan and -0:40 in India).

We call the period before the breakup of broods, while nestlings remain within the breeding territory, the post-fledging dependence period (PFDP).

To analyze the movements of fledglings in breeding territories during the PFDP, it was divided into 5-day segments from the moment of the beginning of flight activity. The moment at which the bird departed the nest

⁶⁸ <http://gps.aquila-it.pl/en>

⁶⁹ <http://cpanel.glosendas.net>

⁷⁰ <http://rrrcn.ru/ringing/obraztsyi-kolets/3>

Птенцы стервятников с GPS/GSM-трекерами во время мечения 21–30 июля 2022 г.: вверху слева – Боралдай из гнезда 22-14-1, вверху справа – Алмаз из гнезда 22-2-1, в центре – Умыт (слева) и Жан (справа) из гнезда 22-1-1, внизу слева – Тун из гнезда 10-24-2, внизу справа – Ушкыш из гнезда 10-28-2. Номера гнёзд и имена птиц соответствуют таковым в табл. 1. Фото А. Каптънкиной и И. Карякина.

Egyptian Vulture nestlings tagged with GPS/GSM-trackers, July 21–30, 2022: upper left – Boraldai from nest 22-14-1, upper right – Almaz from nest 22-2-1, center – Umyt (left) and Zhan (right) from nest 22-1-1, bottom left – Tun from nest 10-24-2, bottom right – Ushkysh from nest 10-28-2. The numbers of nests and names of birds correspond to those in the table. 1. Photos by A. Kaptyonkina and I. Karyakin.



Для анализа перемещений слётков на гнездовых участках в ЗПП его разбивали на 5-дневные отрезки с момента начала лётной активности. Оставление гнезда определяли по началу стабильного заряда аккумулятора солнечной панелью – это указывало на то, что слёток стервятника покинул свою гнездовую нишу и начал перемещаться в доступном для солнечного света пространстве. Начало лётной активности определяли по началу перемещения, дальностью более 0,5 км.

Для каждого 5-дневного промежутка определялась минимальная, максимальная и средняя дистанции между локациями и гнездом, по которым анализировалась разница в перемещениях слётков разного пола, выросших в выводках с разным числом птенцов. Для каждого стервятника проанализирован общий налёт (в км), нормализованный по числу локаций (км/100 локаций), чтобы сгладить искажения, возникающие по причине недостатка или избытка локаций в прослеживании той или иной птицы (Карякин и др., 2019).

Завершение ЗПП определялось отлётом птицы с участка (наращивание дистанций от гнезда) и прекращением посещения гнезда и его ближайших окрестностей (до 2 км) (Карякин и др., 2018; 2019). К миграции мы относим тот период, во время

was determined by the beginning of regular charging of the battery by the solar panel – this indicated that the EV fledgling had left its nesting niche and began to move in places accessible to sunlight. The beginning of flight activity was determined by the beginning of movements with a range of more than 0.5 km.

For each 5-day period, the minimum, maximum, and average distances between the locations and the nest were determined, as were the differences in movements of fledglings of different sexes raised in broods with different numbers of chicks. For each EV, the total flight range (in km), normalized by the number of locations (km/100 locations), was analyzed in order to smooth out distortions arising due to a lack or excess of locations in tracking a particular bird (Karyakin *et al.*, 2019).

Completion of the PFDP was defined as the bird's departure from the breeding territory (increasing distances from the nest) and cessation of visits to the nest and its immediate surroundings (up to 2 km) (Karyakin *et al.*, 2018; 2019). We consider migration to be the period during which birds begin to rapidly move toward the distant wintering area from the natal area. The day of the start of migration was determined by the threshold value of the distance of daily movements (the distance

которого птицы начинают стремительно перемещаться в область дальнейшей зимовки из нательной области. День начала миграции определялся по пороговому значению дистанции ежедневных перемещений (расстоянию между местами ночёвки) которое в разы больше такового при перемещениях, наблюдавшихся до этого (метод абсолютного смещения – absolute displacement, AD: см. Oppel *et al.*, 2015; Flack *et al.*, 2016; Burnside *et al.*, 2017). Пороговым значением считали увеличение дистанций ежедневных перемещений минимум в 5 раз. Начало периода зимних перемещений определялось с момента первой длительной остановки в зоне потенциальной зимовки после стремительной миграции (см. Vansteelant *et al.*, 2017b; Карякин и др., 2018), либо по значительному сокращению дистанций (более чем в 3 раза в течение 5 дней по сравнению с предыдущим 5-дневным промежутком) ежедневных перемещений в зоне потенциальной зимовки (Карякин и др., 2019).

Для области стационарных перемещений стервятников в нательной области и на зимовке/летовке рассчитывали минимальный конвексный полигон (MCP) (Hayne, 1949) и зону с максимальной плотностью распределения 50%, 75% и 95% локаций (Kernel, 50%, 75%, 95%) (Worton, 1989). MCP и Kernel для различных периодов (перемещения в нательной области, на зимовке/летовке) рассчитывались по локациям, ограниченным только рассматриваемым периодом. При расчёте Kernel для нательной области радиус поиска точек (R) составлял 0,1–0,8 км, для зимовки/летовки – 10 км.

Пространственные характеристики локаций определялись на ГИС-портале проекта Алтай⁷¹ путём обращения через Google Earth Engine к следующим ресурсам: ERA5-Land Hourly – ECMWF Climate Reanalysis (Muñoz Sabater, 2019), NASADEM (NASA JPL, 2020), Geomorpho90m (Amatulli *et al.*, 2020), ESA WorldCover 10m v100 (Zanaga *et al.*, 2021).

Для определения дистанций между ближайшими локациями слётков, между гнездом и локациями слётков использовали расширение для ArcView: Nearest Features v. 3.8b и Distance and Azimuth Matrix, v.2.1 (Jenness, 2004; 2005).

В анализе миграции измерялись такие же показатели как и в статье Карякин и др., 2019:

- линейные дистанции – кратчайшие расстояния по прямой от последней остано-

between overnight stays) which is several times greater than that of the movements observed prior (absolute displacement method, AD: see Oppel *et al.*, 2015; Flack *et al.*, 2016; Burnside *et al.*, 2017). The threshold value was considered to be an increase in daily movement distances by at least 5 times. The beginning of the period of winter movements was determined from the moment of the first long stop in the potential wintering area after rapid migration (see Vansteelant *et al.*, 2017b; Karyakin *et al.*, 2018), or by a significant reduction in distances (more than 3 times within 5 days compared to the previous 5-day period) of daily movements in the potential wintering area (Karyakin *et al.*, 2019).

For the area of stationary movements of EVs in the natal region and in the wintering/summering grounds, the minimum convex polygon (MCP) (Hayne, 1949) and Kernel, 50%, 75%, 95% (Worton, 1989) were calculated. MCP and Kernel for various periods (movements in the natal region, wintering/summering) were calculated for locations limited only to the period under consideration. When calculating Kernel for the natal area, the search radius for points (R) was 0.1–0.8 km, for wintering/summering – 10 km.

The spatial characteristics of locations were determined on the GIS portal of The Altai Project⁷¹ by accessing the following resources through Google Earth Engine: ERA5-Land Hourly – ECMWF Climate Reanalysis (Muñoz Sabater, 2019), NASADEM (NASA JPL, 2020), Geomorpho90m (Amatulli *et al.*, 2020), and ESA WorldCover 10m v100 (Zanaga *et al.*, 2021).

Extensions for ArcView were used to determine distances between nearest fledgling locations, between nest and fledgling locations: Nearest Features v. 3.8b and Distance and Azimuth Matrix, v.2.1 (Jenness, 2004; 2005).

In the analysis of migration, the same indicators were measured as in the earlier article by Karyakin *et al.*, 2019:

- Linear distances – the shortest distances in a straight line from the last stop in the natal area to the first stop in the wintering area;

- Cumulative distances – the length of the bird's route along the segments between locations;

- Straightness is the ratio between the linear and cumulative distance of migration;

⁷¹ <http://www.gis.altaiproject.org>

ки в натальной области до первой остановки в области зимовки;

- дистанции по треку – протяжённость маршрута птицы по отрезкам между локациями;

- прямолинейность – соотношение между линейной дистанцией и дистанцией по треку;

- средняя скорость перемещений вместе с остановками (дневная дистанция) как среднее арифметическое перемещений по часовым промежуткам между локациями в км/сутки;

- скорость перемещений по часовым промежуткам между локациями без учёта остановок в км/ч;

- скорость перемещений по данным датчика (секундные промежутки в процессе движения) в км/ч.

Минимальной пороговой скоростью перемещения стервятников, как и других парителей, мы считаем показатель 1,5 м/сек (5,4 км/ч) (Vansteelant *et al.*, 2017b; Карякин и др., 2019). Исходя из этого, скорость перемещения птиц для каждого часового сегмента рассчитывалась только для сегментов, длина которых превышала 5,4 км (так исключались «стационарные сегменты»). При расчёте скорости считали допустимыми погрешности между взятием локаций в диапазоне от 1 до 5 минут – в случае таких погрешностей оценка скорости не корректировалась.

Результаты телеметрии обрабатывались в ArcView 3.3 ESRI с помощью модуля AnimalMovement SA v. 2.04 (Hooge, Eichenlaub, 1997; Hooge *et al.*, 2001). Все измерения, за исключением азимута, проводились в проекции Orthographic (Datum: WGS 84, Spheroid: Sphere, Central Meridian: 70, Reference Latitude: 45). Азимут определялся в проекции Lambert Conformal Conic (Datum: WGS 84, Spheroid: Krasovsky, Central Meridian: 70, Reference Latitude: 0, Standard Parallel 1–2: 28–42) (Snyder, Voxland, 1989).

Для визуализации территорий с максимальным присутствием птиц на миграции и в период летних кочёвок, применён метод сеточного картирования (Карякин и др., 2018; 2019). Для целей данной статьи взята сетка прямоугольников с размером ячейки 0,5° (50×30 км в метрической системе координат)⁷². Для всех ячеек, в которых стервятники останавливались во время перемещений, определялось число птиц и число локаций.

- Average speed of movement including stops (daily distance) as the arithmetic average of movements over hourly intervals between locations in km/day;

- Speed of movement over hourly intervals between locations without stops in km/h;

- Speed of movement according to sensor data (second intervals during movement) in km/h.

We consider the minimum threshold speed for the movement of EVs, as well as other soaring birds, to be 1.5 m/sec (5.4 km/h) (Vansteelant *et al.*, 2017b; Karyakin *et al.*, 2019). Based on this, the movement speed of birds for each hourly segment was calculated only for segments whose length exceeded 5.4 km (this excluded “stationary segments”). When calculating speed, errors between locations in the range of 1–5 minutes were considered acceptable margin for error – in the case of such errors, the speed estimate was not adjusted.

Telemetry results were processed in ArcView 3.3 ESRI using the AnimalMovement SA v. 2.04 (Hooge, Eichenlaub, 1997; Hooge *et al.*, 2001). All measurements, with the exception of azimuth, were carried out in Orthographic projection (Datum: WGS 84, Spheroid: Sphere, Central Meridian: 70, Reference Latitude: 45). Azimuth was determined in the Lambert Conformal Conic projection (Datum: WGS 84, Spheroid: Krasovsky, Central Meridian: 70, Reference Latitude: 0, Standard Parallel 1–2: 28–42) (Snyder, Voxland, 1989).

The grid mapping method was used (Karyakin *et al.*, 2018; 2019) to visualize areas with the maximum presence of birds during migration and during the summer migration period. For the purposes of this article, a grid of rectangles with a cell size of 0.5° (50×30 km in the metric coordinate system)⁷² was used. The number of birds and number of locations were determined in all cells in which EVs stopped during movements.

Nestlings were tagged at the age of 49–64 days. Nestling age was determined by plumage development in accordance with information obtained from processed data from surveillance cameras (Dobrev *et al.*, 2019; Kumar *et al.*, 2020; Yordanov *et al.*, 2021) and by size according to previously published data (Donázar, Ceballos, 1989; Karyakin *et al.*, 2022). Nestlings were considered fully feathered from the age of 50 days, from that point we relied only on the length of the tail to determine age. Start-

⁷² <http://rrrcn.ru/wp-content/uploads/net-world-30min-cntr-kml.zip>

Метились птенцы в возрасте 49–64 дней. Их возраст определялся по развитию оперения в соответствии с информацией, полученной в результате обработки данных камер видеонаблюдения (Dobrev *et al.*, 2019; Kumar *et al.*, 2020; Yordanov *et al.*, 2021) и по размерам согласно ранее опубликованным данным (Donázar, Ceballos, 1989; Карякин и др., 2022). Птенцы считались полностью оперёнными с возраста 50 дней и далее для определения возраста мы ориентировались только на длину хвоста, который, начиная со 100 мм, рос в среднем по $4,8 \pm 0,4$ мм в день (от 4,3 до 5,3 мм в день). Между 55 и 65 днями длина хвоста птенцов, измеренных в районе работ, варьировала от 200 до 250 мм (Карякин и др., 2022). Пол птенцов стервятника определяли по размеру интронов гена CHD1 в половых хромосомах (Fridolfsson, Ellegren, 1999), выделенных из собранных в спирт образцов пульпы пера (Зиневич и др., 2018).

Математическую обработку данных осуществляли в MS Excel 2003 и Statistica 10. Для выборок приводятся диапазон данных и среднее значение $\pm SD$, если не указано иное. Для сравнения выборок с нормальным распределением использовался t-тест Стьюдента для независимых выборок, для данных, распределение которых отличается

от 100 мм, длина хвоста росла в среднем $4,8 \pm 0,4$ мм в день ($4,3$ – $5,3$ мм в день). Между 55 и 65 днями, длина хвоста птенцов, измеренных в районе работ, варьировала от 200 до 250 мм (Karyakin *et al.*, 2022). Пол птенцов стервятника определяли по размеру интронов гена CHD1 в половых хромосомах (Fridolfsson, Ellegren, 1999) олате из пульпы пера, собранной в спирт (Zinevich *et al.*, 2018).

Математическую обработку данных осуществляли в MS Excel 2003 и Statistica 10. Для выборок, данные диапазон и среднее значение $\pm SD$ даны, если не указано иное. Для сравнения выборок с нормальным распределением; для данных, распределение которых отличается от нормального, использовался тест Уилкоксона (T).

5 территорий размножения были выбраны для маркировки EV: 4 гнезда на северном макросклоне Каратау и 1 гнездо на Боралдайском хребте (южном макросклоне Каратау). Плотные группы размножения EV сосредоточены в обоих местах. На северном макросклоне Каратау, 3 из 4 гнезд, в которых были помечены птенцы, находятся в ущельях и являются соседями, расстояния между которыми составляют 4,8 и 9,0 км, а 4-е

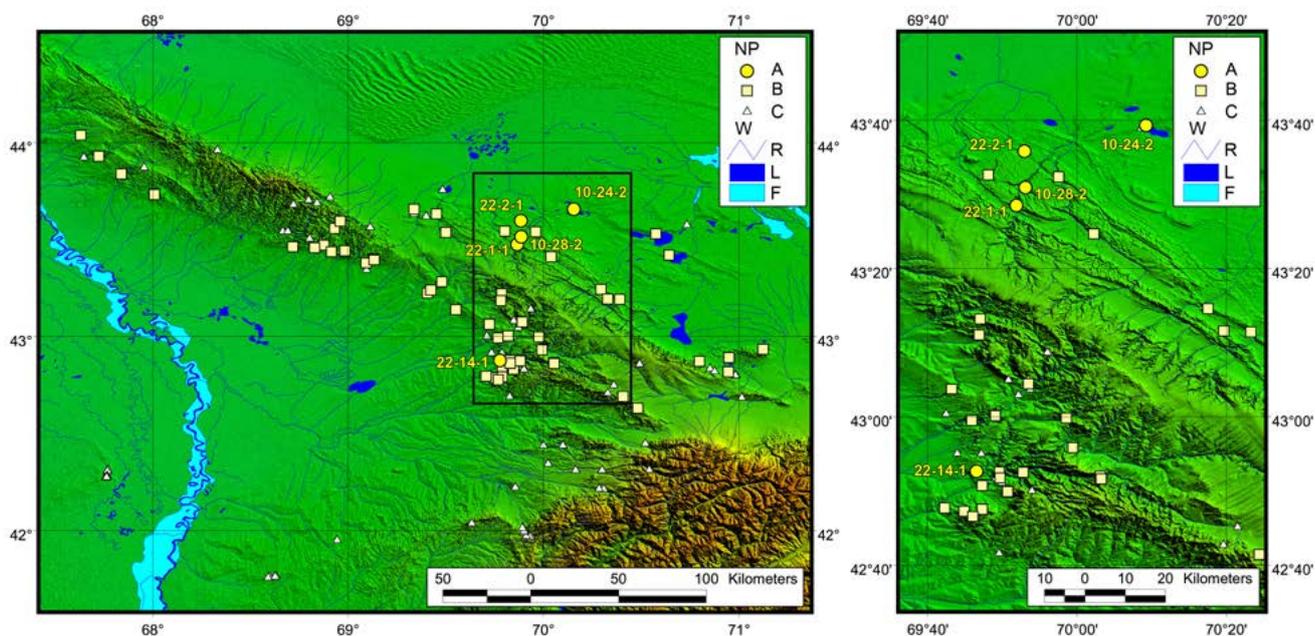


Рис. 1. Гнездовые участки стервятников (*Neophron percnopterus*) на хр. Каратау. Условные обозначения: NP – регистрации стервятников, A – гнезда в которых осуществлялось мечение птенцов GPS/GSM-трекерами, B – другие известные гнезда стервятника, C – регистрации птиц в гнездовом биотопе из веб-ГИС «Фаунистика», GBIF и с сайта Birds.kz (датасет из Карякин и др., 2022), W – водоёмы, включая R – реки, L – озёра и F – поймы рек и заливаемые тальми водами солончаки. Нумерация гнезд соответствует таковой в табл. 1.

Fig. 1. Breeding territories of Egyptian Vultures (*Neophron percnopterus*, further as EV) in the Karatau mountains. Legend: NP – records of the EVs, A – nests in which the nestlings were tagged with GPS/GSM trackers, B – other known EV nests, C – observations of EVs in breeding biotopes from the web GIS “Faunistics”, GBIF and from the Birds.kz website (dataset from Karyakin *et al.*, 2022), W – water bodies, including R – rivers, L – lakes and F – river floodplains and flooded salt marshes. Nest numbering corresponds to Table 1.

Табл. 1. Информация о ювенильных стервятниках (*Neophron percnopterus*), помеченных трекерами в 2022 г. Принятые сокращения: *f* – самка, *m* – самец. Нумерация гнёзд соответствует таковой на рис. 1. Жирным курсивом отмечены сибсы.

Table 1. Summary of information on juvenile Egyptian Vultures (*Neophron percnopterus*) tagged with trackers from 2022. Legend: *f* – female, *m* – male. Nest numbering corresponds to Fig. 1. Siblings are indicated in bold italics.

Гнездо Nest	Имя Name	Пол Sex	Трекер Tracker	Кольцо Ring	Дата мечения Date of tagging	Длина хвоста Tail length	Возраст Age
22-14-1	Боралдай / Boralday	m	Ornitela	KC10	21/07.2022	151	49
22-1-1	Жан / Zhan	m	Aquila	KC07	29/07.2022	226	60
22-1-1	Умыт / Umyt	f	Aquila	KC06	29/07.2022	225	59
22-2-1	Алмаз / Almaz	m	Aquila	KC04	30/07.2022	215	58
10-24-2	Тун / Tun	f	Aquila	KC12	30/07.2022	241	63
10-28-2	Ушкыш / Ushkysh	m	Aquila	KC05	30/07.2022	247	64

ся от нормального, – ранговый критерий Вилкоксона (*T*).

Для мечения стервятников были выбраны 5 гнездовых участков: 4 гнезда на северном макросклоне Каратау в районе Жанатаса и 1 гнездо на Боралдае (южный макросклон Каратау). В обеих локациях сосредоточены плотные гнездовые группировки стервятника. На северном макросклоне Каратау 3 из 4-х гнёзд, в которых проводилось мечение птенцов, локализованы в ущельях и являются соседями, дистанции между которыми составляют 4,8 и 9,0 км, а 4-е гнездо удалено на 22,9 км и располагается на чинке плато (рис. 1).

Птенцы стервятника были помечены трекерами 21–30 июля 2022 г. (табл. 1). На гнезде № 22-1-1 были помечены два разнополых птенца из выводка, в остальных гнёздах по одному птенцу.

Результаты исследований

Из 6 помеченных трекерами птенцов стервятника, 4 оказались самцами, 2 самками. За период с 21 июля 2022 г. по 20 декабря 2023 г. от них получено 36063 локаций (табл. 2), в том числе из natalной области – 1133, с миграции – 1243 и с мест зимовки и летовки – 33687. Максимальные дистанции между локациями в natalной области и на зимовке варьировали от 1353 до 2149 км, составив в среднем $1914 \pm 289,88$ км, генеральный азимут перемещений составил $157-180^\circ$, в среднем $172,17 \pm 8,28^\circ$. Протяжённость перемещений (по треку) составила в сумме для 6 птиц 79282 км и варьировала от 6881 км за 159 дней прослеживания (Жан) до 19762 км за 518 дней (Боралдай); протяжённость перемещений на 100 локаций, при частоте локаций раз в час, варьировала от 179,9 до 499,4 км, составив в среднем $364 \pm 103,31$ км.

nest is 22.9 km away and is located on the cliff-face of the plateau (Fig. 1).

EV nestlings were tagged with trackers on July 21–30, 2022 (Table 1). At nest No. 22-1-1 two nestlings of different sexes from the brood were tagged, other nests contained one nestling each.

Research results

Of the 6 EV nestlings tagged with trackers, 4 turned out to be males and 2 females. From July 21, 2022–December 20, 2023, 36,063 locations were received (Table 2), including from the natal region – 1,133, migration – 1,243 and wintering and summering areas – 33,687. Maximum distances between locations in the natal region and wintering ranged from 1353 to 2149 km, averaging 1914 ± 289.88 km, and the general azimuth of movements was $157-180^\circ$, averaging $172.17 \pm 8.28^\circ$. The length of movements (along the track) amounted to a total of 79,282 km for 6 birds and varied from 6881 km over 159 days of tracking (Zhan) to 19,762 km over 518 days (Boralday); the length of movements per 100 locations, with a location frequency of once per hour, varied from 179.9–499.4 km, averaging 364 ± 103.31 km.

Pattern of territory use by juvenile Egyptian Vultures after leaving the nest

Young EVs left the nest between August 18–23 at 80–85 days of age and began flying between August 20–23 at 79–85 days at 1–19 days after leaving the nest. The first long-distance flight (more than 5.4 km) was made by EV fledglings at the age of 90–102 days during the period from August 27–September 12, on the 9th–21st day after leaving the nest.

EVs stayed on nesting sites for 15–34 days after leaving the nest, on average ($n=6$) 23.2 ± 7.6 days (Table 3), and the PFDP was shorter in females (15–18, on average,

Табл. 2. Результаты прослеживания в 2022–2023 гг. ювенильных стервятников, помеченных трекерами. Принятые сокращения: *f* – самка, *m* – самец. Нумерация гнёзд соответствует таковой на рис. 1. Жирным курсивом отмечены сибсы.

Table 2. Tracking results in 2022–2023 juvenile Egyptian Vultures tagged with trackers. Legend: *f* – female, *m* – male. Next numbering of nests corresponds Fig. 1. Sibs are indicated in bold italics.

Имя Name	Пол Sex	Период прослеживания (дни) Tracking period (days)	Число локаций Number of locations	Протяжённость перемещений по треку в км Length of movements measured on the track in km	Дистанция между крайними локациями в км (азимут в градусах) Distance between extreme locations in km (azimuth in degrees)	Судьба Outcome
Боралдай / Boraldai	m	21/07/2022– 20/12/2023 (518)	17800	19762.5	2071 (174)	Жив / Alive ^a
Жан / Zhan	m	29/07/2022– 03/01/2023 (159)	1378	6508.9	2062 (171)	Жив, трекер снят / Alive, tracker removed^b
Умыт / Umyt	f	29/07/2022– 01/06/2023 (308)	3044	11271.3	1883 (180)	Проблема с трекером / Problem with tracker
Алмаз / Almaz	m	30/07/2022– 20/12/2023 (509)	5150	18944.4	2149 (179)	Жив / Alive
Тун / Tun	f	30/07/2022– 27/06/2023 (335)	3430	13048.1	1966 (172)	Вероятно, погибла / Probably died
Ушкыш / Ushkysh	m	30/07/2022– 20/12/2023 (509)	5261	8802.6	1353 (157)	Жив / Alive

Примечания / Notes:

^a Птица была поймана и выпущена в природу после непродолжительного содержания в неволе, трекер остался на птице / The bird was caught and released after a short period of rehabilitation, the tracker remained on this bird;

^b Птица была поймана и выпущена в природу после длительного содержания в неволе, трекер снят с птицы и уничтожен / The bird was caught and released into the wild after being kept in captivity for a long time, the tracker was removed from the bird and destroyed.

Характер использования территории ювенильными стервятниками после вылета из гнезда

Молодые стервятники покинули гнёзда в период с 18 по 23 августа в возрасте 80–85 дней, и начали летать с 20 по 23 августа в возрасте 79–85 дней на 1–19-й день после оставления гнезда. Первый дальний полёт (больше 5,4 км), который можно было увидеть по локациям трекера, слётки стервятника совершили в возрасте от 90 до 102 дней в период с 27 августа по 12 сентября на 9–21-й день после оставления гнезда.

Стервятники держались на гнездовых участках в течение 15–34 дней после оставления гнезда, в среднем ($n=6$) $23,2 \pm 7,6$ дней (табл. 3), причём зависимый послегнездовой период был короче у самок (15–18, в среднем, $16,5 \pm 2,1$ дней, $n=2$) и длиннее у самцов (20–34, в среднем $26,5 \pm 7,0$ дней, $n=4$). У самок первый дальний полёт происходил в более ранние сроки после оставления гнезда (на 9–12-й день, в сред-

$16,5 \pm 2,1$ days, $n=2$) and longer in males (20–34, on average $26,5 \pm 7,0$ days, $n=4$). In females, the first long-distance flight occurred earlier after leaving the nest (on the 9th–12th day, on average $10,5 \pm 2,1$) than in males (on the 10th–21st day, on average $14,3 \pm 4,7$) (Fig. 2, 3).

The male Ushkysh stayed the longest at the breeding territory (35 days from leaving the nest) and began migration on September 23 at the age of 118 days and was the latest migrant of the EVs tracked.

The area of home ranges, defined as MCP, varied from 1.3 (Almaz) to 1560 km² (Ushkysh), but Kernel 95% varied from 0.3 to 22.3 km², averaging $7,8 \pm 8,1$ km², and Kernel 50% are in the range of 0.05–2.5, on average $1,3 \pm 0,9$ km² (Fig. 4). The large difference in the area of home ranges was determined by the flight behavior of the fledglings. Some sat near their nest, making only short flights nearby (Almaz), while others made long flights (up to 42.2–45.5 km), returning to the nest (Boraldai and Ushkysh) (Fig. 5).

Табл. 3. Характеристика перемещений ювенильных стервятников в natalной области в течение зависимого послегнездового периода (ЗПП) после вылета из гнезда до начала миграции.

Table 3. Data on movements of juvenile Egyptian Vultures in the natal area during the post-fledging dependence period (PFDP).

Событие Event	22-14-1	22-1-1	22-1-1	22-2-1	10-24-2	10-28-2	Сумма или среднее / Sum or average Σ or ($M \pm SD$)
	Боралдай Boralday	Жан Zhan	Умыт Umyt	Алмаз Almaz	Тун Tun	Ушкыш Ushkysh	
Число локаций Number of locations	122	246	151	70	137	407	1133
Дата оставления гнезда Date of leaving the nest	21/08/2022	20/08/2022	22/08/2022	22/08/2022	18/08/2022	20/08/2022	21/08±2
Возраст оставления гнезда, дни Age at leaving the nest, days	80	82	83	81	82	85	82.2±1.7
Дата начала перемещений Date start of movements	24/08/2022	21/08/2022	23/08/2022	10/09/2022	23/08/2022	27/08/2022	27/08±7
Возраст начала перемещений, дни Age of start of movements, days	83	83	84	100	87	92	88.2±6.7
Дата первого дальнего полёта (более 5,4 км/ч) Date of first long-distance flight (over 5.4 km/h)	31/08/2022	02/09/2022	03/09/2022	12/09/2022	27/08/2022	02/09/2022	03/09±5
Возраст в день первого дальнего полёта, дни Age on the day of the first long- distance flight, days	90	95	95	102	91	98	95.2±4.5
Дата начала осенней миграции Date of the started of the autumn migration	10/09/2022	20/09/2022	06/09/2022	12/09/2022	05/09/2022	23/09/2022	13/09±7
Продолжительность пребывания на гнездовом участке после оставления гнезда, дни / Duration of stay on the breeding territory after leaving the nest, days	20	31	15	21	18	34	23.2±7.6
Длина трека, км Length of the track, km	409.6	186.1	86.0	15.3	138.5	1060.3	316.0±388.4
Общий налёт, км/100 локаций Total flight, km/100 locations	335.7	75.7	57.0	22.1	101.1	260.5	142.0±125.9
Ежедневная дистанция, км/сутки Daily distance, km/day n , $M \pm SD$ (min-max)	$n=27$ 15.2±21.6 (0.03-77.6) Median=1.3	$n=45$ 4.0±7.1 (0.05-37.8) Median=1.3	$n=28$ 3.0±6.1 (0.13-32.3) Median=1.4	$n=27$ 0.6±1.3 (0.06-6.6) Median=0.2	$n=28$ 4.9±9.5 (0.02-33.9) Median=0.5	$n=53$ 20.0±30.4 (0.02-122.8) Median=3.0	$n=208$ 9.1±19.4 (0.02-122.8) Median=1.2
Скорость перемещения в полёте, км/ч (по часовым интервалам) / Travel speed in flight, km/h (by hourly intervals), n , $M \pm SD$ (min-max)	$n=13$ 13.0±6.5 (7.9-32.8) Median=11.5	$n=9$ 8.0±2.3 (6.4-13.5) Median=6.9	$n=3$ 9.6±3.4 (5.9-12.6) Median=10.2	0 ^a	$n=8$ 8.7±2.3 (5.9-13.6) Median=8.2	$n=62$ 12.3±5.5 (5.6-27.4) Median=11.2	$n=95$ 11.6±5.4 (5.6-32.8) Median=10.1
Скорость перемещения в полёте, км/ч (по данным датчика) / Travel speed in flight, km/h (according to sensor data), n , $M \pm SD$ (min-max)	$n=49$ 31.4±12.6 (10.0-64.0) Median=31.0	$n=29$ 27.9±16.7 (7.2-75.6) Median=28.8	$n=16$ 23.9±15.0 (7.2-50.4) Median=19.8	$n=2$ 9.0±2.5 (7.2-10.8) Median=9.0	$n=19$ 26.9±17.4 (7.2-57.6) Median=25.2	$n=93$ 31.4±17.2 (7.2-86.4) Median=28.8	$n=208$ 29.7±16.1 (7.2-86.4) Median=28.8
100% МСР, км ² /км ²	674.5	139.2	56.8	1.3	83.4	1560.0	419.2±610.5
Kernel 95%, км ² /км ² (число кластеров / number of clusters)	22.3 (5)	6.5 (2)	3.9 (1)	0.3 (1)	2.0 (1)	11.5 (2)	7.8±8.1
Kernel 75%, км ² /км ² (число кластеров / number of clusters)	4.6 (1)	3.0 (2)	1.9 (1)	0.09 (1)	1.2 (1)	4.3 (1)	2.5±1.8
Kernel 50%, км ² /км ² (число кластеров / number of clusters)	2.5 (1)	1.1 (1)	1.1 (1)	0.05 (1)	0.68 (1)	2.3 (1)	1.3±0.9

Примечание / Note:

^a Для всех почасовых интервалов в natalной области скорость перемещения была ниже 3,4 км/ч / For all hourly intervals in the natal area, the movement speed was below 3.4 km/h.

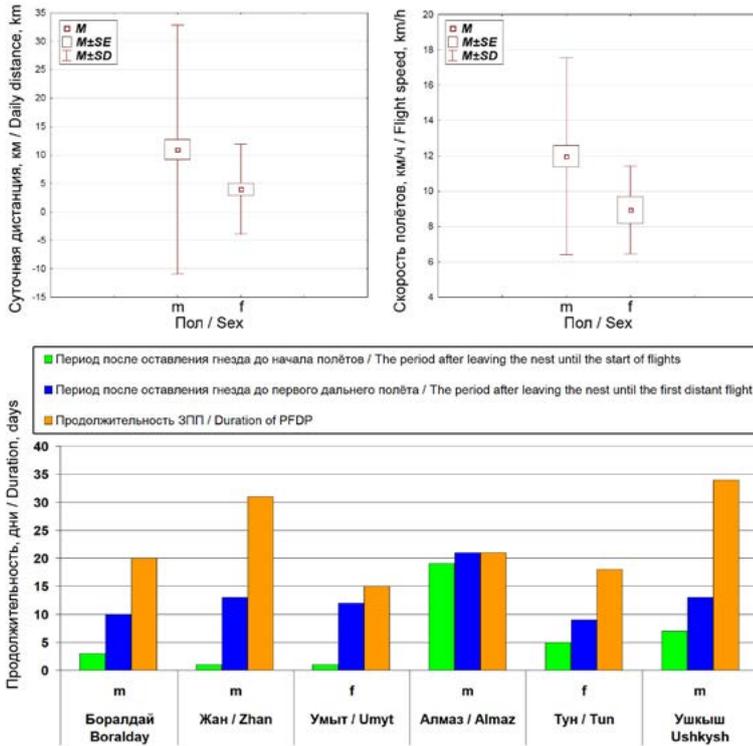


Рис. 2. Диаграммы размаха протяжённости дневных перемещений и скорости полёта стервятников в течение зависимого послегнездового периода (ЗПП) и график продолжительности ЗПП.

Fig. 2. Box-and-whiskers plots the length of daily movements and flight speed of Egyptian Vultures during post-fledging dependence period (PFDP) and graph of PFDP duration.

The total flight time (cumulative distance – length along track segments between locations) within breeding territories before the start of migration for each bird varied from 15 (Almaz) to 1,060 km (Ushkysh). During the PFDP, males flew on average more per day (11 ± 21.9 km, from 0.02 to 122.84 km, $n=152$) than females (4 ± 7.9 km, from 0.02 to 33, 94 km, $n=52$) ($T=19, Z=6.4, p=0.0000$). Males also had a higher average flight speed (12 ± 5.6 km/h, median 10.6 km/h, range 7.9 to 13.5 km/h, $n=84$), measured at hourly intervals, than females (8.9 ± 2.5 km/h, median 8.5 km/h, from 10.2 to 13.6 km/h, $n=11$) ($T=10, Z=2.0, p=0.041$), see Fig. 2.

Analysis of the distances between the fledglings' locations and the nest during 5-day PFDP intervals after flight activity began (Table 4, Fig. 6) showed that fledglings may leave the area and begin migration as early as during the first 5-day period, and for this reason a gradual increase in flight activity or training in foraging by parents may not be necessary. Departure is probably determined by the cessation of parental activity in feeding fledglings (see Discussion). When the parents continued to feed fledglings, young birds remained at the nesting site for quite a long time, returning to the nest even if they flew tens of kilometers away from them. The distances between locations and the nest were, on average, significantly higher for males than for females in the second and third 5-day PFDP intervals after fledglings began moving around the nesting area (Table 5).

It is noteworthy that, despite the wide movements of some young birds, they sought to avoid flying into neighboring nesting territories. Only Ushkysh flew past the nests of EVs nesting nearby during PFDP, three of which were his closest neighbors (Fig. 2).

The elevation of terrain over which EVs flew in the natal region varied from 318-938 m

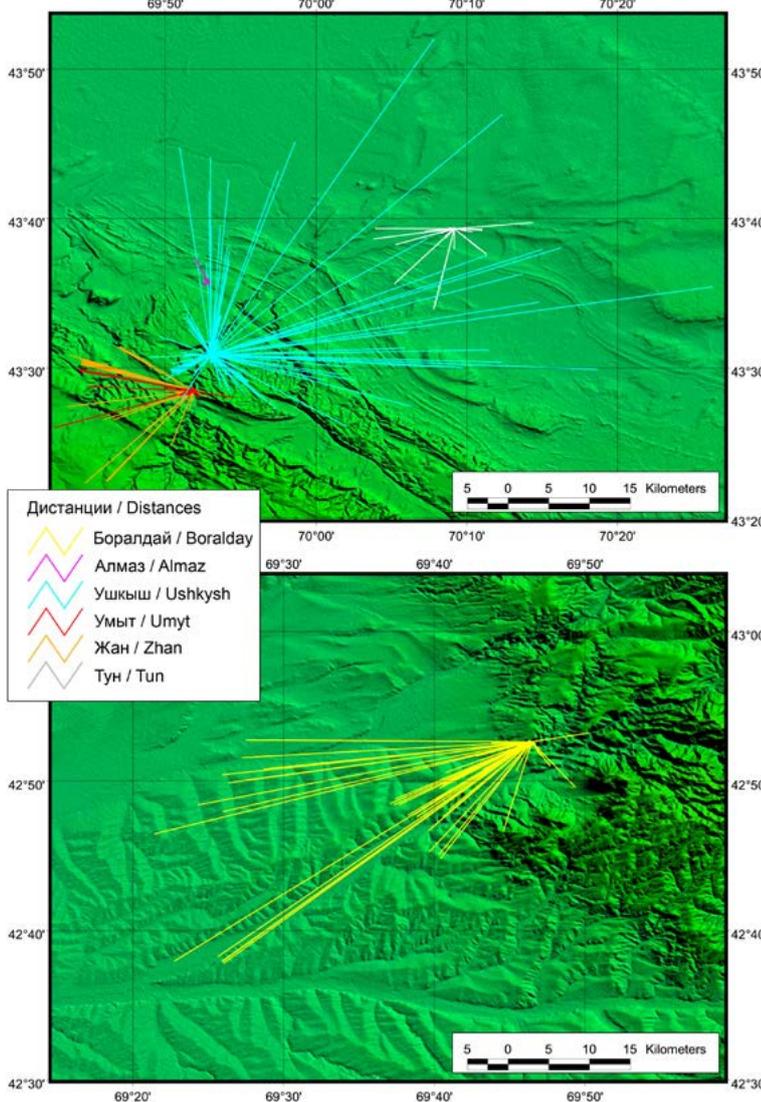


Рис. 3. Дистанции между точками локаций ювенильных стервятников и их гнёздами в течение ЗПП.

Fig. 3. Bird-to-nest distances during the PFDP of the juvenile Egyptian Vultures.

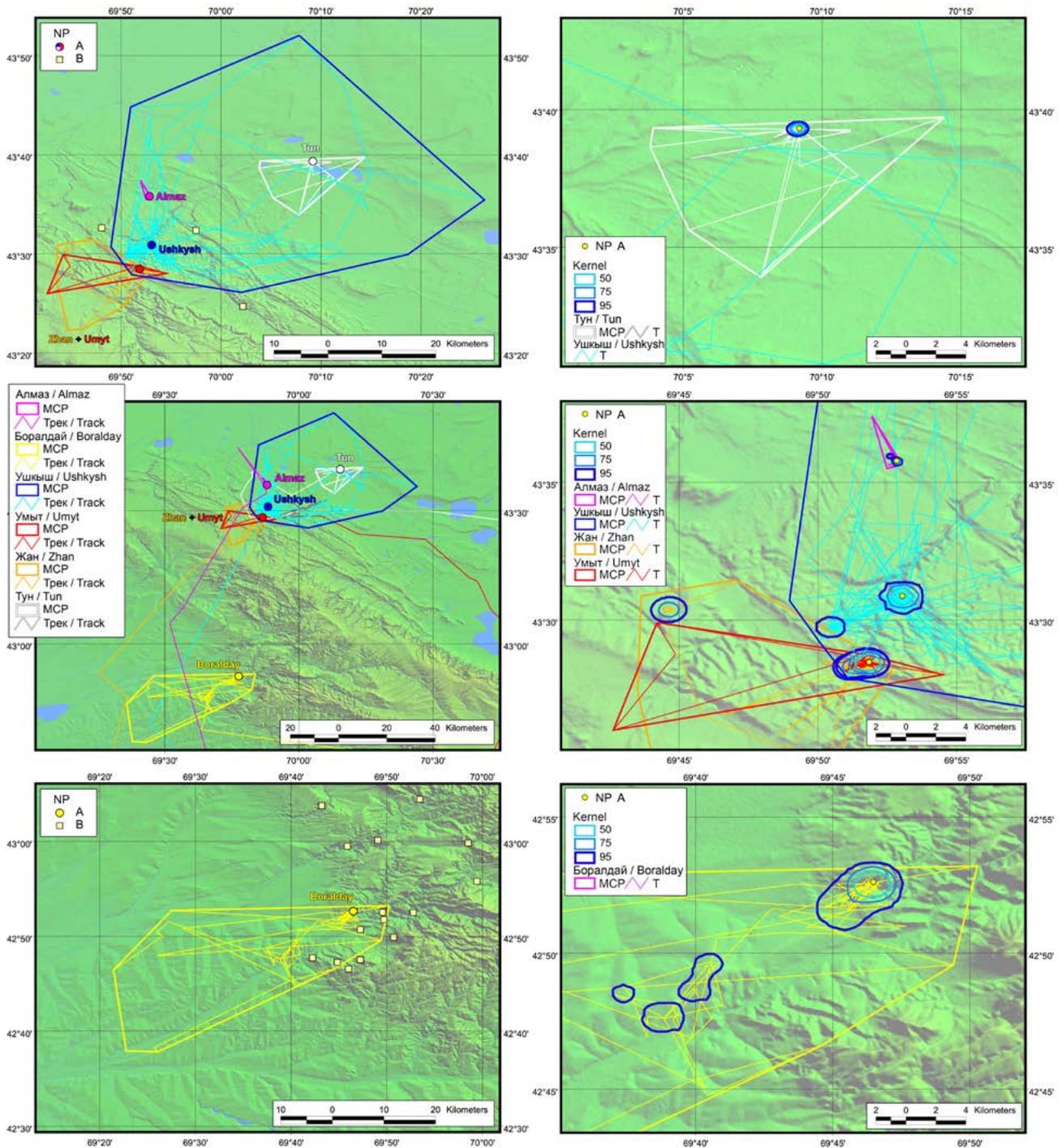


Рис. 4. Индивидуальные участки (MCP – слева и Kernel – справа) и треки перемещений ювенильных стервятников в natalной области в течение зависимого послегнездового периода. Условные обозначения: NP – регистрации стервятников, А – гнезда в которых осуществлялось мечение птенцов GPS/GSM-трекерами, В – другие известные гнезда стервятника, MCP – минимальный конвексный полигон, Т – трек.

Fig. 4. Home ranges (MCP – left and Kernel – right) and movement tracks of juvenile Egyptian Vultures (EV) in natal areas during PFDP. Legend: NP – records of EVs, A – nests in which the nestlings were tagged with GPS/GSM trackers, B – other known EV nests, MCP – minimal convex polygon, T – track.

нем $10,5 \pm 2,1$), чем у самцов (на 10–21-й день, в среднем $14,3 \pm 4,7$) (рис. 2, 3).

Дольше всех на гнездовом участке задержался Ушкыш (35 дней с момента оставления гнезда), который начал миграцию 23 сентября в возрасте 118 дней и был самым поздним мигрантом из прослеживаемых стервятников.

above sea level, averaging 554.28 ± 128.51 m above sea level (median 565.5 m) according to the analysis of 150 locations. The absolute altitudes at which EVs flew in the natal region varied from 357 to 2490 m above sea level, averaging 941.3 ± 385.88 m above sea level (median 853.5 m) (Fig. 7). The flight altitude of EVs above the ground varied from 21 to

Площадь индивидуальных территорий, определённая как МСР, варьировала от 1,3 (Алмаз) до 1560 км² (Ушкыш), но при этом площадь зоны плотности 95% локаций варьировала от 0,3 до 22,3 км², составив в среднем 7,8±8,1 км², а 50% локаций – в пределах 0,05–2,5, в среднем 1,3±0,9 км² (рис. 4). Большая разница в площади индивидуальных территорий определялась лётным поведением слётков. Одни сидели у гнёзд, совершая лишь короткие вылеты вокруг (Алмаз), другие совершали дальние вылеты (до 42,2–45,5 км), возвращаясь к гнезду (Боралдай и Ушкыш) (рис. 5).

Общий налёт (протяжённость по сегментам трека между локациями) на гнездовых участках до начала миграции у разных птиц варьировал от 15 (Алмаз) до 1060 км (Ушкыш). Самцы в течение ЗПП в среднем больше налётывали за день (11±21,9 км, от 0,02 до 122,84 км, $n=152$), чем самки (4±7,9 км, от 0,02 до 33,94 км, $n=52$) ($T=19$, $Z=6,4$, $p=0,0000$). Также у самцов была в среднем выше скорость полёта (12±5,6 км/ч, медиана 10,6 км/ч, от 7,9 до 13,5 км/ч, $n=84$), измеренная по часовым интервалам, чем у самок (8,9±2,5 км/ч, медиана 8,5 км/ч, от 10,2 до 13,6 км/ч, $n=11$) ($T=10$, $Z=2,0$, $p=0,041$), см. рис. 2.

Анализ дистанций между локациями слётков и гнездом в 5-дневные интервалы ЗПП после начала лётной активности (табл. 4, рис. 6) показал, что уже в первую пятид-

2047 m, averaging ($n=150$) 387.02±368.9 m (median 264 m): 66% of locations lay in the altitude range from 50 to 500 m (from 50 to 200 m – 30% and from 200 to 500 m – 36%). Of the 11 locations (7.33%) above 1000 m above the ground, 10 belong to males – Boraldai, Ushkysh and Zhan. Female Umyt only once rose to a height of 1112 m, and Tuna's maximum flight altitudes in the natal region were 843–890 m, while her breeding site was not in the mountains, but in the foothill zone on a cliff-face, and the bird flew over elevation of terrains of 329 up to 414 m above sea level. The height record was set by Boraldai, rising to a height of 2 km above the ground above the village of Turakty on September 1, 2022 at 15:53 local time (UTC+6). In general, males flew at higher altitudes above the ground (from 21 to 2047 m, mean 402.9±378.64 m, median 270.5 m, $n=128$) than females (from 41 to 1112 m, mean 294.64±296.75 m, median 194 m, $n=22$; $T=62$, $Z=2.09$, $p=0.036$; Fig. 8).

The earliest flight activity of EVs was observed from 5:47 to 7:30 LMT (from 7:08 to 8:51 am local time; 4.0% of 150 locations), however, the main flight activity occurred in the period from 9:35 to 15:38 LMT (from 11 to 17 hours local time, 76.0% of locations), with a peak at 10:38 to 11:42 LMT (from 12 to 13 hours local time, 18.0% locations in flight, Fig. 7). The latest flight activity was recorded at 17:22 LMT (18:43 local time), but

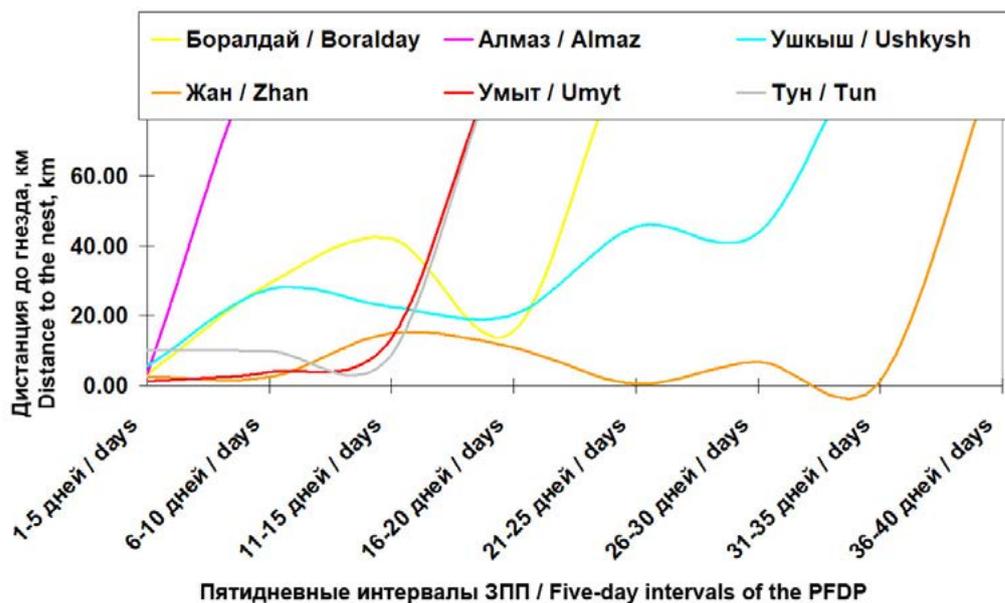
Табл. 4. Дистанции между локациями слётков стервятника и гнездом в пятидневные интервалы ЗПП после начала перемещений слётков на гнездовом участке. Жирным курсивом отмечены сибсы.

Table 4. Distances between the locations of Egyptian Vulture fledglings and the nest during 5-day intervals of PFDIP after the start of fledglings' movements within the breeding territory. Sibs are indicated in bold italics.

Имя Name	Дата начала перемещений Date start of movements	Пол Sex	Пятидневные интервалы ЗПП после начала перемещений слётков на гнездовом участке Five-day intervals of the PFDIP after the start of fledgling movements in the breeding territory							
			1–5	6–10	11–15	16–20	21–25	26–30	31–35	36–40
			<i>n, M±SD (min–max)</i>							
Боралдай Boraldai	24.08.2022	m	<i>n=28</i> 0.86±0.98 (0.04–3.00)	<i>n=24</i> 4.39±7.39 (0.02–29.22)	<i>n=32</i> 20.11±11.46 (0.61–42.21)	<i>n=15</i> 10.19±4.39 (2.37–15.40)	миграция / migration			
Алмаз Almaz	10.09.2022	m	<i>n=3</i> 1.14±1.83 (0.03–3.25)	миграция / migration						
Ушкыш Ushkysh	27.08.2022	m	<i>n=33</i> 0.64±1.31 (0.01–5.47)	<i>n=35</i> 5.17±7.97 (0.01–27.47)	<i>n=49</i> 4.04±3.91 (0.03–22.58)	<i>n=49</i> 3.49±3.89 (0.04–20.34)	<i>n=56</i> 6.68±9.64 (0.01–45.54)	<i>n=22</i> 16.12±13.86 (0.06–43.89)	миграция / migration	
Жан Zhan	21.08.2022	m	<i>n=32</i> <i>0.69±0.61</i> <i>(0.03–2.32)</i>	<i>n=30</i> <i>0.60±0.53</i> <i>(0.03–2.40)</i>	<i>n=54</i> <i>5.01±5.26</i> <i>(0.03–14.98)</i>	<i>n=55</i> <i>8.45±3.89</i> <i>(0.04–10.78)</i>	<i>n=15</i> <i>0.36±0.17</i> <i>(0.05–0.49)</i>	<i>n=28</i> <i>0.60±1.22</i> <i>(0.05–6.59)</i>	<i>n=3</i> <i>0.50±0.49</i> <i>(0.33–1.05)</i>	миграция / migration
Умыт Umyt	23.08.2022	f	<i>n=25</i> <i>0.58±0.38</i> <i>(0.01–1.04)</i>	<i>n=30</i> <i>0.65±0.68</i> <i>(0.02–3.68)</i>	<i>n=24</i> <i>3.31±4.91</i> <i>(0.02–13.22)</i>	миграция / migration				
Тун Tun	23.08.2022	f	<i>n=30</i> 0.63±1.92 (0.01–10.17)	<i>n=31</i> 1.16±2.31 (0.01–9.79)	<i>n=23</i> 1.43±2.67 (0.01–8.65)	миграция / migration				

Рис. 6. Максимальные дистанции между локациями слётков стервятника и гнездом в пятидневные интервалы ЗПП после начала перемещений слётков на гнездовом участке.

Fig. 6. Maximum distances between the locations of Egyptian Vulture fledglings and the nest during 5-day intervals of PFDP after the start of fledglings' movements within the breeding territory.



невку слётки могут покинуть участок и начать миграцию, и для этого им, видимо, не актуально постепенное наращивание лётной активности и обучение кормодобыче со стороны родителей. Отлёт определяется, вероятно, прекращением родительской активности по кормлению слётков (см. Обсуждение). Если же родители продолжали подкармливать слётков, то они оставались на гнездовых участках достаточно долго, возвращаясь к гнёздам, даже если отлетали от них за десятки километров. Дистанции между локациями и гнездом у самцов в среднем были достоверно выше, чем у самок, во 2-й и 3-й 5-дневные интервалы ЗПП после начала перемещений слётков по гнездовому участку (табл. 5).

Обращает на себя внимание то, что, несмотря на широкие перемещения некоторых молодых птиц, они старались не зале-

the trackers went into sleep mode at this time, so they did not record later bird movements. However, it can be assumed that in the range from 17:50 to 18:37 LMT EV activity was minimal, since sunset was observed in the area under consideration at this time (at local time the sun ranged from setting at 19:58 in late August and 19:11 at the end of September), and we did not visually register the flights of EVs after sunset in the natal region.

Autumn migration

All tracker-tagged juvenile EVs successfully began migrating between September 5–23 at 98–118 days of age. Moreover, females began migration earlier (September 5–6) than males (September 10–23) and at a younger age (females – 98–100 days, males – 100–118) (Table 6).

Having started migration prior to everyone else, Tun initially chose the wrong direction

Табл. 5. Дистанции между точками локаций самок и самцов слётков стервятника и их гнёздами каждые 5 дней после начала перемещений на гнездовом участке и до начала миграции. Принятые сокращения: *f* – самка, *m* – самец. Жирным шрифтом выделены показатели критерия Вилкоксона с высокой степенью надёжности.

Table 5. Bird-to-nest distances during each 5-day interval during the PFDP after the start of fledging movements within the breeding territory until migration begins for females and males. Legend: *f* – female, *m* – male. Wilcoxon signed-rank test values with a high rate of significance are highlighted in bold.

Дни после начала перемещений на гнездовом участке Days after the start of movements on the breeding territory	Пол Sex	Средние дистанции от птицы до гнезда (км) Bird-to-nest average distances (km)				Критерий Вилкоксона Wilcoxon signed-rank test <i>m</i> vs. <i>f</i>
		<i>n</i>	<i>M</i> ± <i>SD</i>	<i>Median</i>	<i>min</i> – <i>max</i>	
1–5	<i>m</i>	96	0.74±1.03	0.25	0.01–5.47	<i>T</i> =553, <i>Z</i> =1.82, <i>p</i> =0.07
	<i>f</i>	55	0.61±1.43	0.15	0.01–10.17	
6–10	<i>m</i>	89	3.42±6.56	0.79	0.01–29.22	<i>T</i>=588, <i>Z</i>=2.57, <i>p</i>=0.01
	<i>f</i>	61	0.91±1.72	0.33	0.01–9.79	
11–15	<i>m</i>	135	8.24±9.55	4.77	0.03–42.21	<i>T</i>=137, <i>Z</i>=4.52, <i>p</i>=0.00001
	<i>f</i>	47	2.39±4.05	0.24	0.01–13.22	

тать на соседние гнездовые территории. Лишь Ушкыш, во время своих странствий в natalной области, пролетел мимо гнёзд стервятников, гнездящихся поблизости, трое из которых являются его ближайшими соседями (рис. 2).

Высоты, над которыми летали стервятники в natalной области, варьировали от 318 до 938 м над уровнем моря, составив в среднем по анализу 150 локаций $554,28 \pm 128,51$ м над уровнем моря (медиана 565,5 м). Абсолютные высоты, на которых летали стервятники в natalной области, изменялись от 357 до 2490 м над уровнем моря, составив в среднем $941,3 \pm 385,88$ м над уровнем моря (медиана 853,5 м) (рис. 7). Высота полёта стервятников над землёй варьировала от 21 до 2047 м, составив в среднем ($n=150$) $387,02 \pm 368,9$ м (медиана 264 м): 66% локаций лежало в высотном диапазоне от 50 до 500 м (от 50 до 200 м – 30% и от 200 до 500 м – 36%). Из 11 локаций (7,33%) выше 1000 м над поверхностью земли, 10 принадлежат самцам – Боралдаю, Ушкышу и Жану. Самка Умыт только однажды поднялась на высоту 1112 м, а у Тун максимальные высоты её полёта в natalной

and flew to the east, but on September 8 she merged with the stream of migrating birds of prey along Kyrgyz Ridge, and quite quickly (in 2 days) reached the outskirts of Taraz (Fig. 9).

During the period September 13–25, Boralday, Zhan, and Ushkysh flew on different dates, but in a fairly narrow corridor from 2 to 12 km wide along the forward folds of Ugamsky, Chatkalsky, and Kuraminsky ridges. At the same time, Almaz was flying 20–60 km to the east over the mountains. Females Umyt and Tun passed to the west, over the plain, and joined the general flow of EVs migrating over Zeravshan ridge.

All EVs tagged with trackers crossed Zeravshan ridge in a narrow place between the valleys of the Zeravshan and Kashkadarya rivers southeast of Urgut, moving in a corridor 34–36 km wide in the period September 13–27. Further to the south, the EVs flew through the low mountains of Gissar, where between Dekhkanabad and Beglyar they crossed the western spurs of the Gissar mountains – Chakchar ridge and the river valley Kichik-Uradarya (25 km northwest of Derbent) – flying in a corridor 17–20 km wide.

Moving south through the Amu Darya Valley, the EVs spread out along a 260-kilometer

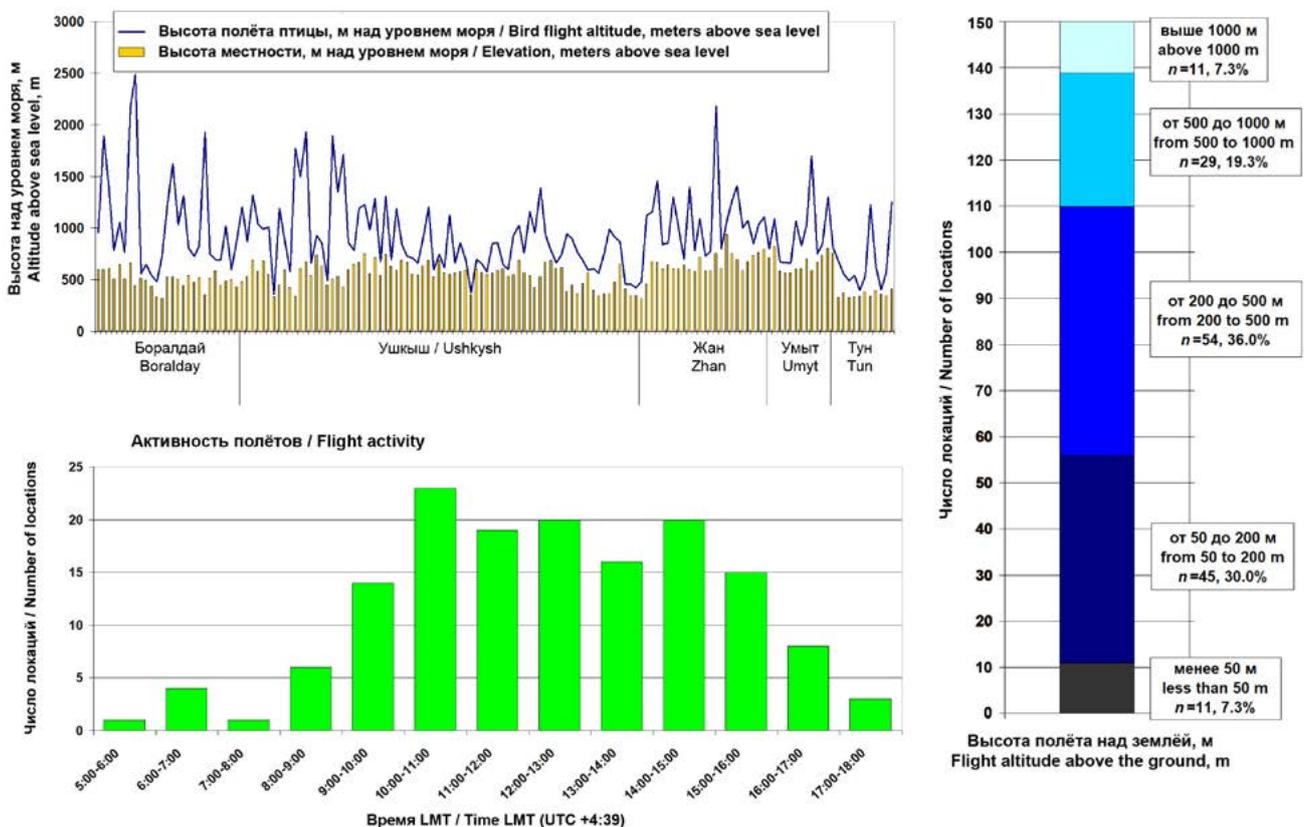
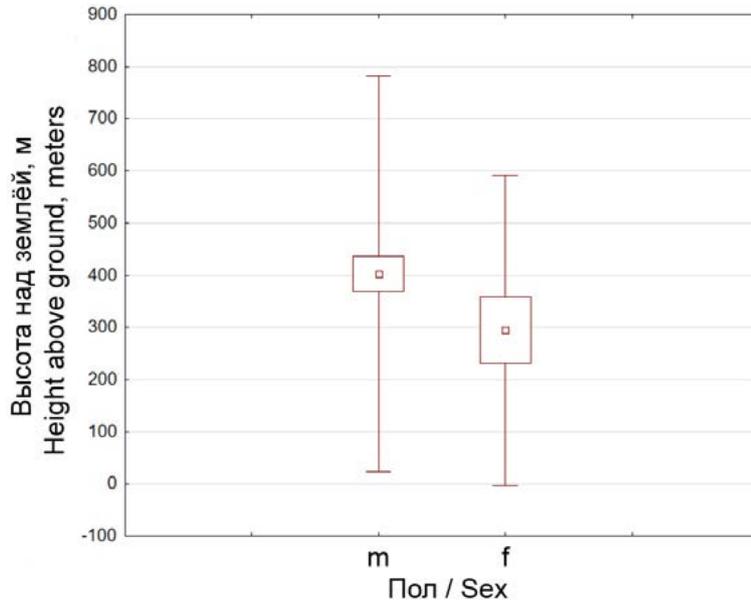


Рис. 7. Высота полёта и суточная активность полётов ювенильных стервятников в natalной области. Приводится среднее солнечное время (Local Mean Time), которое для natalной области составило $+4:39 \pm 0:03$ UTC ($-1:21$ от местного времени).

Fig. 7. Flight altitude and daily flight activity of juvenile Egyptian Vultures in the natal area. Local Mean Time is given, which for the natal region was $+4:39 \pm 0:03$ UTC ($-1:21$ from local time).



области составили 843–890 м, при этом и её гнездовой участок лежал не в горах, а в предгорной зоне на чинке и птица летала над высотами от 329 до 414 м над уровнем моря. Рекорд высоты показал Боралдай, поднявшись на высоту 2 км над землёй над д. Туракты 1 сентября 2022 г. в 15:53 местного времени (UTC+6). В целом самцы летали на больших высотах над землёй (от 21 до 2047 м, в среднем $402,9 \pm 378,64$ м, медиана 270,5 м, $n=128$), чем самки (от 41 до 1112 м, в среднем $294,64 \pm 296,75$ м, медиана 194 м, $n=22$; $T=62$, $Z=2,09$, $p=0,036$; рис. 8).

Наиболее ранняя лётная активность стервятников отмечалась с 5:47 до 7:30 LMT (с 7:08 до 8:51 утра по местному времени; 4,0% локаций из 150), однако основная лётная активность происходила в период после прогревания земли – с 9:35 до 15:38 LMT (с 11 до 17 часов по местному времени, 76,0% локаций), с пиком в 10:38–11:42 LMT (с 12 до 13 часов по местному времени, 18,0% локаций в полёте, рис. 7). Наиболее поздняя лётная активность отмечена в 17:22 LMT (18:43 местного времени), но трекары в это время уходили в спящий режим, поэтому не фиксировали более поздние перемещения птиц. Тем не менее, можно предположить, что в диапазоне от 17:50 до 18:37 LMT активность стервятников была минимальной, так как в это время на рассматриваемой территории наблюдался заход солнца (по местному времени солнце заходило в период с 19:58 в конце августа до 19:11 в конце сентября), а после захода солнца в natalной области полёты стервятников нами не регистрировались визуально.

Рис. 8. Диаграмма размаха высоты полёта самок и самцов стервятников в течение зависимого послегнездового периода (ЗПП).

Fig. 8. Box-and-whiskers plot flight altitudes of female and male Egyptian Vultures during the post-fledging dependence period (PFDP).

corridor and crossed the Paropamiz, Kuhe Baba and Hindu Kush mountains in Afghanistan at various points. Tun passed through the center of Afghanistan and took a southeastern bearing just before the Registan Desert, passing over the northeastern edge of the desert towards the Suleiman Mountains. EV Almaz crossed Kuhe Baba, the Ghazni-Kandahar plateau, and the Suleiman Mountains. The other EVs crossed the Hindu Kush ridge between the upper reaches of the Kunduz (tributary of the Panj) and Kabul in the Gulbahar region, moving in a corridor 15–18 km wide (Zhan, Ushkysh, and Boraldai passed by Gulbahar, while Umyt flew 10 km to the southeast – over Matak). The EVs that crossed the Hindu Kush were distributed quite widely in the Kabul valley as well as the Amu Darya valley. As a result, Ushkysh flew along the northern face of the Spin Gar ridge to the east to winter in Kashmir, Boraldai and Zhan crossed the Spin Gar ridge and went south, and Umyt flew south directly from Kabul, passing along the western end of the Spin Ghar range and along the eastern highlands of Afghanistan through the Ghazni-Kandahar plateau and the Suleiman Mountains.

Five tagged EVs (all except Ushkysh) crossed the Indus Valley, flying in a corridor 127 km wide, with 4 birds crossing the Indus in the Sadiqabad area at 38 km, and Boraldai flying in the Uch Sharif area.

A visualization of bottlenecks in the flight path of EVs, made using grid mapping with a cell size of 30', is shown in Fig. 10. Most of the birds passed through the western foothills of the Ugam ridge southeast of Shymkent, the Zeravshan ridge southeast of Urgut, the western spurs of Gissar east of Dekhkanabad, the Hindu Kush northwest of Gulbahar and the Indus in the Sadiqabad area. These areas are extremely important points on the flight path of EVs.

The EVs' migration was quite rapid. Of the 6 tagged birds, 2 (Zhan and Ushkysh) flew to their wintering grounds without stopovers. Boraldai made one 2-day stopover 36 km southeast of Tashkent, Almaz made two 2-day stopovers 24 km north and 47 km southwest of the Kairakum reservoir. The females, however, made 3 (Umyt) and 5 (Tun) stopovers

Осенняя миграция

Все ювенильные стервятники, помеченные трекерами, успешно начали миграцию в период между 5 и 23 сентября в возрасте от 98 до 118 дней. Причём самки начали миграцию раньше (5–6 сентября), чем самцы (10–23 сентября) и в более младшем возрасте (самки – 98–100, самцы – 100–118 дней) (табл. 6).

Начав миграцию раньше всех, Тун изначально выбрала неверное направление и полетела на восток, но 8 сентября встроилась в поток мигрирующих хищных птиц, идущий вдоль Киргизского хребта, и достаточно быстро, за 2 дня, прошла до окрестностей Тараза (рис. 9).

Вдоль передовых складок Угамского, Чаткальского и Кураминского хребтов в период с 13 по 25 сентября Боралдай, Жан и Ушкыш летели в разные даты, но в достаточно узком коридоре шириной от 2 до 12 км. Алмаз фактически в это же время летел восточнее в 20–60 км над горами, а самки Умыт и Тун прошли западнее, над равниной, и влились в общий поток пролётных стервятников лишь над Зеравшанским хребтом.

Зеравшанский хребт все помеченные трекерами стервятники пересекали в уз-

for 1–2 days each, and unlike the males, who stopped only at the beginning of the migration, they also made stops at the end of the migration – Tun stopped for 1 day in Kandahar province on in the south of Afghanistan before the Registan Desert in the area of the Kanat-i-Ali Muhammad Museum-Reserve, and Umyt also made a one-day stopover on agricultural lands on the right bank of the Indus River near Rajanpera in Pakistani Punjab. It is likely that juvenile females are more likely to stop during the autumn migration than males, as well as along the entire length of the route and not just at its beginning, but to confirm this, more females must be tracked. Most of the stopovers (81.8% of all stopovers – these are all 3 stopovers of males and 5 of 7 stopovers of females) are located in the foothill zone of ridges on the western tip of the Tien Shan and the northern macroslope of Turkestan ridge north of N 40°.

All EVs successfully completed their migration between September 21–October 5, requiring 13–28 days to do so at an average of 17.5 ± 5.43 days (Table 6). During this time, the birds flew from 2038.8 to 3995.9 km, on average 2764.87 ± 674.11 km along the track length and from 1160.3 to 1777.7 km, on average 1656.45 ± 255.53 km along straight. No differences in the linear parameters of migration and its timing were found between females and males. As in the natal region, during migration females showed lower flight speeds ($n=278$, from 5.55 to 58.17 km/h, average 22.28 ± 10.90 km/h, median 20.67 km/h) than males ($n=368$, from 5.56 to 63.37 km/h, average 23.56 ± 11.55 km/h, median 23.01 km/h), but with low reliability for the mean difference.

The terrain elevation range in which EVs migrated varied from 47–4030 m above sea level, averaging ($n=760$) 853.79 ± 696.78 m (median = 697.5 m). At the same time, the flight altitude of birds ranged from 23–2410 m from the ground surface, averaging 581.10 ± 403.12 (median = 491.50 m) (Tables 7, 8, Fig. 11A, 11B). Absolute altitudes above

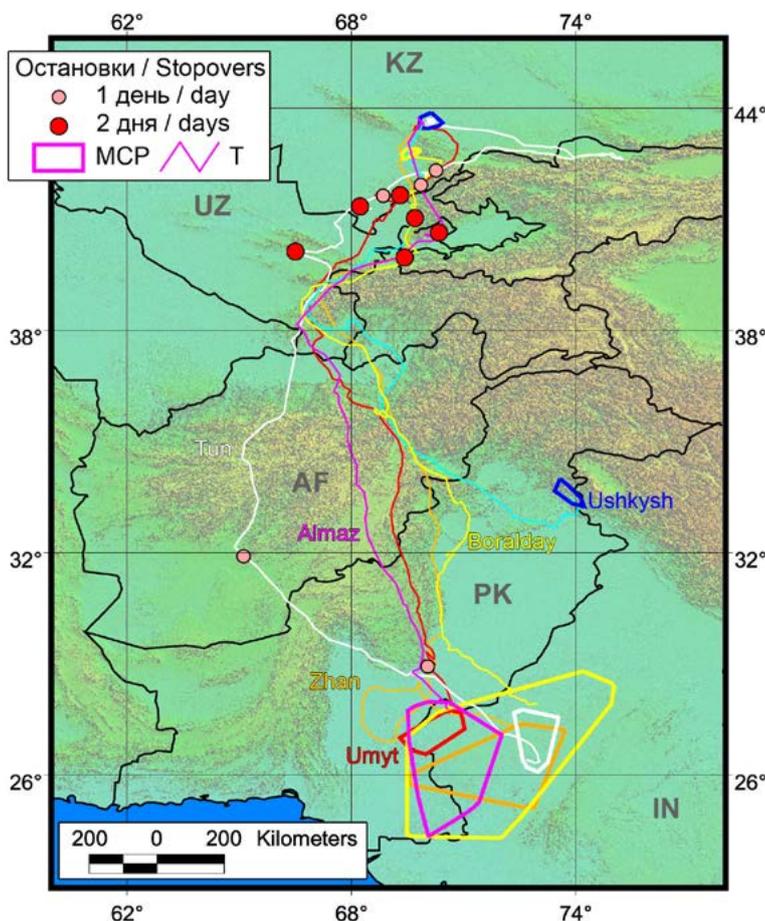


Рис. 9. Карта осенней миграции ювенильных стервятников. Условные обозначения: МСР – минимальный конвексный полигон, Т – трек, АФ – Афганистан, ИН – Индия, КЗ – Казахстан, РК – Пакистан, УЗ – Узбекистан.

Fig. 9. Map of autumn migration of juvenile Egyptian Vultures. Legend: MCP – minimal convex polygon, T – track, AF – Afghanistan, IN – India, KZ – Kazakhstan, PK – Pakistan, UZ – Uzbekistan.

Табл. 6. Характеристика осенней миграции ювенильных стервятников.

Table 6. Data on autumn migration of juvenile Egyptian Vultures.

Событие / Event	22-14-1	22-1-1	22-1-1	22-2-1	10-24-2	10-28-2	Сумма или среднее / Sum or average Σ or ($M \pm SD$)
	Боралдай Boralday	Жан Zhan	Умыт Umyt	Алмаз Almaz	Тун Tun	Ушкыш Ushkysh	
Число локаций / Number of locations	338 (176 ^a)	151	189	128	298	139	1243 (1081 ^a)
Дата начала осенней миграции / Date of the started of the autumn migration	10/09/2022	20/09/2022	06/09/2022	12/09/2022	05/09/2022	23/09/2022	13/09±7
Возраст начала осенней миграции, дни / Age of the start of the autumn migration, days	100	113	98	102	100	118	105.3±8.3
Дата завершения осенней миграции / Date of the ended of the autumn migration	27/09/2022	03/10/2022	21/09/2022	27/09/2022	02/10/2022	05/10/2022	29/09±5
Продолжительность миграции, дни / The duration of migration, days	18	14	16	16	28	13	17.5±5.4
Протяжённость маршрута, км / Length of the route (cumulative distance), km	2641.4	2894.5	2692.1	2326.5	3995.9	2038.8	2764.9±674.1
Общий налёт, км/100 локаций / Total flight, km/100 locations	1500.8	1916.9	1424.4	1817.6	1340.9	1466.8	1577.9±232.6
Линейная дистанция миграции, км / Linear distance of migration, km	1656.7	1777.7	1720.5	1730.3	1893.2	1160.3	1656.5±255.5
Прямолинейность миграционного маршрута / Straightness of migration route	0.63	0.61	0.64	0.74	0.47	0.57	0.61±0.09
Генеральный азимут, градусы / General azimuth, degrees	167.7	171.6	177.5	177.8	172.4	161.4	171.4±6.2
Ежедневная дистанция, км/сутки / Daily distance, km/day $n, M \pm SD$ (min-max)	$n=18$ 146.7±86.0 (15.7–298.5) Median=146.2	$n=14$ 206.8±82.5 (87.7–382.2) Median=197.1	$n=16$ 160.1±73.8 (42.1–291.3) Median=169.8	$n=16$ 145.4±113.9 (29.1–357.2) Median=107.4	$n=28$ 142.7±94.0 (8.6–349.3) Median=143.7	$n=14$ 156.8±79.4 (23.9–297.8) Median=175.5	$n=105$ 158.0±91.0 (8.6–382.2) Median=161.5
Скорость перемещения в полёте, км/ч (по часовым интервалам) / Travel speed in flight, km/h (by hourly intervals), $n, M \pm SD$ (min-max)	$n=115$ 22.1±10.4 (5.6–47.4) Median=21.1	$n=103$ 24.1±10.7 (8.0–63.4) Median=23.3	$n=120$ 21.6±10.0 (5.8–53.7) Median=20.4	$n=70$ 26.1±13.8 (5.8–56.4) Median=27.3	$n=159$ 22.8±11.5 (5.6–58.2) Median=20.8	$n=80$ 22.8±11.9 (5.6–63.4) Median=21.9	$n=646$ 23.0±11.3 (5.6–63.4) Median=21.83
Скорость перемещения в полёте, км/ч (по данным датчика) / Travel speed in flight, km/h (according to sensor data), $n, M \pm SD$ (min-max)	$n=224$ 38.2±15.2 (6.0–84.0) Median=35.0	$n=94$ 34.0±17.3 (7.2–64.8) Median=32.4	$n=104$ 33.2±16.8 (7.2–68.4) Median=32.4	$n=63$ 39.3±19.1 (7.2–79.2) Median=39.6	$n=135$ 31.4±18.3 (7.2–75.6) Median=28.8	$n=72$ 38.0±19.1 (7.2–90.0) Median=36.0	$n=692$ 35.6±17.3 (6.0–90.0) Median=33.0
Число остановок длительностью сутки и дольше / Number of stopovers lasting 24 hours or longer	1	0	3	2	5	0	1.83±1.94

Примечание / Note:^a Число локаций после генерализации до 1 локаций/час / Number of locations after generalization to 1 location/hour.

ком месте между долинами рек Зеравшан и Кашкадарья к юго-востоку от Ургута, двигаясь в коридоре шириной 34–36 км в период с 13 по 27 сентября. Далее на юг стервятники летели через низкогорья Гиссарского хребта, где между Дехканабадом и Бегляром пересекали западные отроги Гиссара – хр. Чакчар и долину р. Кичик-Урадарья (25 км к северо-западу от г. Дербент) – здесь птицы летели в коридоре шириной 17–20 км.

Двигаясь на юг через долину Амударьи, стервятники распределились в 260-километровом коридоре и уже в разных точках пересекали горы Паропамиз, Кухе-Баба и Гиндукуш в Афганистане. Тун прошла через центр Афганистана и взяла юго-восточное направление лишь перед песками Регистан, пройдя над северо-восточной кромкой песков в сторону Сулеймановых гор. Алмаз пересёк Кухе-Баба, Газни-Кандагарское плоскогорье и Сулеймановы горы. Остальные стервятники пересекли хр. Гиндукуш между верховьями Кундуза (приток Пянджа) и Кабула в районе Гулбахара, двигаясь в коридоре шириной 15–18 км (Жан, Ушкыш и Боралдай прошли мимо Гулбахара, а Умыт в 10 км юго-восточнее – над Матаком). В долине Кабула также как и долине Амударьи, стервятники, пере-

sea level for locations in flight varied from 145–5397 m, averaging 1434.89 ± 828.45 m (median = 1273.5 m). Almaz, Boraldai, and Umyt attained the maximum altitudes at which the flight of EVs was recorded: – 6 locations ranging from 4024–5397 m above sea level when they crossed the Hindu Kush and mountains of eastern Afghanistan (Fig. 12).

If we consider the movements of birds in the range of terrain elevations up to 1000 m and greater than 1000 m, the following picture emerges:

- over the plain and low mountains (up to 1000 m above sea level), EVs flew over elevations from 47 to 997 m, on average 445.9 ± 284.3 (median 396.5) m above sea level, with an average terrain slope of 3.3 ± 4.9 (median 1.4) m/100 m and aspect on average $167.8 \pm 106.3^\circ$ (median 180°) at an elevation of 42–2410, on average 566.7 ± 384.9 (median 485) m above the ground (Table 7);

- over mid-mountains and highlands (altitudes over 1000 m above sea level), EVs flew over elevations from 1008 to 4030, on average 1638.1 ± 573 (median 1451.5) m above sea level, with terrain slopes on average 12.0 ± 8.7 (median 10.9) m/100 m and aspect $185.5 \pm 106.1^\circ$ (median 196.9°) at on high from 23 to 2253, average 608.7 ± 435.5 (median 526.5) m above the ground (Table 8).

At high elevations above sea level, birds rose higher above the ground using thermals. There were no significant differences in the landscape characteristics of the locations of males and females in the low altitude range, however, at elevations above 1000 m above sea level, males flew over high elevations (1008–4030, on average 1645.3 ± 611.3 m above sea level, median 1457 m above sea level, $n=155$) than females (1026–3554, mean 1627.5 ± 514.1 m above sea level, median 1448 m above sea level, $n=105$; $T=2177.5$, $Z=1.93$, $p=0.053$), but in approximately the same range of altitude above the ground (males: 26–2253, mean 649.6 ± 471 m, median 563 m, females: 23–1727, mean 548.5 ± 370.9 m, median 468 m; $T=2437$, $Z=1.1$, $p=0.3$). But most importantly, females chose less rough terrain, with smaller slopes

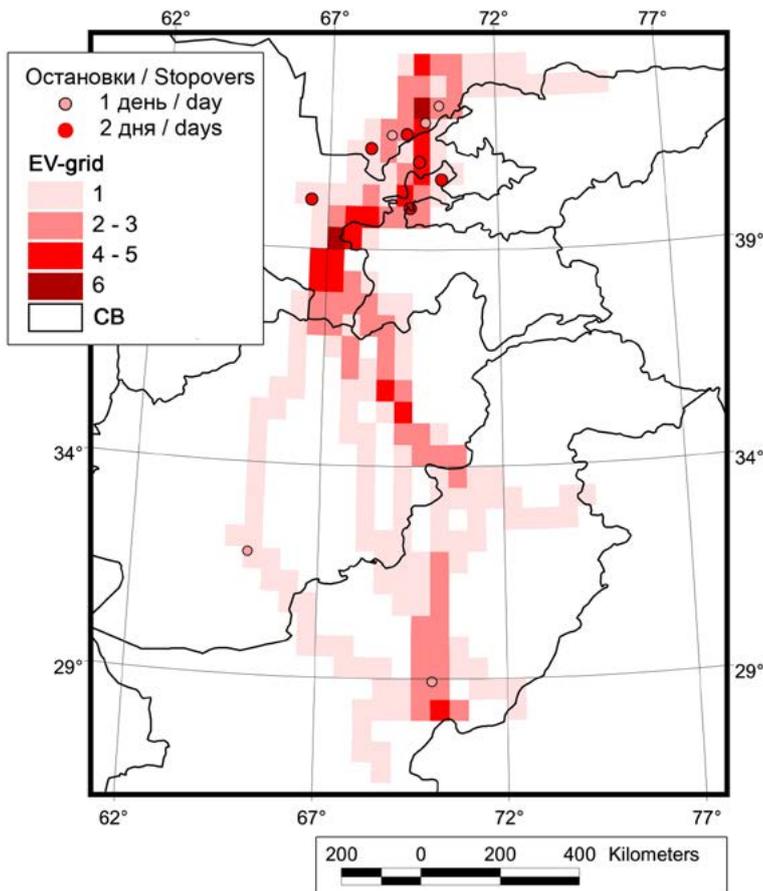


Рис. 10. Результаты сеточного картирования осенней миграции ювенильных стервятников: ячейки ранжированы по числу птиц, пролетевших через них (EV-grid). Условные обозначения: CB – границы стран.

Fig. 10. Grid-mapping of the autumn migration of juvenile Egyptian Vultures: cells are ranked by the number of birds flying through them (EV-grid). Legend: CB – country borders.

сёкшие Гиндукуш, распределились достаточно широко, в результате чего Ушкыш ушёл вдоль северного фаса хр. Спин Гар на восток на зимовку в Кашмир, Боралдай и Жан пересекли хр. Спин Гар и ушли на юг, а Умыт полетела на юг непосредственно от Кабула, прошла вдоль западной оконечности хр. Спин Гар и вдоль восточных нагорий Афганистана через Газни-Кандагарское плоскогорье и Сулеймановы горы.

Пять помеченных стервятников (все, кроме Ушкыша) пресекли долину Инда, пролетев в коридоре шириной 127 км, причём 4 птицы пересекли Инд в районе Садибабада на участке 38 км, а Боралдай пролетел в районе Уч-Шарифа.

Визуализация узких мест на пролётном пути стервятников, сделанная с помощью

(0.31–41.81, average 9.7 ± 8.6 , median 7.47 m/100 m) than males (0.07–49, 97, average 13.5 ± 8.4 , median 12.63 m/100 m; $T = 1726$, $Z = 3.38$, $p = 0.0007$) (Fig. 13).

Analysis of the azimuth of sections of the EVs' route when the birds were in transit flight, relative to wind direction, did not reveal an attraction to tailwinds (Table 9). Birds flew predominantly in crosswind – on average ($n = 583$) 41.17% of locations (Fig. 14), but some individuals (Almaz, Umyt) flew predominantly in a headwind. The angles between the vectors of wind direction and flight of EVs varied widely (from 1.85° to 179.82°), averaging $94.47 \pm 48.53^\circ$ (median 92.94°) (Table 9). With a headwind, 70.8% of bird movement vectors ($n = 154$) lay in the direction of 136 – 180° (34.4%) and 196 – 255° (36.4%) (Fig. 15).

Табл. 7. Ландшафтные характеристики локаций ювенильных стервятников на осенней миграции в диапазоне высот до 1000 м над уровнем моря (равнина и низкогорья).

Table 7. Landscape parameters of locations of juvenile Egyptian Vultures during autumn migration at altitudes up to 1000 meters above sea level (plain and low mountains).

Событие / Event	22-14-1	22-1-1	22-1-1	22-2-1	10-24-2	10-28-2	Сумма или среднее / Sum or average Σ or ($M \pm SD$)
	Боралдай Boralday	Жан Zhan	Умыт Umyt	Алмаз Almaz	Тун Tun	Ушкыш Ushkysh	
Число локаций в полёте Number of locations in flight	206	107	126	80	157	84	760
Доля локаций в полёте от общего числа локаций, % Share of locations in flight from the total number of locations, %	60.9	70.9	66.7	62.5	52.7	60.4	61.1
Число локаций в полёте в диапазоне высот до 1000 м над уровнем моря (равнина и низкогорья) / Number of locations in flight in the altitude range up to 1000 meters above sea level (plain and low mountains)	141	85	78	34	100	62	500
Доля локаций в полёте в диапазоне высот до 1000 м от общего числа локаций в полёте, % / Share of locations in flight in the altitude range up to 1000 meter from the total number of locations in flight, %	68.4	79.4	61.9	42.5	63.7	73.8	65.79
Высота местности, м над уровнем моря Terrain elevation, meters above sea level $M \pm SD$ (min–max)	473.3 \pm 301.9 (96–997) Median=457	295.8 \pm 275.5 (47–950) Median=137	444.9 \pm 278.1 (84–984) Median=435	421.3 \pm 258.6 (79–972) Median=368.5	444.1 \pm 250.6 (80–994) Median=342.5	607.2 \pm 227.7 (213–982) Median=582	445.9 \pm 284.3 (47–997) Median=396.5
Высота полёта птицы над землёй, м / Bird flight altitude above the ground, m $M \pm SD$ (min–max)	564.4 \pm 357.8 (42–1652) Median=497	595.2 \pm 371.5 (56–1534) Median=492	548.4 \pm 456.8 (73–2410) Median=349.5	615.2 \pm 393.5 (58–1711) Median=564	585.8 \pm 389.0 (44–1893) Median=544	498.6 \pm 356.1 (76–1510) Median=394	566.7 \pm 384.9 (42–2410) Median=485
Уклон местности / Terrain slope, $M \pm SD$ (min–max)	3.7 \pm 4.8 (0.019–22.4) Median=1.8	2.7 \pm 4.5 (0.025–23.6) Median=1.0	2.4 \pm 3.7 (0.025–16.8) Median=1.1	3.9 \pm 7.0 (0.1–31.2) Median=1.4	2.3 \pm 3.6 (0.056–24.38) Median=1.2	5.7 \pm 6.3 (0.1–23.5) Median=2.8	3.3 \pm 4.9 (0.019–31.2) Median=1.4
Аспект, градусы / Aspect, degree, $M \pm SD$ (min–max)	170.6 \pm 101.8 (0–349.3) Median=180	158.1 \pm 111.0 (0–340.1) Median=150.6	161.4 \pm 105.9 (0–353.6) Median=158.0	160.4 \pm 116.7 (0–342.5) Median=180	170.2 \pm 110.5 (0–354.8) Median=180	182.8 \pm 99.6 (0–326.7) Median=212.4	167.8 \pm 106.3 (0–354.8) Median=180

Табл. 8. Ландшафтные характеристики локаций ювенильных стервятников на осенней миграции в диапазоне высот выше 1000 м над уровнем моря (среднегорья и высокогорья).

Table 8. Landscape parameters of locations of juvenile Egyptian Vultures during autumn migration at altitudes over 1000 m above sea level (middle mountains and high mountains).

Событие / Event	22-14-1	22-1-1	22-1-1	22-2-1	10-24-2	10-28-2	Сумма или среднее / Sum or average Σ or ($M \pm SD$)
	Боралдай Boralday	Жан Zhan	Умыт Umyt	Алмаз Almaz	Тун Tun	Ушкыш Ushkysh	
Число локаций в полёте в диапазоне высот выше 1000 м над уровнем моря (среднегорья и высокогорья) / Number of locations in flight in the altitude range above 1000 meters above sea level (middle mountains and high mountains)	65	22	48	46	57	22	260
Доля локаций в диапазоне высот выше 1000 м от общего числа локаций в полёте, % / Share of locations in flight in the altitude range above 1000 meter from the total number of locations in flight, %	31.55	20.6	38.1	57.5	36.3	26.2	34.2
Высота местности, м над уровнем моря / Terrain elevation, meters above sea level $M \pm SD$ (min-max)	1656.8 \pm 576.3 (1008–4030) Median=1564	1522.4 \pm 653.7 (1009–3443) Median=1247	1684.2 \pm 526.4 (1038–3554) Median=1463.5	1763.0 \pm 707.4 (1029–3762) Median=1444	1579.8 \pm 503.2 (1026–3152) Median=1406	1488.2 \pm 395.1 (1019–2311) Median=1425	1638.1 \pm 573.0 (1008–4030) Median=1451.5
Высота полёта птицы над землёй, м / Bird flight altitude above the ground, m $M \pm SD$ (min-max)	668.5 \pm 514.1 (40–2253) Median=547	673.0 \pm 404.5 (111–1441) Median=648	615.4 \pm 406.8 (23–1727) Median=512.5	644.2 \pm 491.1 (26–2138) Median=576.5	492.1 \pm 331.0 (73–1485) Median=411	581.3 \pm 366.7 (119–1245) Median=546	608.7 \pm 435.5 (23–2253) Median=526.5
Уклон местности / Terrain slope, $M \pm SD$ (min-max)	14.8 \pm 7.9 (0.9–34.6) Median=14.6	11.6 \pm 7.0 (1.6–28.9) Median=11.0	9.8 \pm 8.1 (0.3–37.9) Median=7.6	12.1 \pm 9.9 (0.1–50.0) Median=10	9.6 \pm 9.2 (0.8–41.8) Median=6.5	14.4 \pm 7.4 (4.48–33.01) Median=13.56	12.0 \pm 8.7 (0.1–50.0) Median=10.9
Аспект, градусы / Aspect, degree, $M \pm SD$ (min-max)	183.2 \pm 103.2 (0–358.1) Median=196.6	188.4 \pm 96.2 (7.1–323.6) Median=198.9	183.5 \pm 109.2 (0–348.7) Median=203.0	188.9 \pm 107.7 (0–345.4) Median=204	188.0 \pm 116.8 (0–358.9) Median=193.2	180.2 \pm 95.7 (14.59–339.08) Median=197.05	185.5 \pm 106.1 (0–358.9) Median=196.9

сеточного картирования с шагом ячейки 30', показана на рис. 10. Большая часть птиц прошла через западные предгорья Угамского хребта юго-восточнее Шымкента, Зеравшанский хребет юго-восточнее Ургута, западные отроги Гиссара восточнее Дехканабада, Гиндукуш к северо-западу от Гулбахара и Инд в районе Садикабада. Эти участки являются крайне важными точками на пролётном пути стервятников.

Миграция стервятников проходила достаточно стремительно. Из 6 помеченных птиц 2 (Жан и Ушкыш) пролетели до мест зимовки без остановок. Боралдай сделал одну 2-хдневную остановку в 36 км к юго-востоку от Ташкента, Алмаз совершил две 2-х дневные остановки в 24 км севернее и 47 км юго-западнее Кайракумского водохранилища. А вот самки летели с 3 (Умыт)

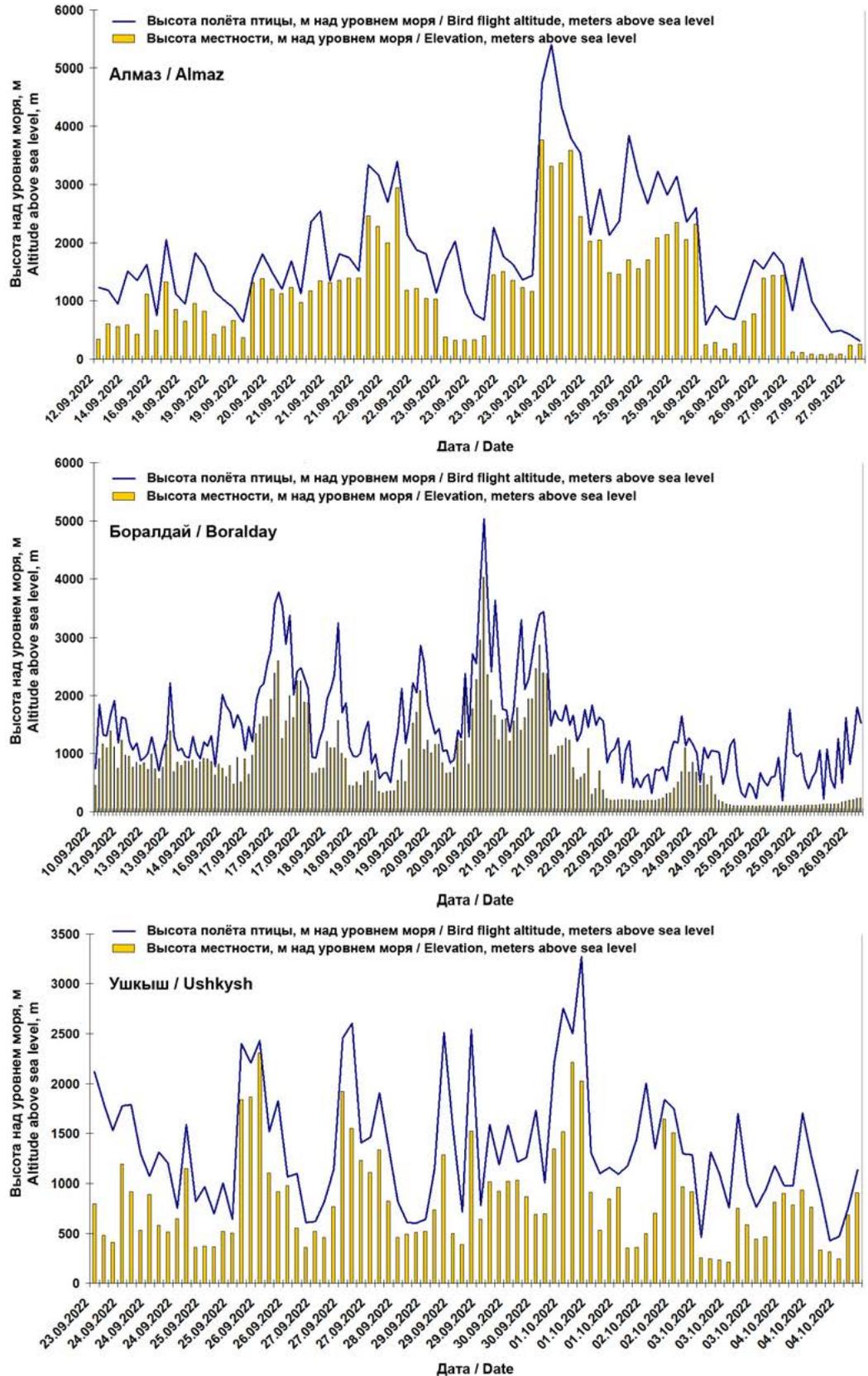
In fact, these are the dominant directions of movement of birds in the southern (between the Gissar Mountains and the Indus Valley) and northern (between the Karatau and Zerafshan Mountains) sections of their migration route, respectively.

Diagrams of bird movement azimuth and surface wind direction, as well as variations in the angle between bird movement direction and wind direction for each tagged bird are shown in Fig. 16A and 16B.

Wind speed did not play a significant role for EVs in their speed of movement. With a significant range of surface wind speeds from almost completely calm to 6.7 m/s, five of the six EVs moved mainly at wind speeds averaging 2.1–2.7 m/s (median 2.1–2.6 m/s, 2 points on the Beaufort scale), and only Ushkysh flew in conditions with even lower wind speeds. That is, the birds did not try to use areas with

Рис. 11А. Высота местности и высота полёта (в метрах над уровнем моря) ювенильных стервятников в ходе миграции. Показаны профили для Алмаза, Боралдая и Ушкыша.

Fig. 11A. Elevation and flight altitude of juvenile Egyptian Vultures (in meters above sea level) during migration. Profiles are shown for Almaz, Boraldai and Ushkysh.

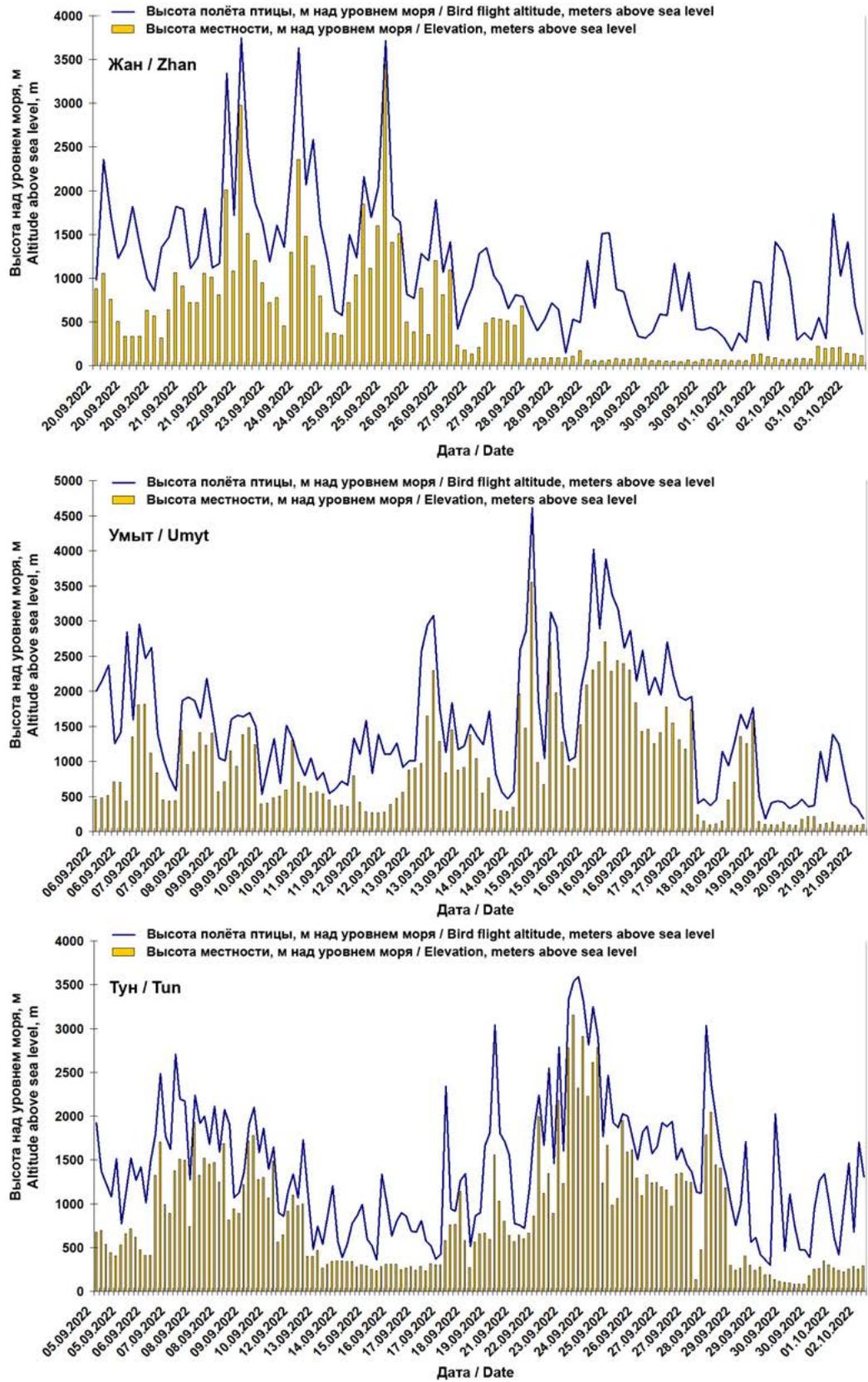


и 5 (Тун) остановками на 1–2 дня, причём в отличие от самцов, останавливавшихся только в начале миграции, они сделали остановки и в конце миграции – Тун остановилась на 1 день в провинции Кандагар на юге Афганистана перед пустыней Реги-

high wind speeds, and, most likely, even avoided them. In only 1.4% of EV locations did the wind speed exceed 5.5 m/s (moderate wind in the range from 5.5 to 7.9 m/s, 4 points on the Beaufort scale), although wind of this strength was dominant in mountains. At the

Рис. 11В. Высота местности и высота полёта (в метрах над уровнем моря) ювенильных стервятников в ходе миграции. Показаны профили для Жана, Умыт и Тун.

Fig. 11B. Elevation and flight altitude of juvenile Egyptian Vultures (in meters above sea level) during migration. Profiles are shown for Zhan, Umyt and Tun.



стан в районе музея-заповедника Канати-Али Мухаммад, а Умыт сделала тоже однодневную остановку на сельскохозяйственных землях правобережья Инда близ Раджанпера в Пакистанском Пенджабе. Вероятно, для ювенильных самок более

same time, the average speed of bird movement varied from 7.6 (Zhan, Ushkysh) to 10.1 m/s (Umyt) (median 7.1–9.6 m/s). The average speed of movement along track segments in transit flight for all birds was determined to be 8.23 ± 3.46 m/s (median 7.84 m/s).

характерны остановки на осенней миграции, чем для самцов, причём по всей длине маршрута, а не только в его начале, но чтобы это утверждать, необходимо отследить больше самок. Большая часть остановок (81,8% всех остановок – это все 3 остановки самцов и 5 из 7 остановок самок) находится в предгорной зоне хребтов западной оконечности Тянь-Шаня и северного макросклона Туркестанского хребта севернее 40° с.ш.

С 21 сентября по 5 октября все стервятники успешно завершили миграцию, которая составила 13–28 дней, в среднем $17,5 \pm 5,43$ дня (табл. 6). За это время птицы пролетели от 2038,8 до 3995,9 км, в среднем $2764,87 \pm 674,11$ км по длине трека и от 1160,3 до 1777,7 км, в среднем $1656,45 \pm 255,53$ км по прямой. Никакой разницы в линейных параметрах миграции и её сроках между самками и самцами не обнаружено. Так же как и в natalной области, на миграции самки показали меньшие скорости полёта ($n=278$, от 5,55 до 58,17 км/ч, в среднем $22,28 \pm 10,90$ км/ч, медиана 20,67 км/ч), чем самцы ($n=368$, от 5,56 до 63,37 км/ч, в среднем $23,56 \pm 11,55$ км/ч, медиана 23,01 км/ч), но уже с низкой надёжностью разницы средних.

Высотный диапазон, в котором мигрировали стервятники, варьировал от 47 до 4030 м над уровнем моря, составив в среднем ($n=760$) $853,79 \pm 696,78$ м (медиана = 697,5 м). При этом высота полёта птиц изменялась от 23 до 2410 м от поверхности земли, составив в среднем $581,10 \pm 403,12$ (медиана = 491,50 м) (табл. 7, 8, рис. 11А, 11В). Абсолютные высоты над уровнем моря для локаций в полёте варьировали от 145 до 5397 м, составив в среднем $1434,89 \pm 828,45$ м (медиана = 1273,5 м). Максимальные высоты, на которых отмечен пролёт стервятников, показали Алмаз, Боралдай и Умыт – это 6 локаций в диапазоне от 4024 до 5397 м над уровнем моря при пересечении ими Гиндукуша и гор восточного Афганистана (рис. 12).

Если рассматривать перемещения птиц в диапазоне высот местности до 1000 м и выше 1000 м, то складывается следующая картина:

– над равниной и низкими горами (до 1000 м над уровнем моря) стервятники летели над высотами от 47 до 997, в среднем $445,9 \pm 284,3$ (медиана 396,5) м над уровнем моря, с уклонами местности в среднем $3,3 \pm 4,9$ (медиана 1,4) м/100 м и аспектом в среднем $167,8 \pm 106,3^\circ$ (медиана 180°) на

Although the wind situation changed several times during migration, the birds continued to move south and overcame high mountains, regardless of the speed and direction of the wind. The above picture of changes in flight altitude and interaction with the wind shows that during migration EVs alternated use of thermals for the maximum possible rise in altitude with downward gliding, mainly in a crosswind. In a headwind, the birds used orographic lift, moving along the slopes of the southern and southwestern exposure with a gain in height.

No reliable differences in the use of wind by birds of different sexes have been identified.

Flight activity of EVs during migration was observed from 6:02 to 18:01 LMT, and 90.73% of 744 locations in flight lie between 9:00 and 17:00 LMT, 11–12% of locations every hour in this time period (Fig. 17). The latest flight activity was observed at Jan in the Kabul area on September 24, 2022 at 18:01 LMT (13:23 UTC and 17:53 local time), 5 minutes after sunset on that day.

Wintering and summering

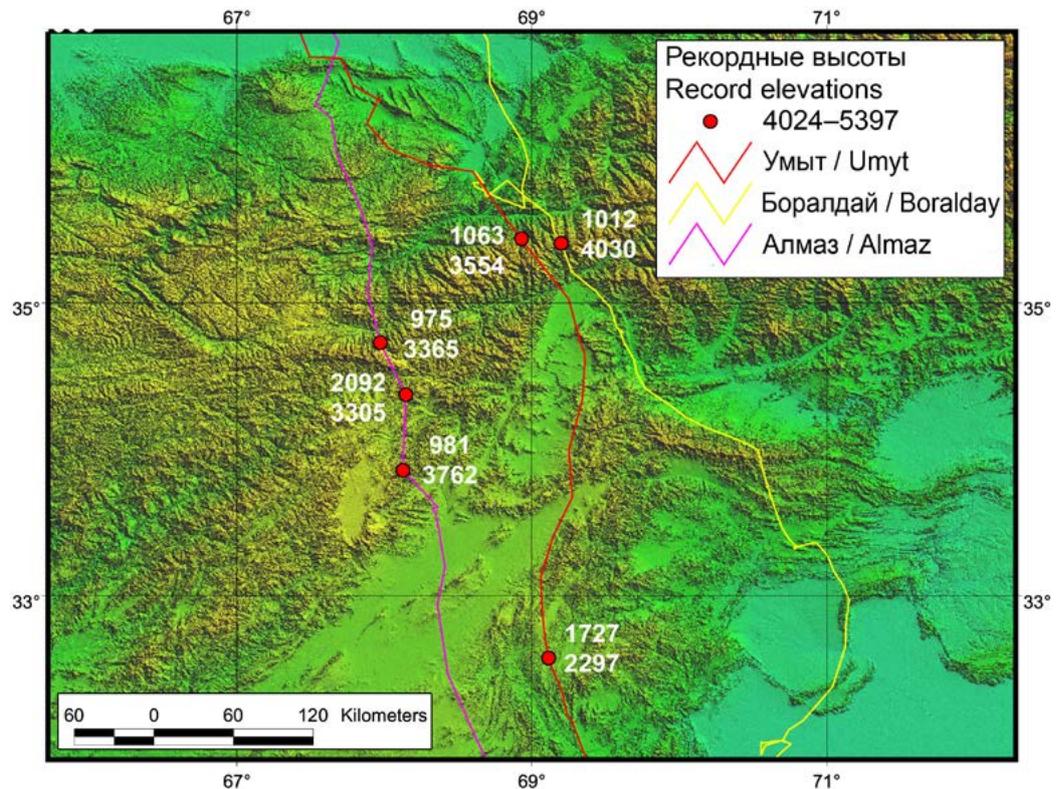
Five EVs stopped for the winter, and then lingered through the summer on the Indo-Gangetic Plain (between the Indus Valley and the Aravali Mountains) in the Thar Desert, primarily in Indian Rajasthan (Fig. 18-B). One EV (Ushkysh) stopped to winter in Pakistani Kashmir in the low mountains of the Himalaya southern macroslope near a reservoir on the Poonch River near Kotli (Fig. 18-A).

The total area covered by the movements of five EVs (Almaz, Boraldai, Zhan, Tun, Umyt) in wintering and subsequent summering zones in Indian Rajasthan and adjacent territories was 182,260.2 km², the zone with a density of 95% of locations was 15,438.9 km² (13 clusters), 75% – 2916.0 km² (5 clusters), 50% – 1039.6 km² (4 clusters) (Fig. 19).

The area of individual territories, calculated as MCP for the entire observation period, was calculated for birds that remained in contact through the end of December 2023: Boraldai – 166,636.2 km², Almaz – 63,375.9 km² and Ushkysh – 73,073.6 km², with temporary departures out of the permanent wintering/summering zone on December 27–30, 2022 and May 19–25, 2023 and 2396.1 km² excluding these departures (Fig. 19, 20). MCP for 100 days of tracking varied from 4512.8 km² (Umyt) to 62,110.3 km² (Zhan), averaging $23,264.1 \pm 22,371.69$ km². The Kernel 95% varied from 239.39 km² (Ushkysh) to 7429.02 km² (Zhan), averaging 2390.91 ± 2625.83 km² (Fig. 20, 21A, 21B, 21C, 21D, 21E). The daily

Рис. 12. Карта треков осенней миграции стервятников через горы Гиндукуша в Афганистане. Для каждой локации с рекордными высотами даны 2 параметра (в м): высота полёта птицы над землёй – верхняя цифра, и высота местности над уровнем моря – нижняя цифра.

Fig. 12. Map of autumn migration tracks of Egyptian Vultures through the Hindu Kush Mountains in Afghanistan. For each location with record altitude, 2 parameters are given (in m): the height of the bird's flight above the ground is the top number, and the elevation of the area above sea level is the bottom number.



высоте 42–2410, в среднем $566,7 \pm 384,9$ (медиана 485) м над землёй (табл. 7);

– над среднегорьями и высокогорьями (высоты выше 1000 м над уровнем моря) стервятники летели над высотами от 1008 до 4030, в среднем $1638,1 \pm 573$ (медиана 1451,5) м над уровнем моря, с уклонами местности в среднем $12,0 \pm 8,7$ (медиана 10,9) м/100 м и аспектом $185,5 \pm 106,1^\circ$ (медиана $196,9^\circ$) на высоте от 23 до 2253, в среднем $608,7 \pm 435,5$ (медиана 526,5) м над землёй (табл. 8).

На больших высотах над уровнем моря птицы поднимались выше над землёй, используя термики. Существенных различий в ландшафтных характеристиках локаций самцов и самок в низком высотном диапазоне не выявлено, однако на высотах выше 1000 м над уровнем моря самцы летели над большими высотами (1008–4030, в среднем $1645,3 \pm 611,3$ м над уровнем моря, медиана 1457 м над уровнем моря, $n=155$), чем самки (1026–3554, в среднем $1627,5 \pm 514,1$ м над уровнем моря, медиана 1448 м над уровнем моря, $n=105$; $T=2177,5$, $Z=1,93$, $p=0,053$), но примерно в одинаковом диапазоне высоты над поверхностью земли (самцы: 26–2253, в среднем $649,6 \pm 471$ м, медиана 563 м, самки: 23–1727, в среднем $548,5 \pm 370,9$ м, медиана 468 м; $T=2437$, $Z=1,1$, $p=0,3$). Но главное, самки выбирали менее пересеченную местность, с меньшими уклонами (0,31–41,81, в среднем $9,7 \pm 8,6$, меди-

movement distance of birds varied from 0.09 to 337.7 km, averaging ($n=1928$) 27.9 ± 38.7 km, median 15.12 km (Table 10).

The elevation of terrain where EVs stopped for wintering and summering varied from -1 to 573 m above sea level (median from 130 to 257) for 5 birds in Rajasthan, and 336–3480 m above sea level (median 667) for Ushkysh in the Himalayas (Table 10).

The flight height of EVs above the ground in the wintering area varied widely, and average values depend on the approach to the analysis of locations. Without filtering by speed (that is, taking into account locations with a speed below the threshold of 5.4 km/h), but with non-zero distances and altitude gain between successive locations, flight height above ground varied from 20–7289 m, averaging ($n=7419$) 349.4 ± 382.2 m (median 215 m). The bulk of the birds' movements at their wintering/summering grounds was associated with short flights from the sleeping location to the feeding location at height from 100 to 500 m (62.11% of locations): the median for 6 birds varied from 169 m (Ushkysh) to 252 m (Boralday). However, even in the case of movements to feeding places from regular overnight locations of several kilometers, the birds rose to a fairly high height. 20.19% of locations were registered in the height range 500–1500 m above the ground. Four birds (Zhan, Almaz, Umyt and Tun) rose to heights of up to 1550–3179 m above the ground (1.62% of locations in the range of 1500–3200 m above the

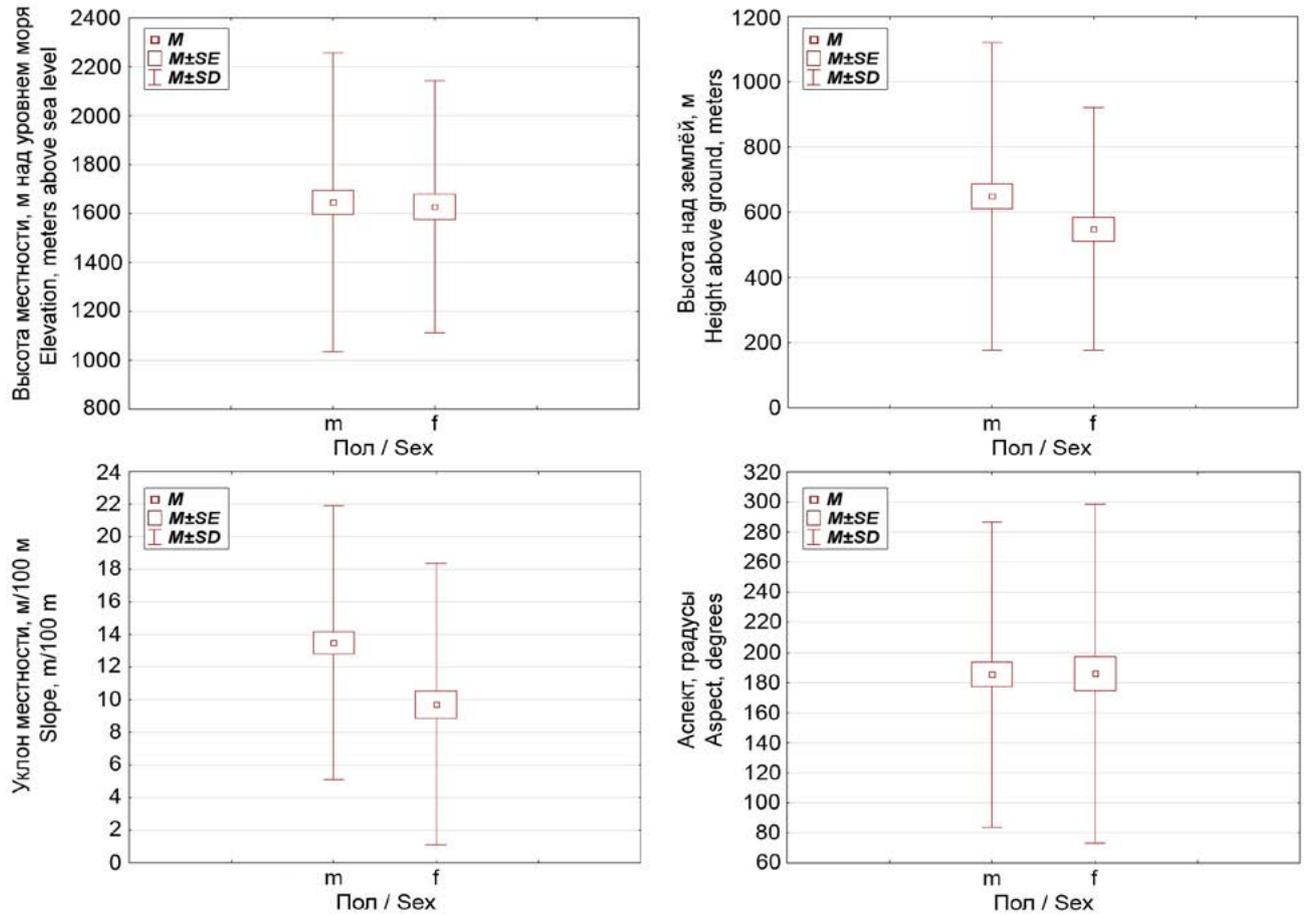


Рис. 13. Диаграммы размаха ландшафтных характеристик перемещений стервятников на осенней миграции во время перелёта через средние и высокие горы.

Fig. 13. Box-and-whiskers plots of landscape parameters of Egyptian Vulture movements during autumn migration while flying through medium and high mountains.

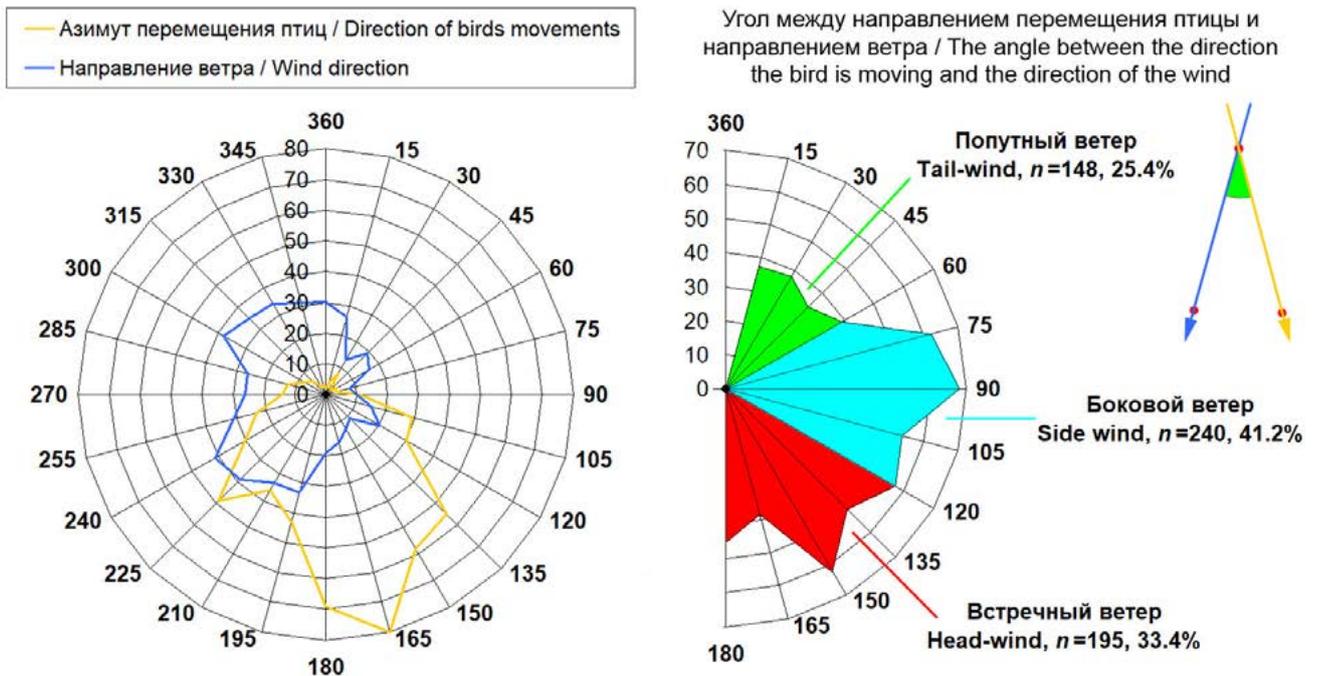


Рис. 14. Диаграммы азимута перемещения птиц и направления приземного ветра (слева), а также вариаций угла между направлением перемещения птицы и направлением ветра (справа).

Fig. 14. Diagrams of bird movement azimuth and surface wind direction (left), as well as variations in the angle between bird movement direction and wind direction (right).

— Азимут перемещения птиц / Direction of birds movement

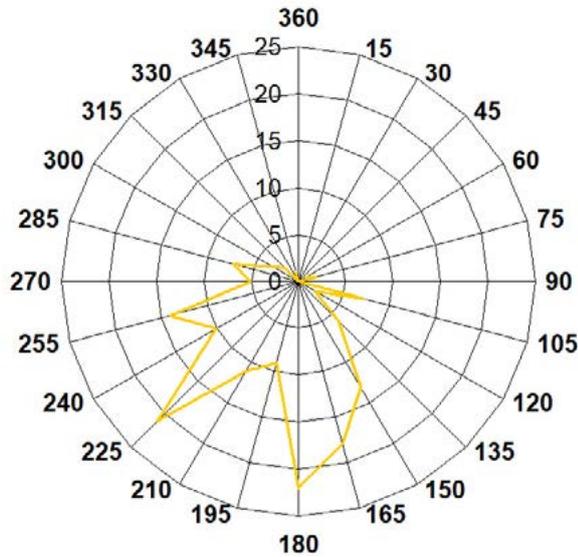


Рис. 15. Азимут перемещения стервятников при встречном ветре (0–45°, 315–360°).

Fig. 15. The direction of movement of Egyptian Vultures in a head-wind (0–45°, 315–360°).

ground). Boralday and Ushkysh set records in height: 9 locations were noted at altitudes of 3200–7300 m above the ground. Ushkysh rose to a height of 6218 m above the ground (7012 m above sea level) on September 8, 2023 at 12:30 LMT (7:34 UTC or 13:34 local time) near the new campus of Kotli University in Pakistani Kashmir (N 33, 45, E 73.92, terrain elevation 794 m above sea level). Boralday rose to 7289 m above ground (7395 m above sea level) on 12 January 2022 at 13:39 LMT (08:55 UTC or 14:55 local time) near the Pakistani village of Varnhar near the

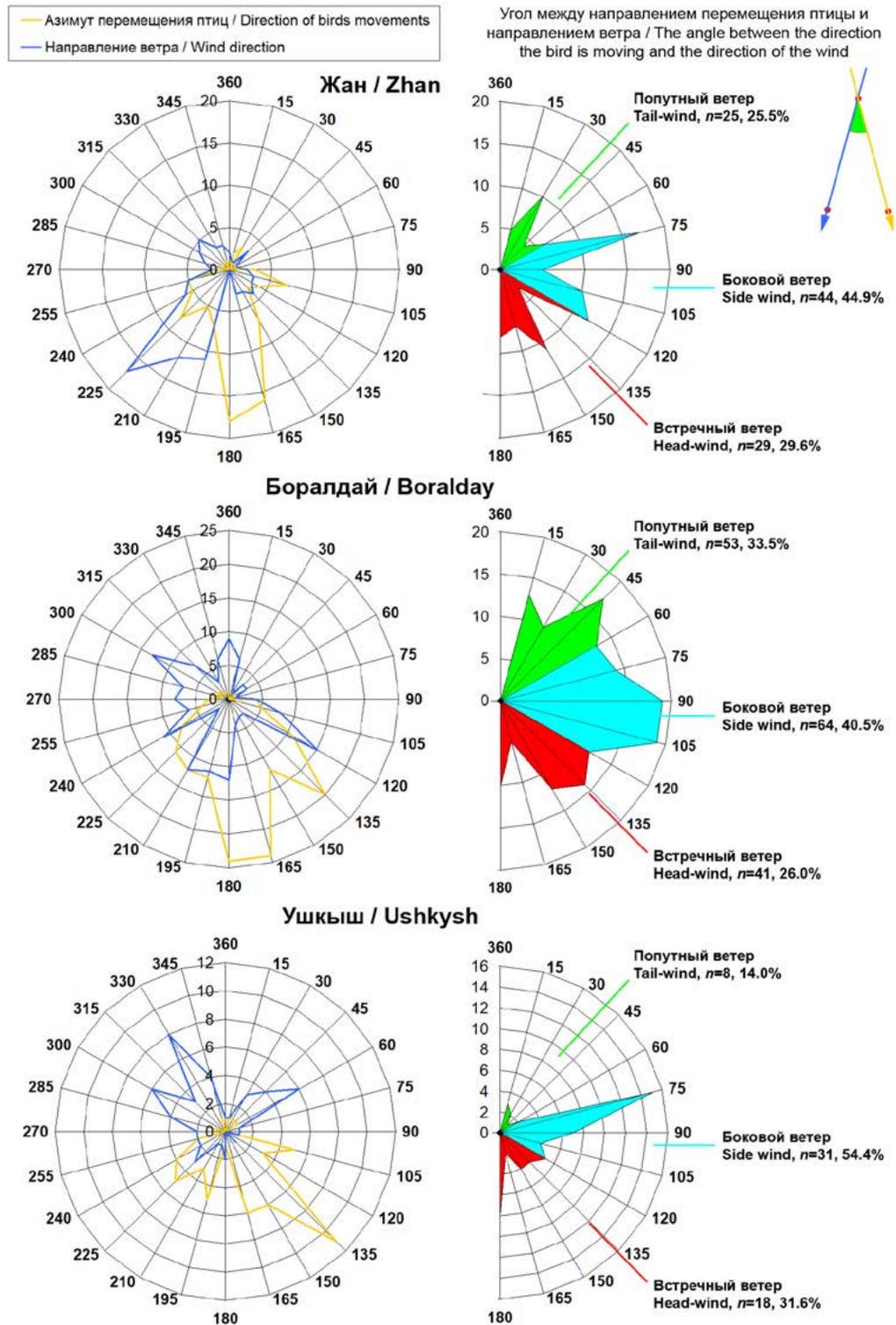
Табл. 9. Направление и скорость перемещения стервятников относительно скорости и направления приземного ветра (в анализ включены только транзитные перелёты без перемещений на точках остановок и ночёвок).

Table 9. Direction and speed of Egyptian Vulture movements relative to surface wind speed and direction (analysis includes only transit flights without movements at stopovers and overnight stays).

Событие Event	22-14-1	22-1-1	22-1-1	22-2-1	10-24-2	10-28-2	Сумма или среднее / Sum or average Σ or ($M \pm SD$)
	Боралай Boralday	Жан Zhan	Умыт Umyt	Алмаз Almaz	Тун Tun	Ушкыш Ushkysh	
<i>n</i>	158	98	105	54	111	57	583
Направление движения птицы, градусы / Direction of movement of the bird, degrees <i>M ± SD</i> (min–max)	172.49 ± 51.82 (45.5–358.3) Median=166.6	164.07 ± 62.01 (2.9–330.5) Median=166.9	177.4 ± 60.8 (17.4–317.7) Median=168.2	178.25 ± 38.49 (120.7–283.2) Median=166.4	178.86 ± 70.35 (10.8–358.0) Median=175.8	158.76 ± 62.55 (10.7–341.4) Median=150.4	172.36 ± 59.32 (2.9–358.3) Median=166.9
Направление приземного ветра, градусы / Surface wind direction, degrees <i>M ± SD</i> (min–max)	199.76 ± 94.15 (0–359.64) Median=200.33	204.8 ± 78.12 (12.45–352.62) Median=211.07	217.48 ± 110.22 (0.2–359.37) Median=241.73	184.68 ± 106.63 (4.52–355.24) Median=211.22	235.36 ± 100.97 (4.27–359.13) Median=254.71	208.37 ± 115.19 (9.67–349.66) Median=246.49	210.02 ± 100.2 (0–359.64) Median=225.42
Угол между направлениями движения птицы и ветра, градусы Angle between wind direction and bird movements, degrees; <i>M ± SD</i> (min–max)	85.17 ± 47.25 (2.82–177.54) Median=85.54	93.31 ± 51.4 (3.0–178.76) Median=93.69	97.53 ± 51.47 (1.85–177.05) Median=110.28	103.75 ± 47.17 (7.6–177.26) Median=113.86	99.63 ± 44.65 (1.97–179.7) Median=101.29	97.75 ± 47.88 (4.12–179.82) Median=88.61	94.47 ± 48.53 (1.85–179.82) Median=92.94
Скорость приземного ветра, м/с Surface wind speed, m/s <i>M ± SD</i> (min–max)	2.1 ± 1.04 (0.24–4.98) Median=2.11	2.66 ± 1.0 (0.9–5.02) Median=2.55	2.45 ± 1.23 (0.14–6.55) Median=2.36	2.44 ± 1.31 (0.53–6.71) Median=2.14	2.33 ± 1.29 (0.15–6.08) Median=2.02	1.58 ± 0.76 (0.09–3.41) Median=1.45	2.28 ± 1.16 (0.09–6.71) Median=2.15
Скорость птицы в полёте, м/с (по фрагментам трека) / Travel speed of bird in flight, m/s (by track fragments); <i>M ± SD</i> (min–max)	7.68 ± 2.64 (2.82–16.56) Median=7.16	7.59 ± 2.86 (2.79–17.79) Median=7.66	10.14 ± 4.58 (2.93–25.96) Median=9.59	9.35 ± 3.20 (3.13–19.13) Median=9.05	7.53 ± 3.22 (2.88–16.69) Median=7.14	7.60 ± 3.30 (3.20–17.81) Median=7.12	8.23 ± 3.46 (2.79–25.96) Median=7.84

Рис. 16А. Диаграммы азимута перемещения стервятников (Жан, Боралдай и Ушкыш) и направления приземного ветра, а также вариаций угла между направлением перемещения птиц и направлением ветра для каждой помеченной птицы.

Fig. 16A. Diagrams of movement direction by Egyptian Vultures (Zhan, Boraldai and Ushkysh) and surface wind direction, and variations in the angle between bird movement direction and wind direction for each tagged bird.



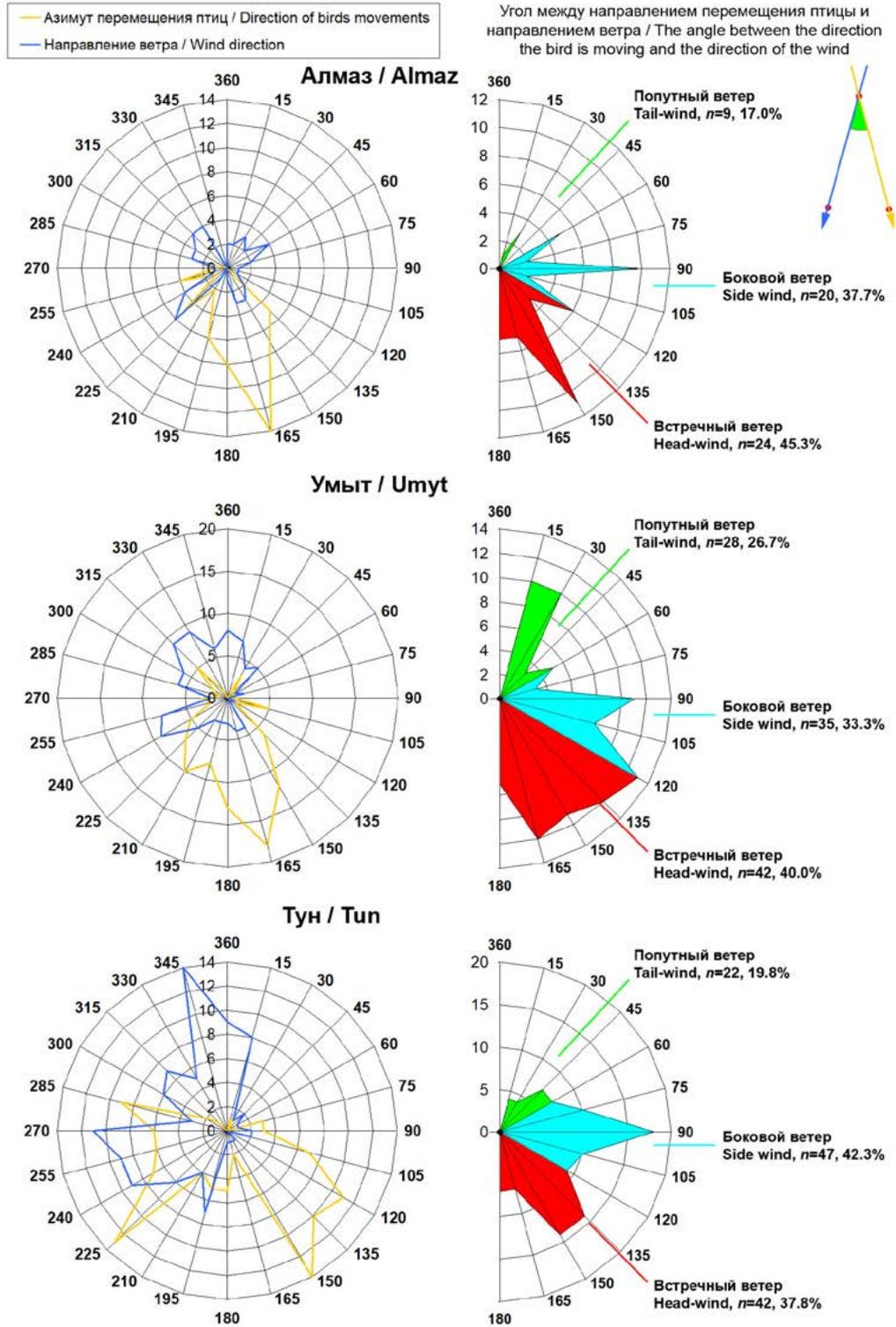
ана 7,47 м/100 м), чем самцы (0,07–49,97, в среднем $13,5 \pm 8,4$, медиана 12,63 м/100 м; $T = 1726$, $Z = 3,38$, $p = 0,0007$) (рис. 13).

Анализ азимута отрезков маршрута стервятников, когда птицы находились в транзитном полёте, относительно направления ветра, не выявил тяготения птиц к попутному ветру (табл. 9). Птицы летели преимущественно при боковом ветре – в среднем ($n = 583$) 41,17% локаций (рис. 14), но отдельные особи (Алмаз, Умыт) летели

India-Pakistan border (N 24.95, E 70.91, terrain elevation 106 m above sea level). Also, probably subsequent to a disturbance at the overnight location on the night of May 7/8, 2023, Boraldai soared between 3702–5433 m above the ground for 5 hours from 23:53 to 4:54 LMT (from 18:57 to 23:58 UTC May 7 or from 00:27 to 05:28 local time on May 8) between the villages of Dholia and Tekariyazar, 75 km northeast of Bikaner in Indian Rajasthan (N 28.22, E 74.09, terrain elevation

Рис. 16В. Диаграммы азимута перемещения стервятников (Алмаз, Умыт и Тун) и направления приземного ветра, а также вариаций угла между направлением перемещения птицы и направлением ветра для каждой помеченной птицы.

Fig. 16B. Diagrams of movement direction by Egyptian Vultures (Almaz, Umyt and Tun) and surface wind direction, and variations in the angle between bird movement direction and wind direction for each tagged bird.



преимущественно при встречном ветре. Углы между векторами направления ветра и полёта стервятников варьировали в широких пределах (от 1,85° до 179,82°), составив в среднем 94,47±48,53° (медиана 92,94°) (табл. 9). При встречном ветре 70,8% векторов движения птиц (n=154) лежало в направлении 136–180° (34,4%) и 196–255° (36,4%) (рис. 15). По сути это доминирующие направления перемещения птиц на южном (между Гиссарским хр. и

247–250 m above sea level). We have repeatedly observed similar behavior in Rajasthan in previous years: when local farmers flushed birds roosting in low trees, they took flight and climbed higher until disappearing from sight.

Almost all locations with a flight height over 2500 m above ground appear to be associated with ascent in a small spiral in thermals. Since, if we consider the locations of EVs only in active flight with movement over a distance exceeding 1 km with sensor speeds registering

долиной Инда) и северном (между Каратау и Зеравшанским хр.) участках их миграционного маршрута соответственно.

Диаграммы азимута перемещения птиц и направления приземного ветра, а также вариаций угла между направлением перемещения птиц и направлением ветра для каждой помеченной птицы показаны на рис. 16А и 16В.

Скорость ветра не играла значимую роль в скорости передвижения стервятников. При существенном разбросе скорости приземного ветра от практически полного штиля до 6,7 м/с, пять из шести стервятников двигались в основном при скорости ветра в среднем 2,1–2,7 м/с (медиана 2,1–2,6 м/с, 2 балла по шкале Бофорта), и лишь Ушкыш летел в условиях с ещё меньшей скоростью ветра. То есть птицы не стремились использовать участки с повышенной скоростью ветра, и, скорее всего, даже избегали их. Лишь для 1,4% локаций стервятников скорость ветра была выше 5,5 м/с (умеренный ветер в диапазоне от 5,5 до 7,9 м/с, 4 балла по шкале Бофорта), хотя ветер такой силы являлся доминирующим на большей части зоны передвижения птиц в горных районах. При этом средняя скорость перемещения птиц варьировала от 7,6 (Жан, Ушкыш) до 10,1 м/с (Умыт) (медиана 7,1–9,6 м/с). Средняя скорость движения по отрезкам треков в транзитном полёте для всех птиц определена в $8,23 \pm 3,46$ м/с (медиана 7,84 м/с).

За миграцию ветровая ситуация изменялась неоднократно, тем не менее, птицы продолжали движение на юг и преодолевали высокие горы, вне зависимости от скорости и направления ветра. Вышеприведённая картина изменения высоты полёта и взаимодействия с ветром показывает, что стервятники на миграции использовали термики для максимально возможного высотного подъёма, который чередовали со скольжением вниз, преимущественно при боковом ветре. На встречном ветре птицы использовали орографический подъём, двигаясь вдоль склонов южной и юго-западной экспозиции с набором высоты.

Каких-либо надёжных различий в использовании ветра птицами разного пола не выявлено.

Лётная активность стервятников во время миграции наблюдалась с 6:02 до 18:01 LMT, а 90,73% из 744 локаций в полёте лежит между 9:00 и 17:00 LMT, по 11–12% локаций ежедневно в данном промежутке времени (рис. 17). Наиболее поздняя лётная активность отмечена у Жана в районе Кабула 24 сентября 2022 г. в 18:01 LMT (13:23 UTC

over 5.4 km/h, then the range of heights above 2606 m above the ground is eliminated, but at the same time the average height of movement of birds increases up to 370 ± 373.4 m above the ground (median 250 m; $n=5110$).

Regardless of location filtering, it is clear that Ushkysh spent the entire year in a higher range (up to 3480 m above sea level) and in more rugged terrain than other EVs settled in Rajasthan. At the same time, it flew at lower heights above the ground (on average 242.1 ± 282.5 m) – most of its flights occurred on average 100 m closer to the ground than other EVs (Table 10).

Flight activity of EVs, based on the analysis of all locations in motion without filtering by flight speed, varied from 0–13 hours per day (hr/d), normally up to 10 hr/d, averaging for each bird from 2.77 to 4.53 hr/d (Fig. 22, Table 11), and was lowest for Ushkysh and maximum for Boralday. The larger time budget spent by Boralday on flights is determined not only by his activity, but also by the round-the-clock operation of the tracker, which recorded twilight and night activity in this bird, unlike other trackers programmed to work solely during daylight hours. Boralday moved more often than other EVs and over longer distances, covering the greatest area among the monitored vultures (MCP 166,636 km²) during the year, but at the same time often spent more time at resting places without flying. The proportion of flightless days for different birds varied from 1.28% (Umyt) to 13.36% (Boralday) of the time during the period of their tracking in the wintering/summering areas.

The time range of EV flight activity normally falls within the range of 6:00–18:00 LMT, and 76.84% of the 6705 flight locations lie between 9:00–16:00 LMT (Fig. 23). However, tracking of Boralday showed that flight activity during the night – from 19:00 to 05:00 LMT occupies 3.12% of the total time spent on flights. Judging by movements, these are mainly short flights between night roosts (trees, power line supports), less often soaring, as we noted above, most likely due to being disturbed. Peak flight activity of Boralday and Ushkysh was observed at 12:00–13:00 LMT, although the birds spent time in completely different landscapes. Like Boralday, Umyt, who wintered on the plains of Rajasthan, actively flew between 12:00–15:00 LMT – 38.35% of her locations lie in this time range (13% of locations every hour in the specified time range). Other EV wintering and summering locations in Rajasthan showed two peaks of daily activity: Zhan and Tun – at 10:00–11:00 and 15:00–16:00 LMT, Almaz

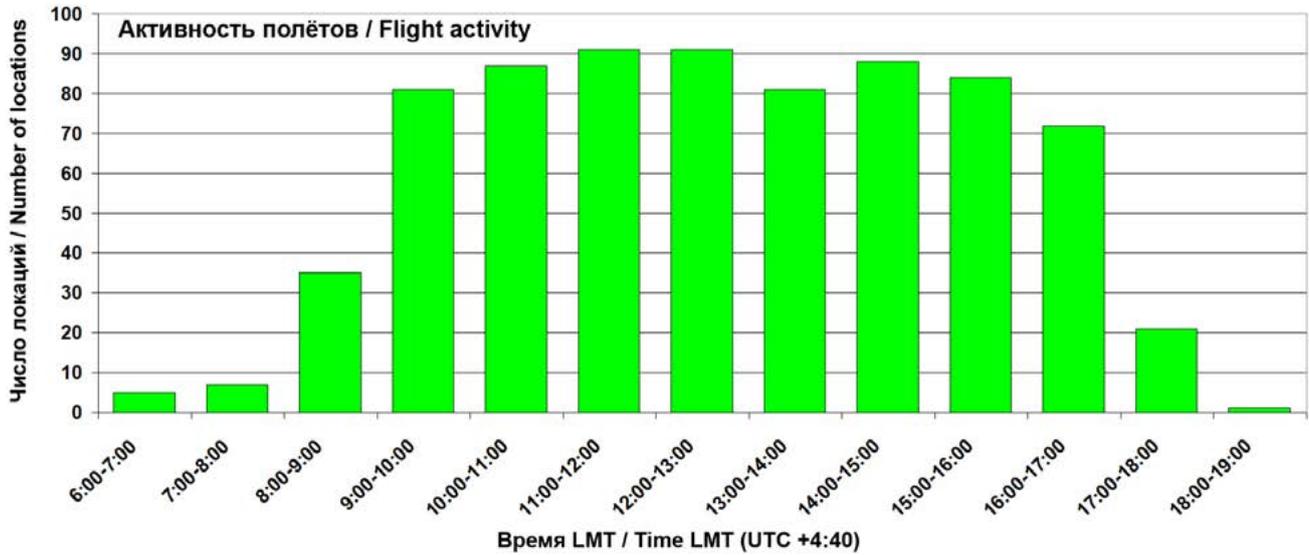


Рис. 17. Суточная активность полётов ювенильных стервятников на миграции. Приводится среднее солнечное время (Local Mean Time), которое для миграционного коридора составило $+4:40 \pm 0:20$ UTC.

Fig. 17. Daily flight activity of juvenile Egyptian Vultures during migration. Local Mean Time is given, which for the migration corridor was $+4:40 \pm 0:20$ UTC.

и 17:53 местного времени), через 5 минут после захода солнца в этот день.

Зимовка и летнее пребывание

Пять стервятников остановились на зимовку, которая затем перешла в летнее пребывание, на Индо-Гангской равнине

– at 12:00–13:00 and 14:00–15:00 LMT. In general, flight activity of birds was determined by the distance from their daytime resting and overnight roosting areas to their feeding areas. In protected areas, such as Jorbir on the outskirts of Bikaner, these distances were minimal, so here the birds moved less between feeding and roosting and did not show flight activity at all during the day, which we see, for example, from Boralday, who did not make long flights (greater than 1 km) or soar for prolonged periods (over 30 minutes) on 60 days out of 449.

No significant differences in the parameters of movement and daily activity of EVs of different sexes in the wintering/summering areas were detected.

In fact, all long-term stopovers of EVs in the wintering/summering areas were concentrated in areas with intensive grazing and an abundance of farms, and the two “core areas” with the highest density of locations of several birds were at a cattle burial ground in the vicinity of Bikaner (Jorbir) and a landfill near Jodhpur (Fig. 19, 21B, 21C, 21D).

Tracking of Zhan ended during the winter, as the bird was caught by local residents in

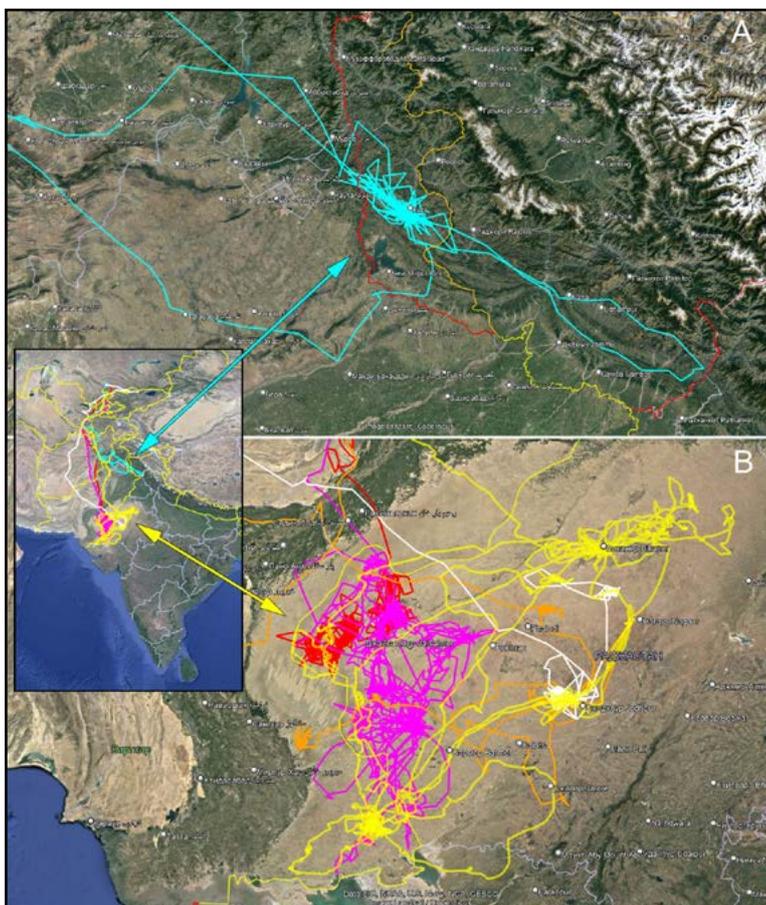


Рис. 18. Зона зимовки/летовки стервятников в 2022/2023 гг.: А – Алмаз, Боралдай, Жан, Умыт, Тун; В – Ушкыш.

Fig. 18. Wintering/summering areas of Egyptian Vultures in 2022/2023: A – Almaz, Boralday, Zhan, Umyt, Tun; B – Ushkysh.

(между долиной Инда и горами Аравали) в пустыне Тар преимущественно на территории Индийского Раджастана (рис. 18–В). Один стервятник (Ушкыш) остановился на зимовку в Пакистанском Кашмире в низкогорьях Гималаев около водохранилища на р. Пунч близ г. Котли (рис. 18–А).

Общая площадь, охваченная перемещениями пяти стервятников (Алмаз, Боралдай, Жан, Тун, Умыт) в зоне зимовки и последующей летовки в Индийском Раджастане и на прилегающих территориях, составила 182260,2 км², зона с плотностью 95% локаций – 15438,9 км² (13 кластеров), 75% – 2916,0 км² (5 кластеров), 50% – 1039,6 км² (4 кластера) (рис. 19).

Площадь индивидуальных территорий, рассчитанная как МСР за весь период наблюдений, посчитана для птиц, которые

Pakistan and released a month later, but the tracker on the bird was removed and handed over to the intelligence agencies, who destroyed it. Boraldai was also caught in the same area, but was released a week later (along with his tracker). Thus, we can assume that all young EVs survived their first winter safely.

During the summer stopover, contact with Umyt was lost because her tracker stopped working. As early as May 2023, symptoms indicated that the tracker was faulty, when it stopped sending locations twice for a total of 19 days, and on June 2 it fell silent. Contact with Tun was lost on June 27, 2023. But in this case, we did not observe any indications of tracker malfunction, so we can assume that the bird died outside the GSM zone, although there is no evidence of the bird's death. Thus,

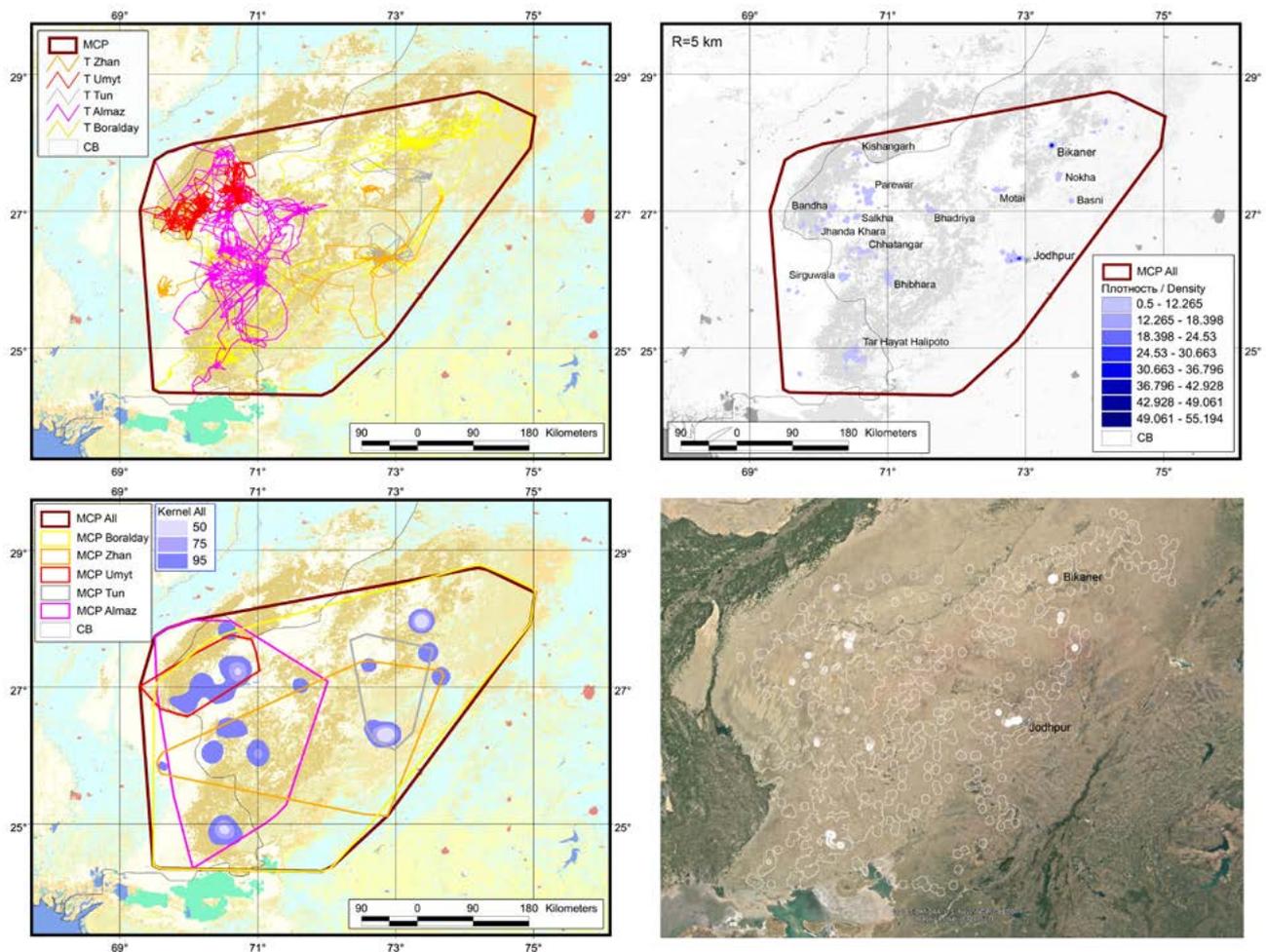


Рис. 19. Зона зимовки/летовки пяти стервятников в 2022/2023 гг. Условные обозначения: MCP All – минимальный конвексный полигон, построенный по локациям 5 птиц, MCP – минимальный конвексный полигон, построенный по локациям отдельных птиц, Kernel – «ядра» плотности локаций птиц, T – трек, СВ – границы стран. Картографическая основа – ESA WorldCover и космоснимки из Google Earth. На нижней карте даны названия населённых пунктов, вокруг которых сосредоточены «ядра» плотности локаций птиц.

Fig. 19. Wintering/summering areas of the five Egyptian Vultures in 2022/2023. Legend: MCP All – minimum convex polygon built based on the locations of 5 birds, MCP – minimum convex polygon built according to the locations of individual birds, Kernel – “cores” of bird location density, T – track, CB – country borders. Cartographic basis – ESA World Cover and satellite images from Google Earth. The lower map shows the names of settlements around which the “cores” of bird density are concentrated.

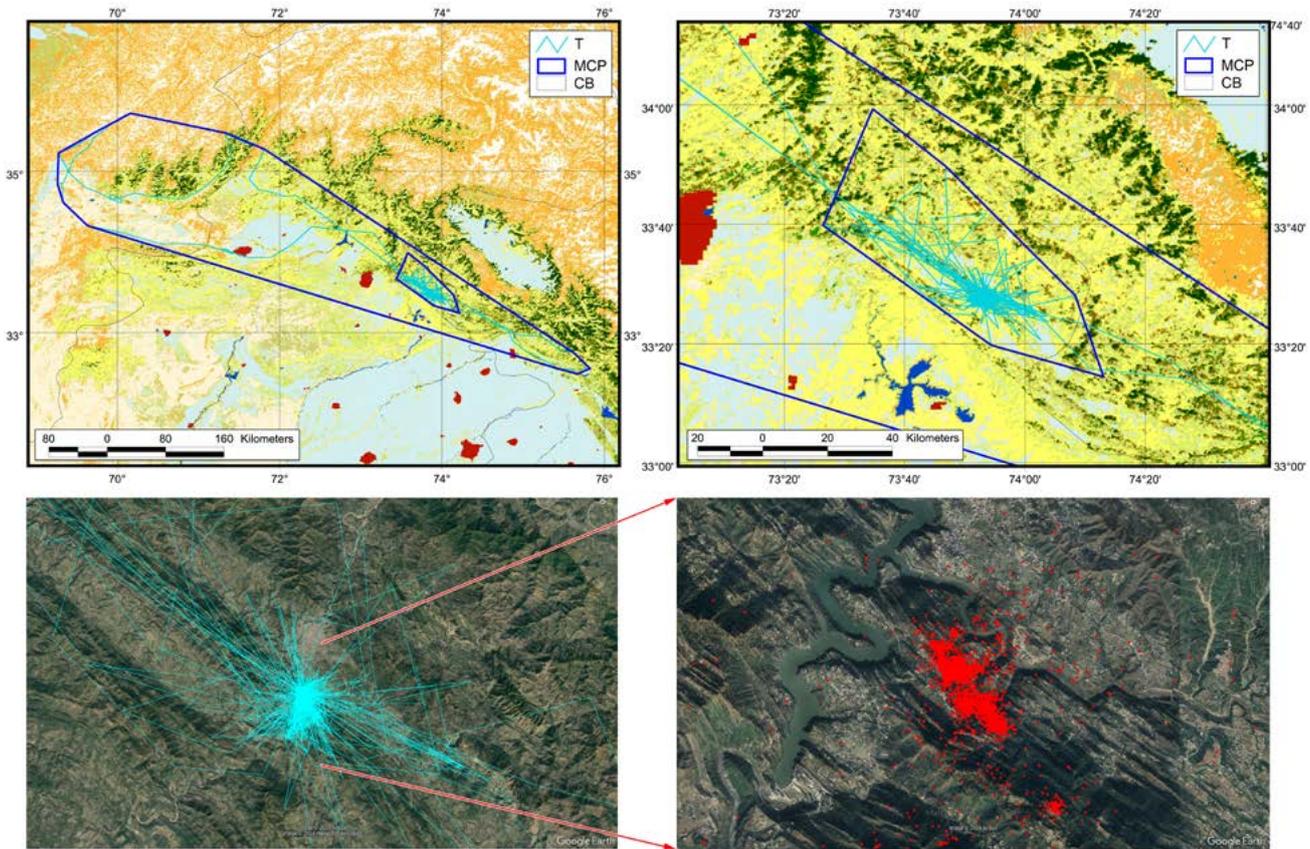


Рис. 20. Зона зимовки/летовки стервятника по имени Ушкыш в 2022/2023 гг. Условные обозначения: MCP – минимальный конвексный полигон, T – трек, CB – границы стран. Картографическая основа – ESA WorldCover и космоснимки из Google Earth.

Fig. 20. Wintering/summering areas of Egyptian Vulture Ushkysh in 2022/2023. Legend: MCP – minimum convex polygon, T – track, CB – country borders. Cartographic basis – ESA World Cover and satellite images from Google Earth.

оставались на связи до конца декабря 2023 г.: Боралдай – 166636,2 км², Алмаз – 63375,9 км² и Ушкыш – 73073,6 км² с учётом вылетов за пределы постоянной зоны зимовки/летовки 27–30 декабря 2022 г. и 19–25 мая 2023 г. и 2396,1 км² без учёта этих вылетов (рис. 19, 20). MCP за 100 дней прослеживания, варьировал от 4512,8 км² (Умыт) до 62110,3 км² (Жан), составив в среднем 23264,1±22371,69 км². Территория с плотностью 95% локаций варьировала от 239,39 км² (Ушкыш) до 7429,02 км² (Жан), составив в среднем 2390,91±2625,83 км² (рис. 20, 21A, 21B, 21C, 21D, 21E). Суточная дистанция перемещения птиц варьировала от 0,09 до 337,7 км, составив в среднем ($n=1928$) 27,9±38,7 км, медиана 15,12 км (табл. 10).

Высота местности, в которой остановились на зимовку и летовку молодые стервятники, изменялась от -1 до 573 м над уровнем моря (медиана от 130 до 257) у 5 птиц осевших в Раджастане и от 336 до 3480 м над уровнем моря (медиана 667) у Ушкыша, который осел в низкогорьях Гималаев (табл. 10).

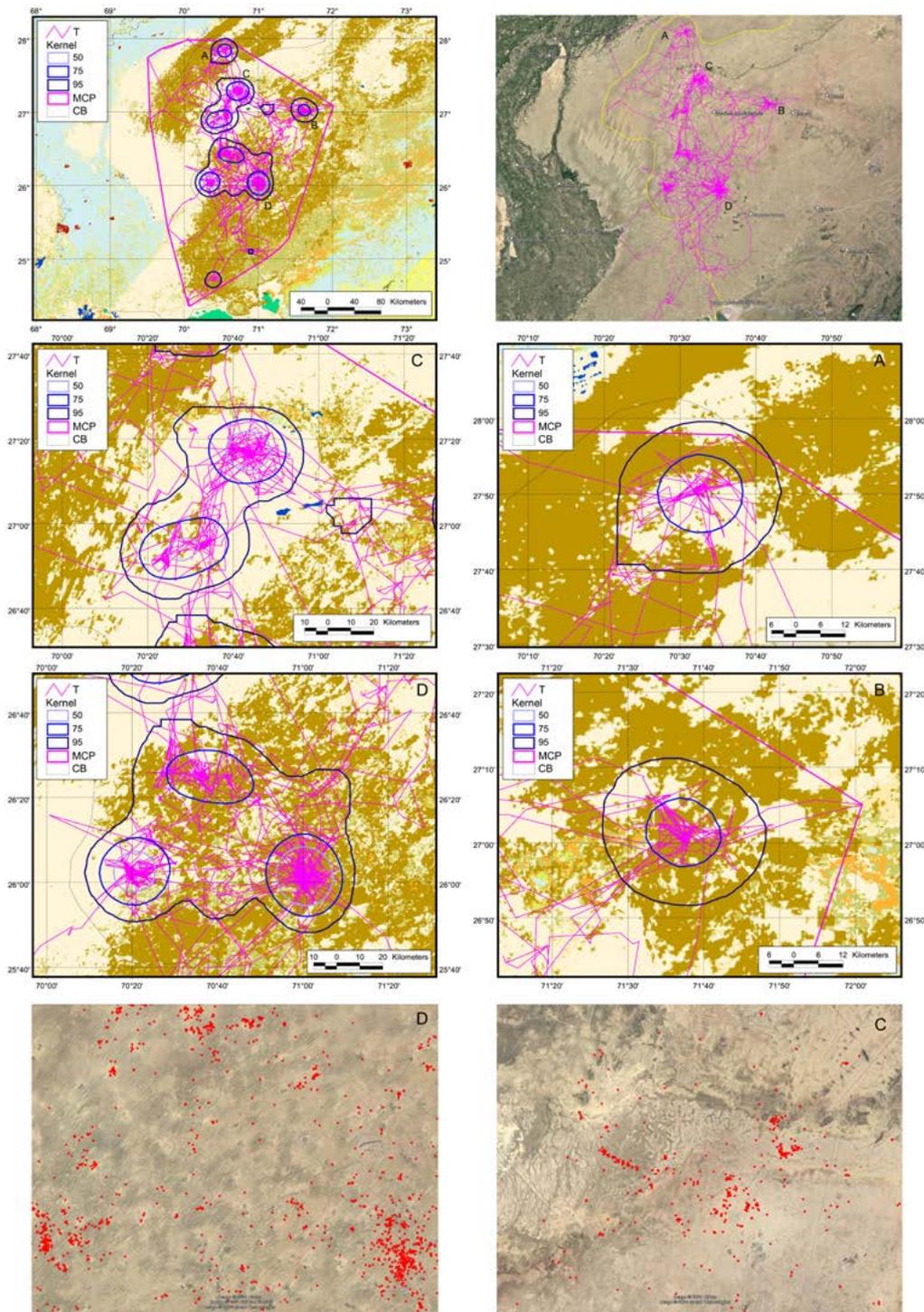
despite losing contact with three of the six birds during the year, we have no evidence of their death.

Discussion

The start of the migration of juvenile EVs is likely determined by the timing of when adult birds stop feeding juveniles for several days. This is clearly visible in the brood of EV on nest No. 22-1-1. Here the eldest nestling (male Zhan) traveled 10 km from the nest on September 3 and, after spending 4 days there, returned to the nest on September 8. All the activity of the parents was concentrated around the older chick, and the younger chick (female Tun), with much less flying experience, was left alone on the nest and began migration on September 6, on the third day of the absence of the older sibling and parents from the nest (2 weeks after leaving the nest and on the 5th day after his first long-distance flight). Zhan began the migration, leaving the nesting rock on September 20 at 11:00, and the last recording of an adult EV on this breeding territory was visually noted by us on September 21 at 18:30.

Рис. 21А. Индивидуальный участок (MCP и Kernel) и трек перемещений Алмаза в области зимовки/летовки в 2022–2023 гг. Условные обозначения: MCP – минимальный конвексный полигон, T – трек, СВ – границы стран. Картографическая основа – ESA WorldCover и космоснимки из Google Earth.

Fig. 21A. Home range (MCP and Kernel) and track of Egyptian Vulture *Almaz's* movements in wintering/summering areas in 2022–2023. Legend: MCP – minimal convex polygon, T – track, CB – country borders. Cartographic basis – ESA WorldCover and satellite images from Google Earth.

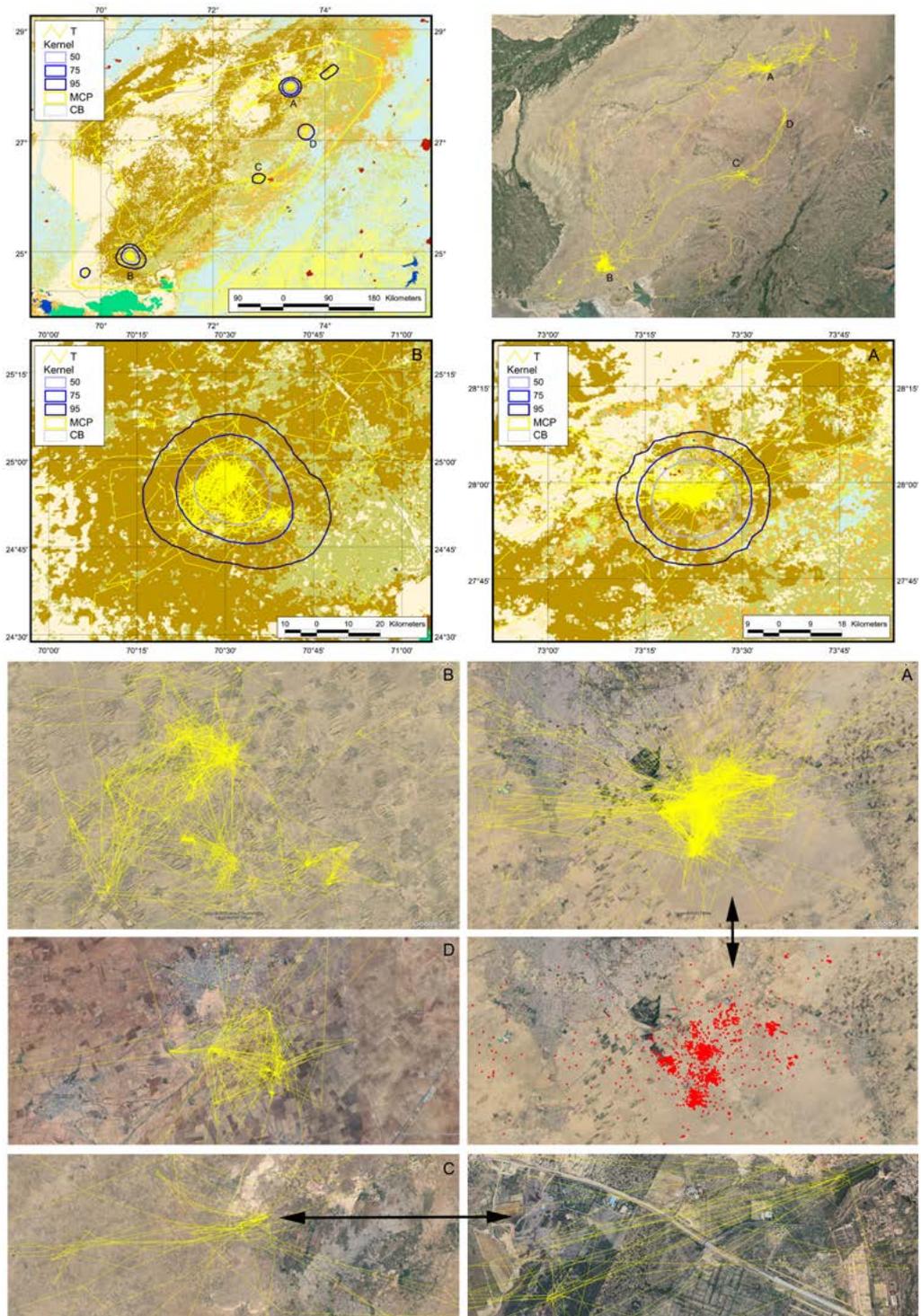


Высота полёта стервятников над землёй в области зимовки варьировала в широких пределах, а средние показатели зависят от подхода к анализу локаций. Без фильтрации по скорости (то есть с учётом локаций со скоростью ниже пороговой 5,4 км/ч), но с ненулевыми дистанциями и набором высоты между последовательными локациями, высота полёта над землёй варьировала от 20 до 7289 м, составив в среднем ($n=7419$) $349,4 \pm 382,2$ м (медиана 215 м). Основная масса перемещений птиц на зимовке/

Assuming that adult birds stop feeding fledglings several days before departure, we conclude that this determines the departure of fledglings from the sites several days earlier than the departure of the adult birds themselves. But, since the gap in the migration timing of young and adult EVs is small, unlike, for example, for Honey Buzzards (*Pernis apivorus*), in which young birds migrate 2–3 weeks later than adult birds (Schmid, 2000; Hake *et al.*, 2003; Vansteelant *et al.*, 2017a), young EVs have the opportunity to orient themselves to

Рис. 21В. Индивидуальный участок (МСП и Kernel) и трек перемещений Боралдая в области зимовки/летовки в 2022–2023 гг. Условные обозначения: МСП – минимальный конвексный полигон, Т – трек, СВ – границы стран. Картографическая основа – ESA WorldCover и космоснимки из Google Earth.

Fig. 21B. Home range (MCP and Kernel) and track of Egyptian Vulture Boraldai's movements in wintering/summering areas in 2022–2023. Legend: MCP – minimal convex polygon, T – track, CB – country borders. Cartographic basis – ESA World Cover and satellite images from Google Earth.

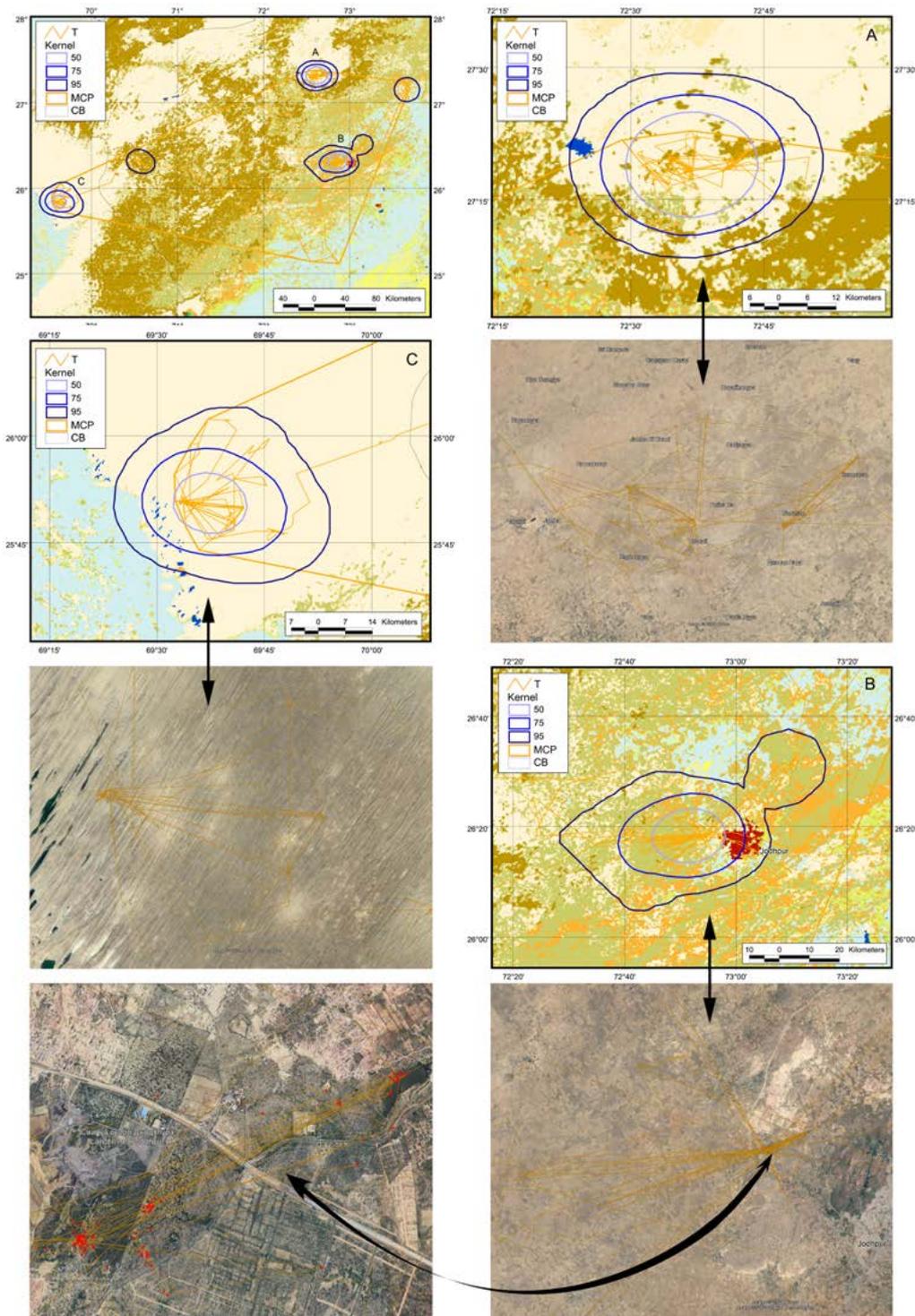


летовке была связана с короткими вылетами от места ночёвки к месту кормёжки на высотах от 100 до 500 м (62,11% локаций): медиана для 6 птиц варьировала от 169 м (Ушкыш) до 252 м (Боралдай). Тем не менее, даже в случае перемещений к местам кормёжки от постоянных ночёвок на несколько километров птицы поднимались на достаточно большие высоты. В высотном диапазоне от 500 до 1500 м над землёй зарегистрировано 20,19% локаций. Четыре птицы (Жан, Алмаз, Умыт и Тун) поднимались на

other unrelated adult birds during migration. The latter was noted for different soarer species, such as Short-Toed Eagles, Imperial and Steppe Eagles and Spotted Eagles, and large Vultures, as well as for EVs from European populations (see Panuccio *et al.*, 2012; Oppel *et al.*, 2015; Mellone *et al.*, 2016; Meyburg *et al.*, 2017). This, in theory, should determine the high survival rate of young birds while moving in the same migration corridors and at the same time as when adult birds fly. We see that none of our tagged Kazakh EVs died during migra-

Рис. 21С. Индивидуальный участок (MCP и Kernel) и трек перемещений Жана в области зимовки/летовки в 2022–2023 гг. Условные обозначения: MCP – минимальный конвексный полигон, T – трек, СВ – границы стран. Картографическая основа – ESA WorldCover и космоснимки из Google Earth.

Fig. 21C. Home range (MCP and Kernel) and track of Egyptian Vulture Zhan's movements in wintering/summering areas in 2022–2023. Legend: MCP – minimal convex polygon, T – track, CB – country borders. Cartographic basis – ESA WorldCover and satellite images from Google Earth.

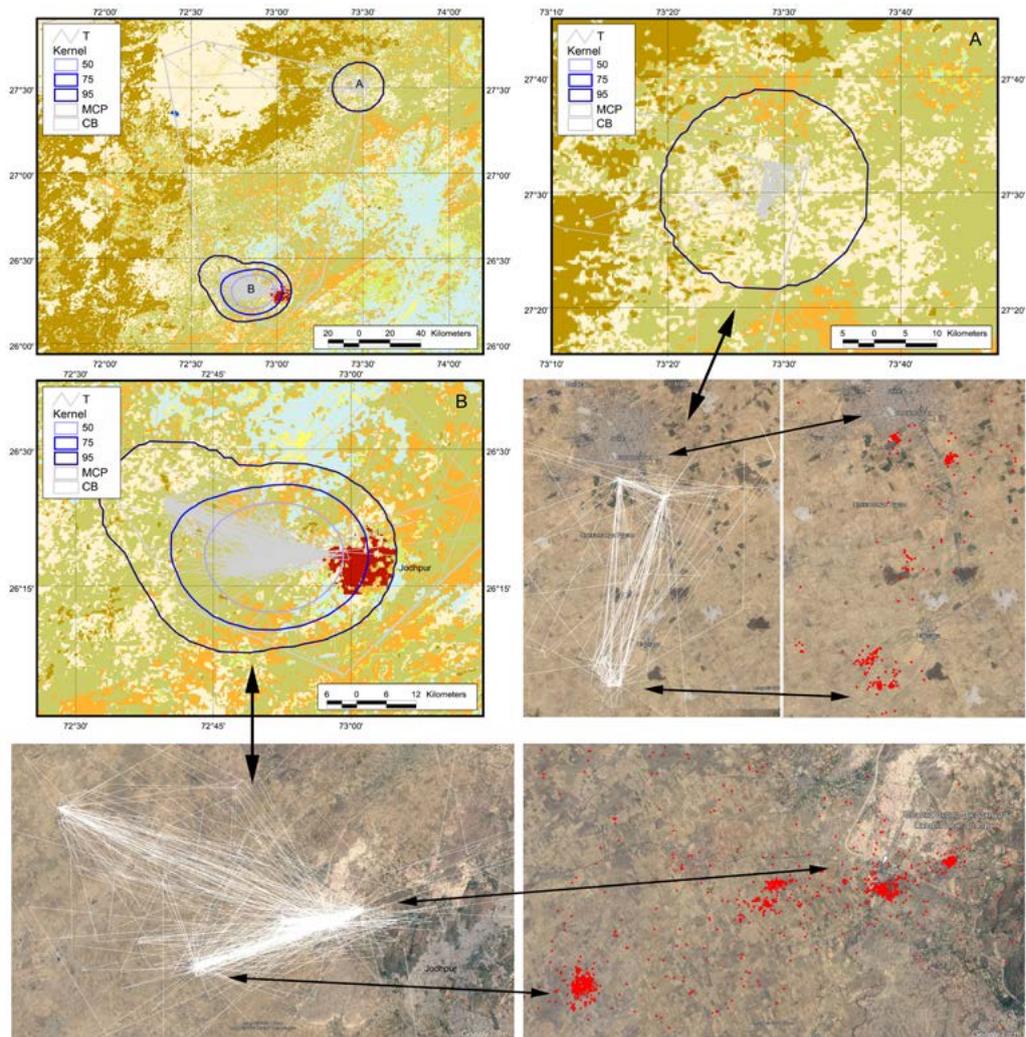


высоты до 1550–3179 м над землёй (1,62% локаций в диапазоне 1500–3200 м над землёй). Рекорды высоты показали Боралдай и Ушкыш – 9 локаций были отмечены на высоте от 3200 до 7300 м над землёй. Ушкыш поднялся на высоту 6218 м над землёй (7012 м над уровнем моря) 8 сентября 2023 г. в 12:30 LMT (7:34 UTC или 13:34 по местному времени) близ нового кампуса Университета Котли в пакистанском Кашмире (N 33,45, E 73,92, высота местности 794 м над уровнем моря). Боралдай поднялся на высо-

tion. Tun, having started migration in the wrong direction (east along the Kyrgyz ridge), probably encountered migrating EVs, turned around and flew in the right direction. Otherwise, her flight to the East could have ended unfavorably. Factors determining the low level of mortality among young Kazakh EVs during their first autumn migration are the short duration of migration with minimal stopovers and high elevation flight. Like Kazakh birds, EV migration from European populations occurs in a fairly short time

Рис. 21D. Индивидуальный участок (MCP и Kernel) и трек перемещений Тун в области зимовки/летовки в 2022–2023 гг. Условные обозначения: MCP – минимальный конвексный полигон, Т – трек, СВ – границы стран. Картографическая основа – ESA WorldCover и космоснимки из Google Earth.

Fig. 21D. Home range (MCP and Kernel) and track of Egyptian Vulture Tun's movements in wintering/summering areas in 2022–2023. Legend: MCP – minimal convex polygon, T – track, CB – country borders. Cartographic basis – ESA WorldCover and satellite images from Google Earth.



ту 7289 м над землёй (7395 м над уровнем моря) 12 января 2022 г. в 13:39 LMT (08:55 UTC или в 14:55 по местному времени) близ пакистанской деревни Варнхар недалеко от индийско-пакистанской границы (N 24,95, E 70,91, высота местности 106 м над уровнем моря). Также, вероятно, будучи испугнутым с места ночёвки, Боралдай в ночь 7/8 мая 2023 г. в течение 5-ти часов с 23:53 до 4:54 LMT (с 18:57 до 23:58 UTC 7 мая или с 00:27 до 05:28 по местному времени 8 мая) парил в диапазоне высот от 3702 до 5433 м над землёй между деревушками Дхология и Текариязар в 75 км к северо-востоку от Биканера в Индийском Раджастане (N 28,22, E 74,09, высота местности 247–250 м над уровнем моря). Подобное поведение неоднократно наблюдалось нами в Раджастане в предыдущие годы: когда местные фермеры испугивали птиц, устроившихся на ночёвку на низких деревьях, те слетали и поднимались вверх, пока не исчезали из виду.

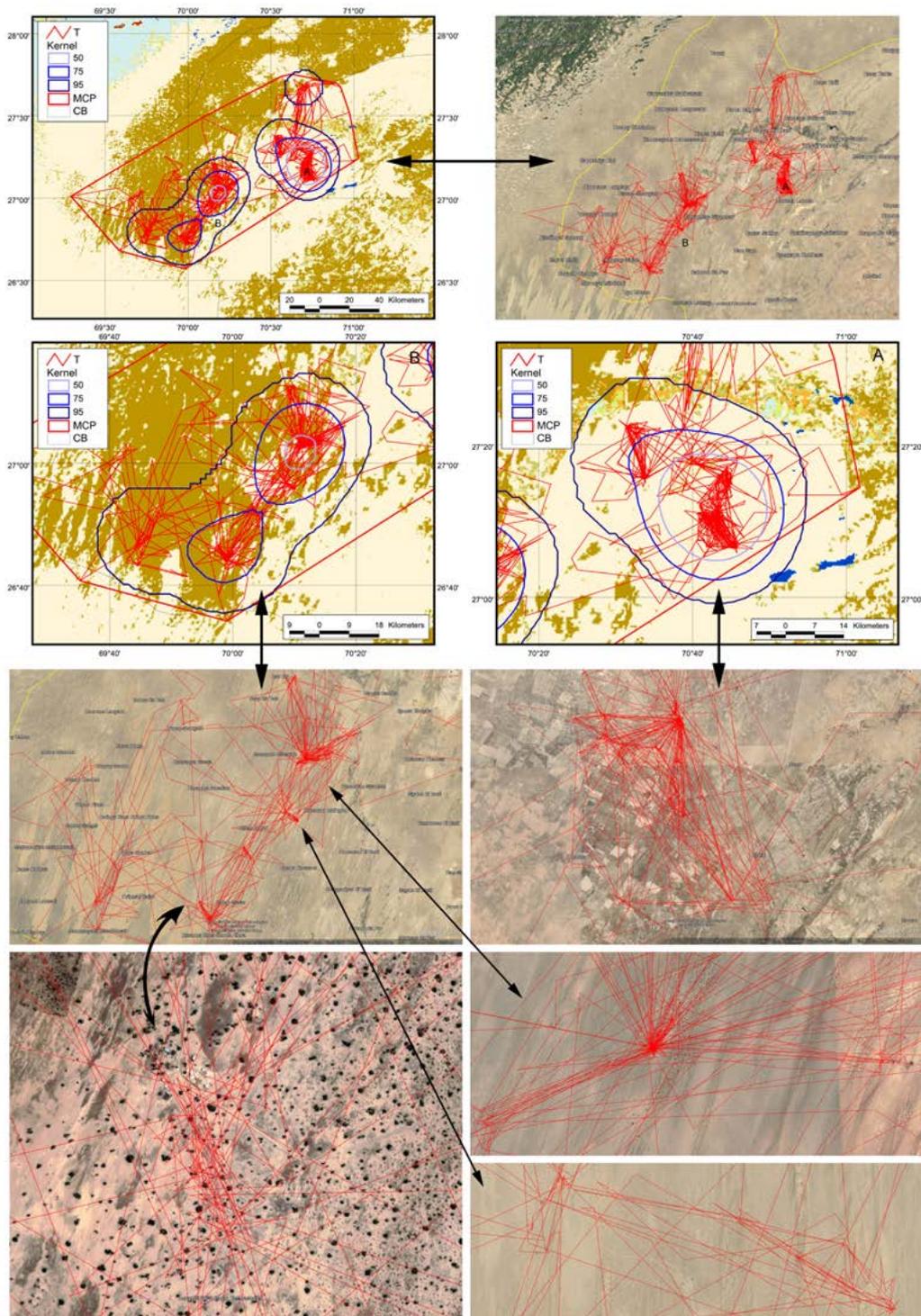
Практически все локации с высотой полёта более 2500 м над землёй, видимо, связаны с подъёмом по малой спирали в

in September (Bougain, Oppel, 2016; Nikolov *et al.*, 2016; Buechley *et al.*, 2018b; Karyakin *et al.*, 2018), but the migration duration of European EVs exceeds that of Kazakh EVs. During the migration period, most EVs try to reach their wintering grounds as quickly as possible, and many of them complete their migration without using known bird concentration areas during the post-nesting period (Oppel *et al.*, 2015). This behavior has been shown for birds from Western Europe (López-López *et al.*, 2014), Balkan (Bougain, Oppel, 2016; Nikolov *et al.*, 2016;), Transcaucasian (Buechley *et al.*, 2018a) and Northern Caucasian (Karyakin *et al.*, 2018) populations. Kazakh EVs demonstrate similar behavior.

Despite the known tendency of EVs to form aggregations in landfills or places with intensive ungulate grazing (Dementyev, 1951; Mundy *et al.*, 1992; Donazar *et al.*, 1996), and the connection between migrant stopovers from European populations and landfills (Oppel *et al.*, 2015; Karyakin *et al.*, 2018), we did not notice any significant landfills in the staging areas of Kazakhstan EVs. Almost all

Рис. 21Е. Индивидуальный участок (MCP и Kernel) и трек перемещений Умыт в области зимовки/летовки в 2022–2023 гг. Условные обозначения: MCP – минимальный конвексный полигон, Т – трек, СВ – границы стран. Картографическая основа – ESA WorldCover и космоснимки из Google Earth.

Fig. 21E. Home range (MCP and Kernel) and track of Egyptian Vulture Umyt's movements in wintering/summering areas in 2022–2023. Legend: MCP – minimal convex polygon, T – track, CB – country borders. Cartographic basis – ESA World Cover and satellite images from Google Earth.



термиках. Так как, если рассматривать локации стервятников только в активном полёте с перемещением на дистанции более 1 км со скоростями по датчику более 5,4 км/ч, то диапазон высот выше 2606 м над землёй полностью выпадает, но при этом средние показатели высоты перемещения птиц увеличиваются до $370 \pm 373,4$ м над землёй (медиана 250 м; $n=5110$).

Независимо от фильтрации локаций, видно, что Ушкыш весь год провёл в более высоком диапазоне (до 3480 м над уров-

stopover sites for these birds were associated with cultivated farmland and pastures with low livestock density. In the parts of Kazakhstan known to us, EVs, on the contrary, avoided stopping at large household waste landfills, livestock burial grounds, and slaughterhouse landfills (poultry factories, meat processing plants, bone meal plants), where eagles (*Aquila* sp.) and large vultures (*Gyps* sp., *Aegypius monachus*) tend to gather. Thus, the avoidance of stopovers by EVs at landfills and other places where birds of prey are concentrated

Табл. 10. Характеристика перемещений ювенильных стервятников на зимовке/летовке.

Table 10. Movement parameters juvenile Egyptian Vultures during wintering/summering.

Событие Event	22-14-1	22-1-1	22-1-1	22-2-1	10-24-2	10-28-2	Сумма или среднее / Sum or average Σ or ($M \pm SD$)
	Боралдай Boralday	Жан Zhan	Умыт Umyt	Алмаз Almaz	Тун Tun	Ушкыш Ushkysht	
Число локаций Number of locations	17340 (5684 ^a)	981	2704 (2673 ^a)	4952 (4922 ^a)	2995	4715	33687 (21970 ^a)
Дата прибытия на зимовку / Date of the started of the wintering	27.09.2022	03.10.2022	21.09.2022	27.09.2022	02.10.2022	05.10.2022	29/09 \pm 5
Продолжительность отсле- живания в области зимов- ки, дни / Duration of tracking in the wintering area, days	450	91	254	449	268	441	325.5 \pm 146.6
Длина трека, км / Length of the track, km	16711.5	3800.54	8493.2	16602.6	8913.7	6275.5	10132.8 \pm 5371.9
Общий налёт, км/100 локаций / Total flight, km/100 locations	294.0 ^b	387.4	317.7 ^b	337.3 ^b	297.6	133.1	272.7 \pm 129.0 ^b
Ежедневная дистанция, км/ сутки / Daily distance, km/ day n, $M \pm SD$ (min-max)	n=450 20.8 \pm 55.1 (0.18-337.7) Median=1.4	n=90 42.0 \pm 36.5 (0.55-183.4) Median=31.3	n=239 35.5 \pm 25.9 (0.65-141.2) Median=30.0	n=444 38.3 \pm 31.4 (0.85-239.0) Median=29.9	n=267 33.4 \pm 23.5 (4.1-186.3) Median=30.1	n=438 14.3 \pm 32.6 (0.09-277.6) Median=4.9	n=1928 7.9 \pm 38.7 (0.09-337.7) Median=15.12
Скорость перемещения в полёте, км/ч (по часовым интервалам) / Travel speed in flight, km/h (by hourly in- tervals), n, $M \pm SD$ (min-max)	n=884 13.8 \pm 8.4 (5.5-51.2) Median=11.2	n=207 13.8 \pm 7.7 (5.5-48.8) Median=11.6	n=492 11.9 \pm 5.8 (5.5-35.3) Median=10.4	n=961 12.5 \pm 7.4 (5.5-49.2) Median=9.9	n=549 12.1 \pm 6.2 (5.5-53.4) Median=10.6	n=223 14.8 \pm 8.3 (5.5-48.5) Median=12.7	n=3316 12.9 \pm 7.5 (5.5-53.4) Median=10.66
Скорость перемещения в полёте, км/ч (по данным датчика) / Travel speed in flight, km/h (according to sensor data), n, $M \pm SD$ (min-max)	n=2671 32.7 \pm 15.2 (6.0-90.0) Median=31.0	n=208 32.1 \pm 14.9 (7.2-64.8) Median=32.4	n=509 30.5 \pm 16.4 (7.2-90.0) Median=28.8	n=978 33.3 \pm 17.8 (7.2-97.2) Median=32.4	n=504 33.4 \pm 17.4 (7.2-90.0) Median=32.4	n=714 30.7 \pm 14.3 (7.2-75.6) Median=32.4	n=5584 2.4 \pm 15.9 (6.0-90.0) Median=32.0
Высота местности, м над уровнем моря / Terrain elevation, meters above sea level, n, $M \pm SD$ (min-max)	n=2712 165.8 \pm 75.8 (-1-573) Median=152	n=328 185.6 \pm 88.7 (3-487) Median=214.5	n=790 144.3 \pm 58.9 (47-239) Median=130	n=1582 177.0 \pm 59.2 (6-346) Median=182	n=784 257.7 \pm 42.5 (171-361) Median=257	n=1223 750.8 \pm 323.2 (336-3480) Median=667	n=7419 273.0 \pm 258.7 (-1-3480) Median=211
Высота полёта птицы над землёй, м (без фильтрации локаций по скорости полё- та) / Bird flight altitude above the ground, m (without filter- ing locations by flight speed), n, $M \pm SD$ (min-max) ^c	n=2712 387.8 \pm 425.1 (20-7289) Median=252	n=328 314.3 \pm 290.8 (20-1550) Median=207	n=790 380.2 \pm 412.7 (20-3179) Median=214	n=1582 345.5 \pm 340.0 (20-2433) Median=225	n=784 375.2 \pm 409.6 (20-2606) Median=215.5	n=1223 242.1 \pm 282.5 (20-6218) Median=169	n=7419 349.4 \pm 382.2 (20-7289) Median=215
Высота полёта птицы над землёй, м (с фильтрацией локаций по скорости полё- та) / Bird flight altitude above the ground, m (with filtering locations by flight speed), n, $M \pm SD$ (min-max) ^d	n=2472 371.4 \pm 363.0 (1-2330) Median=255	n=196 346.5 \pm 309.6 (4-1550) Median=244.5	n=457 447.4 \pm 458.3 (1-2413) Median=283	n=901 398.9 \pm 370.1 (1-2433) Median=300	n=465 437.2 \pm 458.0 (1-2606) Median=283	n=619 221.8 \pm 228.7 (1-2308) Median=151	n=5110 370.0 \pm 373.4 (1-2606) Median=250
100% МСР, км ² /км ²	166636.2	57141.5	11462.5	63375.9	14160.6	73073.6 (2396.1 ^e)	64308.4 \pm 56404.8 (52528.8 \pm 61369.8 ^e)
Kernel 95%, км ² /км ² (число кластеров / number of clusters)	4623.2 (6)	6834.7 (5)	5128.4 (3)	12414.2 (7)	2320.3 (2)	1058.1 (1)	5396.5 \pm 4006.8
Kernel 75%, км ² /км ² (число кластеров / number of clusters)	1475.9 (3)	2238.0 (3)	1732.8 (3)	3695.4 (7)	788.2 (1)	644.3 (1)	1762.4 \pm 1117.6
Kernel 50%, км ² /км ² (число кластеров / number of clusters)	721.0 (3)	888.6 (3)	516.0 (2)	931.7 (4)	414.0 (1)	365.6 (1)	639.5 \pm 243.0

Примечания / Notes:^a Число локаций после генерализации до 1 локаций/час / Number of locations after generalization to 1 location/hour;^b С учётом числа локаций после генерализации / Based on the number of locations after generalization;^c Включены локации на высоте более 20 м от земли / Locations at a height of more than 20 m from the ground are included;^d Включены локации со скоростью полёта выше 5,4 км/ч по данным датчика без фильтрации локаций по высоте над землёй / Locations with flight speeds above 5.4 km/h according to sensor data are included without filtering locations by height above the ground;^e МСР без учёта вылетов 27–30 декабря 2022 г. и 19–25 мая 2023 г. за пределы постоянной зоны зимовки / MCP excluding flights on December 27–30, 2022 and May 19–25, 2023 outside the permanent wintering area.

нем моря) и в более пересеченной местности, чем остальные стервятники, осевшие в Раджастане. При этом он летал на меньших высотах над землёй (в среднем $242,1 \pm 282,5$ м) – большая часть его полётов происходила в среднем на 100 м ближе к земле, чем у других стервятников (табл. 10).

Лётная активность стервятников по анализу всех локаций в движении без фильтрации по скорости полёта варьировала от 0 до 13 часов в сутки (ч/с), в норме до 10 ч/с, составив в среднем по каждой птице от 2,77 до 4,53 ч/с (рис. 22, табл. 11), и была минимальной у Ушкыша и максимальной у Боралдая. Большой бюджет времени, затраченный Боралдаем на полёты, определяется не только его активностью, но и круглосуточной работой трекера, ко-

during migration may contribute to its greater success.

A comparison of the main migration parameters (track length, linear distance, straightness, duration, daily distance travelled) of Kazakhstan vultures with those from other populations (see Table 12) shows that their migration is the shortest in duration, comparable to that of birds from Israel, but even shorter in distance from nesting sites to wintering sites, both in a straight line and along the track. At the same time, the tracks of Kazakhstan EVs are not straight-line; they similar to those of Balkan EVs, due to the fact that birds from both populations must skirt landscape barriers. While in Europe such barriers are mainly marine and soaring birds of prey usually avoid water crossings due to limited thermal rise

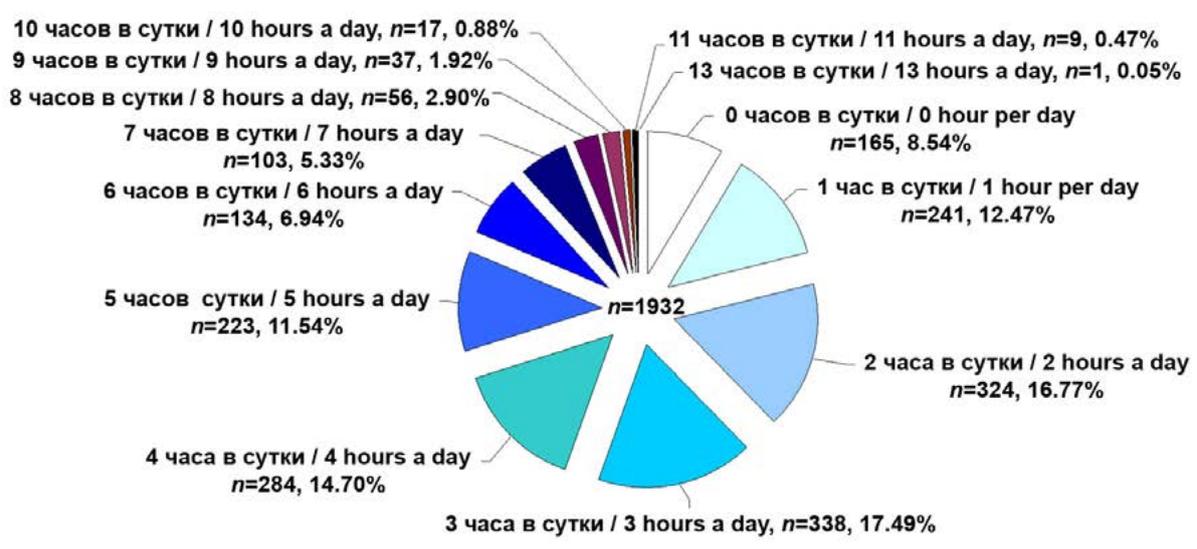
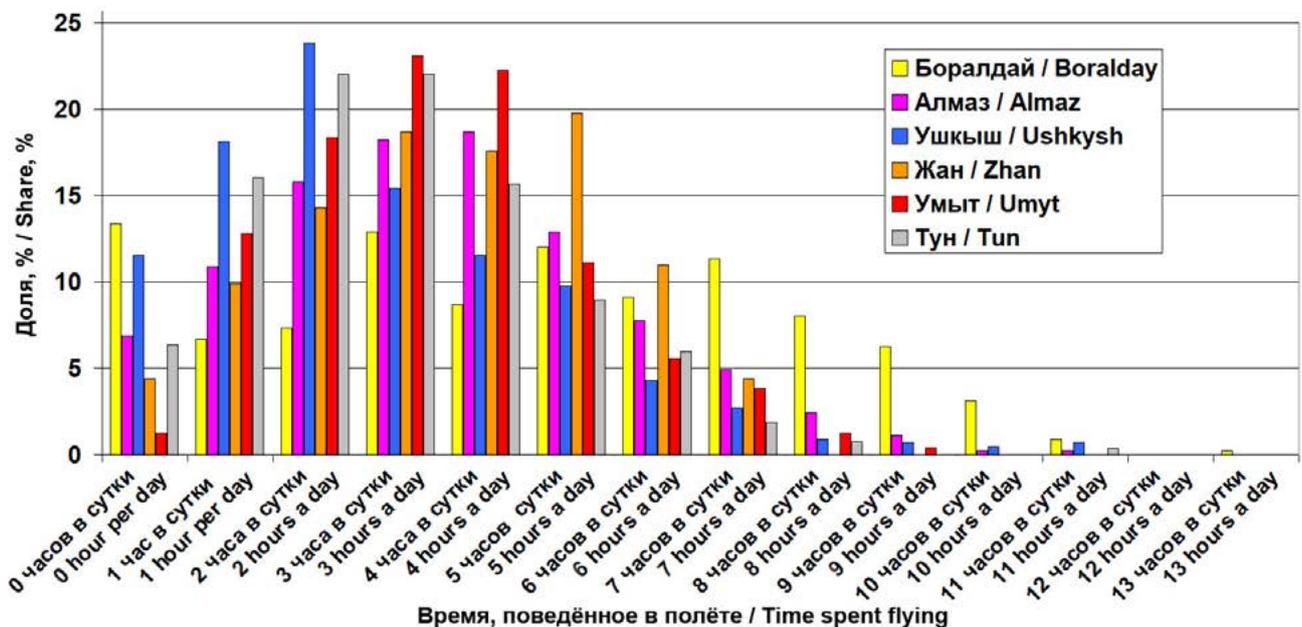


Рис. 22. Время, проведённое стервятниками в полёте, во время зимовки/летовки.

Fig. 22. Total flight duration for Egyptian Vultures during wintering/summering.

Табл. 11. Лётная активность стервятников во время зимовки/летовки (по всем локациям в движении без фильтрации по скорости полёта).
Table 11. Egyptian Vulture flight activity during wintering/summering (including all locations in motion without filtering by flight speed).

Событие / Event	22-14-1	22-1-1	22-1-1	22-2-1	10-24-2	10-28-2	Сумма или среднее / Sum or average Σ or ($M \pm SD$)
	Боралдай Boralday	Жан Zhan	Умыт Umyt	Алмаз Almaz	Тун Tun	Ушкыш Ushkysh	
Общее число дней отслеживания на зимовке/летовке / Total number of days of tracking in the wintering/summering area	449	91	234 ^c	449	268	441	1932
Число дней без полётов / Number of days without flights	60	4	3	30	17	51	165
Число дней с полётами / Number of days with flights	389	87	231	419	251	390	1767
Лётная активность, часы / Flight activity, hours	2036 (1999 ^a)	328	790	1581	784	1223	6742 (6705 ^a)
Лётная активность, часов/сутки (без учёта дней без полётов) / Flight activity, hours/day (excluding days without flights), n , $M \pm SD$ (min-max)	$n=389$ 5.23±2.59 (1–13) Median=5	$n=87$ 3.77±1.67 (1–7) Median=4	$n=231$ 3.42±1.68 (1–9) Median=3	$n=419$ 3.77±1.94 (1–11) Median=4	$n=251$ 3.12±1.68 (1–11) Median=3	$n=390$ 3.14±1.96 (1–11) Median=3	$n=1767$ 3.76±2.21 (1–13) Median=3
Лётная активность, часов/сутки (с учётом дней без полётов) / Flight activity, hours/day (including days without flights), n , $M \pm SD$ (min-max)	$n=449$ 4.53±3.0 (4.45 ^b) (0–13) Median=5	$n=91$ 3.60±1.81 (0–7) Median=4	$n=234$ 3.38±1.71 (0–9) Median=3	$n=449$ 3.52±2.09 (0–11) Median=3	$n=268$ 2.93±1.79 (0–11) Median=3	$n=441$ 2.77±2.1 (0–11) Median=2	$n=1932$ 3.44±2.36 (0–13) Median=3

Примечания / Notes:

^a Часы лётной активности Боралдая приведены без округления до часа 30-минутных отрезков трека / Hours of flight activity of Boralday are given without rounding to the 1 hour of the 30-minute track segments;

^b Лётная активность (в часах/сутки) приводится для 1999 часов налёта / Flight activity (in hours/day) is given for 1999 flight hours;

^c Из 253 полных дней отслеживания птицы на зимовке/летовке в течение 19 дней в мае не было локаций из-за технических проблем с трекером (2 июня трекер перестал работать) / For 253 days of tracking this bird in the wintering/summering area, in May there were no locations for 19 days due to technical problems with the tracker (the tracker stopped working on June 2).

торый фиксировал сумеречную и ночную активность у этой птицы, в отличие от других трекеров, запрограммированных на работу в течение светового дня. Боралдай чаще других стервятников перемещался и на более значительные дистанции, покрыв в течении года максимальную среди отслеживаемых стервятников площадь (MCP 166636 км²), но при этом и чаще проводил время на местах отдыха, не совершая полёты. Доля бесполётных дней у разных птиц варьировала от 1,28% (Умыт) до 13,36% (Боралдай) времени за период их отслеживания в зоне зимовки/летовки.

Временной диапазон лётной активности стервятников в норме вписывается в диапазон от 6:00 до 18:00 LMT, а 76,84% из 6705 локаций в полёте лежит между 9:00 и 16:00 LMT (рис. 23). Тем не менее, прослеживание Боралдая показало, что лётная активность в ночное время – с 19:00 до 05:00 LMT занимает 3,12% от общего вре-

(Agostini *et al.*, 2015), in Asia the Pamir-Alai mountains are the barrier that Kazakhstan EVs and eagles (Karyakin *et al.*, 2019; 2021), fly around from the west, crossing only the Hindu Kush at maximum altitudes. It is known that unfavorable wind conditions over the central Mediterranean Sea make it difficult for EVs to fly across the sea and have a detrimental effect on the survival of inexperienced juvenile birds (Agostini *et al.*, 2023). It is possible that in the conditions of the Pamir-Alai, as well as over seas, EV migration is limited by factors associated with the lack of thermals and unfavorable wind (or lack of wind), but this issue requires further study and modelling of migration conditions. Given that EVs can fly over mountains at high altitudes and against ground winds, as we see in the movements these Kazakh birds, this species' migration pattern through mountainous regions in Asia could be extremely interesting.

Birds can fly actively at altitudes of up to 8–9 km above sea level (Stewart, 1978;

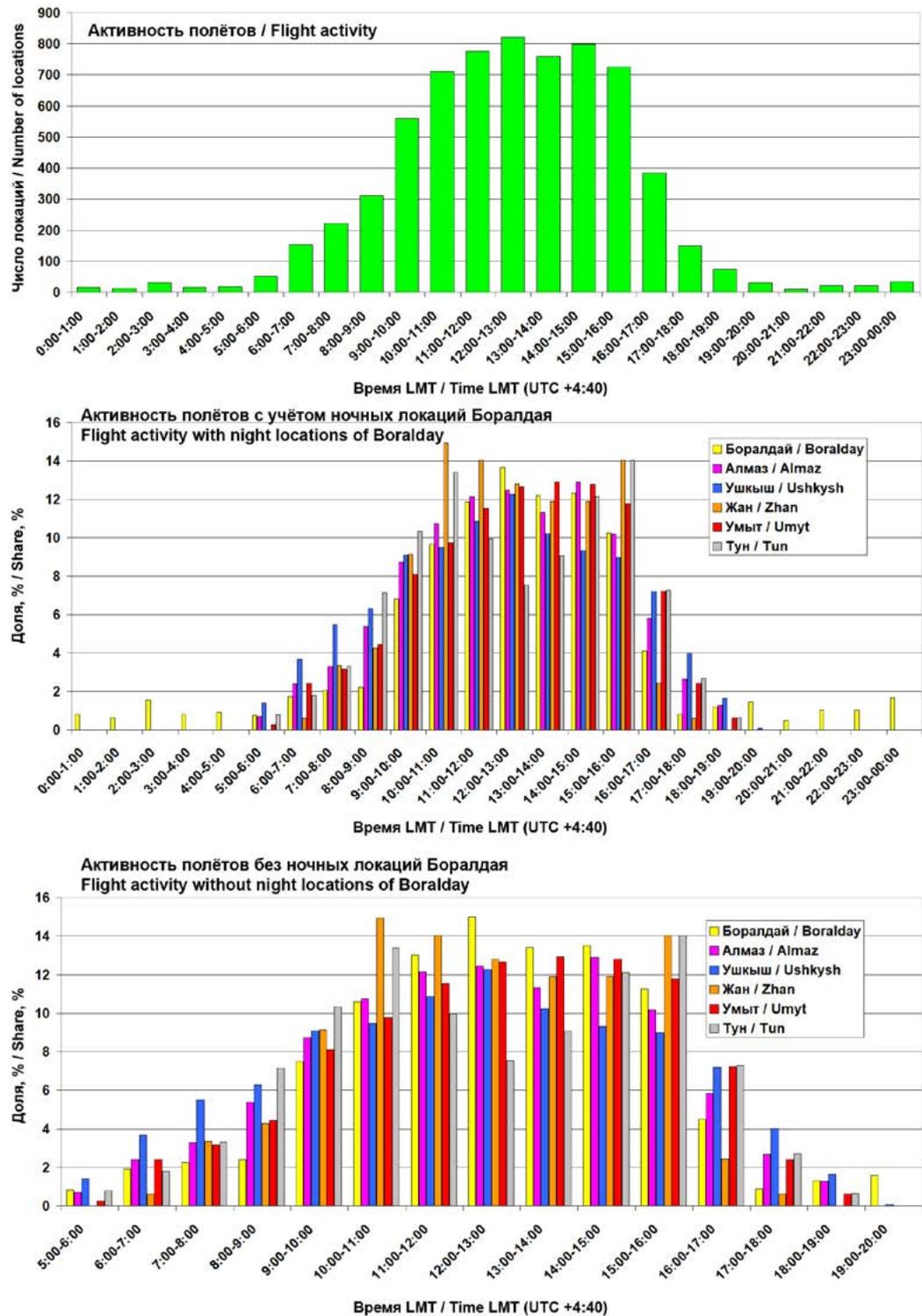


Рис. 23. Суточная активность полётов стервятников на зимовке/летовке. Приводится среднее солнечное время (Local Mean Time), которое для зоны зимовки/летовки составило $+4:50 \pm 0:13$ UTC.

Fig. 23. Daily flight activity of Egyptian Vultures during wintering/summering. Local Mean Time is given, which for the wintering/summering area was $+4:50 \pm 0:13$ UTC.

мени, затрачиваемого им на полёты. Судя по перемещениям, в основном это короткие перелёты между ночными насестами (деревья, опоры ЛЭП), реже парение, как мы уже отмечали выше, скорее всего, по причине испугивания людьми. Пик лётной

Williams, Williams, 1978; 1999; Liechti, Schaller, 1999; Lensink *et al.*, 2002), a fact clearly demonstrated by Kazakhstan EVs. But as altitude increases so does water loss, mainly due to increased respiration volume (Carmi *et al.*, 1992), so birds must compen-

активности у Боралдая и Ушкыша наблюдался в 12:00–13:00 LMT, хотя птицы проводили время в совершенно разных природных условиях. Умыт, зимовавшая на равнине Раджастана, также как и Боралдай, активно летала с 12:00 до 15:00 LMT – в этом диапазоне времени лежат 38,35% её локаций (по 13% локаций каждый час в указанном диапазоне времени). Другие стервятники, зимовавшие и летовавшие в Раджастане показали два пика дневной активности: Жан и Тун – в 10:00–11:00 и 15:00–16:00 LMT, Алмаз – в 12:00–13:00 и 14:00–15:00 LMT. В целом лётная активность птиц определялась расстоянием от мест дневного отдыха и ночёвки до мест кормёжки. На охраняемых территориях, таких как Джорбир на окраине Биканера, эти дистанции были минимальными, поэтому здесь птицы меньше перемещались между кормёжкой и ночевкой и могли вообще не проявлять лётную активность в течение суток, что мы видим, например, у Боралдая, который не совершал дальних полётов (далее 1 км) или продолжительного парения (более 30 мин) 60 дней из 449.

Какой-либо значимой разницы в параметрах перемещений и суточной активности стервятников разного пола в области зимовки/летовки не выявлено.

Фактически все длительные остановки стервятников в зоне зимовки/летовки были сосредоточены в районах с интенсивным выпасом и обилием ферм, а два «ядра» с наибольшей плотностью локаций нескольких птиц – к скотомогильнику в окрестностях Биканера (Джорбир) и свалке около Джодхпура (рис. 19, 21B, 21C, 21D).

Отслеживание Жана было прекращено во время зимовки, так как птица была поймана местными жителями в Пакистане и через месяц отпущена на свободу, но трекер с птицы был снят и передан спецслужбам, которые его уничтожили. Также в том же районе был пойман Боралдай, но через неделю был отпущен с трекером. Таким образом, можно считать, что первую зимовку все молодые стервятники пережили благополучно.

Во время летовки была потеряна связь с Умыт, так как её трекер перестал работать. Уже в мае 2023 г. появились симптомы, что трекер неисправен, так как он переставал присылать локацию дважды в общей сложности 19 дней, а 2 июня он замолчал. Также 27 июня 2023 г. была потеряна связь с Тун. Но в данном случае никаких симптомов неисправности трекера мы не наблюдали, поэтому можно предполагать,

сать за воду потерю энергии полёта, снижая затраты энергии и сокращая продолжительность полёта за счёт увеличения скорости движения. Повышение высоты полёта позволяет птицам летать быстрее в случае попутного ветра, потому что ветер сильнее на больших высотах (Pennycuik, 1978; Liechti, 2006), или воспользоваться тепловыми потоками. Использование тепловых потоков для подъёма на большие высоты позволяет soaring птицам скользить быстрее под более крутым углом, и поэтому летать дальше с меньшими затратами энергии (Horvitz *et al.*, 2014). Египетские грифы продемонстрировали миграционную стратегию, которая не зависит от попутных ветров – они регулярно поднимаются на большие высоты в тепловых потоках и скользят вниз на протяжении всей миграции, особенно над высокими горами и пустынями.

Soaring птицы постоянно вовлечены в процесс восхождения и выхода из тепловых потоков, используя критерии для определения высот над землёй, на которых они должны покинуть тепловой поток (Harel, Nathan, 2018). Тем не менее, низкая частота отчётов местоположения с трекеров означает, что мы всё ещё практически ничего не знаем о факторах, влияющих на время начала восхождения и где и когда покинуть тепловой поток; закрытие этого пробела является задачей для будущих исследований.

Основными причинами смертности среди мигрирующих EVs, принадлежащих к европейским популяциям, были неудачные попытки пересечь Средиземное море, отравление, смерть на линиях электропередач, и стрельба охотниками (Oppel *et al.*, 2016; 2021; Buechley *et al.*, 2021). Высокая смертность во время первой осенней миграции молодых EVs из Дагестана (русской части Кавказа) (Karyakin *et al.*, 2018), более общими, европейские популяции этого вида обычно испытывают меньшую смертность во время миграции (Oppel *et al.*, 2016). Несмотря на это, миграция связана с более низкой выживаемостью молодых европейских EVs (Buechley *et al.*, 2021), чего мы не наблюдали при отслеживании казахских EVs. Высокая выживаемость казахских EVs, мигрирующих в WCHMC, облегчается отсутствием крупных водных барьеров и слабым развитием энергетической инфраструктуры на фоне низкой плотности человеческих поселений. Таким образом, предполагается, что смертность во время миграции среди EVs из центральноазиатских популяций минимальна, а основная смертность происходит в фиксированных зонах (местах размножения и зимовки) в пределах их ареала.

В зимовочной зоне, в антропогенной саванне в Раджастане, подобной тем, что в африканских зимовочных зонах, казахские EVs продемонстрировали довольно большие домашние ареалы, ex-



Ночёвка стервятников на опоре ЛЭП (вверху) и место кормёжки на скотомогильнике Джорбир, близ Биканера (внизу). Фото И. Карякина.

Egyptian Vultures night point on the power pole (upper) and feeding place at the Jorbir cattle burial ground, near Bikaner (bottom). Photos by I. Karyakin.

ceeding those in Africa, which had been considered maximum in size (5000–90,000 km², Nikolov *et al.*, 2016). At the same time, the bird Ushkysh, wintering in the Himalayas, had a small home range comparable to that of birds from Caucasian populations (1851–9921 km² in accordance the 95% dynamic Brownian-bridge movement model), also wintering mainly in desert mountains (Buechley *et al.*, 2018a; Karyakin *et al.*, 2018). But the potential wintering zone area for EVs in the Himalayas is much smaller than that of the desert zone in the lower and middle parts of the Indus basin, indicating that these conditions are not the main ones for most of Kazakhstan's EVs. Consequently, the large home ranges of Kazakhstan's EVs wintering on the plain in the Indus basin can be considered the population norm.

EVs encounter a range of threats due to fairly their extensive movements in wintering and summering areas. The question arises: what benefits does the population gain young EVs remain in low latitudes for long periods (1.5–3 years)? There is an assumption that the long stay of EVs in the wintering area is evolutionarily due to the increased survival of birds that spent more time (up to sexual maturity) south of their breeding range. It has been shown in European EV populations that the increased mortality of young birds during migration is offset by their greater survival resulting from not breeding at lower latitudes (Buechley *et al.*, 2021). Even if setting anthropogenic mortality aside, we see increased mortality in young European birds crossing the Mediterranean Sea, which is not a factor in Asia. It is very likely that for northern Central Asian EV populations, increased survival of young birds in wintering conditions compensates for the harm suffered by the birds in natal areas (as opposed to during migration), primarily from larger feathered predators (Golden Eagle *Aquila chrysaetos*, Eagle Owl *Bubo bubo*), and avoids competition with breeding birds against a backdrop of inadequate food resources. Therefore, an evolutionary acquisition for EVs of a long wintering area stopover prior to sexual maturity may have nothing to do with migration.

что птица погибла вне зоны GSM, хотя никаких доказательств гибели птицы нет. Таким образом, несмотря на потерю связи с тремя птицами из 6 в течение года, мы не имеем доказательств их смерти.

Обсуждение

Весьма вероятно, что старт миграции ювенильных стервятников определяется прекращением кормления взрослыми птицами в течение нескольких дней. Это хорошо видно по выводку стервятников с гнезда № 22-1-1. Здесь старший птенец (самец Жан) 3 сентября переместился на 10 км от гнезда и, проведя там 4 дня, 8 сентября вернулся на гнездо. Вся активность родителей была сконцентрирована вокруг старшего птенца, а младший птенец (самка Тун) с гораздо меньшим лётным опытом, остался один на гнезде и начал миграцию 6 сентября, на третий день отсутствия старшего сибса и родителей на гнезде (через 2 недели после оставления гнезда и на 5-й день после своего первого дальне-

го полёта). Жан начал миграцию, покинув гнездовую скалу 20 сентября в 11 часов, а последняя регистрация взрослого стервятника на этом гнездовом участке отмечена нами визуально 21 сентября в 18:30.

Предполагая, что взрослые птицы за несколько дней до отлёта прекращают кормление слётков, мы делаем вывод, что это определяет отлёт слётков с участков на несколько дней раньше отлёта самих взрослых птиц. Но, так как разница в сроках миграции молодых и взрослых птиц получается небольшая, в отличие, например, от осоедов (*Pernis apivorus*), у которых молодёжь мигрирует на 2–3 недели позже взрослых птиц (Schmid, 2000; Hake *et al.*, 2003; Vansteelant *et al.*, 2017a), то у молодых стервятников есть возможность ориентироваться во время миграции на других неродственных взрослых птиц. Последнее отмечено для разных видов парителей, таких как змеяеды, степные орлы, орлы-могильники и подорлики, крупные падальщики, а также для стервятников из европейских популяций (см. Panuccio *et al.*, 2012; Oppel *et al.*, 2015; Mellone *et al.*, 2016; Meyburg *et al.*, 2017). Это, по идее, должно определять высокую выживаемость молодёжи во время движения в тех же миграционных коридорах и в то же время, когда летят взрослые птицы. Что, собственно мы видим, по помеченным казахстанским стервятникам, из которых никто не погиб в ходе миграции. Тун, начав миграцию в неверном направлении (на восток вдоль Киргизского хребта), вероятно, встретив мигрирующих стервятников, развернулась и полетела в верном направлении. В противном случае её полёт на восток мог бы закончиться неблагоприятно.

Факторами, определяющими низкий уровень гибели молодых стервятников из Казахстана в период их первой осенней

Contemporary EV mortality stemming from anthropogenic causes greatly distorts the picture of survival at different periods of life in this species. The delicate balance between the costs and benefits of long residency by young EVs in wintering areas may be upset by increased anthropogenic mortality at low latitudes that may reduce this period (Buechley *et al.*, 2021). It is too early to predict how this will affect EV survival in general. Even now, the balance of survival is probably shifted favor of the natal region and migration for Central Asian EV populations, while the maximum loss of birds is observed in wintering grounds, mainly in India.

The EV population in India, where the main wintering grounds for Kazakhstan's EVs are concentrated, continues to decline. Despite some optimism in assessing species population dynamics after the diclofenac ban (see Galligan *et al.*, 2014), the trend remains negative (SolB 2023, Fig. 24). This means that sooner or later the decline in numbers will become noticeable in the species breeding grounds in Kazakhstan, where so far abundance over the past 20 years has been assessed as stable (Karyakin *et al.*, 2022; 2023). It is possible that, against the backdrop of increased EV mortality in the wintering area, birds that migrate back to the natal area in the first year will benefit. At the least, registrations of such birds in the breeding range in Kazakhstan is occurring (Cubin, 2023; Kovalenko, 2023; Pulikova, 2023), and, probably, increasing in frequency.

The main threats facing EVs are considered to be poisoning and mortality at energy infrastructure facilities (Botha *et al.*, 2017), where birds die both from electric shock and as a result of collisions with wires (Angelov *et al.*, 2013; Dobrev *et al.*, 2016; Bohra, Vyas, 2021; Martín–Martín *et al.*, 2022). This threat category includes collisions of EVs with turbine blades at wind farms (Donázar *et al.*, 2007), but there is very little data on the death of EVs at wind farms, so the impact this factor has on EV global populations is still completely unclear.

Wind farms are cited as a serious threat to the EV in Greece (Kret *et al.*, 2016; Saravia



Молодые и взрослые стервятники и азиатские белошейные аисты (*Ciconia episcopus*) кормятся на сельскохозяйственных угодьях в Индии. Фото И. Карякина.

Juvenile and adult Egyptian Vultures and Asian Woolly-necked Storks (*Ciconia episcopus*) feed on farmland in India. Photo by I. Karyakin.

миграции, являются её стремительность с минимальным количеством остановок и полёт на больших высотах.

Миграция стервятников из европейских популяций проходит также как и казахстанских птиц в достаточно сжатые сроки в сентябре (Bougain, Oppel, 2016; Николов и др., 2016; Buechley *et al.*, 2018b; Карякин и др., 2018), но продолжительность миграции европейских птиц больше, чем казахстанских. Большинство стервятников в период миграции пытаются как можно быстрее достичь мест зимовки и многие из них заканчивают свою миграцию, не используя известных мест концентрации птиц в последгнездовой период (Oppel *et al.*, 2015). Такое поведение показано для птиц из западноевропейских (López-López *et al.*, 2014), балканских (Bougain, Oppel, 2016; Николов и др., 2016), закавказских (Buechley *et al.*, 2018a) и северокавказских (Карякин и др., 2018) популяций. Аналогичным образом выглядит поведение казахстанских стервятников.

Несмотря на известную склонность стервятников образовывать скопления на свалках или в местах с интенсивным выпасом копытных (Дементьев, 1951; Mundy *et al.*, 1992; Donazar *et al.*, 1996), и связь остановок мигрантов из европейских популяций со свалками (Oppel *et al.*, 2015; Карякин и др., 2018), мы не заметили каких-либо значительных свалок в местах остановки казахстанских стервятников. Практически все точки остановок этих птиц были связаны с культивируемыми сельхозугодиями и пастбищами с невысокой плотностью животноводческих стоянок. На известной нам территории Казахстана стервятники наоборот избегали остановки на крупных полигонах бытовых отходов, скотомогильниках и свалках фабрик по переработке животной продукции (птицефабрики, мясокомбинаты, заводы по производству костной муки), где в период миграции концентрируются орлы (*Aquila* sp.) и крупные падальщики (*Cypus* sp., *Aegypius monachus*). Таким образом, избегание стервятниками остановок на свалках и в прочих местах концентрации хищных птиц во время миграции может способствовать её большей успешности.

Сравнение основных параметров миграции (длина трека, линейная дистанция, прямолинейность, продолжительность, ежедневное пройденное расстояние) казахстанских стервятников с таковыми из других популяций (см. табл. 12) показывает, что их миграция по продолжительности

et al., 2016). Studies in Spain have shown that wind farms located closer than 15 km from EV nests increase nesting bird mortality and, in the long term, increase the likelihood of extinction of the species in Spain (Carrete *et al.*, 2009). It can be assumed that the increasing development of windpower infrastructure in the WCHMC, through which EVs migrate, will damage the Kazakhstan population. But there is one aspect that can mitigate the issue. Analysis of the altitude range above the terrain surface in which EVs migrate showed that they fly predominantly above the movement zone of modern wind turbine rotors, meaning they avoid collisions with wind farms during seasonal migrations. The risk of collisions increases greatly during movements in the natal region and in the wintering zone, where EVs undertake short feeding flights at lower altitudes, as well as in places of migration stops, the bulk of which, as a result of tracking Kazakhstan's EVs, were identified mainly in Kazakhstan and the foothill zone at the junction of Uzbekistan, Tajikistan, Kyrgyzstan, and Kazakhstan (see Fig. 9). Therefore, it is extremely important for the conservation of this species to limit the construction of wind farms in places where EVs are concentrated in fixed localities in their range.

To limit the construction of wind farms in EV nesting areas, at migration stopover sites, and in wintering zones, a future task is to identify specific buffer zones for each type of site on the basis of parameters for bird movements.

Acknowledgements

Egyptian Vulture were tagged with trackers during fieldwork supported by the Trevor Poyser Species Conservation Fund through the Ornithological Society of the Middle East (OSME)⁷³, Global Greengrants Fund⁷⁴, Critical Ecosystem Partnership Fund (CEPF)⁷⁵, and partner organization Eurasian Wildlife and Peoples (USA)⁷⁶ within the framework of the project "Endangered Raptors Conservation on the Indo-Palaeartic Migration Flyway". One tracker was provided by Sibecocenter LLC (Novosibirsk, Russia).

The authors thank the director of Biodiversity Research and Conservation Center (BRCC)⁷⁷ Nurlan Ongarbaev for his assistance in organizing expeditions in Kazakhstan, fieldwork participants Kordian Bartoszuk, Dau Lal Bohra, Alexander Milezhik, and Bauyrzhan Utebaev. Special thanks to Jennifer Castner for editing the English text of the article.

Табл. 12. Параметры миграции ювенильных стервятников из 5 разных популяций Европы и Азии. Для данных приводятся медиана (мин–макс).

Table 12. Migration parameters for juvenile Egyptian Vultures from 5 different populations in Europe and Asia. Data are reported as median (min–max).

Параметры миграции Migration parameters	Западная Европа Western Europe	Балканы Balkans	Кавказ Caucasus	Израиль Israel	Каратау (Казахстан) Karatau (Kazakhstan)
<i>n</i>	11	9	2	2	6
Дата начала / Start date	09/09 (13/08–09/10)	12/09 (07/09–22/09)	21/09 (17/09–25/09)	30/08 (29/08–19/09)	13/09 (05/09–23/09)
Дата завершения / End date	09/10 (17/09–22/11)	16/10 (27/09–13/11)	12/10 (04/10–20/10)		29/09 (21/09–05/10)
Продолжительность, дни Duration, days	34 (14–77)	27 (18–60)	20 (16–25)	18 (12–24)	16 (13–28)
Линейная дистанция, км Direct distance, km	3021 (2641–3370)	3404 (3237–4136)	3424 (2789–4058)	2642 (2635–2649)	1725 (1160–1893)
Протяжённость маршрута, км Cumulative distance, km	3792 (3129–4724)	5281 (4147–6856)	3830 (2986–4675)	3297 (2987–3607)	2667 (2039–3996)
Прямолинейность Straightness	0.79 (0.69–0.95)	0.65 (0.53–0.82)	0.90 (0.87–0.93)	0.81 (0.73–0.89)	0.62 (0.47–0.74)
Ежедневная дистанция, км/ сутки / Daily distance, km/day	113 (61–250)	183 (105–251)	187	200 (150–249)	162 (143–207)
Источник / Source	Phipps <i>et al.</i> , 2019	Phipps <i>et al.</i> , 2019	Phipps <i>et al.</i> , 2019	Phipps <i>et al.</i> , 2019	наши данные / our data

самая короткая, сравнимая с таковой птиц из Израиля, но ещё короче по расстоянию от мест гнездования до мест зимовки как по прямой, так и по треку. В то же время, треки казахстанских птиц не прямолинейны, близки к таковым балканских стервятников, что связано с тем, что птицам из обеих популяций приходится огибать ландшафтные барьеры. И если в Европе такими барьерами являются преимущественно моря, которые парящие хищники обычно не хотят пересекать из-за ограниченного теплового подъема (Agostini *et al.*, 2015), то в Азии – это горы Памиро-Алая, которые казахстанские стервятники, также как и орлы (Карякин и др., 2019; 2021), обходят с запада, пересекая на максимальных высотах только Гиндукуш. То, что неблагоприятные ветровые условия над центральной частью Средиземного моря усложняют перелёт стервятников через море и пагубно влияют на выживание неопытных ювенильных птиц, известно (Agostini *et al.*, 2023). Возможно, в условиях Памиро-Алая, также как и над морями, ограничивают миграцию стервятников факторы, связанные с недостатком или непостоянством термиком и неблагоприятным ветром (или отсутствием ветра), но этот вопрос требует дальнейшего изучения и моделирования условий миграции. Учитывая то, что стервятники могут лететь через горы на больших высотах и против приземного ветра, что мы видим по перемещению казахстанских птиц, модель миграции этого вида через горные районы Азии может быть крайне интересной.

Птицы могут активно летать на высоте до 8–9 км над уровнем моря (Stewart, 1978; Williams, Williams, 1978; 1999; Liechti,

Schaller, 1999; Lensink *et al.*, 2002), что казахстанские стервятники хорошо продемонстрировали. Но с высотой увеличивается потеря воды, главным образом из-за увеличения объёма дыхания (Carmi *et al.*, 1992), поэтому птицы должны компенсировать потери воды снижением энергозатрат на перелёт и сокращением его длительности за счёт увеличения скорости перемещения. Увеличение высоты полёта позволяет птицам лететь быстрее в случае попутного ветра, потому что ветер сильнее на больших высотах (Pennycuik, 1978; Liechti, 2006), либо использовать термические потоки. Подъём на большие высоты в случае использования термиком позволяет парящим птицам планировать быстрее под более крутым углом, а, следовательно, пролетать дальше с меньшими энергетическими затратами (Horvitz *et al.*, 2014). Стервятники продемонстрировали стратегию миграции без опоры на попутный ветер – они регулярно поднимались на большие высоты в термиках и планировали вниз на всём протяжении миграции, особенно над высокими горами и пустынями.

Парители постоянно участвуют в процессе подъёма на термиках и выхода из них, по каким-то критериям определяя высоты над землёй, на которых им следует покинуть термик (Harel, Nathan, 2018). Но из-за малой частоты локаций от треков мы до сих пор практически ничего не знаем о факторах, которые определяют выбор птицей момента, в котором надо начинать подъём и где и когда выходить из термика, и закрыть этот пробел задача будущих исследований.

Основными причинами смертности ми-

грирующих стервятников из европейских популяций были неудачные попытки преодолеть Средиземное море, отравление, гибель на ЛЭП и отстрел охотниками (Oppel *et al.*, 2016; 2021; Buechley *et al.*, 2021). Несмотря на высокий уровень отхода во время первой осенней миграции молодых стервятников из Дагестана (Российская часть Кавказского региона) (Карякин и др., 2018), в целом для европейских популяций этого вида, была характерна менее значительная смертность на миграции (Oppel *et al.*, 2016). Тем не менее, именно с миграцией связана более низкая выживаемость молодых европейских стервятников (Buechley *et al.*, 2021), что мы не увидели при прослеживании казахстанских птиц. Высокой выживаемости казахстанских стервятников, мигрирующих в ЗЦГМК, способствует отсутствие крупных водных преград и слабое развитие энергетической инфраструктуры на фоне низкой плотности человеческих поселений. Поэтому есть предположение, что отход стервятников из среднеазиатских популяций в период миграции минимален и основная смертность птиц происходит в стационарных зонах ареала (места гнездования и места зимовки).

В зоне зимовки казахстанские стервятники, осевшие в Раджастане, в условиях антропогенной саванны, близкой к таковой на Африканских зимовках, показали достаточно большие площади индивидуальных территорий, превышающие таковые в Африке, которые считались максимальными (от 5 до 90 тыс. км², Николов и др., 2016). В то же время Ушкыш в предгорьях Гималаев имел индивидуальную территорию малой площади, сравнимую с таковой птиц из кавказских популяций (1851–9921 км² в соответствии с 95% dynamic Brownian-bridge movement model), зимующих также в основном в условиях пустынных гор (Buechley *et al.*, 2018a; Карякин и др., 2018). Но площадь зоны потенциальной зимовки стервятников в низкогорьях Гималаев значительно меньше таковой пустынной зоны нижней и средней части бассейна Инда, а значит, эти условия не являются основными для большей части казахстанских птиц. Следовательно, большие по площади индивидуальные участки казахстанских стервятников, зимующих на равнине в бассейне Инда, можно считать популяционной нормой.

Из-за достаточно обширных перемещений в области зимовки/летовки стервятники сталкиваются с различными угрозами. Возникает вопрос: какие выгоды популя-

ция приобретает от того, что молодёжь остаётся в низких широтах на длительный срок (1,5–3 года)? Имеется предположение, что длительная остановка стервятников в зоне зимовки эволюционно обусловлена повышенной выживаемостью птиц, проводивших большее время (вплоть до половой зрелости) южнее своего гнездового ареала. На европейских популяциях стервятников показано, что повышенный уровень смертности молодых птиц во время миграции компенсируется более высокой их выживаемостью без размножения в более низких широтах (Buechley *et al.*, 2021). Даже если отбросить антропогенную смертность, мы видим повышенную смертность молодых европейских птиц при пересечении Средиземного моря, чего нет в Азии. Весьма вероятно, что для северных центральноазиатских популяций стервятников повышенная выживаемость молодых в условиях зимовки компенсирует урон, понесённый птицами не на миграции, а в natalной области, в первую очередь от более крупных пернатых хищников (беркут *Aquila chrysaetos*, филин *Bubo bubo*), а также избавляет от конкуренции с размножающимися птицами на фоне недостатка кормового ресурса. Поэтому такое эволюционное приобретение стервятниками, как длительная остановка в зоне зимовки до половой зрелости, может быть никак не связана с миграциями. Современная смертность стервятников по антропогенным причинам сильно искажает картину выживаемости в разные периоды жизни у этого вида. Хрупкий баланс между издержками и выгодами от длительного пребывания молодых стервятников в зоне зимовки может быть нарушен из-за увеличения антропогенной смертности в низких широтах, что может сказаться на сокращении этого периода (Buechley *et al.*, 2021). И пока мы не можем спрогнозировать, как это скажется на выживании стервятников в целом. Уже сейчас для центральноазиатских популяций стервятников баланс выживаемости, вероятно, смещён в сторону natalной области и миграции, а максимальный отход птиц наблюдается на зимовках, преимущественно в Индии.

Популяция стервятника в Индии, где сосредоточены основные зимовки казахстанских птиц, продолжает сокращаться. Несмотря на некоторый оптимизм в оценке динамики численности вида после запрета диклофенака (см. Galligan *et al.*, 2014), тренд остаётся негативным (SolB 2023, рис. 24). А значит, рано или поздно спад численности станет ощутимым и в местах гнездования вида в Казахста-

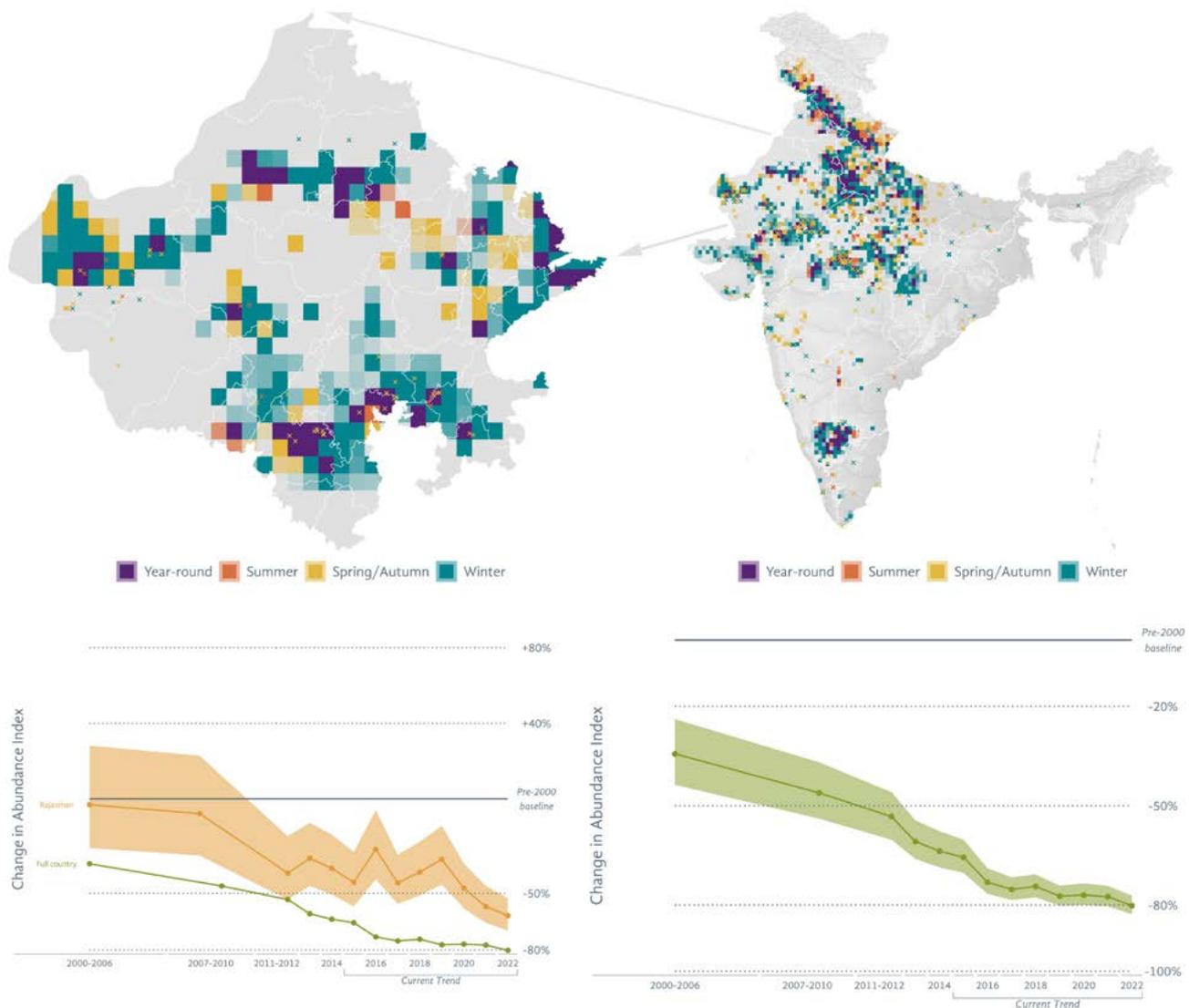


Рис. 24. Динамика численности стервятника в Индии в целом и в Раджастане в частности по данным SolB, 2023.

Fig. 24. Egyptian Vulture population dynamics in India in general and in Rajasthan in particular according to SolB, 2023.

не, где пока численность за последние 20 лет оценивается как стабильная (Карякин и др., 2022; Karyakin *et al.*, 2023). Возможно, что на фоне повышенной смертности стервятников в зоне зимовки, выгоду получают птицы, которые уже в первый год мигрируют обратно в натальную область. По крайней мере, регистрации таких птиц в гнездовом ареале в Казахстане имеют место (Губин, 2023; Коваленко, 2023; Пуликова, 2023), и, вероятно, частота встреч с ними растёт.

Основными угрозами для стервятника считаются отравление и смертность на объектах энергетической инфраструктуры (Botha *et al.*, 2017), на которых птицы гибнут как от поражения электротоком, так и в результате столкновений с проводами (Angelov *et al.*, 2013; Dobrev *et al.*, 2016; Bohra, Vyas, 2021; Martín-Martín *et al.*, 2022). В эту же категорию угроз включены

столкновения стервятников с лопастями ВЭС (Donázar *et al.*, 2007), но данных по гибели стервятников на ВЭС крайне мало, поэтому пока совершенно непонятно влияние уровня гибели на ВЭС на популяции стервятников в глобальном масштабе.

ВЭС, как серьёзная угроза для стервятника, приводится для Греции (Kret *et al.*, 2016; Saravia *et al.*, 2016). Исследованиями в Испании показано, что ВЭС, расположенные ближе, чем на 15 км к гнёздам стервятника, увеличивают смертность гнездящихся птиц и в долгосрочной перспективе увеличивают вероятность вымирания вида в Испании (Carrete *et al.*, 2009). Можно предполагать, что развивающаяся инфраструктура ВЭС в ЗЦГМК, по которому мигрируют стервятники, будет наносить урон казахстанским популяциям. Но есть один момент, который может сгладить проблему. Анализ высотности

го диапазона над поверхностью земли, в котором мигрируют стервятники, показал, что они летят преимущественно выше зоны движения роторов современных ветрогенераторов, а значит, избегают столкновений с ВЭС во время сезонных миграций. Опасность столкновений сильно возрастает лишь во время перемещений в нательной области и в зоне зимовки, где стервятники совершают короткие кормовые перелёты на более низких высотах, а также в местах остановок на миграции, основная масса которых в результате прослеживания казахстанских птиц выявлена преимущественно в Казахстане и предгорной зоне на стыке Узбекистана, Таджикистана, Кыргызстана и Казахстана (см. рис. 9). Поэтому крайне важно для сохранения этого вида ограничить строительство ВЭС в местах концентрации стервятников в стационарных локалитетах ареала.

Для ограничения строительства ВЭС в местах гнездования стервятников, на местах остановок во время миграции и в местах концентрации на зимовках необходима разработка специфических буферных зон для каждого локалитета, которую можно сделать на основании параметров перемещения птиц, что должно стать отдельной задачей на будущее.

Благодарности

Мечение стервятников трекерами осуществлялось в ходе полевой работы, поддержанной Фондом сохранения видов Тревожа Пойзера (Trevor Poyser Species Conservation Fund) через Орнитологическое общество Ближнего Востока (OSME)⁷³, Фонда ГГФ (Global Greengrants Fund)⁷⁴, Фонда сотрудничества для сохранения экосистем, находящихся в критическом состоянии / The Critical Ecosystem Partnership Fund (CEPF)⁷⁵, а также организации-партнёра Eurasian Wildlife and Peoples (США)⁷⁶ в рамках проекта «Сохранение угрожаемых видов пернатых хищников на Индо-Палеарктическом миграционном пути» (“Endangered Raptors Conservation on the Indo-Palaearctic Migration Flyway”). Один из трекеров был предоставлен ООО «Сибэкоцентр» (Новосибирск, Россия).

Авторы благодарят директора Общественного фонда «Центр изучения и сохранения биоразнообразия» (BRCC)⁷⁷

Нурлана Онгарбаева за помощь в организации экспедиций в Казахстане, участников полевых работ Кордиана Бартошука (Kordian Bartoszuk), Дау Лал Бора (Dau Lal Bohra), Александра Милежика, Бауыржана Утебаева. Отдельная благодарность Дженнифер Кастнер за редакцию английского текста статьи.

Литература / References

Бартошук К. Регистраторы данных компании «Aquila» и система поддержки научных исследований «AquilaSystem». – Хищные птицы Северной Евразии. Проблемы и адаптации в современных условиях: материалы VII Международной конференции РГСС, г. Сочи, 19–24 сентября 2016 г. / Отв. ред. В.П. Белик. Ростов-на-Дону: изд. Южного федерального университета, 2016. С. 19 [Bartoszuk K. Scientific research support system and dataloggers by the «Aquila» company. – Birds of prey in the Northern Eurasia. Problems and adaptations in current environment: proceedings of the VII International Conference, Sochi, 19–24 September, 2016 / V.P. Belik Ed. Rostov-on-Don: Southern Federal University, 2016: 20.] URL: <http://rrcn.ru/ru/archives/27385> Дата обращения: 13.12.2023.

Губин Б. Стервятник *Neophron percnopterus* (Linnaeus, 1758). [Gubin B. Egyptian Vulture *Neophron percnopterus* (Linnaeus, 1758).] 2018-05-18. – Kazakhstan birdwatching community. 2023.] URL: <https://kz.birds.watch/v2photo.php?l=en&s=009901180&n=1&t=118&p=5&sortby=1&sort=desc&saut=all&si=kaz> Дата обращения: 13.12.2023.

Дементьев Г.П. Отряд хищные птицы: Accipitres или Falconiformes. – Птицы Советского Союза. Т. 1. М.: Сов. Наука, 1951. С. 70–341. [Dementiev G.P. Birds of prey: Accipitres or Falconiformes. – Birds of the Soviet Union. Vol. 1. Moscow, 1951: 70–341. (in Russian)]. URL: <http://rrcn.ru/ru/archives/14389> Дата обращения: 13.12.2023.

Зиневич Л.С., Рожкова Д.Н., Николенко Э.Г., Шнайдер Е.П., Карякин И.В. Определение пола и другие рутинные ПЦР-анализы в исследованиях хищных птиц. – Пернатые хищники и их охрана. 2018. Спецвып. 1. С. 208–210. [Zinevich L.S., Rozhkova D.N., Nikolenko E.G., Shnyder E.P., Karyakin I.V. Molecular Sexing and Other PCR Routines in Raptors Research. – Raptors Conservation. 2018. Suppl. 1: 208–210.] URL: <http://rrcn.ru/ru/archives/32734> Дата обращения: 13.12.2023.

Карякин И.В. Пернатые хищники (методические рекомендации по изучению соколообразных и совообразных). Нижний Новгород: Издательство «Поволжье», 2004. 351 с. [Karyakin I.V. Raptors (manuals on surveys of birds of prey and owls). Nizhniy Novgorod: Publishing House “Po-

⁷³ <http://osme.org>

⁷⁴ <http://www.greengrants.org>

⁷⁵ <http://www.cepf.net>

⁷⁶ <http://www.ewandp.org>

⁷⁷ <http://www.brcc.kz>

volzhie", 2004: 1–351 (in Russian.) URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/11151> Дата обращения: 13.12.2023.

Карякин И.В., Бекмансуров Р.Х., Николенко Э.Г., Джамирзоев Г.С. Результаты мониторинга гнездовой группировки стервятников на хребте Нарат-Тюбе и прослеживания с помощью GPS/GSM-трекеров несовершеннолетних стервятников из этой группировки (Республика Дагестан, Россия). – Пернатые хищники и их охрана. 2018. № 36. С. 108–135. [Karyakin I.V., Bekmansurov R.H., Nikolenko E.G., Dzhampirzoev G.S. Monitoring Results from the Breeding Group of Egyptian Vulture at Narat-Tyube Ridge and GPS/GSM Tracking Data from Juvenile Egyptian Vultures (Republic of Dagestan, Russia). – Raptors Conservation. 2018. 36: 108–135. DOI: 10.19074/1814-8654-2018-36-108-135.] URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/30527> Дата обращения: 13.12.2023.

Карякин И.В., Николенко Э.Г., Бакка С.В. 2017. Параметры особо защитных участков леса для хищных птиц – какими они должны быть, чтобы обеспечить сохранение гнездовых участков? – Пернатые хищники и их охрана. 2017. № 35. С. 74–175. [Karyakin I.V., Nikolenko E.G., Bakka S.V. Size of Specially Protected Forest Sites for Raptors: What Size of These Sites Should be for Protect the Raptor's Breeding Territories? – Raptors Conservation. 2017. 35: 74–175.] DOI: 10.19074/1814-8654-2017-35-74-175 URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/30073> Дата обращения: 13.12.2023.

Карякин И.В., Николенко Э.Г., Шнайдер Е.П., Зиневич Л.С., Пуликова Г.И., Андреевкова Н.Г., Бартошук К., Хорват М., Юхаш Т., Проммер М. Развитие ветроэнергетики в Восточном Казахстане угрожает мигрирующим орлам. – Пернатые хищники и их охрана. 2021. № 43. С. 108–213. [Karyakin I.V., Nikolenko E.G., Shnayder E.P., Zinevich L.S., Pulikova G.I., Andreyenkova N.G., Bartoszuk K., Horváth M., Juhász T., Prommer M. Wind power development in Eastern Kazakhstan threatens migration of eagles. – Raptors Conservation. 2021. 43: 108–213.] DOI: 10.19074/1814-8654-2021-43-108-213 URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/34356> Дата обращения: 13.12.2023.

Карякин И.В., Николенко Э.Г., Шнайдер Е.П., Зиневич Л.С., Пуликова Г.И., Бартошук К., Хорват М., Юхаш Т., Агабабян К., Андреевкова Н.Г. Результаты GPS/GSM-трекинга ювенильных степных орлов из России и Казахстана. – Пернатые хищники и их охрана. 2019. № 39. С. 71–227. [Karyakin I.V., Nikolenko E.G., Shnayder E.P., Zinevich L.S., Pulikova G.I., Bartoszuk K., Horvath M., Juhász T., Aghababyan K., Andreyenkova N.G. Results of the GPS/GSM-Tracking of Juvenile Steppe Eagles from Russia and Kazakhstan. – Raptors Conservation. 2019. 39: 71–227.] (ISSN 1814-8654). DOI: 10.19074/1814-8654-2019-39-71-227 URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/33119> Дата обращения: 13.12.2023.

Карякин И.В., Николенко Э.Г., Шнайдер Е.П., Проммер М. Результаты GPS/GSM-трекинга ювенильных балобанов в Алтае-Саянском регионе. – Пернатые хищники и их охрана. 2018. № 37. С. 166–229. [Karyakin I.V., Nikolenko E.G., Shnayder E.P., Prommer M. Results of the GPS/GSM-Tracking of Juvenile Saker Falcons in the Altai-Sayan Region, Russia. – Raptors Conservation. 2018. 37: 166–229.] DOI: 10.19074/1814-8654-2018-37-166-229 URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/31240> Дата обращения: 13.12.2023.

Карякин И.В., Книжков К.И., Николенко Э.Г., Ширияев О.В., Пуликова Г.И., Каптёнкина А.Г. Стервятник в горах Каратау и на прилегающих территориях, Казахстан. – Пернатые хищники и их охрана. 2022. № 44. С. 96–187. [Karyakin I.V., Knizhkov K.I., Nikolenko E.G., Shiriyaev O.V., Pulikova G.I., Kaptyonkina A.G. Egyptian Vulture in the Karatau Mountains and Adjacent Territories, Kazakhstan. – Raptors Conservation. 2022. 44: 96–187.] DOI: 10.19074/1814-8654-2022-44-96-187 URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/34648> Дата обращения: 13.12.2023.

Коваленко А. Стервятник *Neophron percnopterus* (Linnaeus, 1758). [Kovalenko A. Egyptian Vulture *Neophron percnopterus* (Linnaeus, 1758).] Kendirli-Kayasan plateau, Mangyshlak peninsula, 2008-05-02. – Kazakhstan birdwatching community. 2023.] URL: <https://kz.birds.watch/v2photo.php?l=en&s=000400612&n=1&si=kaz> Дата обращения: 13.12.2023.

Николов С., Баров Б., Боудэн К., Вильямс Н.П. (Ред.). План действия охраны балканской и центральноазиатской популяций стервятника *Neophron percnopterus* на протяжении миграционного пути (EVFAP). Природоохранная серия БООП №. 32, София, 2016. 128 с. [Nikolov S.C., Barov B., Bowden C., Williams N.P. (Eds.). Flyway Action Plan for the Conservation of the Balkan and Central Asian Populations of the Egyptian Vulture *Neophron percnopterus* (EVFAP). BSPB Conservation Series No. 32, Sofia, 2016: 1–128.] URL: https://www.researchgate.net/profile/Stoyan_Nikolov3/publication/312626557 Дата обращения: 13.12.2023.

Пуликова Г. Стервятник (*Neophron percnopterus*). – Пернатые хищники Мира (Веб-ГИС «Фаунистика»). 2023. [Pulikova G. Egyptian Vulture (*Neophron percnopterus*). – Raptors of the World (Web-GIS "Faunistics"). 2023.] URL: https://rrrcn.wildlifemonitoring.ru/#object/o_id=204036 Дата обращения: 13.12.2023.

Agostini N., Panuccio M., Pasquaretta C. Morphology, flight performance, and water crossing tendencies of Afro-Palaearctic raptors during migration. – Current Zoology. 2015. 61(6): 951–958. DOI: 10.1093/czoolo/61.6.951 URL: <https://academic.oup.com/cz/article/61/6/951/1800542> Дата обращения: 13.12.2023.

Agostini N., Panuccio M., von Hardenberg J., Monti F. Potential importance of wind patterns and guidance opportunities for the conservation of the Egyptian Vulture *Neophron percnopterus* in Italy. – Bird Conservation International. 2023. 33: e13. DOI:10.1017/S0959270922000089

Alon D., Granit B., Shamoun-Baranes J., Leshem Y., Kirwan G.M., Shirihai H. Soaring bird migration over northern Israel in autumn. – British Birds. 2004. 97: 160–182. URL: <https://www.researchgate.net/profile/Guy-Kirwan/publication/249009486> Дата обращения: 13.12.2023.

Amatulli G., McInerney D., Sethi T., Strobl P., Domisch S. Geomorpho90m, empirical evaluation and accuracy assessment of global high-resolution geomorphometric layers. – Scientific Data. 2020. 7: 162. DOI: 10.1038/s41597-020-0479-6 URL: <https://www.nature.com/articles/s41597-020-0479-6> Дата обращения: 13.12.2023.

Angelov I., Hashim I., Oppel S. Persistent electrocution mortality of Egyptian Vultures *Neophron percnopterus* over 28 years in East Africa. – Bird Conservation International. 2013. 23: 1–6. DOI: 10.1017/S0959270912000123 URL: <https://www.cambridge.org/core/journals/bird-conservation-international/article/persistent-electrocution-mortality-of-egyptian-vultures-neophron-percnopterus-over-28-years-in-east-africa/2943152D3BD204EA196E116AFD5C2B7F> Дата обращения: 13.12.2023.

Bartoszuk K. Scientific research support system by „Aquila”. Report presented on the International Conference “Eagles of Palearctic: Study and Conservation”, 20–22 September 2013, Elabuga city, Tatarstan Republic, Russia. – Russian Raptor Research and Conservation Network. 2013. URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/20055/15> Дата обращения: 13.12.2023.

Bijlsma R.G. The migration of raptors near Suez, Egypt, autumn 1981. – Sandgrouse. 1983. 5: 19–44. URL: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/156199#page/25/mode/1up> Дата обращения: 13.12.2023.

- BirdLife International. *Neophron percnopterus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T22695180A205187871. 2021. DOI: 10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T22695180A205187871.en. URL: <https://www.iucnredlist.org/species/22695180/205187871> Дата обращения: 13.12.2023.
- Bohra D.L., Vyas S. A record of electrocution of Egyptian Vulture at Jorbeer, Rajasthan, India. – Zoo's Print. 2021. 36(10): 62–66. URL: <https://www.zoosprint.zooreach.org/index.php/zp/article/view/7332> Дата обращения: 13.12.2023.
- Botha A.J., Andevski J., Bowden C.G.R., Gudka M., Safford R.J., Tavares J., Williams N.P. Multi-species Action Plan to Conserve African-Eurasian Vultures. CMS Raptors MOU Technical Publication No. 5. CMS Technical Series No. xx. Coordinating Unit of the CMS Raptors MOU, Abu Dhabi, United Arab Emirates, 2017: 1–164. URL: http://www.cms.int/sites/default/files/document/cms_cop12_doc.24.1.4_annex3_vulture-msap_e.pdf Дата обращения: 13.12.2023.
- Bougain C., Oppel S. Identification of important migration concentration areas of Egyptian vultures *Neophron percnopterus* from the Balkan population tracked by satellite telemetry. Training report under action A2 of the LIFE+ project The Return of the Neophron (LIFE10 NAT/BG/000152). BSPB and University of Strasbourg, Strasbourg, 2016: 1–21. URL: <https://www.researchgate.net/publication/323727388> Дата обращения: 13.12.2023.
- Buechley E.R., McGrady M.J., Coban E., Sekercioglu C.H. Satellite tracking a wide-ranging endangered vulture species to target conservation actions in the Middle East and East Africa. – Biodiversity and Conservation. 2018a: 1–18. DOI: 10.1007/s10531-018-1538-6 URL: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10531-018-1538-6> Дата обращения: 13.12.2023.
- Buechley E.R., Oppel S., Beatty W.S., Nikolov S.C., Dobrev V., Arkumarev V., Saravia V., Bougain C., Bounas A., Kret E., Skartsi T., Aktay L., Aghababayan K., Frehner E., Sekercioglu C.H. Identifying critical migratory bottlenecks and high-use areas for an endangered migratory soaring bird across three continents. – Journal of Avian Biology. 2018b. DOI: 10.1111/jav.01629 URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/jav.01629> Дата обращения: 13.12.2023.
- Buechley E.R., Oppel S., Efrat R., Phipps W.L., Alanís I.C., Álvarez E., Andreotti A., Arkumarev V., Berger-Tal O., Bermejo A.B., Bounas A., Ceccolini G., Cenerini A., Dobrev V., Duriez O., García J., García-Ripollés C., Galán M., Gil A., Giraud L., Hatzofe O., Iglesias-Lebrija J.J., Karyakin I., Kobierzycki E., Kret E., Loercher F., López-López P., Miller Y., Mueller T., Nikolov S.C., de la Puente J., Sapir N., Saravia V., Sekercioglu C.H., Sillett T.S., Tavares J., Urios V., Marra P.P. Differential survival throughout the full annual cycle of a migratory bird presents a life-history trade-off. – Journal of Animal Ecology. 2021: 1–11. DOI: 10.1111/1365-2656.13449 URL: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1365-2656.13449> Дата обращения: 13.12.2023.
- Buechley E., Sekercioglu C., Coban E. Tracking Egyptian Vultures in the Middle East. – ARGOS Forum. 2013. 77: 17. URL: <https://www.researchgate.net/publication/312694121> Дата обращения: 13.12.2023.
- Burnside R.J., Collar, N.J., Dolman P.M. Comparative migration strategies of wild and captive-bred Asian Houbara *Chlamydotis macqueenii*. – Ibis. 2017. 159: 374–389. DOI: 10.1111/ibi.12462 URL: <https://www.researchgate.net/publication/312595984> Дата обращения: 13.12.2023.
- Caccamise D.F., Hedin R.S. An aerodynamic basis for selecting transmitter loads in birds. – Wilson Bulletin. 1985. 97(3): 306–318. URL: <https://sora.unm.edu/sites/default/files/journals/wilson/v097n03/p0306-p0318.pdf> Дата обращения: 13.12.2023.
- Carmi N., Pinshow B., Porter W.P., Jaeger J. Water and energy limitations on flight duration in small migrating birds. – Auk. 1992. 109(2): 268–276. DOI: 10.2307/4088195 URL: <https://academic.oup.com/auk/article/109/2/268/5172868> Дата обращения: 13.12.2023.
- Carrete M., Sánchez-Zapata J.A., Benitez J.R., Lobon M., Donazar J.A. Large scale risk-assessment of wind farms on population viability of globally endangered long-lived raptor. – Biological Conservation. 2009. 142(12): 2954–2961. DOI: 10.1016/j.biocon.2009.07.027 URL: <https://www.researchgate.net/publication/228466665> Дата обращения: 13.12.2023.
- Cuthbert R., Green R.E., Ranade S., Saravanan S., Pain D.J., Prakash V., Cunningham A.A. Rapid population declines of Egyptian vulture (*Neophron percnopterus*) and Red-headed vulture (*Sarcogyps calvus*) in India. – Animal Conservation. 2006. 9: 349–354. DOI: 10.1111/j.1469-1795.2006.00041.x URL: <https://zslpublications.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1469-1795.2006.00041.x> Дата обращения: 13.12.2023.
- Den Besten J.W. Migration of Steppe Eagle *Aquila nipalensis* and other raptors along the Himalayas past Dharamsala, India, in autumn 2001 and spring 2002. – Fork-tail, 2004. 20: 9–13. URL: <https://static1.squarespace.com/static/5c1a9e03f407b482a158da87/t/5c1ff61f8a922d911fef3d6e/1545598496392/Besten-Eagles.pdf> Дата обращения: 13.12.2023.
- Dobrev V., Jambon A., Yordanov E. Trail cameras – insight into the breeding phenology of the Egyptian Vulture (*Neophron percnopterus*) in the Eastern Rhodopes, Bulgaria (2011–2018). A report under action D1 of the LIFE project “Egyptian Vulture New LIFE” (LIFE16 NAT/BG/000874). BSPB, Sofia, 2019: 1–25. URL: <https://lifeneophron.eu/back2/public/files/documents/d1-report-trail-cameras-final-5e1c4c667e0b9.pdf> Дата обращения: 13.12.2023.
- Dobrev V., Kafetzis A., Skartsi T., Saravia V., Bounas A., Sidiropoulos L., Oppel S., Manolopoulos A., Popgeorgiev G., Nikolov S.C. Identifying potentially dangerous electricity infrastructure to Balkan population of Egyptian Vulture and mitigation measures. Technical report under action A6 of the LIFE+ project “The Return of the Neophron” (LIFE10 NAT/BG/000152). BSPB, Sofia, 2016: 1–18. URL: <https://www.researchgate.net/publication/311705742> Дата обращения: 13.12.2023.
- Donazar J.A., Benítez J.A. La industria eólica, otra amenaza para el alimoche en el sur de Cádiz. [The wind industry, another threat to the Egyptian Vulture in the south of Cádiz] – Quercus. 2007. 226: 68–69.
- Donazar J.A., Ceballos O. Growth rates of nestling Egyptian Vultures *Neophron percnopterus* in relation to brood size, hatching order and environmental factors. – Ardea. 1989. 77(2): 217–226. URL: <https://www.researchgate.net/publication/259561755> Дата обращения: 13.12.2023.
- Donazar J.A., Ceballos O., Tella J.L. Communal roosts of Egyptian Vultures (*Neophron percnopterus*): dynamics and implications for the species conservation. – Biology and conservation of Mediterranean raptors / Muntaner J. & Mayol J. (Eds.). Madrid: SEO BirdLife, 1996: 190–201. URL: <https://www.researchgate.net/publication/259654186> Дата обращения: 13.12.2023.
- Dovrat E. The Kefar Kassem raptor migration survey, autumns 1977–1987: a brief summary. – Raptors in Israel: passage and wintering populations / D. Yekutiel (Ed.). IBCE, Eilat, 1991: 13–30.
- Flack A., Fiedler W., Blas J., Pokrovsky I., Kaatz M., Mitropolsky M., Aghababayan K., Fakriadis I., Makrigianni E., Jerzak L., Azafzaf H., Feltrup-Azafzaf C., Rotics S., Mokotjomela T.M., Nathan R., Wikelski M. Costs of migratory decisions: A comparison across eight white stork populations. – Science Advances. 2016. 2(1): e1500931. URL: <https://advances.sciencemag.org/content/2/1/e1500931> Дата обращения: 13.12.2023.

- Fridolfsson A., Ellegren H. A simple and universal method for molecular sexing of non-ratite birds. – *Journal of Avian Biology*. 1999. 30(1): 116–121. DOI: 10.2307/3677252 URL: <http://www.jstor.org/stable/3677252> Дата обращения: 13.12.2023.
- Frumkin R., Pinshow B., Kleinhaus S. A review of bird migration over Israel. – *Journal für Ornithologie*. 1995. 136(2): 127–147. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007%2FBF01651235> Дата обращения: 13.12.2023.
- Hake M., Kjellén N., Alerstam T. Age-dependent migration strategy in honey buzzards *Pernis apivorus* tracked by satellite. – *Oikos*. 2003. 103: 385–396. DOI: 10.1034/j.1600-0706.2003.12145.x URL: <https://nsojournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1034/j.1600-0706.2003.12145.x> Дата обращения: 13.12.2023.
- Harel R., Nathan R. The characteristic time scale of perceived information for decision-making: Departure from thermal columns in soaring birds. – *Functional Ecology*. 2018. 32(8): 2065–2072. DOI: 10.1111/1365-2435.13136 URL: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1365-2435.13136> Дата обращения: 13.12.2023.
- Hayne D.W. Calculation of Size of HomeRange. – *Journal of Mammalogy*. 1949. 30(1): 1–18. DOI: 10.2307/1375189 URL: <https://www.jstor.org/stable/1375189> Дата обращения: 13.12.2023.
- Hooge P.N., Eichenlaub B. Animal movement extension to ArcView, Version 1.1.: Alaska Science Center—Biological Science Office, U.S. Geological Survey, Anchorage, AK, USA, 1997. URL: https://web.archive.org/web/20150712182241/https://gcmd.nasa.gov/records/USGS_animal_mvmt.html Дата обращения: 13.12.2023.
- Hooge P.N., Eichenlaub B., Solomon E.K. Using GIS to analyze animal movements in the marine environment. – *Spatial processes and management of marine populations*. University of Alaska Fairbanks, 2001: 37–51. URL: https://web.archive.org/web/20060824030520/https://www.absc.usgs.gov/globa/gistools/anim_mov_useme.pdf Дата обращения: 13.12.2023.
- Horvitz N., Sapir N., Liechti F., Avissar R., Mahrer I., Nathan R. The gliding speed of migrating birds: Slow and safe or fast and risky? – *Ecology Letters*. 2014. 17(6): 670–679. DOI: 10.1111/ele.12268 URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ele.12268> Дата обращения: 13.12.2023.
- Galligan T., Amano T., Prakash V., Kulkarni M., Shringarpure R., Prakash N., Ranade S., Green R., Cuthbert R. Have population declines in Egyptian Vulture and Red-headed Vulture in India slowed since the 2006 ban on veterinary diclofenac? – *Bird Conservation International*. 2014. 24(3): 272–281. DOI: 10.1017/S0959270913000580 URL: <https://www.cambridge.org/core/journals/bird-conservation-international/article/have-population-declines-in-egyptian-vulture-and-redheaded-vulture-in-india-slowed-since-the-2006-ban-on-veterinary-diclofenac/5BB16B7501A29EEE45C2E0B5ACFE4FAA> Дата обращения: 13.12.2023.
- García-Ripollés C., López-López P., Urios V. First description of migration and wintering of adult Egyptian vultures *Neophron percnopterus* tracked by GPS satellite telemetry. – *Bird Study*. 2010. 57(2): 261–265. DOI: 10.1080/00063650903505762 URL: <http://rapaces.lpo.fr/sites/default/files/vautour-percnoptere/490/garcia-ripollésbird-study-2010.pdf> Дата обращения: 13.12.2023.
- Goodship N.M., Furness R.W. (MacArthur Green). Disturbance Distances Review: An updated literature review of disturbance distances of selected bird species. NatureScot Research Report 1283. 2022. URL: <https://www.nature.scot/doc/naturescot-research-report-1283-disturbance-distances-review-updated-literature-review-disturbance> Дата обращения: 13.12.2023.
- Jenness J. Nearest features (nearfeat.avx) extension for ArcView 3.x. – Jenness Enterprises. 2004. URL: http://www.jennessent.com/arcview/nearest_features.htm Дата обращения: 13.12.2023.
- Jenness J. Distance Matrix (dist_mat_jen.avx) extension for ArcView 3.x, v. 2. – Jenness Enterprises. 2005. URL: http://www.jennessent.com/arcview/dist_matrix.htm Дата обращения: 13.12.2023.
- Juhant M.A., Bildstein K.L. Raptor Migration across and around the Himalayas. – *Bird Migration across the Himalayas Wetland Functioning amidst Mountains and Glaciers* / H.H.T. Prins, T. Namgail (Eds.). Cambridge: Cambridge University Press, 2017: 98–116. DOI: 10.1017/9781316335420 URL: <https://www.researchgate.net/publication/316684802> Дата обращения: 13.12.2023.
- Karyakin I.V., Nikolenko E.G., Knizhov K.I., Pulikova G.I., Kaptyonkina A.G., Ongarbaev N.K. Egyptian Vulture in Kazakhstan. – *Acta Zoologica Bulgarica*. 2023. Suppl. 17: 19–50. URL: https://www.acta-zoologica-bulgarica.eu/2023/Suppl_17_09.pdf Дата обращения: 13.12.2023.
- Kenward R. A manual of wildlife radio-tagging. Academic Press, London, 2001: 1–311.
- Knight R.L., Skagen S.K. Effects of recreational disturbance on birds of prey: a review. – *Proceedings of the Southwest Raptor Management Symposium and Workshop* / R.L. Glinski, Pendleton B.G., Moss M.B., LeFranc M.N. Jr., Millsap B.A., S.W. Hoffman (Eds.). National Wildlife Federation, Scientific and Technical Series Number 11. Washington, D.C., National Wildlife Federation, 1988: 355–359.
- Kret E., Saravia V., Dobrev V., Popgeorgiev G., Nikolov S.C. Assessment of major threats in Natura 2000 sites for the Egyptian Vulture (*Neophron percnopterus*) in Bulgaria and Greece (2012–2015). Fact sheet underaction A3 of the LIFE+ project “The Return of the Neophron” (LIFE10 NAT/BG/000152). WWF Greece, Athens, 2016: 1–8. DOI: 10.13140/RG.2.2.24186.49606 URL: <https://www.researchgate.net/publication/311705649> Дата обращения: 13.12.2023.
- Kumar C., Kaleka A.S., Thin S.K. Observations on breeding behavior of a pair of endangered Egyptian Vultures *Neophron percnopterus* (Linnaeus, 1758) over three breeding seasons in the plains of Punjab, India. – *Journal of Threatened Taxa*. 2020. 12(9): 16013–16020. DOI: 10.11609/jott.4539.12.9.16013-16020 URL: <https://www.researchgate.net/publication/342479232> Дата обращения: 13.12.2023.
- Lensink R., van Gasteren H., Hustings F., Buurma L., van Duin G., Linnartz L., Vogelzang F., Witkamp C. Vogeltrek over Nederland 1976–1993 [Bird migration over the Netherlands 1976–1993]. Haarlem: Schuyt & Co, 2002: 1–432.
- Liechti F. Birds: Blowin’ by the wind? – *Journal of Ornithology*. 2006. 147: 202–211. DOI: 10.1007/s10336-006-0061-9 URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10336-006-0061-9> Дата обращения: 13.12.2023.
- Liechti F., Schaller E. The use of low-level jets by migrating birds. – *Naturwissenschaften*. 1999. 86: 549–551. DOI: 10.1007/s001140050673 URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s001140050673> Дата обращения: 13.12.2023.
- López-López P., García-Ripollés C., Urios V. Individual repeatability in timing and spatial flexibility of migration routes of trans-Saharan migratory raptors. – *Current Zoology*. 2014. 60(5): 642–652. URL: <http://www.actazool.org/temp/%7B25263F54-7D2B-446C-A976-5B81C51ACA5E%7D.pdf> Дата обращения: 13.12.2023.
- Martín-Martín J., Garrido J.R., Clavero S.H., Barrios V. (Eds.) Wildlife and power lines. Guidelines for preventing and mitigating wildlife mortality associated with electricity distribution networks. Gland, Switzerland: IUCN, 2022: 1–358. DOI: 10.2305/

- IUCN.CH.2022.10.en URL: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2022-043-En.pdf> Дата обращения: 13.12.2023.
- McGrady M.J., Reyaleh H. Monitoring European Egyptian Vultures wintering in Africa. Technical report. – EURAPMON. 2013: 1–5. URL: http://www.eurapmon.net/sites/default/files/pdfs/5201_finalreport_mcgrady.pdf Дата обращения: 13.12.2023.
- Megalli M., Hilgerloch G. The soaring bird spring migration bottleneck at Ayn Sokhna, northern gulf of Suez, Egypt. – Sandgrouse. 2013. 35(1): 28–35. URL: <https://osme.org/wp-content/uploads/2019/10/F-Megalli-Hilgerloch-Sandgrouse-35-1-2013.pdf> Дата обращения: 13.12.2023.
- Mellone U., Lucia G., Mallia E., Urios V. Individual variation in orientation promotes a 3000-km latitudinal change in wintering grounds in a long-distance migratory raptor. – Ibis. 2016. 158(4): 887–893. DOI: 10.1111/ibi.12401 URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/ibi.12401> Дата обращения: 13.12.2023.
- Meyburg B.-U., Gallardo M., Meyburg C., Dimitrova E. Migrations and sojourn in Africa of Egyptian vultures (*Neophron percnopterus*) tracked by satellite. – Journal of Ornithology. 2004. 145: 273–280. DOI: 10.1007/s10336-004-0037-6 URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10336-004-0037-6> Дата обращения: 13.12.2023.
- Meyburg B.U., Bergmanis U., Langgemach T., Graszynski K., Hinz A., Börner I., Meyburg C., Vansteelant W.M.G. Orientation of native versus translocated juvenile lesser spotted eagles (*Clanga pomarina*) on the first autumn migration. – The Journal of Experimental Biology 2017. 220(15): 2765–2776. DOI: 10.1242/jeb.148932 URL: <https://journals.biologists.com/jeb/article/220/15/2765/17896/Orientation-of-native-versus-translocated-juvenile> Дата обращения: 13.12.2023.
- Michev T., Profirov L., Nyagolov K., Dimitrov M. The autumn migration of soaring birds at Bourgas Bay, Bulgaria. – British Birds. 2011. 104: 16–37. URL: https://britishbirds.co.uk/wp-content/uploads/2014/05/V104_N01_P016%E2%80%933037_A.pdf Дата обращения: 13.12.2023.
- Mundy P., Butchart D., Ledger J., Piper S. The vultures of Africa. London: Academic Press, 1992: 1–460.
- Muñoz Sabater J. ERA5-Land monthly averaged data from 1981 to present. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS). 2019. DOI: 10.24381/cds.68d2bb30 URL: https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/ECMWF_ERA5_LAND_HOURLY Дата обращения: 13.12.2023.
- Murgatroyd M., Buechley E.R., De la Cruz Muñoz A., Roman J., Caucal G., Ruffo A., Rayaleh H., Şekercioglu Ç.H. Observations of large-scale diurnal raptormigration in the Horn of Africa. – Sandgrouse. 2021. 43: 24–33. URL: <https://www.researchgate.net/publication/350663376> Дата обращения: 13.12.2023.
- NASA JPL. NASADEM Merged DEM Global 1 arc second V001 [Data set]. NASA EOSDIS Land Processes DAAC. 2020. DOI: 10.5067/MEaSURES/NASADEM/NASADEM_HGT.001 URL: https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/NASA_NASADEM_HGT_001 Дата обращения: 13.12.2023.
- Oppel S., Arkumarev V., Bakari S., Dobrev V., Saravia-Mullin V., Adefolu S., Sözüer L.A., Apeverga P.T., Arslan Ş., Barshep Y., Bino T., Bounas A., Çetin T., Dayyoub M., Dobrev D., Duro K., El-Moghrabi L., ElSafoury H., Endris A., Asswad N.G., Harry J.H., Ivande S.T., Jbour Sh., Kapsalis E., Kret E., Mahamed B.A., Manu Sh.A., Mengistu S., Zabeirou A.R.M., Muhammad S.I., Nakev S., Ngari A., Onoja J., Osta M., Özslu S., Petrovski N., Popgeorgiev G., Pourchier C., Qaneer T., Ruffo A., Shobrak M., Sidiropoulos L., Skartsi T., Sözüer Ö., Stara K., Tesfaye M., Topi M., Vavylis D., Veleviski M., Vorpsi Z., Wondafraash M., Xeka E., Yeniyurt C., Yordanov E., Nikolov S.C. Major threats to a migratory raptor vary geographically along the eastern Mediterranean flyway. – Biological Conservation. 2021. 262: 109277. DOI: 10.1016/j.biocon.2021.109277 URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006320721003293?via%3Dihub> Дата обращения: 13.12.2023.
- Oppel S., Dobrev V., Arkumarev V., Saravia V., Bounas A., Kret E., Veleviski M., Stoychev S., Nikolov S.C. High juvenile mortality during migration in a declining population of a long-distance migratory raptor. – Ibis. 2015. 157: 545–557. DOI: 10.1111/ibi.12258 URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/ibi.12258> Дата обращения: 13.12.2023.
- Oppel S., Dobrev V., Saravia V., Kret E., Nikolov S.C. Fate of satellite tracked Egyptian Vultures (*Neophron percnopterus*) in the Balkans (2010–2016). Fact sheet under action A2 of the LIFE+ project “The Return of the Neophron” (LIFE10 NAT/BG/000152). RSPB, Cambridge, 2016: 1–4. URL: http://life-neophron.eu/files/docs/1489392848_1.pdf Дата обращения: 13.12.2023.
- Oppel S., Iankov P., Mumun S., Gerdzhikov G., Iliev M., Isfendiyaroglu S., Yeniyurt C., Tabur E. Identification of the best sites around the gulf of Iskenderun, Turkey, for monitoring the autumn migration of Egyptian Vultures and other diurnal raptors. – Sandgrouse. 2014. 36: 240–249. URL: http://lifeneophron.eu/files/docs/1409918974_58.pdf Дата обращения: 13.12.2023.
- Orta J., Kirwan G.M., Christie D.A., Garcia E.F.J., Marks J.S. Egyptian Vulture (*Neophron percnopterus*), version 1.0. – Birds of the World / J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie, E. de Juana (Eds.). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. 2020. DOI: 10.2173/bow.egyul1.01 URL: <https://birdsoftheworld.org/bow/species/egyul1/cur/introduction> Дата обращения: 13.12.2023.
- Panuccio M., Agostini N., Premuda G. Ecological barriers promote risk minimisation and social learning in migrating short-toed snake eagles. – Ethology Ecology & Evolution. 2012. 24(1): 74–80. DOI: 10.1080/03949370.2011.583692 URL: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03949370.2011.583692> Дата обращения: 13.12.2023.
- Pennyquick C.J. Fifteen testable predictions about bird flight. – Oikos. 1978. 30(2): 165–176. DOI: 10.2307/3543476
- Phipps W.L., López-López P., Buechley E.R., Oppel S., Álvarez E., Arkumarev V., Bekmansurov R., Berger-Tal O., Bermejo A., Bounas A., Alanís I.C., de la Puente J., Dobrev V., Duriez O., Efrat R., Fréchet G., García J., Galán M., García-Ripollés C., Gil A., Iglesias-Lebrija J.J., Jambas J., Karyakin I.V., Kobierzycki E., Kret E., Loercher F., Monteiro A., Morant Etxebarria J., Nikolov S.C., Pereira J., Peške L., Ponchon C., Realinho E., Saravia V., Sekercioglu Ç.H., Skartsi T., Tavares J., Teodósio J., Urios V., Vallverdú N. Spatial and Temporal Variability in Migration of a Soaring Raptor Across Three Continents. – Frontiers in Ecology and Evolution. 2019. 7: 323. DOI: 10.3389/fevo.2019.00323 URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fevo.2019.00323/full> Дата обращения: 13.12.2023.
- Porter R., Beaman M. A resume of raptor migration in Europe and the Middle East. Conservation Studies on Raptors. ICBP Technical Publication. No. 5. 1985: 237–242. URL: http://www.raptors-international.org/book/conservation_studies_on_raptors_1985/Porter_Beamon_1985_237-242.pdf Дата обращения: 13.12.2023.
- Rayaleh H., McGrady M., Abdillahi E.O., Darar A.M. Spring raptor migration across the Bab el Mandeb Straits and fitting of GPS PTT to Egyptian vulture – Djibouti Side – February 28 to March 14, 2013. Full final report. 2013: 1–6. URL: https://www.africanbirdclub.org/sites/default/files/Djibouti_Raptor_Migration_2013_0.pdf Дата обращения: 13.12.2023.

- Richardson C.T., Clinton K.M. Recommendations for Protecting Raptors from Human Disturbance: A Review. – *Wildlife Society Bulletin* (1973–2006). 1997. 25(3): 634–38. URL: <http://www.jstor.org/stable/3783512> Дата обращения: 13.12.2023.
- Sanderson F.J., Donald P.F., Pain D.J., Burfield I.J., van Bommel F.P.J. Long-term population declines in Afro-Palaearctic migrant birds. – *Biological Conservation*. 2006. 131(1): 93–105. DOI: 10.1016/j.biocon.2006.02.008 URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S000632070600070X?via%3Dihub> Дата обращения: 13.12.2023.
- Saravia V., Kret E., Dobrev V., Nikolov S.C. Assessment of mortality causes for the Egyptian Vulture (*Neophron percnopterus*) in Bulgaria and Greece (1997–2015). Fact sheet under action A1 of the LIFE+ project “The Return of the Neophron” (LIFE10 NAT/BG/000152). HOS, Athens, 2016: 1–6. DOI: 10.13140/RG.2.2.34672.25601 URL: <https://www.researchgate.net/publication/311705621> Дата обращения: 13.12.2023.
- Schmid H. Separate routes: Autumn migration of juvenile and adult European Honey-buzzards *Pernis apivorus* – a synthesis. – *Ornithologische Beobachter*. 2000. 97(3): 191–222.
- Shirihai H., Christie D.A. Raptor migration at Eilat. – *British Birds*. 1992. 85(4): 141–186. URL: <https://britishbirds.co.uk/content/raptor-migration-eilat> Дата обращения: 18.03.2018.
- Snyder J.P., Voxland M.P. *Album of Map Projection*, U.S. Geological Survey, Professional Paper 1453. Washington, DC: United States Government Printing Office, 1989. DOI: 10.3133/pp1453 URL: <https://pubs.usgs.gov/pp/1453/report.pdf> Дата обращения: 13.12.2023.
- SoIB. State of India's Birds factsheet: Egyptian Vulture *Neophron percnopterus* (India). 2023 <https://stateofindiasbirds.in/species/egyul1> Дата обращения: 13.12.2023.
- Stewart A.G. Swans flying at 8000 metres. – *British Birds*. 1978. 71: 459–460.
- Sutherland W.J., Brooks D.J. The autumn migration of raptors, storks, pelicans, and spoonbills at the Belen pass, southern Turkey. – *Sandgrouse*. 1981. 2: 1–21. URL: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/156165#page/7/mode/1up> Дата обращения: 13.12.2023.
- Thaxter C.B., Joys A.C., Gregory R.D., Baille S.R., Noble D.G. Hypothesis to explain patterns of population change among breeding bird species in England. – *Biology Conservation*. 2010. 143: 2006–2019. DOI: 10.1016/j.biocon.2010.05.004 URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006320710002181?via%3Dihub> Дата обращения: 13.12.2023.
- Thiollay J.-M. The decline of raptors in West Africa: long-term assessment and the role of protected areas. – *Ibis*. 2006. 148: 240–254. DOI: 10.1111/j.1474-919X.2006.00531.x URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1474-919X.2006.00531.x> Дата обращения: 13.12.2023.
- Vansteelandt W.M.G., Kekkonen J., Vyholm P. Wind conditions and geography shape the first outbound migration of juvenile honey buzzards and their distribution across sub-Saharan Africa. – *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2017 a. 284: 20170387. DOI: 10.1098/rspb.2017.0387 URL: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rspb.2017.0387> Дата обращения: 13.12.2023.
- Vansteelandt W.M.G., Shamoun-Baranes J., van Manen W., Diermen J., Bouten W. Seasonal detours by soaring migrants shaped by wind regimes along the East Atlantic Flyway. – *Journal of Animal Ecology*. 2017 b. 86(2): 179–191. DOI: 10.1111/1365-2656.12593 URL: <https://www.researchgate.net/publication/309266279> Дата обращения: 13.12.2023.
- Welch G., Welch H. The autumn migration of raptors and other soaring birds across the Bab-el-Mandeb Straits. – *Sandgrouse*. 1988. 10: 26–50. URL: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/156075#page/32/mode/1up> Дата обращения: 13.12.2023.
- Welch G., Welch H. Raptor migration Bab al Mandab, Yemen. Spring 1998. – *Phoenix*. 1998. 15: 11–12. URL: http://nwr.gov.sa/NWRC_ENG/Raptors_publications_files/Welch,%20G.,%20%26%20Welch,%20H.%201998.%20Raptor%20migration%20Bab%20al%20Mandab,%20Yemen,%20Spring%201998.%20The%20Phoenix,%2015,%2011-12..pdf Дата обращения: 13.12.2023.
- Wilcove D.S., Wikelski M. Going, going, gone: is animal migration disappearing. – *PLoS Biology*. 2008. 6: e188. DOI: 10.1371/journal.pbio.0060188 URL: <https://journals.plos.org/plosbiology/article?id=10.1371/journal.pbio.0060188> Дата обращения: 13.12.2023.
- Williams T.C., Williams J.M. An oceanic mass migration of land birds. – *Scientific American*. 1978. 239: 138–145. URL: <https://www.therelevantenthusiast.com/wp-content/uploads/2016/09/oceanic-mass-migration-of-land-birds-williams-1978.pdf> Дата обращения: 13.12.2023.
- Williams T.C., Williams J.M. The migration of land birds over the Pacific Ocean. – *Proceedings of the 22nd International Ornithological Congress / Adams N.J., Slotow R.H. (Eds.) Durban: Birdlife South Africa, 1999: 1948–1957. URL: https://www.internationalornithology.org/PROCEEDINGS_Durban/Symposium/S33/S33.2.htm* Дата обращения: 13.12.2023.
- Worton B. Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. – *Ecology*. 1989. 70(1): 164–168. DOI: 10.2307/1938423 URL: <https://www.jstor.org/stable/1938423> Дата обращения: 13.12.2023.
- Yom-Tov Y. On the difference between the spring and autumn migrations in Eilat, southern Israel. – *Ring and Migration*. 1984. 5(3): 141–144. DOI: 10.1080/03078698.1984.9673845 URL: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03078698.1984.9673845> Дата обращения: 13.12.2023.
- Yordanov E., Dobrev V., Arkumarev V., Dobrev D., Nikolov S.C. Identifying hatchlings mortality in the Egyptian vulture (*Neophron percnopterus*) through the means of trail cameras. Technical report under action D1 of the LIFE project “Egyptian Vulture New LIFE” (LIFE16 NAT/BG/000874). BSPB, Plovdiv, 2021: 1–18. URL: <https://lifeneophron.eu/back2/public/files/documents/yordanov-et-al-2021-6051e7a70e24b.pdf> Дата обращения: 13.12.2023.
- Yosef R. Spring 1994 raptor migration at Eilat, Israel. – *Journal of Raptor Research*. 1995. 30(3): 160–164. URL: <https://sora.unm.edu/sites/default/files/journals/jrr/v029n02/p00127-p00134.pdf> Дата обращения: 13.12.2023.
- Yosef R. Raptor persecution in the gulf of Eilat region. – *Israel Journal of Zoology*. 1996a. 42(3): 295–296.
- Yosef R. Sex and age classes of migrating raptors during the spring of 1994 at Eilat, Israel. – *Journal of Raptor Research*. 1996b. 30(3): 160–164. URL: http://www.globalraptors.org/grin/researchers/uploads/363/age_classes. Дата обращения: 13.12.2023.
- Yosef R., Alon D. Do immature Palaearctic Egyptian Vultures *Neophron percnopterus* remain in Africa during the northern summer? – *Vogelwelt*. 1997. 118: 285–289. URL: https://www.researchgate.net/profile/Reuven_Yosef/publication/234833394 Дата обращения: 13.12.2023.
- Zalles J.I., Bildstein K.L. *Raptor Watch: A Global Directory of Raptor Migration Sites*. Cambridge and Kempton, PA: BirdLife International, 2000: 1–419.
- Zanaga D., Van De Kerchove R., De Keersmaecker W., Souverijns N., Brockmann C., Quast R., Wevers J., Grosu A., Paccini A., Vergnaud S., Cartus O., Santoro M., Fritz S., Georgieva I., Lesiv M., Carter S., Herold M., Li Linlin, Tsendbazar N.E., Ramoimo F., Arino O. *ESA WorldCover 10 m 2020 v100*. 2021. DOI:10.5281/zenodo.5571936 URL: <https://zenodo.org/record/5571936> Дата обращения: 13.12.2023.