

Results of the GPS/GSM-Tracking of Juvenile Steppe Eagles from Russia and Kazakhstan

РЕЗУЛЬТАТЫ GPS/GSM-ТРЕКИНГА ЮВЕНИЛЬНЫХ СТЕПНЫХ ОРЛОВ ИЗ РОССИИ И КАЗАХСТАНА

Karyakin I.V., Nikolenko E.G., Shnayder E.P. (Sibecocenter LLC, Novosibirsk, Russia)

Zinevich L.S. (Koltzov Institute of Developmental biology of RAS, Moscow, Russia)

Pulikova G.I. (Association for the Conservation of Biodiversity of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan)

Bartoszuk K. (Aquila, LLC, Poznan, Poland)

Horváth M. (MME / BirdLife Hungary, Budapest, Hungary)

Juhász T. (Hortobagy National Park Directorate, Debrecen, Hungary)

Aghababayan K. (Towards Sustainable Ecosystems, Yerevan, Armenia)

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

Карякин И.В., Николенко Э.Г., Шнайдер Е.П. (ООО «Сибэкоцентр», Новосибирск, Россия)

Зиневич Л.С. (Институт биологии развития имени Н.К. Кольцова РАН, Москва, Россия)

Пуликова Г.И. (Ассоциация сохранения биоразнообразия Казахстана, Караганда, Казахстан)

Бартошук К. (Компания Aquila, Познань, Польша)

Хорват М. (Общество охраны птиц Венгрии, Будапешт, Венгрия)

Юхаш Т. (Дирекция НП «Хортобаги», Дебрецен, Венгрия)

Агабабян К. (НГО «На пути к устойчивым экосистемам», Ереван, Армения)

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

Эльвира Николенко
ООО «Сибэкоцентр»
630090, Россия,
Новосибирск, а/я 547
тел.: +7 923 150 12 79
elvira_nikolenko@mail.ru

Елена Шнайдер
ООО «Сибэкоцентр»
630090, Россия,
Новосибирск, а/я 547
тел.: +7 913 795 65 49
equ001@gmail.com

Людмила Зиневич
ФГБУН Институт биологии развития имени Н.К. Кольцова РАН
119334, Россия, Москва, ул. Вавилова, 26
тел.: +7 499 135 33 22,
факс: +7 499 135 80 12
lzinevich@gmail.com

Резюме

В статье приводятся результаты прослеживания с помощью GPS/GSM-трекеров 19 ювенильных степных орлов (*Aquila nipalensis*) из России и Казахстана в 2013–2019 гг. Послегнездовой период до распада выводков длился от 30 до 82 дней, в среднем ($n=18$) $58,4 \pm 16,5$ дней, причём он был короче у самок (в среднем $48,8 \pm 14,2$ дней) и длиннее у самцов (в среднем $66,2 \pm 13,6$ дней) ($T=0$, $Z=2,37$, $p=0,018$). Площадь индивидуальных участков, определённых как минимальный конвексный полигон (MCP) 95%, варьировала от 0,5 до 28,4 км², составив в среднем ($n=18$) $6,94 \pm 8,95$ км², причём она была меньше у самок (в среднем $1,64 \pm 1,88$ км², $n=8$) и больше у самцов (в среднем $11,18 \pm 10,20$ км², $n=10$) ($T=1,0$, $Z=2,55$, $p=0,01$). Старт миграции степных орлов приходился в разные годы на период с 24 августа по 12 октября. Раньше начинали мигрировать птицы из Оренбургской области, позже – из Республики Алтай. Максимальная линейная дистанция от гнезда до места зимовки составила 4222 км. Для молодых птиц на первом году жизни показано отсутствие возвратов в natalную область, для орлов на втором году жизни доказана смена зимовок с Индо-Пакистанских на Аравийские и с Аравийских на Африканские. **Ключевые слова:** хищные птицы, пернатые хищники, степной орёл, *Aquila nipalensis*, GPS/GSM-трекер, послегнездовой период, распад выводков, индивидуальные участки, миграция, Волго-Уральские регион, Алтае-Саянский регион, Центральный Казахстан.

Поступила в редакцию: 24.12.2019 г. **Принята к публикации:** 30.12.2019 г.

Abstract

This article represents the results of tracking by means of GPS/GSM-dataloggers of 19 juvenile Steppe Eagles (*Aquila nipalensis*) originated from the Russia and Kazakhstan in 2013–2019. Duration of post-fledging dependence period varied from 30 to 82 days, mean ($n=18$) 58.4 ± 16.5 days, and it was considerably shorter for females (mean 32.2 ± 4.55 days) and longer for males (mean 43.91 ± 7.42 days) ($T=0$, $Z=2.37$, $p=0.018$). Home ranges defined as minimum convex polygon (MCP) 95% varied from 0.5 km² to 28.4 km², average ($n=18$) 6.94 ± 8.95 km², and was smaller for females (mean 1.64 ± 1.88 km², $n=8$) and bigger for males (mean 11.18 ± 10.20 km², $n=10$; $T=1.0$, $Z=2.55$, $p=0.01$). The onset of migration in different years varies from 24th of August to 12th of October. Eagles from the Orenburg region began to migrate earlier, than the eagles from the Republic of Altai. The maximum linear distance from the nest to the wintering site was 4222 km. There are no recorded returns of the young birds in the first year of life to the natal region. It was proved that eagles in the second year of life change wintering grounds from Indo-Pakistan to Arabian and from Arabian to African. **Keywords:** birds of prey, raptors, Steppe Eagle, *Aquila nipalensis*, GPS/GSM-datalogger, post-fledging dependence period, home range, migration, Volga-Ural region, Altai-Sayan region, Central Kazakhstan.

Received: 24/12/2019. **Accepted:** 30/12/2019.

DOI: 10.19074/1814-8654-2019-39-71-227

Генриетта Пуликова
Казахстанская ассоциация сохранения биоразнообразия
010000, Казахстан,
Нур-Султан,
ул. Бейбитшилик, 18–406
genriyetta.pulikova@gmail.com

Наталья Андрееенкова
ИМКБ СО РАН
630090, Россия,
Новосибирск,
пр. Акад. Лаврентьева,
8/2
cykuta@ngs.ru

Contact:

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

Elvira Nikolenko
LLC Sibecocenter
P.O. Box 547,
Novosibirsk,
Russia, 630090
tel.: +7 923 150 12 79
elvira_nikolenko@mail.ru

Elena Shnayder
LLC Sibecocenter
P.O. Box 547,
Novosibirsk,
Russia, 630090
tel.: +7 913 795 65 49
equ001@gmail.com

Ludmila Zinevich
Koltzov Institute of
Developmental Biology
of Russian Academy of
Sciences IDB RAS
Vavilova str., 26
Moscow,
Russia, 119334
tel.: +7 499 135 33 22,
fax: +7 499 135 80 12
lzinevich@gmail.com

Genriyetta Pulikova
Association for the conservation of biodiversity of Kazakhstan (ACBK)
Beibytshilik str., 18–406,
Nur-Sultan,
Kazakhstan, 010000
tel./fax:
+7 7172 91 00 44
genriyetta.pulikova@gmail.com

Введение

Степной орёл (*Aquila nipalensis*) внесён в Красный лист МСОП со статусом «угрожаемый вид» (Endangered) (BirdLife International, 2017), в Красную книгу РФ (2001) и Казахстана (2010), поэтому любые сведения по его экологии представляют огромный интерес для планирования мер охраны вида. Но если в изучении гнездовой биологии степного орла в последние годы наблюдается осязаемый прогресс (см. Меджилов и др., 2011а; Gombobaatar et al., 2012; Музаев и др., 2013; Музаев, Эрденев, 2013; Белик и др., 2015; Ильюх, 2015; Барашкова и др., 2016; Карякин и др., 2011; 2012а; 2013; 2016а; 2016с; 2017б; 2019с), то в знаниях о миграциях, зимовках и перемещениях орлов в период до половой зрелости всё ещё существует большой пробел. Закрывать этот пробел позволяет телеметрия, которая всё чаще используется как метод изучения различных аспектов экологии птиц, особенно в изучении угрожаемых видов (Wikelski et al., 2007; Fiedler, 2009; Bridge et al., 2011; Соколов, 2011; López-López, 2016; Alarcon, Lambertucci, 2018; Карякин и др., 2019б).

Первые сведения о миграции степного орла из Монголии и его зимовке в Тибете в 1995–96 гг. опубликованы Д. Эллисом с соавторами (Ellis, 2001). Более подробные сведения о характере зимовки и миграциях степных орлов, полученные с помощью спутниковой телеметрии, были опубликованы Б. Мейбургом с соавторами по результатам мечения 15 птиц, отловленных в 1993–98 гг. в Саудовской Аравии, и одной птицы, помеченной в 1995 г. в ЮАР (Meyburg et al., 2003; 2012). В 2009–2010 гг. были прослежены две полные осенние и одна весенняя миграции молодого степного орла, успешно реабилитированного и выпущенного во время его первой зимовки в ОАЭ (Javed et al., 2014). В последние годы активно развивается проект изучения миграций степных орлов, отловленных на зимовке в Омане, который показал важность Аравийского полуострова в целом для западноказахстанской популяции степных орлов (МакГради, Мейбург, 2018; McGrady et al., 2019). Но все эти исследования основаны на прослеживании взрослых и полувзрослых птиц. До последнего времени не проводилось мечения трекерами слётков степного орла на гнёздах. А ведь очень важными, но наименее изученными особенностями экологии птиц являются перемещения после

Introduction

The Steppe Eagle (*Aquila nipalensis*) is listed in the IUCN Red List with the status of Endangered species (BirdLife International, 2017), as well as in the Red Data Book of the Russian Federation (2001) and Kazakhstan (2010), that is why actual information on its ecology is in great demand for planning conservation actions for the species. However, in contrast with tangible progress in the study of the Steppe Eagle nesting biology in recent years (Medzhidov et al., 2011a; Gombobaatar et al., 2012; Muzaev et al., 2013; Muzaev, Erdenov, 2013; Belik et al., 2015; Iliukh, 2015; Barashkova et al., 2016; Karyakin et al., 2011; 2012a; 2013; 2016a; 2016c; 2017b; 2019c), there is still a large gap in the knowledge about migrations, wintering sites, and movements of immature eagles. Telemetry helps bridge this gap. Recently it has been increasingly applied as a way of studying various aspects of bird ecology, especially in the study of endangered species (Wikelski et al., 2007; Fiedler, 2009; Bridge et al., 2011; Sokolov, 2011; López-López, 2016; Alarcon, Lambertucci, 2018; Karyakin et al., 2019b).

The first data about the nature of wintering and migration of Steppe Eagles, obtained using satellite telemetry, were published by Ellis et al. (2001) on the results of tagging one individual caught in 1995 in Mongolia and Meyburg et al. (2003; 2012) on the results of tagging 15 individuals caught in 1993–1998 in Saudi Arabia, and 1 ind. tagged in 1995 in the Republic of South Africa. Two full autumn and one spring migration of a young Steppe Eagle, successfully rehabilitated and released during its first wintering in the UAE, were tracked in 2009–2010 (Javed et al., 2014). A project on studying migrations of Steppe Eagles caught on wintering site in Oman has been actively developing in recent years. It showed the importance of the Arabian Peninsula as a whole for the West Kazakhstan population of Steppe Eagles (McGrady, Meyburg, 2018; McGrady et al., 2019). However, all of these studies are based on tracking adult and sub-adult birds. Fledglings of Steppe Eagles on nests have not been tagged until recently. Features of bird ecology that are very important but least studied are the movements of fledglings after leaving the nest and dispersion of juveniles (Gadgil, 1971; Clobert et al., 2009; Penteriani, Delgado, 2009), and their survival until maturity (Newton, 1979).

Kordian Bartoszuk
Aquila
os. Przyjazni 18/172,
61-689 Poznan, Poland
tel.: +48512044750
biuro@aquila-it.pl

Márton Horváth
MME / BirdLife Hungary
H-1121, Budapest Kolto
u. 21., Hungary
horvath.marton@mme.hu

Tibor Juhász
Hortobágy National
Park Directorate
H-5100 Jászberény
Négyszállás Tanya, 116
"Eagle Centre", Jász-
berény, Hungary
juhasztibor@hnp.hu

Karen Aghababayan
TSE Towards Sustainable
Ecosystems NGO
87b Dimitrov, apt 14,
0020 Yerevan, Armenia
karen.aghababayan@
gmail.com

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

оставления гнезда, дисперсия несовершеннолетних (Gadgil, 1971; Clobert et al., 2009; Penteriani, Delgado, 2009) и их выживаемость до половой зрелости (Newton, 1979).

Кольцеванием уже доказан факт перекрёстной миграции степных орлов из западных популяций на Индо-Пакистанские зимовки и из восточных популяций на ближневосточные и североафриканские зимовки (Карякин и др., 2015; Бекмансуров и др., 2016), что указывает на возможность полного смешения западных и восточных популяций степного орла. Но неизвестно, какими путями и в какое время двигаются птицы по этим пересекающимся маршрутам. Более того, в результате морфологических и популяционно-генетических исследований степного орла было выяснено, что вид монотипичен, и нет оснований делить его на два подвида, но при этом в популяциях этого вида происходит разделение особей на две экологические группы, существенно различающиеся размерами, которые не имеют никакого отношения к ранее выделявшимся подвидам (Карякин и др., 2016b; 2017a). Отличаются ли поведенческие реакции во время дисперсии и стратегии миграции и зимовки у орлов из этих разных экологических групп? Или же половые и региональные различия, а также внутривыводковая конкуренция перевешивают в определении миграционного поведения индивидуумов?

Чтобы закрыть «белые пятна» в послегнездовой экологии степных орлов и ответить на выше озвученные вопросы с 2013 г. в рамках программы изучения миграций хищных птиц Российской сети изучения и охраны пернатых хищников⁹² были начаты проекты по мечению степных орлов GPS/GSM-трекерами (даталоггерами). Первые 3 птицы были помечены в 2013 г. в Республике Алтай. Однако нам удалось отследить миграцию лишь одного из них, поскольку на двух других орлах трекеры вышли из строя: на одном сразу, пока птенец был в гнезде, а на другом – через 20 дней после включения. Ещё один орёл был помечен также в Республике Алтай в 2014 г. В 2016 г. три степных орла были помечены в Волго-Уральском регионе (1 – в Самарской области и 2 – в Оренбургской области), но в миграцию ушли только два оренбургских орла, а самарский орёл так и не появился на связи по причине поломки трекера

Since 2013, the projects on tagging Steppe Eagles with GPS/GSM trackers (dataloggers) have been implemented within the program on the study of birds of prey migrations of the Russian Raptor Research and Conservation Network⁹² to bridge the gaps in the post-fledging ecology of Steppe Eagles and answer a number of questions. The first three fledglings of Steppe Eagle were tagged in the Altai Republic in 2013. Unfortunately, the trackers on two eagles malfunctioned (one didn't even appear online, another was lost in 20 days), thus we received data from one eagle only. Another fledgling was tagged in 2014, also in the Altai Republic. In 2016, three fledglings of Steppe Eagle were tagged in the Volga-Ural region (one in the Samara region and two in the Orenburg region), but eaglet from Samara never appeared online, thus we got data from two eagles from Orenburg only. In 2018, we were able to tag 5 Steppe Eagles in the Karaganda region of Kazakhstan, 4 of which started migration but the fifth one never appeared online, and 5 Steppe Eagles in the Altai-Sayan region (one in the Republic of Khakassia, two in the Krasnoyarsk Krai, two in the Republic of Tuva), all five started migration. In 2019, another five Steppe Eagles were tagged in the Altai-Sayan region (one in the Republic of Khakassia, three in the Republic of Tuva, and one in the Republic of Altai). General information on the migration of eagles tagged in 2016 and 2018 was provided at the II International Scientific and Practical Conference "Eagles of Palearctic: Study and Conservation" (Karyakin et al., 2018e).

This article summarizes the results of tracking all of the abovementioned juvenile



Слёток степного орла (*Aquila nipalensis*).
Оренбургская область, Россия. Фото И. Карякина.
Fledgling of the Steppe Eagle (*Aquila nipalensis*).
Orenburg region, Russia. Photo by I. Karyakin.

⁹² <http://rrrcn.ru/ru/migration>

или в результате гибели вне зоны связи. В 2018 г. удалось пометить 5 степных орлов в Карагандинской области Казахстана, 4 из которых начали миграцию, а пятая орлица так и не вышла на связь, вероятно, погибнув на гнездовом участке, и 5 степных орлов в Алтае-Саянском регионе (1 – в Республике Хакасия, 2 – в Красноярском крае, 2 – в Республике Тыва), из которых все успешно начали миграцию. В 2019 г. ещё 5 степных орлов были помечены в Алтае-Саянском регионе (1 – в Республике Хакасия, 3 – в Республике Тыва и 1 – в Республике Алтай). Общая информация о миграции орлов, помеченных в 2016 и 2018 гг., озвучена на II Международной научно-практической конференции «Орлы Палеарктики: изучение и охрана» (Карякин и др., 2018е).

Данная статья обобщает результаты прослеживания всех вышеперечисленных ювенильных степных орлов из Волго-Уральского и Алтае-Саянского регионов России и Центрального Казахстана, которые были помечены трекерами.

Методика

В исследованиях использованы преимущественно GPS/GSM-трекеры (дatalogгеры) с солнечными панелями компании Aquila (Польша) массой 33 г. Эти трекеры были оснащены СИМ-картами российского оператора сотовой связи «Мегафон», передача данных осуществляется на приёмную станцию в Новосибирске, обслуживаемую ООО «Сибэкоцентр» в рамках проектов Российской сети изучения и охраны пернатых хищников. Только два орла в Республике Алтай в 2014 г. и в Оренбургской области в 2016 г. были помечены трекерами Sula-L компании ECOTONE (Польша) массой 29 г.

Метили птенцов в возрасте 60–65 дней. Трекеры были надеты степным орлам на спину в виде рюкзачков (Kenward, 2001; Kenward et al., 2001; Карякин, 2004) с использованием упряжи, сшитой из тефлоновой ленты шириной 6 мм. Их масса в снаряжённом состоянии (вместе с упряжью) составляла менее 3% от массы тела птенцов, что меньше значения, рекомендуемого в качестве оптимального для телеметрических исследований птиц (Caccamise, Hedin, 1985; Kenward, 2001).

GPS/GSM-трекеры Aquila были запрограммированы на отправку 13 локаций в световой день с 0:00–3:00 до 12:00–15:00 по Гринвичу (с 06:00 до 18:00 по зональному времени UTC) с периодичностью раз в час, за исключением начального периода



Степной орёл с трекером компании «Aquila».
Фото И. Карякина.

Steppe Eagle with Aquila datalogger.
Photo by I. Karyakin.

Steppe Eagles from the Volga-Ural and Altai-Sayan regions of Russia and Central Kazakhstan, which were tagged with trackers.

Methods

Mainly GPS/GSM-trackers (dataloggers) with Aquila (Poland) solar panels weighing 33 g were used in the studies. These trackers were fitted with SIM cards of the Russian mobile network operator Megafon. Data is transmitted to a receiving terminal in Novosibirsk, serviced by Siberian Environmental Center LLC as a part of the projects of the Russian Raptor Research and Conservation Network. Only one eagle from the Altai Republic in 2014 and one from the Orenburg region in 2016 were tagged with 29 g weight ECOTONE (Poland) Sula-L trackers.

Nestlings at the age of 60–65 days were tagged. Trackers were attached on the back of the eagles as backpacks (Kenward, 2001; Kenward et al., 2001; Karyakin, 2004) using harnesses made of 6 mm Teflon tape. In all cases, the weight of the tracker (with harness) was less than 3% of the body weight of the nestling, i.e. less than optimum value recommended for the telemetric study of birds. (Caccamise, Hedin, 1985; Kenward, 2001).

Aquila GPS/GSM-trackers were programmed to send 13 locations during daylight hours from 0:00–3:00 to 12:00–15:00 GMT (from 06:00 to 18:00 local time) every hour. If the nest with a tagged bird has been located outside the coverage area of Megafon, than at first trackers worked on pre-settings sending 2–4 locations a day until the first signal reached the receiving

после активации нескольких трекеров, находившихся вне зоны связи – они отправляли от 2 до 4 локаций в день до отправки первой локацией, после чего были перепрограммированы на стандартные параметры, указанные выше. Трекеры Ecotone отправляли 4 локаций в световой день (1 раз в 6 часов) с 0:00 до 19:00 по Гринвичу.

Период до распада выводков, пока птенцы держатся на гнездовом участке, мы называем зависимым послегнездовым периодом (ЗПП). Завершение ЗПП определяется отлётом птицы с участка (наращивание дистанций от гнезда) и прекращением посещения гнезда и его ближайших окрестностей (до 2 км) (Карякин и др., 2018d). Период после распада выводков и до начала миграции (предмиграционные кочёвки) мы называем независимым послегнездовым периодом (НПП). К миграции мы относим тот период, во время которого птицы начинают стремительно перемещаться в область дальнейшей зимовки из natalной области или зоны летних перемещений. День начала миграции определяется 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 определяется с момента первой длительной остановки в зоне потенциальной зимовки после стремительной миграции (см. Vansteelant et al., 2017; Карякин и др., 2018d), либо по резкому сокращению дистанций ежедневных перемещений в зоне потенциальной зимовки. Продолжительность остановки в области зимовки, определяющую начало зимних перемещений, для степных орлов считали более 25 дней. За резкое сокращение дистанций ежедневных перемещений принималось сокращение более чем в 3 раза в течение 5 дней по сравнению с предыдущим 5-дневным промежутком. Начало периода летних перемещений определялось по сокращению интенсивности движения в течение более чем 10 дней или длительной остановке более чем на 14 дней южнее гнездового ареала вида, или с момента сокращения интенсивности движения в гнездовом ареале, или с первой длительной остановки (более суток) в гнездовом ареале. В случае ложной весен-

terminal, so then we changed settings to the standard parameters indicated above. Ecotone trackers sent 4 locations during daylight hours (every 6 hours) from 0:00 to 19:00 GMT.

We call the period while the brood stays together on the breeding territory the post fledging dependence period (PFDP). The end of PFDP is determined by the dispersal of juveniles from the territory and not returning to the nest and in its immediate surroundings (up to 2 km) (Karyakin et al., 2018d). The period after PFDP but before the onset of migration (pre-migration movements) we call the post-fledging independence period (PFIP). The period during which an eagle begins to move rapidly from its natal or summering area towards the wintering area is the migration. The day of the onset of migration is determined by the threshold value of the daily covered distance (DCD) (the distance between overnight locations) that is several times longer than the previous ones (absolute displacement method, AD: Oppel et al., 2015; Flack et al., 2016; Burnside et al., 2017). In our research we consider the threshold value as at least five times increase in the DCD. The beginning of the period of winter movements is determined either from the moment of the first long stop in the potential wintering area after rapid migration (see Vansteelant et al., 2017; Karyakin et al., 2018d), or by a sharp shortening of DCD in the potential wintering area. In the present research, the stop in the wintering area was considered long enough to determine the beginning of winter movements if it was longer than 25 days. And under the “sharp shortening of DCD” we understand a more than 3 times shortening of the DCD for 5 days compared with the previous 5-day period. The beginning of the period of summer movements is determined by either I) a decrease in the intensity of movements for more than 10 days south of the breeding grounds, or II) a long stop for more than 14 days south of the breeding ground, or III) from a moment of decreased intensity of movements in the breeding area, or IV) from the first long stop (more than a day) in the breeding area. In case of false spring migration, when an eagle begins intensively move north but after a while returns to the wintering grounds, this movements would be referred to migration if the secondary stop in the wintering area is not exceed 20 days, and to winter movements if the secondary stop exceeds 20 days.

ней миграции (при начале интенсивного движения птицы в северном направлении, но возвращении к месту зимовки) к миграции относили перемещения в том случае, когда вторичная остановка в зоне зимовки не превышала 20 дней. Если же вторичная остановка в зоне зимовки превышала 20 дней, то перемещения приравнивались к зимним.

Результаты телеметрии обрабатывались в ArcView GIS 3.3 (1999) с помощью модуля Animal Movement SA v. 2.04 (Hooge, Eichenlaub, 1997; Hooge et al., 2001). Измерения, за исключением азимута, проводились в конической проекции Альберса (Albers Equal-Area Conic) для центра Северной Евразии со следующими параметрами: (Spheroid Krasovsky, Central Meridian – 60, Reference Latitude – 0, Standard Parallel 1 – 52, Standard Parallel 2 – 64, False Easting – 8500000, False Northing – 0).

Для области летних, осенних и зимних перемещений степных орлов 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 строился по 100% и 95% локаций. MCP и Kernel для различных периодов (перемещения в natalной области, во время кочёвок, на зимовке) рассчитывались по локациям, ограниченным только рассматриваемым периодом. При расчёте Kernel для natalной области радиус поиска точек (R) составлял 0,1–0,4 км, для мест длительных остановках на кочёвках – 0,5–1,5 км, для области зимовок – пропорционально числу локаций к площади MCP. Пространственные характеристики локаций определялись по цифровой модели рельефа (ЦМР), топографическим растровым и векторным картам, мультитременным покрытиям на основе космоснимков Landsat и Spot (Карякин и др., 2009а) с использованием модуля ArcView Spatial Analyst (1999). Для определения дистанций между ближайшими локациями слётков, между гнездом и локациями слётков использовали расширения для ArcView Nearest Features v. 3.8b и Distance and Azimuth Matrix, v.2.1 (Jenness, 2004; 2005).

Для анализа перемещений слётков на гнездовых участках в зависимый послегнездовой период его разбивали на 5-дневные отрезки с момента мечения, а не с момента подъёма на крыло, как в более ранних исследованиях по другим видам

Telemetry results were processed in ArcView GIS 3.3 (1999) using the module Animal Movement SA v. 2.04 (Hooge, Eichenlaub, 1997; Hooge et al., 2001). The measurements, excluding the azimuth, were taken in the Albers Equal-Area Conic for the center of Northern Eurasia with the following parameters: (Spheroid Krasovsky, Central Meridian – 60, Reference Latitude – 0, Standard Parallel 1 – 52, Standard Parallel 2 – 64, False Easting – 8500000, False Northing – 0).

For the area of summer, autumn, and winter movements of the Steppe Eagles, the minimum convex polygon (MCP) (Hayne, 1949) and the zone with the maximum distribution density of 50%, 75%, and 95% of locations (Kernel, 50%, 75%, 95%) were calculated (Worton, 1989). MCP was created on 100% and 95% of the locations. MCP and Kernel for different periods (PFDP, PFIP, immature eagle's summer movements, winter movements) were calculated for locations limited only by the considered period. When calculating Kernel for the natal area, the points search radius (R) was 0.1–0.4 km, for long stopovers on juvenile dispersal or immature eagle's summer movements – 0.5–1.5 km, for the wintering area it was proportional to the number of locations to the MCP area. The spatial characteristics of the locations were determined by the digital terrain model (DTM), topographic raster and vector maps, multi-temporal covers based on Landsat and Spot satellite images (Karyakin et al., 2009a) using the ArcView Spatial Analyst module (1999). The extensions for ArcView Nearest Features v. 3.8b and Distance, and Azimuth Matrix, v.2.1, were used to define the distances between the nearest locations of the fledglings, and between the nest and the locations of fledglings (Jenness, 2004; 2005).

For analysis of the fledglings movements in the breeding territories in the PFDP, the whole period was divided into 5-day segments from the moment of tagging, but not from the moment of leaving the nest as it was done in earlier studies on other species (see Karyakin et al., 2018d). This is due to the fact that all eagles were tagged at the same age of 60–65 days, at which young eagles already able to leave their nests and make the first stumbling flight for short distances, even if they did not leave the nests during tagging. For each 5-day interval, minimum, maximum, and average distances between fledgling's locations and the nest were estimated. This data was

Самка степного орла по имени Айна.
 Карагандинская область, Республика Казахстан,
 09.07.2018. Фото И. Карякина.

Female of the Steppe Eagle named Айна.
 Karaganda region, Republic of Kazakhstan, 09/07/2018.
 Photo by I. Karyakin.



(см. Карякин и др., 2018d). Связано это с тем, что все орлы метились в одинаковом возрасте (60–65 дней) в котором они способны к оставлению гнёзд и первому неуверенному полёту на короткие дистанции, даже если они во время мечения не покидали гнёзд. 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, в разных регионах. Для каждого орла проанализирован общий налёт (в километрах) в natalной области, нормализованный по числу локаций (км/100 локаций), чтобы сгладить искажения, возникающие по причине недостатка или избытка локаций в прослеживании той или иной птицы.

В анализе миграции измерялись:

- линейные дистанции – кратчайшие расстояния по прямой от гнезда (или последней остановки в зоне летнего пребывания) до первой остановки в области зимовки, от последней остановки в области зимовки до первой остановки на летовке;
- 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.

Для анализа повторяемости миграционных маршрутов, для каждого из них построены буферы шириной 100 км, пересечение которых приравнивали к миграционному коридору, в котором происходило копирование предыдущей миграции.

В качестве минимальной пороговой скорости перемещения степных орлов, как и других парителей, мы принимаем показатель 1,5 м/с, или 5,4 км/ч (Vansteelant et al., 2017). Исходя из этого, скорость пере-

used to analyze the difference between the movements of fledglings of different sex, growing in broods with a different number of nestlings, from different regions. For each eagle, the total flight distance (TDF) (in kilometers) in the natal region and TDF normalized by the number of locations (n-TDF) (km/100 locations) to smooth distortions arising from the lack or excess of locations in individual tracks were analyzed.

The following indexes were calculated in the analysis of migrations:

- linear distance (l-distance) – the shortest distances in a straight line from the nest (or the last stop in the summering area) to the first stop in the wintering area, from the last stop in the wintering area to the first stop in the summering;
- track length (t-length) – the flight kilometrage of the bird in the segments between locations;
- track length normalized by the number of locations (n-t-length) to smooth distortions arising from the lack or excess of locations in individual tracks;
- straightforwardness – the ratio between the linear distance and the track length;
- daily covered distance (DCD) including stops calculated as the arithmetic mean of distances in hourly intervals between locations from one overnight stop to another, in km/day;
- speed of movements in hourly intervals between locations excluding stops in km/h.

To analyze the repeatability of migration routes, buffers with a width of 100 km were made for each route. Buffer crossing was considered as a migration corridor in which the previous migration was repeated.

Following W.M.G. Vansteelant et al. (2017), we consider the speed of 1.5 m/s (5.4 km/h) as the minimum threshold speed of the Steppe Eagles' movements. Thus, eagle was considering flying if the length of the track segment between two subsequent locations exceeded 5.4 km and resting if it was

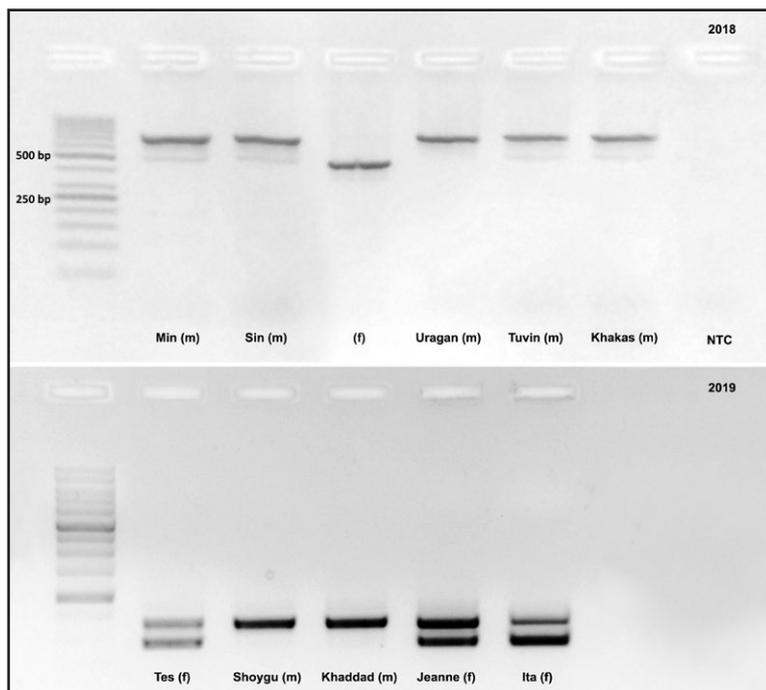


Рис. 1. Определение пола птенцов степного орла (*Aquila nipalensis*) по интронам гена *CHD1* (Fridolfsson, Ellegren, 1999). NTC – отрицательный контроль, (f) – контрольная самка в выборке 2018 г. Имена птиц соответствуют таковым в таблице 1.

Fig. 1. Molecular sexing of the Steppe Eagle (*Aquila nipalensis*) nestlings with *CHD1* gene introns PCR protocol (Fridolfsson, Ellegren, 1999). NTC – negative control, (f) – control female in the 2018 samples. The names of the birds correspond to those in the table 1.

мещения 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 10 минут.

Для визуализации территорий с максимальным присутствием птиц в период летних кочёвок применён метод сеточного картирования, как и в более ранних публикациях по миграциям других видов хищных птиц (см. Карякин и др., 2018a; 2018d). Для целей данной статьи взята сетка прямоугольников с размером ячейки $0,5^\circ$ (50×30 км в метрической системе координат)⁹³. Для всех ячеек, в которых степные орлы останавливались на кочёвках, определялось число птиц и число локаций.

Все птенцы с трекерами также были помечены стандартными или цветными кольцами по схеме Центра кольцевания Российской сети изучения и охраны пернатых хищников для Волго-Уральского, Алтае-Саянского регионов России и Центрального Казахстана (Карякин и др., 2015; 2018c). Цветные кольца надевали на левую лапу, стандартные алюминиевые – на правую лапу. Данные об окольцованных птенцах внесены в Веб-ГИС «Кольцевание»⁹⁴.

Возраст птенцов степного орла определяли по развитию оперения (Карякин, 2012a), пол – по результатам анализа из-

less. The speed was calculated only for segments with active movements – longer that 5.4 km, and stops were excluded. For calculating the speed, 10-minutes errors between recording locations were considered permissible.

A break is a short stop (one or few hours) during the day with active movements (active day).

A stopover is a long stop for a day or more during migration. A stopover day is considered and non-active day.

To visualize the territories with the maximum presence of birds during the summer movements, the method of grid mapping was used as in earlier publications on the migration of other species of birds of prey (see Karyakin et al., 2018a; 2018d). For the purposes of this article, a grid of rectangles with a mesh size of 0.5° (50×30 km in the metric coordinate system)⁹³ is applied. For all the cells in which the Steppe Eagles stopped on summer, the number of birds and the number of locations were determined.

All nestlings with trackers were also marked with a color ring or standard aluminum ring according to the schemes of the RRRCN Ringing Center for the Volga-Ural and Altai-Sayan regions of Russia and Central Kazakhstan (Karyakin et al., 2015; 2018c). Color ring was put on the left paw, standard aluminum ring – on the right paw. Data on ringed nestlings were entered in the Web-GIS “Ringing”⁹⁴.

The age of the Steppe Eagle nestlings was determined by the development of plumage (Karyakin, 2012a), sex – by analyzing the measurements of various parts of the nestling’s body, primarily beak, tarsus, wing and tail (Karyakin et al., 2017a). Starting from 2016, morphometric sex determination was confirmed genetically according to the size of the *CHD1* gene introns in the sex chromosomes (Fridolfsson, Ellegren, 1999) from the samples of the nestling’s feather pulp stored in alcohol (Zinevich et al., 2018c) (fig. 1).

⁹³ <http://rrcn.ru/wp-content/uploads/net-world-30min-cntr-kml.zip>

⁹⁴ <http://rrcn.ru/ru/ringing/bd>

мерений различных частей тела, в первую очередь клюва, цевки, крыла и хвоста (Карякин и др., 2017а), а начиная с 2016 г. морфометрическое определение пола подтверждали по размеру интронов гена CHD1 в половых хромосомах (Fridolfsson, Ellegren, 1999) по собранным в спирт образцам пульпы пера птенцов (Зиневич и др., 2018с) (рис. 1).

Математическую обработку данных осуществляли в MS Excel 2003 и Statistica 10. Для выборок приводятся диапазон данных и среднее значение $\pm SD$. Для сравнения выборок использовался ранговый критерий Вилкоксона (T).

Результаты

С 2013 по 2019 гг. GPS/GSM-трекерами было помечено 22 птенца степного орла на 20 гнёздах. Из них 19 птенцов появились на связи и отдали локацию, в том числе 10 самок и 9 самцов с 17 гнёзд. Двенадцать помеченных птенцов появились на свет в выводках из двух птенцов, остальные семеро были единственными птенцами в выводке. Заметно смещение в распределении птенцов по половому признаку в выводках разного размера: в случае единственного птенца в выводке – в 85.7% случаев это был птенец женского пола, в случае двух птенцов – в 75% случаев помечен трекером был самец. На двух гнёздах трекерами были помечены оба птенца из выводка, все четверо – самцы (Мин и Син, Шойгу и Хаддад).

Мечение степных орлов осуществлялось в трёх регионах, отличающихся по своим природным условиям, однако возраст всех птенцов во время мечения составлял 60–65 дней. В Центральном Казахстане (Карагандинская область) 2 самки и 2 самца были помечены 9–10 июля 2018 г. Два орла (самец и самка) были единственными птенцами в выводке, и два (также самец и самка) – старшими птенцами в выводках из двух птенцов. В Оренбургской области (Россия) самки Ева и Ада были помечены 22 июля 2016 г. Ева была единственным птенцом в выводке, Ада – старшим птенцом в выводке из 2-х разнополых птенцов. В Алтае-Саянском регионе 13 птенцов (5 самок и 8 самцов) из 11 выводков были помечены трекерами в период с 16 по 27 июля (2013–2014, 2018–2019 гг.), и одна самка из позднего выводка – 20 августа 2013 г. Из 2-х птенцов состояли 7 выводков, но в двух выводках в 2018 г. за сутки до мечения во время урагана с градом в гнёз-

Statistical analysis was carried out in MS Excel 2003 and Statistica 10. Data are presented as data range and mean $\pm SD$. Comparing data sets was conducted using the Wilcoxon rank test (T).

Results

From 2013 to 2019, 22 nestlings of the Steppe Eagle were tagged with GPS/GSM-trackers on 20 nests. Nineteen nestlings appeared online and sent locations, including 10 females and 9 males from 17 nests. Twelve out of 19 tagged nestlings hatched in broods of two nestlings, and 7 were the only nestling in a brood. There is a clear bias in the distribution of males and females between broods of 1 or 2 nestlings. In broods with one nestling in 85.7% the nestling was a female, while in broods with two siblings the tagged nestling was a male. On two nests both nestlings were tracked, all four – males (Min and Sin, Shoygu and Khadad).

Tagging of Steppe Eagles was carried out in three regions that differed in their environmental conditions, but all nestlings were tagged at the age of 60–65 days. In Central Kazakhstan (Karaganda region), 2 females and 2 males were tagged on July 9–10. Two of them (male and female) were the only nestlings in the brood, and two (also male and female) were the elder nestlings in broods of 2 nestlings. In the Orenburg region, females Eva and Ada were tagged on July 22nd. Eva was the only nestling in the brood, Ada was the elder nestling in the brood of two nestlings (male and female). In the Altai-Sayan region (ASR), 13 nestlings (5 females and 8 males) of 11 broods were tagged with trackers from July 16th to July 27th, and one female from a late brood on August 20th. Seven broods had two nestlings, but in two broods second nestlings (both the youngest ones, both females) died a day before tagging due to the hurricane with a hail of 2018, and only elder males, who escaped from the nests and hid in the rocks or bushes, survived, so they became to ones who were tagged. We tagged both siblings in two broods from Krasnoyarsk Kray and the Republic of Tuva. All males, siblings were named Min and Sin, Shoygu and Khaddad.

Information about all of them is shown in table 1. The distribution of nests, where these eaglets were tagged, is shown in figure 2, full tracks of birds – in figure 3.

In total, 59,517 locations were received from trackers, 19.23% of which are locations of PFDP movements (11,447 locations

Табл. 1. Информация о ювенильных степных орлах (*Aquila nipalensis*), помеченных трекерами в России и Казахстане в 2013–2019 гг. Принятые сокращения: RU – Россия, KZ – Казахстан, RA – Республика Алтай, RT – Республика Тыва, RH – Республика Хакасия, KK – Красноярский край, OO – Оренбургская область, KO – Карагандинская область, f – самка, m – самец.

Table 1. Summary of the information on juvenile Steppe Eagles (*Aquila nipalensis*) tagged with trackers from 2013 to 2019 in Russia and Kazakhstan. Legend: RU – Russia, KZ – Kazakhstan, RA – Republic of Altai, RT – Republic of Tuva, RH – Republic of Khakassia, KK – Krasnoyarsk Krai, OO – Orenburg region, KO – Karaganda region, f – female, m – male.

Страна Country	Регион Region	Гнездо Nest	Размер выводка Brood size	Трекер Datalogger	Имя Name	Пол Sex	Число локаций Number of loca- tions	Период прослеживания (дни) Tracking period (days)	Судьба Outcome
RU	RA	1	1	Aquila (exp. 1)	Ночка Nochka	f	184	22/07–12/08/2013 (22)	Трекер не работает Datalogger goes wrong
	RA	2	1	Aquila (exp. 2)	Дуся Dusya**	f	955	20/08–17/11/2013 (90)	Погибла (причина не известна) / Died (unknown reason)
	RA	3	2	Ecotone St	Степаша Stepasha	m	396	17/07–27/10/2014 (103)	Электропоражение на ЛЭП / Died from electrocution
	RA	4	2	Aquila 198	Жанна Jeanne	f	1348	27/07 – 16/12/2019 (143)	Жива / Alive
	RT	5	2(1)*	Aquila 177	Ураган Uragan	m	6407	25/07/2018–16/12/2019 (510)	Жив / Alive
	RT	6	2(1)*	Aquila 178	Тувин Tuvin	m	1315	27/07/2018–14/11/2018 (111)	Погиб (причина не известна) / Died (unknown reason)
	RT	7	2	Aquila 179	Шойгу Shoigu	m	1669	16/07–23/12/2019 (154)	Электропоражение на ЛЭП / Died from electrocution
	RT	7	2	Aquila 144	Хаддад Khaddad	m	1622	16/07–16/12/2019 (154)	Жив / Alive
	RT	8	1	Aquila 180	Тэс / Tes	f	1254	20/07–23/11/2019 (127)	Жива / Alive
	RH	9	2	Aquila 174	Хакас Khakas	m	5212	22/07/2018–15/12/2019 (512)	Жив / Alive
	RH	10	1	Aquila 181	Ита / Ita	f	1569	22/07–16/12/2019 (148)	Жива / Alive
	KK	11	2	Aquila 173	Мин / Min	m	5531	20/07/2018–15/12/2019 (514)	Жив / Alive
	KK	11	2	Aquila 174	Син / Sin	m	2903	20/07/2018–16/12/2019 (515)	Жив / Alive
	OO	12	1	Ecotone 4391	Ева / Eva	f	1666	22/07/2016–19/10/2017 (455)	Погибла (причина не известна) / Died (unknown reason)
	OO	13	2	Aquila (exp. 3)	Ада / Ada	f	4395	22/07/2016–09/08/2017 (384)	Вероятно, погибла Probably died
KZ	KO	14	1	Aquila 172	Аман Aman	m	6081	09/07/2018–16/12/2019 (526)	Жив / Alive
	KO	15	1	Aquila 136	Айна Ayna	f	6322	09/07/2018–15/12/2019 (525)	Жива / Alive
	KO	16	2	Aquila 136	Сарыгуль Sarygul	f	4536	10/07/2018–16/12/2019 (525)	Жива / Alive
	KO	17	2	Aquila 138	Кенжык Kenzhyk	m	6152	10/07/2018–16/12/2019 (525)	Жив / Alive

Примечания / Notes:

* – второй птенец в выводке погиб в возрасте 45–55 дней во время града / the second nestling in the brood died in the nest on the age of 45–55 days old;

** – поздний выводок, на 1 месяц позже средних по региону сроков размножения / a late brood, a month later than the average breeding dates in the region.

дах погибли младшие птенцы (самки), и выжили только старшие самцы, которые успели покинуть гнезда и спрятаться в скалах или кустах, так что именно они и были помечены. В двух выводках в Крас-

or 11,455 taking into account the position of the bird at the onset of migration, if it was located within the breeding territory), 14.77% – the locations of the first autumn migration (8,792 locations), 28.8% – the

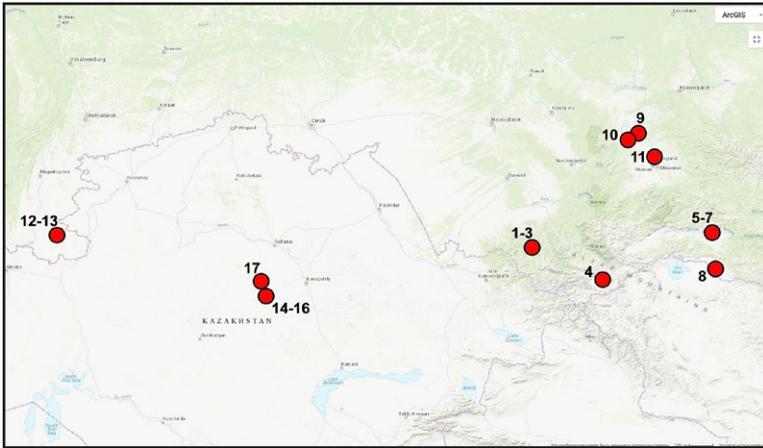


Рис. 2. Карта распределения гнёзд степного орла, на которых птенцы были помечены трекерами. Нумерация гнёзд соответствует нумерации в таблице 1.

Fig. 2. Location of Steppe Eagle's nests that were subjected for nestling tagging with dataloggers. The numbering of nests corresponds to table 1.

ноярском крае и в Республике Тыва были помечены оба птенца из выводков – все четверо самцы (Мин и Син, Шойгу и Хаддад соответственно).

Информация обо всех птицах, которые вышли на связь, приведена в таблице 1, распределение гнёзд, в которых помечены эти орлята, показано на рисунке 2, полные треки птиц – на рисунке 3.

В общей сложности от трекеров получено 59517 локаций, 19,23% из которых (11447 локаций) – это локации перемещений слётков на гнездовых территориях до распада выводков (11455 с учётом локаций старта миграции в пределах гнездовых участков), 14,77% (8792 локаций) – локации 1-й осенней миграции, 28,8% (17152 локаций) – локации 1-й зимовки, 4,3% (2558 локаций) – локации 1-й весенней миграции, 24,27% (14447 локаций) – локации летних перемещений на 2-м году жизни, 3,96% (2313 локаций) – локации второй осенней миграции, и 4,15% (2469 локаций) – локации 2-й зимовки.

locations of the first wintering (17,152 locations), 4.3% – the locations of the first spring migration (2,558 locations), 24.27% – 2nd summer locations (14,447 locations), 3.96% – 2nd autumn migration (2,313 locations), and 4.15% – the locations of the second wintering (2,469 locations).

Post-fledging dependence period

The terms of leaving the nests by fledglings varied depending on the region and local environmental conditions.

In Central Kazakhstan (Karaganda region), three eaglets out of four left nests immediately after the tagging, and one – a male named Kenzhyk from a brood of two nestlings spent three more days in the nest before leaving it for the first time. The eaglets began to train their flying skills 16–20 days after leaving the nest at the age of 77–90 days. Fledglings stayed on the breeding territories for 47–52 days and abandoned them at the age of about 110–115 days on August 26–29.

In the Orenburg region, female Eva left her nest at the age of about 68 days on July 26th and began to train flying skills at the age of about 77 days since August 4th. Female Ada left the nest at the age of about 70 days on July 27th and started training at the age of about 90 days since August 17th. Both birds stayed on the breeding territories for 30–31 days and left them at the age of 98–100 days on August 24–26.

In the Altai-Sayan region (ASR), eaglets left nests at the age of 65–75 days and started training flying skills at the age of 72–85 days. Almost all of them kept close to the nests, and only male Tuvin left the nest the very next day after tagging and in 2 weeks

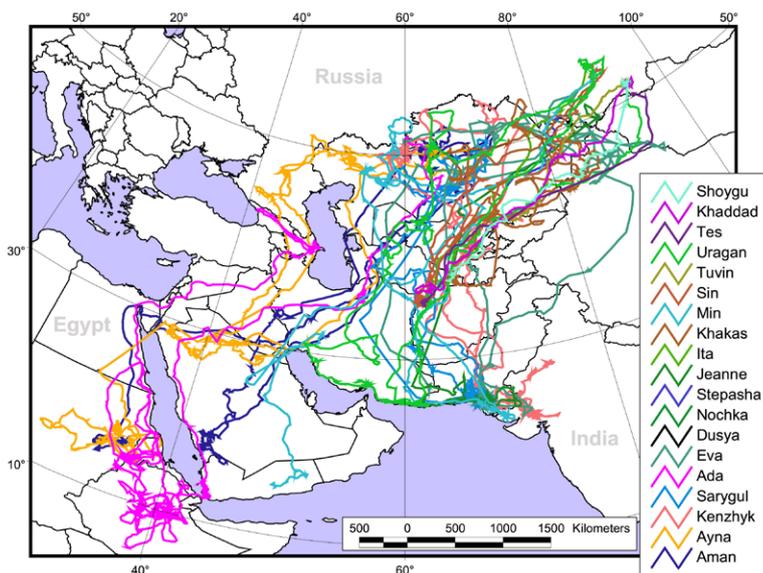


Рис. 3. Полные треки 19 степных орлов из России и Казахстана. Имена птиц соответствуют таковым в таблице 1.

Fig. 3. Full tracks of 19 Steppe Eagles from Russia and Kazakhstan. The names of the birds correspond to those in the table 1.

Степные орлы, помеченные трекерами в Алтае-Саянском регионе в 2013–2019 гг. Имена птиц соответствуют таковым в таблице 1. Фото И. Карякина и А. Барашковой.

Steppe Eagles tagged with dataloggers in the Altai-Sayan region in 2013–2019. The names of eagles corresponding with table 1.

Photos by I. Karyakin and A. Barashkova.



Зависимый послегнездовой период

Сроки оставления гнёзд орлами различались в зависимости от региона и местных природных условий.

В Центральном Казахстане (Карагандин-

he was 2.4 km away from it in the other part of the steppe valley covered the distance on foot. His parents constructed a plain temporary nest for Tuvin, around which the eagles' further activity continued. At the

Степные орлы, помеченные трекерами в Оренбургской области, Республике Тыва России и в Карагандинской области Казахстана в 2016–2018 гг. Имена птиц соответствуют таковым в таблице 1. Фото И. Карякина и Л. Зиневич.

Steppe Eagles tagged with dataloggers in the Orenburg region and Republic of Tuva of Russia and Karaganda region of Kazakhstan in 2016–2018. The names of eagles corresponding with table 1.

Photos by I. Karyakin and L. Zinevich.



ская область) три орла из четырёх начали оставлять гнёзда сразу же после мечения, и только один оставался в гнезде еще два дня и покинул его на третий день после мечения. Разлётываться птицы стали на 16–20

age of 81–93 days, Tuvin began to make fly attempts but stayed within several hundred meters from the temporary nest, and at the age of 94 days, he began to fly actively. Altai-Sayan eagles stayed on the breeding

день после оставления гнезда в возрасте 77–90 дней. Наиболее поздно оставил гнездо и стал разлётываться самец Кенжык из выводка, состоящего из 2-х птенцов. Слётки держались на гнездовых участках 47–52 дня и покинули их 26–29 августа в возрасте около 110–115 дней.

В Оренбургской области (Россия) самка Ева начала оставлять гнездо в возрасте около 68 дней, с 26 июля, а разлётываться – в возрасте около 77 дней, с 4 августа. Самка Ада начала оставлять гнездо в возрасте около 70 дней, с 27 июля, а разлётываться – в возрасте около 90 дней, с 17 августа. Обе птицы держались на гнездовых участках 30–31 день и покинули их в возрасте 98–100 дней, 24–26 августа.

В Алтае-Саянском регионе оставление гнёзд орлами наблюдалось в возрасте 65–75 дней, а подъём на крыло и активные перемещения вокруг гнезда – с 72–85 дней. Практически все птенцы были тесно связаны с гнёздами, и лишь Тувин на следующий же день после мечения покинул гнездо и за 2 недели ушёл от него на 2,4 км на другую сторону степной долины. Взрослые птицы сделали Тувину набросок, вокруг которого продолжалась дальнейшая активность орла: в возрасте 81–93 дня он начал подлётывать, но не перемещался далее нескольких сот метров от наброска, а в возрасте 94 дня начал активно летать. Алтае-Саянские орлы держались на гнездовых участках от 41 до 82 дней и покинули их в возрасте 105–147 дней, в период с 5 сентября по 12 октября (в среднем около 29 сентября \pm 10 дней).

Сроки подъёма на крыло в случае со степными орлами достаточно условны, так как многие слётки покидают гнёзда, ещё не умея летать. И даже в возрасте старше 80 дней, с полностью отросшими маховыми и рулевыми, орлята не всегда начинают разлётываться, предпочитая передвигаться по земле в районе гнезда или наброска, который делают взрослые птицы на месте постоянного пребывания слётка, оставившего гнездо. Наблюдается также и боязнь к полётам после первого неудачного слёта с гнезда. Так, например, Хакас был возвращён в гнездо 22 июля после первого слёта и до 1 августа (в течение 9 дней) не пытался покинуть гнездовую полку на скале, несмотря на то, что его младший брат за это время покинул гнездо. Тем не менее, возраст птенцов, самостоятельно оставляющих гнёзда, можно определить для степного орла в 65–75 дней, а возраст, в котором слётки начинают летать, – 77–90 дней.

territories for the periods from 41 to 82 days and abandoned them at the age of 105–147 days from September 5th to October 12th (September 29 \pm 10 days on average).

In the case of Steppe Eagle, the terms when a fledgling began to takeoff are rather arbitrary, since many fledglings leave the nests without being able to fly. Even with fully grown flight feathers at the age of 80 days and older, the eaglets do not always begin to train the flight, preferring to move on the ground near the nest (or a temporary nest made by adult birds if a juvenile went away from the natal nest). We also observed that nestlings whose first flight was unsuccessful, can later show fear of flying. Thus, for example, a male named Khakas was brought back to the nest by our team on July 22nd after he made an escaping attempt, and then until August 1st (within 9 days) he did not try to leave the nest again, despite the younger sibling from the brood did it during this time. Nevertheless, the age of the nestlings independently leaving the nests can be determined for the Steppe Eagle at 65–75 days, and the age at which the fledglings begin to fly is 77–90 days. Thus, the difference in the terms when juveniles begin to fly confidently (start using flapping flight and return to the nest flying, not walking) is almost 2 weeks.

According to our sample, Steppe Eagle's fledglings kept on the breeding territories for 30–82 days, ($n=18$) 58.4 \pm 16.5 days on average after leaving the nests (table 2). The duration of PFDP in males (from 47 to 82 days, 66.2 \pm 13.64 on average, $n=10$) is significantly longer than in females (from 30 to 69 days, 48.75 \pm 14.18 on average, $n=8$), despite the large data scattering ($T=0$,



Слёток степного орла, покинувший гнездо.
Фото И. Карякина.

Fledgling of the Steppe Eagle near the nest.
Photo by I. Karyakin.

Т.е. разброс в сроках начала уверенного полёта (когда птенец в машущем полёте, а не пешком, возвращается обратно на гнездо) составляет практически 2 недели.

В целом по нашей выборке после оставления гнёзд слётки степного орла держались на гнездовых участках 30–82 дня, в среднем ($n=18$) $58,4 \pm 16,5$ дней (табл. 2). Продолжительность ЗПП у самцов (от 47 до 82 дней, в среднем $66,2 \pm 13,64$, $n=10$) достоверно больше, чем у самок (от 30 до 69 дней, в среднем $48,75 \pm 14,18$, $n=8$) ($T=0$, $Z=2,37$, $p=0,018$), несмотря на сильный разброс значений и разницу между полами в отдельных регионах. Так, в Карагандинской области Казахстана продолжительность ЗПП у самок составила 49–52 дня, в среднем ($n=2$) $50,5 \pm 2,12$ дней, у самцов – 47–49 дней, в среднем ($n=2$) $48,0 \pm 1,41$ дней, в то время как в Алтае-Саянском регионе России этот показатель у самок составил 41–69 дней, в среднем ($n=4$) $57,0 \pm 12,36$ дней, у самцов – 54–82 дня, в среднем ($n=8$) $70,75 \pm 10,99$ день. В Оренбургской области обе помеченные самки покинули пределы своих гнездовых участков и отправились странствовать на 30-й и 31-й дни после мечения ($n=2$, $30,5 \pm 0,71$), а самцов в этом регионе мы не метили.

Разница в продолжительности ЗПП для слётков из разноразмерных выводков не является достоверной ($p=0,18$), хотя прослеживается тенденция к тому, что орлы, являющиеся единственными отпрысками, покидают гнездовые участки раньше в среднем на 6 дней, нежели орлы из выводков, состоящих из 2-х птенцов. (см. табл. 2, рис. 4). Это обусловлено сильным смещением выборки птенцов из выводков с единственным птенцом – в сторону самок, а выводков из двух птенцов – в сторону самцов. Орлы, потерявшие sibлингов, – Ураган и Тувин, в данной статье отнесены к группе не имевших sibлингов.

На то, насколько быстро и активно птенцы степного орла начинают летать, влияет множество факторов, и, вероятно, в первую очередь – интенсивность питания в последние 2 недели до оставления птенцами гнёзд и 3,5 недели после (т.е. критичным для развития лётных навыков является возраст 50–90 дней). Например, Мин и Син, не испытывавшие голода и практически не имевшие на пере линий стресса при высокой численности добычи, стали активно летать в возрасте 80 дней; Шойгу и Хаддад, выкармливавшиеся достаточно хорошо, но при низкой численности основной добы-



Первый полёт степного орла. Фото И. Карякина.

*The first flight of the Steppe Eagle.
Photo by I. Karyakin.*

$Z=2.37$, $p=0.018$) and the region-dependent difference between sexes. For example, in the Karaganda region of Kazakhstan, the duration of PFDP in females was 49–52 days, ($n=2$) 50.5 ± 2.12 days on average, in males – 47–49 days, ($n=2$) 48.0 ± 1.41 days on average, while in the Altai-Sayan region of Russia this index in females was 41–69 days, ($n=4$) 57.0 ± 12.36 days on average, in males – 54–82 days, ($n=8$) 70.75 ± 10.99 days on average. In the Orenburg region, both tagged females left their breeding territories and started wanderings on the 30th and 31st days after tagging (mean 30.5 ± 0.71 , $n=2$). No males were tagged in the Orenburg region. The difference in the duration of PFDP for fledglings from different-sized broods is not relevant ($p=0.18$), however, on average eaglets which were the only nestlings in the brood left breeding territories 6 days earlier than eaglets from broods of two nestlings (see table 2, fig. 4). But it seems to be conditioned by the bias in distribution of males and females.

Many factors influence how quickly and actively the Steppe Eagle nestlings start to fly, and most likely the feeding rate in the last 2 weeks before the nestlings leave their nests and 3.5 weeks after (i.e., the age of 50–90 days) is the most critical for the development of flight skills. For example, males Min and Sin, which did not starve and had little stress lines on plumage due to good nutrition began to fly actively at the age of 80 days. Other males Shoygu and Khaddad, who were fed well enough, but

Табл. 2. Пространственные характеристики перемещений молодых степных орлов в натальной области до распада выводков. Принятые сокращения: ЗПП – зависимый послегнездовой период, ОО – Оренбургская область России, КО – Карагандинская область Казахстана, АСР – Алтай-Саянский регион России, f – самка, m – самец.

Table 2. Spatial characteristics of juvenile Steppe Eagles' movements during the post-fledging dependence period. Legend: PFDP – post-fledging dependence period, OO – Orenburg region of Russia, KO – Karaganda region of Kazakhstan, ASR – Altai-Sayan region of Russia, f – female, m – male.

Гнездо / Nest	Имя / Name	Пол / Sex	Число локаций / Number of Locations*	MCP, km ²		Kernel, km ² (R, км)			Дата начала перемещений за пределами гнезда / Date of start movement outside the nest	Продолжительность ЗПП (дни) / Duration of the PFDP (days)	Длина трека, км / Track length, km	Длина трека, км/100 лок / Normalized track length, km/100 loc.	Дата начала перемещений за пределами гнездового участка / Date of disperse from the nesting area
				100%	95%	95%	75%	50%					
1	Ночка / Nochkka ^a	f	184	1.25	0.2	0.18 (0.1)	0.07 (0.1)	0.04 (0.1)	24/07	-	-	-	-
2	Дуся / Dusya	f	624	3.5	0.5	0.52 (0.1)	0.17 (0.1)	0.08 (0.1)	20/08	54	73.7	11.8	12/10
3	Степаша / Stepasha	m	312	100.3	2.9	2.14 (0.3)	0.94 (0.3)	0.41 (0.3)	18/07	80	215.4	69.0	05/10
4	Жанна / Jeanne	f	516	24.9	2.6	0.74 (0.1)	0.27 (0.1)	0.09 (0.1)	27/07	41	179.3	34.7	05/09
5	Ураган / Uragan	m	804	242.3	13.2	3.25 (0.4)	1.09 (0.4)	0.60 (0.4)	28/07	59	519.7	64.6	24/09
6	Тувин / Tuvin	m	851	220.8	22.1	4.08 (0.4)	1.23 (0.4)	0.66 (0.4)	29/07	63	628.2	73.8	29/09
7	Шойгу / Shoygu	m	1001	368.6	28.4	1.29 (0.3)	0.65 (0.3)	0.34 (0.3)	18/07	82	1009.3	100.8	07/10
7	Хаддад / Khaddad	m	987	226.4	24.7	1.23 (0.3)	0.64 (0.3)	0.34 (0.3)	18/07	82	835.6	84.7	07/10
8	Тэс / Tes	f	812	23.9	0.9	0.16 (0.1)	0.08 (0.1)	0.04 (0.1)	21/07	64	186.5	23.0	22/09
9	Хакас / Khakas	m	504	26.2	4.6	0.87 (0.2)	0.33 (0.2)	0.17 (0.2)	01/08	54	198.8	39.4	23/09
10	Ита / Ita	f	840	8.2	1.0	0.22 (0.1)	0.08 (0.1)	0.04 (0.1)	24/07	69	136	16.2	30/09
11	Мин / Min	m	589	20.8	3.1	2.05 (0.2)	0.53 (0.2)	0.28 (0.2)	21/07	70	293.3	49.8	28/09
11	Син / Sin	m	635	52.3	6.8	2.66 (0.2)	0.60 (0.2)	0.19 (0.2)	21/07	76	394.3	62.1	04/10
12	Ева / Eva	f	134	43.5	6.0	0.23 (0.1)	0.09 (0.1)	0.04 (0.1)	26/07	30	86.7	64.7	24/08
13	Ада / Ada	f	289	973.0	0.6	0.19 (0.1)	0.09 (0.1)	0.04 (0.1)	27/07	31	230	79.6	26/08
14	Аман / Aman	m	732	33.9	2.9	0.46 (0.1)	0.14 (0.1)	0.07 (0.1)	09/07	49	224.5	30.7	26/08
15	Айна / Ayna	f	718	21.7	0.8	0.35 (0.1)	0.07 (0.1)	0.04 (0.1)	09/07	52	116.2	16.2	29/08
16	Сарыгуль / Sarugul	f	717	3.2	0.7	0.41 (0.1)	0.14 (0.1)	0.05 (0.1)	10/07	49	128.8	18.0	27/08
17	Кенжык / Kenzhyk	m	198	27.7	3.1	1.86 (0.3)	0.66 (0.3)	0.37 (0.3)	12/07	47	81.6	41.2	27/08
Самки / Females (n=8)^b				137.7±	1.64±	0.35±	0.12±	0.05±	24/07±	48.8±	142.2±	33.0±	10/09±
				337.8	1.88	0.2	0.07	0.02	12d	14.2	53.1	25.4	19
Самцы / Males (n=10)				131.9±	11.18±	1.99±	0.68±	0.34±	21/07±	66.2±	440.1±	61.6±	25/09±
				123.1	10.2	1.11	0.33	0.18	7	13.6	303.6	21.8	13
Выводки с 1 птенцом / Broods with 1 nestling^c				74.73±	5.93±	1.16±	0.37±	0.20±	25/07±	55.0±	246.4±	37.6±	17/09±
				97.8	7.83	1.57	0.49	0.27	13^d	12.1	210.1	25.7	19
Выводки с 2 птенцами / Broods with 2 nestlings^c				182.3±	7.75±	1.34±	0.49±	0.23±	20/07±	61.2±	356.6±	57.9±	19/09±
				301.2	10.1	0.81	0.27	0.14	7	19.0	312.8	25.8	18
Орлы из ОО / Eagles from OO (n=2)				508.3±	3.3±	0.21±	0.09±	0.04±	27/07±	30.5±	158.4±	72.2±	25/08±
				657.3	3.82	0.03	0	0	1	0.7	101.3	10.5	1
Орлы из КО / Eagles from KO (n=4)				21.63±	1.88±	0.77±	0.25±	0.13±	10/07±	49.3±	137.8±	26.5±	27/08±
				13.25	1.3	0.73	0.27	0.16	1	2.1	61.2	11.7	1
Орлы из АСР / Eagles from ASR (n=12)^b				109.9±	9.23±	1.6±	0.55±	0.27±	26/07±	66.2±	389.2±	52.5±	29/09±
				122.5	10.23	1.25	0.39	0.21	9^d	12.8	298.9	28.1	10
СРЕДНЕЕ / AVERAGE (n=18)^b				134.5±	6.94±	1.26±	0.43±	0.21±	22/07±	58.4±	307.7±	48.9±	18/09±
				234.5	8.95	1.17	0.38	0.2	10d	16.5	270.5	27.0	18

Примечания / Notes:

* – число локаций только за зависимый послегнездовой период / only in post-fledging dependence period;

^a – не полный зависимый период из-за выхода из строя трекера / incomplete post-fledging dependence period due to failure of the datalogger;

^b – без учёта Ночки все показатели, кроме даты начала перемещений за пределами гнезда / all values except the date of start movement outside the nest are calculated without female Nochkka;

^c – 1 птенец в выводке n=8, 2 птенца в выводке n=10 / n=8 for broods with 1 nestling, n=10 for broods with 2 nestlings;

^d – с учётом Ночки n=19 / n=19 since female Nochkka is included in the calculation.

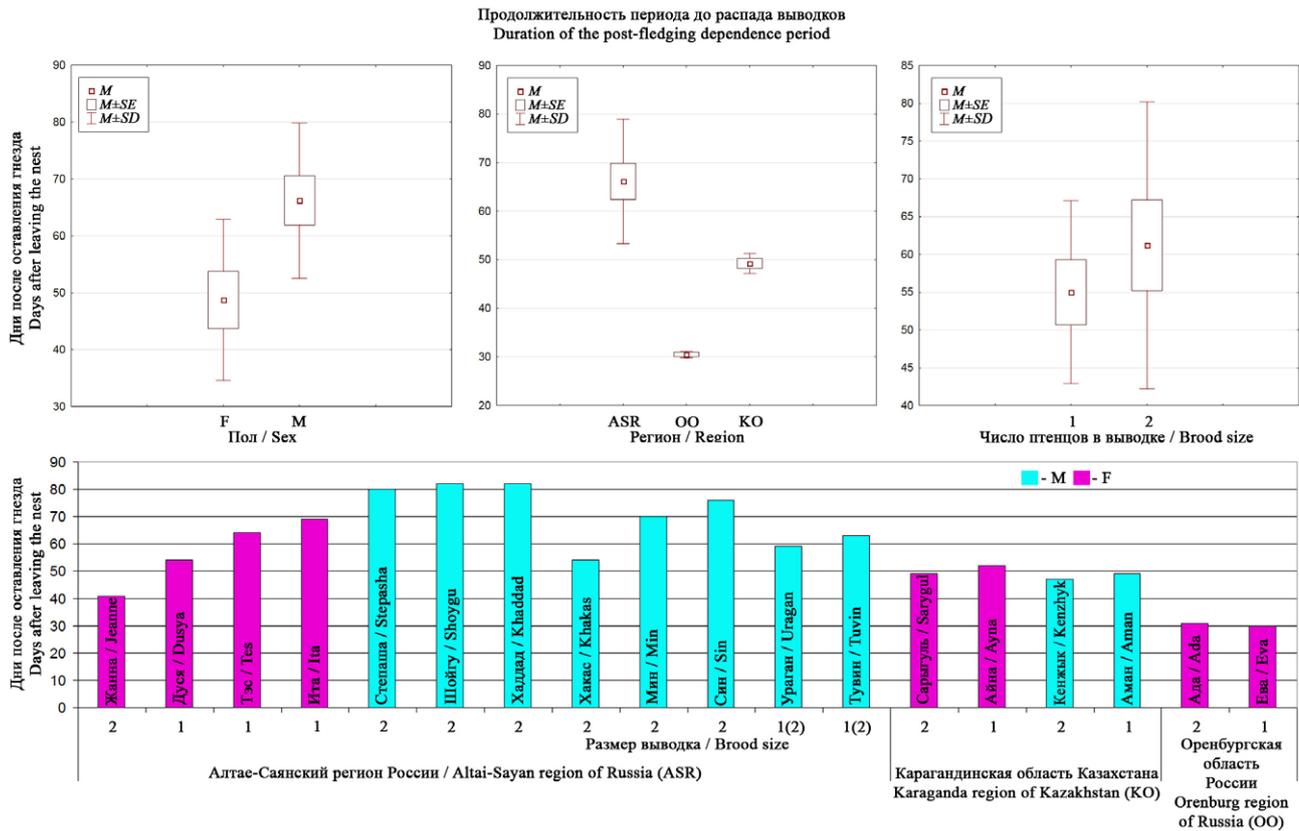


Рис. 4. Диаграммы размаха и график продолжительности зависимого послегнездового периода степных орлов, объединённых в разные группы.

Fig. 4. Box-and-whiskers plots and graph of the duration of post-fledging dependence period of Steppe Eagles, united in different groups.

чи, – в возрасте 90 дней (причём эти орлы стали летать сразу же активно, постоянно наращивая дистанции от гнезда). Жанна, хорошо питавшаяся до 65-дневного возраста при высокой численности добычи, но в плохих погодных условиях, постепенно наращивала лётную активность в возрасте 75–90 дней, а после стала активно летать до 2–4 км от гнезда. Ита и Тэс, которые до мечения сильно голодали (у Тэс все кроющие, рули и махи были покрыты линиями стресса, а у Иты были даже нарушения в развитии роговых покровов и задержка роста маховых и рулей), чередовали разовые вылеты от гнезда с длительными (до 4-х дней) периодами нахождения на гнезде, и только в возрасте старше 100 дней стали активно летать в пределах гнездового участка (см. рис. 5, 6).

Несмотря на достаточно существенную разницу в природных условиях, ситуации с погодой и кормами и, как следствие, с развитием птенцов, выявлены определённые закономерности в поведении самок и самцов после оставления ими гнезда и до ухода с гнездовой территории. В первую очередь от пола зависит лётная активность птиц: самки больше времени проводят на гнёздах и в течение ЗПП отлетают на существенно меньшие дистанции от гнезда, наращивая их часто лишь за 1–3 дня до отлёта с гнездовой территории, либо вообще

under conditions of a low number of main prey species began to fly actively at the age of 90 days. Female Jeanne, who was well fed up to 65 days under a good condition of high prey abundance, but in bad weather conditions, gradually increased flight activity at the age of 75–90 days, and then began to fly actively up to 2–4 km away from the nest. Ita and Tes, which were starving before tagging (Tes had all coverts and flight feathers covered with stress lines and Ita had even developmental disorders in keratine structures and delayed growth of flight feathers), alternated single flights away from the nest with long (up to 4 days) periods of staying in the nest, and only after becoming older than 100 days they began to fly actively within the breeding territory (see fig. 5, 6).

Despite the quite significant difference in environmental, weather, and feeding conditions and, as a result, the development of nestlings, certain patterns were revealed in the behavior of females and males after they left their nests and before they leave the breeding territory. First, the flying activity of birds depends on sex: females spend more time on nests and fly off at significantly shorter distances from the nest during PFDP. An increase in the bird-to-nest distance for females often occurred only 1–3 days before abandoning the breeding

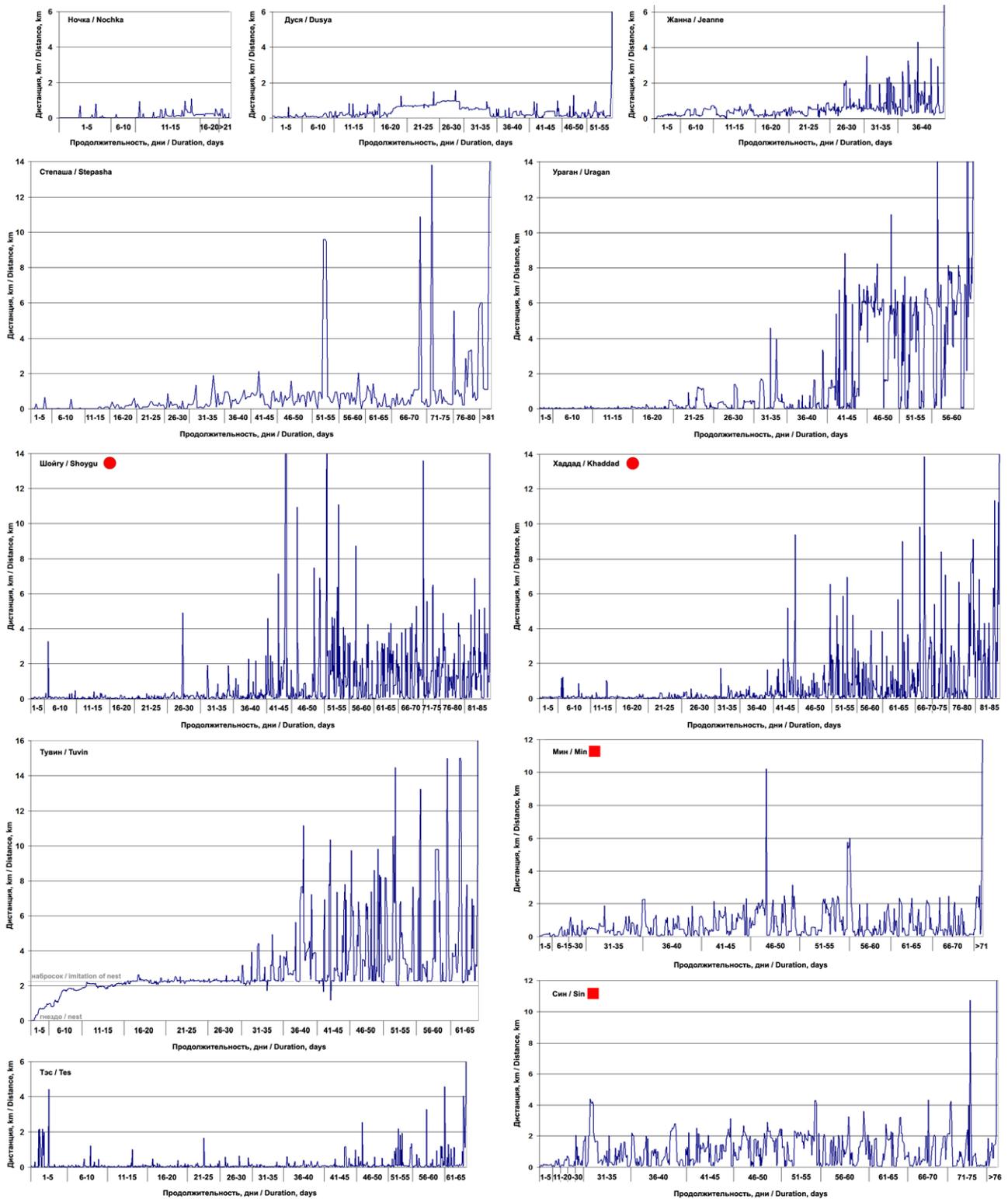


Рис. 5. Графики распределения дистанций между точками локаций молодых степных орлов и их гнёздами в течение зависимого послегнездового периода до распада выводков. Одинаковые значки (квадрат и круг) присвоены сибсам.

Fig. 5. Distribution of bird-to-nest distances during the post-fledging dependence period. Siblings marked with the same symbols (square or circle).

стартуют в миграцию без дальних отлётов от гнезда. Так, например, Ада из Оренбургской области, как и все самки, до 90 дней практически не летала, потом резко активизировалась, и в течение 10 дней разлеталась,

territory or they could even start migration without previous long-distance flights away from the nest. Thus, for example, Ada from the Orenburg region of Russia like all females almost did not fly until the age of 90

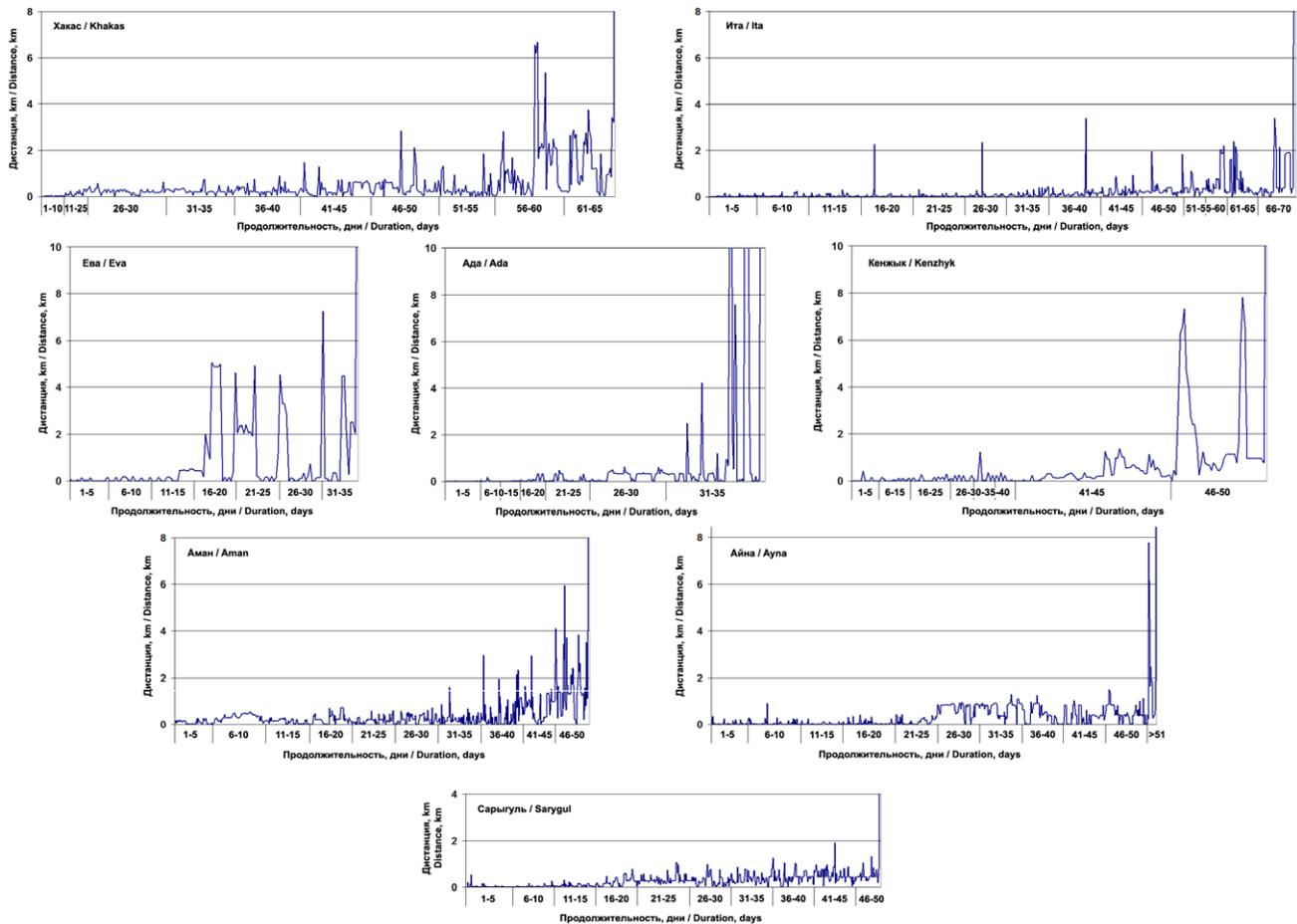


Рис. 6. Графики распределения дистанций между точками локаций молодых степных орлов и их гнёздами в течение зависимого послегнездового периода до распада выводков.

Fig. 6. Distribution of bird-to-nest distances during the post-fledging dependence period.

при этом за два дня до оставления гнездового участка совершила два дальних вылета на 63 и 114 км, удалившись на 26,8 и 43,5 км от гнезда соответственно. Также вела себя и Айна из Карагандинской области (Казахстан), которая с 90-дневного возраста и до конца ЗПП перемещалась не далее 1,5 км от гнезда, но за день до отлёта с гнездовой территории совершила 20-километровый вылет, удалившись на 7,8 км от гнезда.

Общий налёт (протяжённость по сегментам трека между локациями) в течение ЗПП у самок варьировал от 86,7 км у Евы до 230,0 км у Ады, составив в среднем ($n=8$) $142,2 \pm 53,1$ км, у самцов варьировал от 81,6 км у Кенжыка до 1009,3 км у Шойгу, составив в среднем ($n=10$) $440,1 \pm 303,6$ км (табл. 2). Нормированные по числу локаций (км/100 локаций) показатели варьировали у самок от 11,8 км у Дуси до 79,6 км у Ады, составив в среднем $33,0 \pm 25,4$ км, и у самцов – от 30,7 км у Амана до 100,8 км у Шойгу, составив в среднем $61,6 \pm 21,8$ км (табл. 2, рис. 7). Таким образом, общий налёт самцов в течение ЗПП оказался до-

days, then she began actively train her flying skills for 10 days, and two days before leaving the breeding territory, she made two long-distance journeys of 63 and 114 km, finishing her flight 26.8 and 43.5 km away from the nest, respectively. Ayna from the Karaganda region of Kazakhstan behaved the same way. From 90 days of age until the end of PFDP, she moved no further than 1.5 km away from the nest but made a 20-km flight and stopped 7.8 km away from the nest one day before she abandoned her natal territory.

The raw total flight distance (r-TFD) (across the segments of the track between locations) during PFDP in females varied from 86.7 km for Eva to 230.0 km for Ada, 142.2 ± 53.1 km on average ($n=8$); in males, it varied from 81.6 km for Kenzhyk to 1,009.3 km for Shoygu, 440.1 ± 303.6 km on average ($n=10$) (table 2). The total flight distance normalized by the number of locations (n-TFD) (km/100 locations) varied in females from 11.8 km for Dusya to 79.6 km for Ada, 33.0 ± 25.4 km on average, ($n=8$),

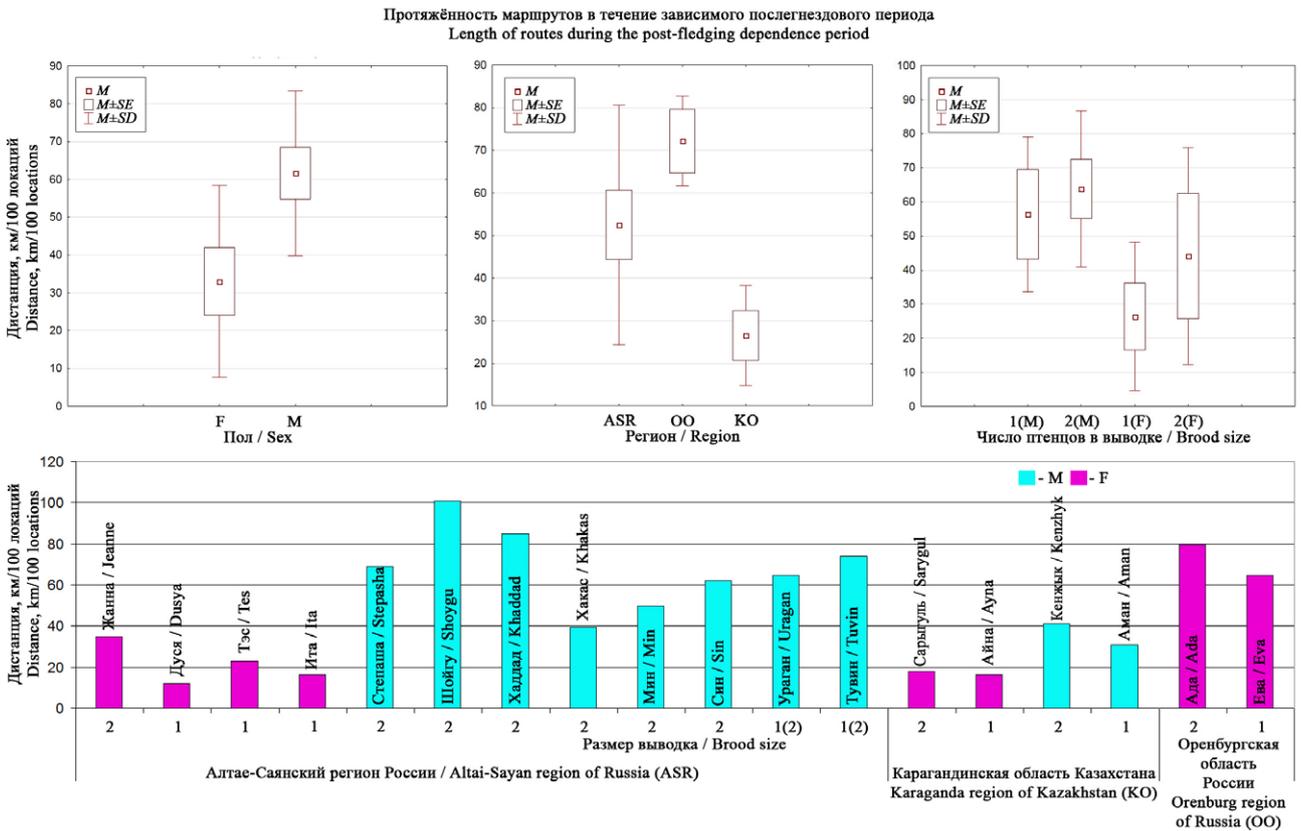


Рис. 7. Диаграммы размаха и график протяжённости маршрутов степных орлов, объединённых в разные группы, в течение зависимого послегнездового периода.

Fig. 7. Box-and-whiskers plots and graph of the length of routes of Steppe Eagles, united in different groups, during the post-fledging dependence period.

стоверно в 2 раза большим, чем таковой у самок ($T=4,0$, $Z=1,96$, $p=0,05$). Интересно отметить, что самки из Оренбуржья оказались существенно активнее самок из других регионов (рис. 7). К сожалению, ни одного самца в этой области помечено не было. При этом оренбургские орлицы Ева и Ада набрали большой километраж (64,7 и 79,6 км/100 локаций соответственно) при самом коротком сроке ЗПП (30 и 31 день), что свидетельствует о большой интенсивности полётов, превышающей в 2–4 раза таковую даже у самых активных орлов-самцов, при том, что 95% локаций Евы лежит на площади 6 км², а Ада перемещалась большую часть ЗПП на площади в 10 раз меньшей, чем Ева, и набирала основной километраж за счёт двух дальних вылетов в последние 2 дня перед уходом в миграцию.

Разница в километраже налёта между слётками из выводков, в которых они были единственными отпрысками (37,6±25,7 км, lim 11,8–73,8 км, $n=8$), и выводков, состоящих из 2-х птенцов (57,9±25,8 км, lim 34,7–100,8 км, $n=10$), не является статистически значимой ($T=6,0$, $Z=1,68$, $p=0,09$) из-за того, что Тувин и Ураган, ли-

and in males, from 30.7 km for Aman to 100.8 km for Shoygu, 61.6±21.8 km on average ($n=10$) (table 2, fig. 7). Thus, the n-TFD of males during PFDP is 2 times longer than that of females ($T=4.0$, $Z=1.96$, $p=0.05$). Interesting that females from the Orenburg region Eva and Ada covered much longer n-TFD during PFDP (64.7 and 79.6 km/100 locations, respectively) than other females in only 30 days after leaving the nests (the two shortest PFDPs) (fig. 7), which indicates a high intensity of flights, 2–4 times higher than that of the most active male eagles. With all this, 95% of Eva’s locations lie on an area of 6 km², and Ada moved most of PFDP on area 10 times smaller than Eva’s and gained most of the TFD via two long flights made in 2 days before leaving the breeding territory and beginning migration. Unfortunately, we have no tagged males from the same region.

No significant difference in n-TFD between fledglings from different-size broods (table 2) was found. Eagles that lost their siblings in the nest (Uragan and Tuvin) were attributed to the single-nestling group in the whole article. Comparisons within the groups

шившиеся сибсов ещё до вылета, в течение ЗПП вели себя ближе к самцам из выводков, состоявших из 2-х птенцов, хотя по формальному признаку были отнесены к группе выводков, состоящих из 1 птенца. Если этих двух орлов не рассматривать в выборке, то разница в километраже налёта между слётками из выводков, в которых они были единственными отпрысками, и выводков, состоящих из 2-х птенцов, будет вполне надёжной ($p=0,03$). Но в данном случае пол вносит более высокий вклад в надёжность разницы из-за перекоса в сторону доминирования самцов в группе выводков с двумя птенцами и, наоборот, самок – в группе выводков с одним птенцом. Т.е. мы не можем надёжно сравнивать самцов и самок из выводков с разным количеством птенцов по причине малой выборки и выраженного смещения в соотношении полов в разноразмерных выводках. Тем не менее, в среднем у самок из выводков, содержащих 2 птенца, общий налёт в течение ЗПП составил $44,10 \pm 31,86$ км (lim 18,0–79,6 км, $n=3$), у самок, которые являлись единственными отпрысками, – $26,38 \pm 21,79$ км (lim 11,8–64,7 км, $n=5$); у самцов из 2-х-птенцовых выводков налёт составил в среднем $63,86 \pm 22,87$ км (lim 39,4–100,8 км, $n=7$), у самцов, являвшихся единственными в выводках, – $56,37 \pm 22,70$ км (lim 30,7–73,8, $n=3$). Разница в налёте слётков в течение ЗПП также нивелируется региональной спецификой, но если рассмотреть все три региона по отдельности, то в каждом из них просматривается тенденция к тому, что среди слётков одного пола больший километраж в течение ЗПП налетывают те из них, кто вырос в выводке с двумя птенцами (рис. 7, нижний график).

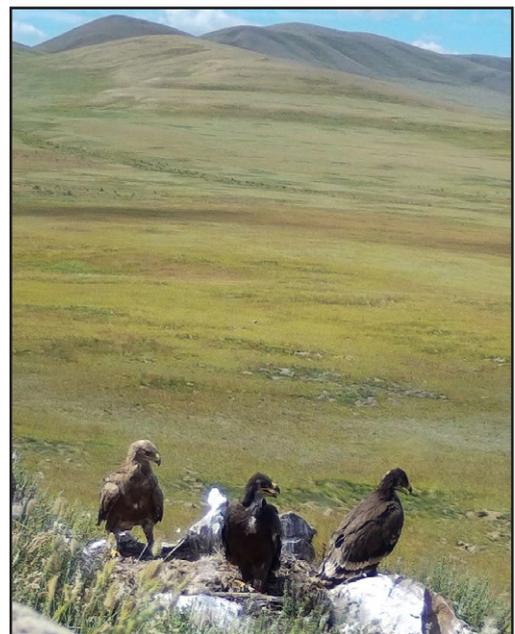
Из двух выводков с самцами-сиблингами, где оба были помечены трекерами, в одном больший налёт в ЗПП получился у младшего (младший Син – 62,1 км/100 локаций и старший Мин – 49,8 км/100 локаций), а в другом – у старшего (младший Хаддад – 84,7 км/100 локаций и старший Шойгу – 100,8 км/100 локаций).

Обычно за 10–20 дней до отлёта с гнездовой территории слётки усиливают лётную активность и наращивают дистанции удаления от гнезда, но некоторые самки (например, Дуся и Сарыгуль), не продемонстрировав увеличения лётной активности, покинули натальную область и ушли в миграцию стремительно, не совершая дальних отлётов от гнезда (рис. 5–6, 8–9), при этом дальность их удаления от гнёзд в течение ЗПП была ограничена 1,5–2 км.

divided by both sexes and the number of nestlings showed that females with a sibling tended to have longer n-TDF (44.10 ± 31.86 km, lim 18.0–79.6 km, $n=3$) than females that have no siblings (26.38 ± 21.79 km, 11.8–64.7 km, $n=5$); males that have a sibling showed on average 63.86 ± 22.87 km, 39.4–100.8 km, $n=7$; and those who have not – 56.37 ± 22.70 km, 30.7–73.8, $n=3$; Considering each region separately, the n-TDF among fledglings of the same sex is tended to be higher in those who grew up with a sibling (fig. 7, lower graph).

It should be noted that not always the youngest nestling in the brood has a lesser flight kilometrage. Thus, in the brood from the Minusinsk Depression, the youngest nestling named Sin moved to longer distances during PFDP (62.1 km/100 locations) than the elder Min (49.8 km/100 locations). In the Tuva Depression in the brood of the brothers Khaddad (the younger) and Shoygu (the elder), there was an opposite difference (84.7 and 100.8 km/100 locations respectively).

For 10–20 days before leaving the breeding territory, fledglings usually increase their flight activity and distances from the nest, but some females (for example, Dusya and Sarygul) left the natal area and started migration rapidly, without making distant flights away from the nest (fig. 5–6, 8–9). Herewith, the distance of their flight away from the nests during PFDP was limited to 1.5–2 km.



Выводок степного орла с двумя сибсами-самками (слева взрослая птица). Фото И. Карякина.

Brood of the Steppe Eagle with two female siblings (adult bird – at the left). Photo by I. Karyakin.

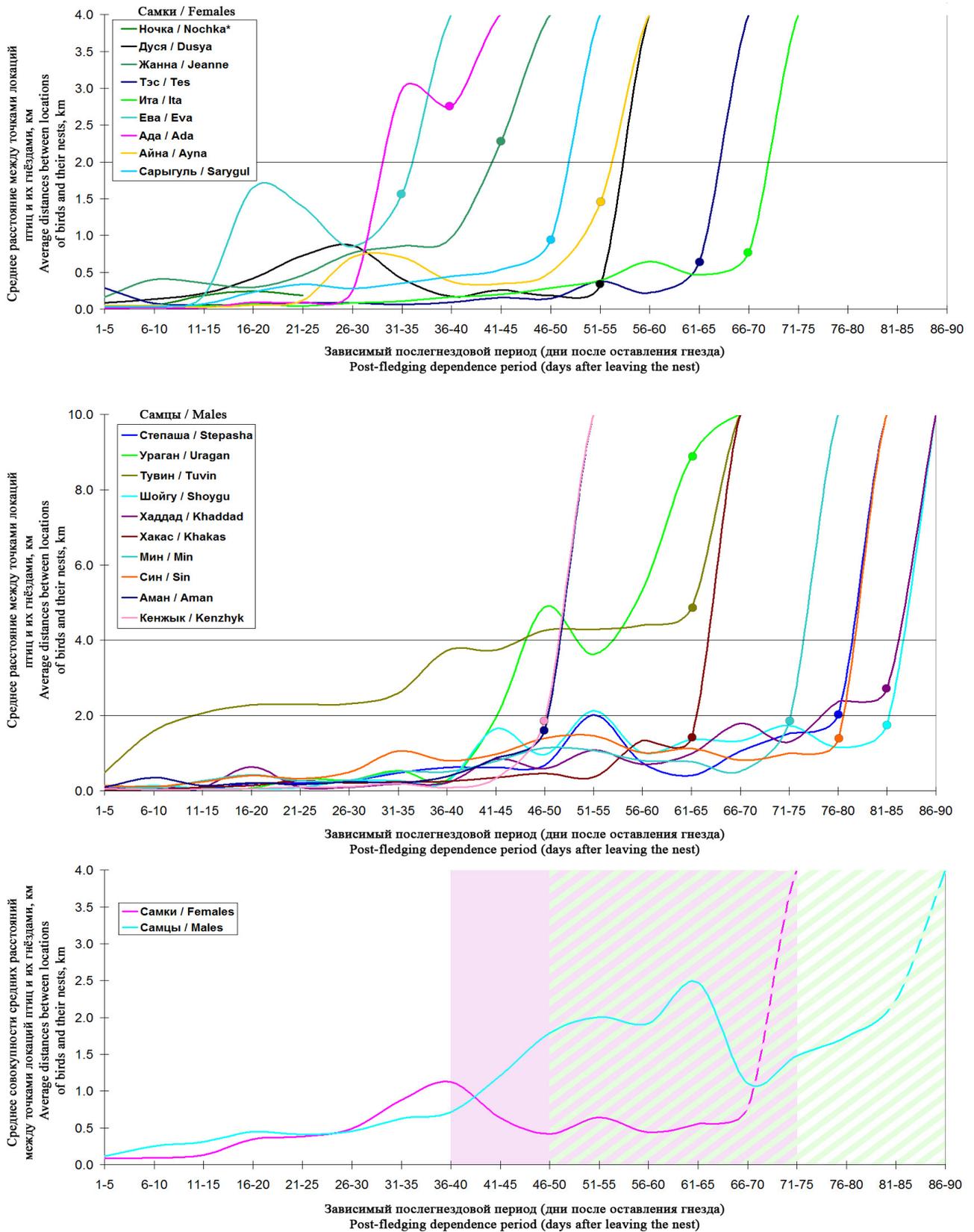


Рис. 8. Средние дистанции между точками локаций самок (вверху) и самцов (в центре) молодых степных орлов и их гнёздами каждые 5 дней после мечения. Точками обозначены даты оставления орлами гнездовых участков. **Примечание:** * – не полный зависимый период из-за выхода из строя трекера. Внизу общий график, со средними показателями по всем птицам. Заливкой обозначен период разлёта самок, штриховкой – самцов.

Fig. 8. Bird-to-nest distances during PFDP (including the end of the nestling period after tagging) for females (upper) and males (at the center) averaged for 5-days intervals. Dots indicate the dates when eagles left their nesting territories. **Note:** * – tracker failed before the end of PFDP. At the bottom is a general graph with average distances for all males and females. Filled background indicates fledging disperse periods for females and hatched background – for males.

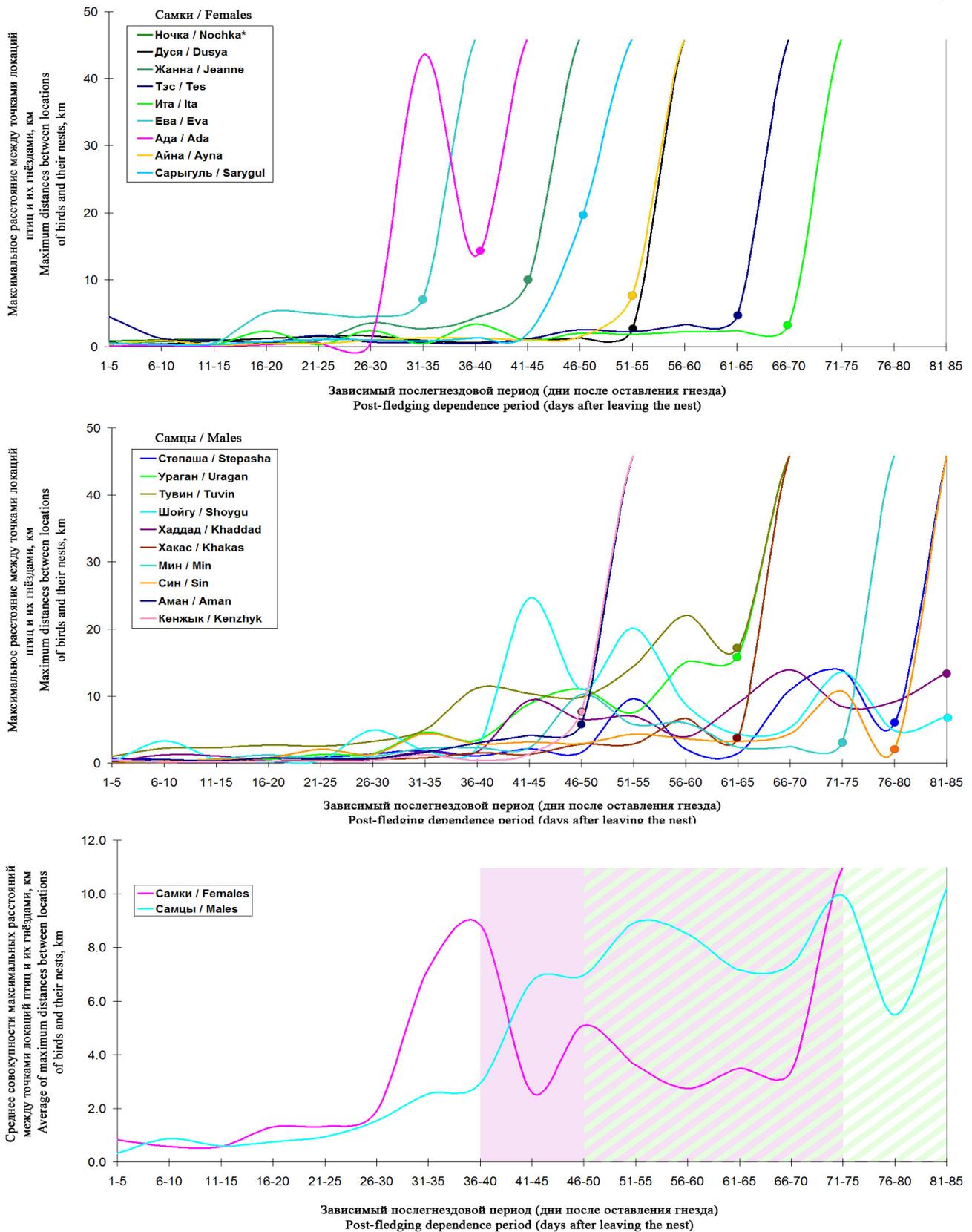


Рис. 9. Максимальные дистанции между точками локаций самок (вверху) и самцов (в центре) молодых степных орлов и их гнёздами каждые 5 дней после мечения. Точками обозначены даты оставления орлами гнездовых участков. **Примечание:** * – не полный зависимый послегнездовой период из-за выхода из строя трекера. Внизу общий график, со средними показателями максимальных дистанций по всем птицам. Заливкой обозначен период разлёта самок, штриховкой – самцов.

Fig. 9. Bird-to-nest maximum distances on every 5 days of PFDP (including the end of the nestling period after tagging) for females (upper) and males (at the center). Dots indicate the dates when the eagles left their nesting territories. **Note:** * – tracker failed before the end of PFDP. At the bottom is a general graph with average data of maximum distances for all males and females. Filled background indicates fledging disperse periods for females and hatched background – for males.

Табл. 3. Дистанции между точками локаций молодых степных орлов и их гнёздами каждые 5 дней после мечения до распада выводков. Принятые сокращения: N – гнездо, S – пол, f – самка, m – самец. Нумерация гнёзд и имена птиц соответствуют таковым в таблице 1.

Table 3. Bird-to-nest distances on every 5 days of PFDP (including days in the nest after tagging). Legend: N – nest, S – sex, f – female, m – male. The numbering of nests and eagles' names corresponding with table 1.

N	Имя Name	S	Дистанции от птицы до гнезда (км) каждые 5 дней после мечения (n, M±SD, min-max) Bird-to-nest distances (km) on every 5 days after tagging (n, M±SD, min-max)							
			1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40
1	Ночка Nochka	f	59, 0.04±0.14, 0-0.8	31, 0.05±0.17, 0-0.95	66, 0.19±0.21, 0-1.1	17, 0.24±0.10, 0.1-0.53	11, 0.19±0.23, 0-0.57	трекер вышел из строя transmitter broke down		
2	Дуся Dusya	f	57, 0.09±0.08, 0.01-0.63	60, 0.14±0.10, 0.02-0.4	64, 0.22±0.16, 0.01-0.84	66, 0.42±0.25, 0.03-1.25	58, 0.73±0.12, 0.57-1.52	54, 0.86±0.20, 0.5-1.57	61, 0.41±0.21, 0.06-0.94	49, 0.17±0.14, 0.02-0.58
3	Степаша Stepasha	m	17, 0.06±0.17, 0-0.66	20, 0.04±0.12, 0-0.55	18, 0.04±0.05, 0-0.12	19, 0.19±0.16, 0-0.61	20, 0.21±0.19, 0-0.86	20, 0.26±0.31, 0-1.36	20, 0.48±0.49, 0.05-1.91	20, 0.62±0.25, 0.04-1.07
4	Жанна Jeanne	f	54, 0.17±0.07, 0.01-0.37	63, 0.40±0.19, 0.13-0.75	68, 0.35±0.17, 0.01-0.81	66, 0.29±0.14, 0.02-0.67	69, 0.46±0.19, 0.06-0.91	62, 0.77±0.55, 0.14-3.54	64, 0.86±0.64, 0.15-2.66	65, 0.97±0.86, 0.19-4.32
5	Ураган Uragan	m	23, 0.03±0.03, 0-0.11	71, 0.03±0.03, 0-0.17	79, 0.04±0.03, 0-0.17	70, 0.08±0.10, 0-0.5	76, 0.33±0.41, 0.01-1.26	74, 0.28±0.35, 0-1.39	70, 0.53±0.86, 0-4.6	71, 0.29±0.63, 0-3.36
6	Тувин Tuvin	m	33, 0.50±0.33, 0.01-0.99	79, 1.59±0.40, 0.79-2.21	78, 2.05±0.11, 1.82-2.31	74, 2.28±0.10, 2.06-2.64	77, 2.29±0.07, 2.12-2.53	73, 2.31±0.18, 2.02-3.2	69, 2.60±0.64, 1.72-4.95	69, 3.72±1.79, 2.14-11.17
7	Шойгу Shoygu	m	22, 0.06±0.03, 0-0.12	74, 0.14±0.42, 0.01-3.28	74, 0.08±0.09, 0.00-0.49	63, 0.05±0.05, 0-0.22	72, 0.08±0.07, 0-0.34	71, 0.27±0.67, 0.01-4.92	67, 0.27±0.43, 0.01-1.91	66, 0.24±0.41, 0-2.27
7	Хаддад Khaddad	m	38, 0.06±0.03, 0.01-0.16	72, 0.12±0.21, 0.01-1.24	70, 0.09±0.17, 0-1.05	67, 0.06±0.05, 0-0	64, 0.10±0.11, 0-0.38	71, 0.10±0.11, 0.01-0.58	64, 0.18±0.26, 0.01-1.72	62, 0.21±0.25, 0-1.64
8	Тэс Tes	f	70, 0.29±0.75, 0-4.43	74, 0.08±0.16, 0-1.21	72, 0.06±0.12, 0.01-1	70, 0.06±0.08, 0-0.49	62, 0.09±0.21, 0-1.66	68, 0.08±0.13, 0-0.65	64, 0.06±0.09, 0-0.62	67, 0.10±0.10, 0-0.41
9	Хакас Khakas	m	10, 0.02±0.02, 0-0.06	11, 0.03±0.02, 0.01-0.07	7, 0.10±0.07, 0.04-0.24	10, 0.14±0.09, 0.02-0.31	10, 0.27±0.08, 0.16-0.44	66, 0.22±0.11, 0-0.64	63, 0.25±0.13, 0.02-0.76	61, 0.25±0.23, 0.01-1.49
10	Ита Ita	f	74, 0.03±0.03, 0-0.15	75, 0.04±0.05, 0-0.25	74, 0.04±0.05, 0-0.3	70, 0.07±0.27, 0-2.27	70, 0.05±0.05, 0-0.31	68, 0.08±0.28, 0-2.35	63, 0.11±0.11, 0-0.42	68, 0.17±0.41, 0.01-3.4
11	Мин Min	m	14, 0.13±0.05, 0.05-0.25	10, 0.07±0.05, 0.02-0.16	10, 0.27±0.22, 0.04-0.63	9, 0.42±0.42, 0.06-1.2	10, 0.27±0.26, 0.07-0.74	10, 0.28±0.29, 0.01-1.01	76, 0.51±0.31, 0.03-2.25	72, 0.51±0.50, 0.02-2.29
11	Син Sin	m	14, 0.14±0.05, 0.03-0.22	8, 0.12±0.06, 0.05-0.19	9, 0.23±0.19, 0.03-0.56	10, 0.42±0.23, 0.09-0.73	10, 0.32±0.61, 0.06-2.04	10, 0.50±0.40, 0.1-1.3	70, 1.06±1.16, 0.04-4.39	69, 0.81±0.72, 0.06-2.81
12	Ева Eva	f	18, 0.04±0.05, 0.01-0.15	20, 0.06±0.07, 0.01-0.18	20, 0.20±0.21, 0-0.52	19, 1.65±2.07, 0-5.05	20, 1.39±1.53, 0.01-4.93	20, 0.85±1.41, 0-4.54	17, 1.58±2.13, 0-7.25	
13	Ада Ada	f	35, 0.01±0.01, 0-0.06	20, 0.02±0.04, 0-0.17	20, 0.02±0.02, 0-0.05	20, 0.10±0.12, 0.01-0.32	37, 0.10±0.13, 0.01-0.49	76, 0.26±0.16, 0-0.63	73, 2.99±8.41, 0.01-43.52	5, 2.76±5.99, 0.02-13.47
14	Аман Aman	m	73, 0.10±0.08, 0-0.28	81, 0.35±0.11, 0.09-0.54	78, 0.14±0.09, 0-0.31	78, 0.22±0.20, 0-0.72	78, 0.17±0.13, 0-0.59	76, 0.24±0.19, 0-0.71	74, 0.21±0.23, 0-1.59	74, 0.38±0.57, 0-2.95
15	Айна Ayna	f	66, 0.05±0.08, 0-0.36	79, 0.05±0.12, 0-0.91	74, 0.03±0.04, 0-0.25	75, 0.06±0.09, 0-0.41	72, 0.12±0.13, 0-0.45	69, 0.71±0.24, 0.01-0.95	69, 0.71±0.27, 0.01-1.29	68, 0.37±0.33, 0-1.26
16	Сарыгуль Sarygul	f	75, 0.03±0.07, 0-0.54	79, 0.03±0.04, 0-0.28	74, 0.07±0.06, 0-0.31	78, 0.23±0.17, 0-0.78	75, 0.34±0.19, 0.11-1.08	75, 0.28±0.21, 0.01-0.99	73, 0.35±0.19, 0.01-0.87	73, 0.45±0.25, 0.01-1.26
17	Кенжык Kenzhyk	m	11, 0.06±0.13, 0-0.42	10, 0.04±0.04, 0.01-0.14	8, 0.05±0.05, 0-0.11	11, 0.06±0.09, 0-0.27	9, 0.09±0.10, 0.01-0.29	10, 0.11±0.11, 0.01-0.26	10, 0.19±0.39, 0-1.24	10, 0.09±0.13, 0.01-0.36
ВСЕГО / TOTAL			763, 0.10±0.27, 0-4.43	937, 0.25±0.47, 0-3.28	963, 0.27±0.55, 0-2.31	892, 0.37±0.71, 0-5.05	900, 0.43±0.68, 0-4.93	973, 0.49±0.68, 0-4.92	1067, 0.76±2.41, 0-43.52	969, 0.64±1.18, 0-13.47

41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
58, 0.26±0.21, 0.02-0.98	58, 0.19±0.20, 0.01-1.29	41, 0.34±0.46, 0.02-2.68	покинула гнездовой участок dispersed from the breeding territory (DBT)					
20, 0.62±0.48, 0-2.14	20, 0.68±0.34, 0.12-1.58	19, 2.02±3.37, 0-9.6	19, 0.75±0.46, 0-2.05	20, 0.41±0.36, 0-1.43	20, 1.06±2.34, 0.13-10.89	20, 1.52±3.11, 0.24-13.81	20, 2.04±1.94, 0.22-6.0	DBT
5, 2.28±4.10, 0.34-9.61	покинула гнездовой участок dispersed from the breeding territory (DBT)							
69, 1.95±2.42, 0.01-8.82	67, 4.88±2.22, 0.03-11.03	64, 3.62±2.54, 0.01-7.51	65, 5.32±3.37, 0.01-15.05	6, 8.87±3.66, 6.22-16.05	покинул гнездовой участок dispersed from the breeding territory (DBT)			
68, 3.73±2.09, 1.17-10.36	66, 4.26±2.02, 2.17-9.83	63, 4.29±2.70, 1.98-14.46	62, 4.39±3.54, 2.21-22.06	40, 4.86±3.87, 2.16-17.21	покинул гнездовой участок dispersed from the breeding territory (DBT)			
67, 1.66±4.19, 0.01-24.57	63, 0.96±2.02, 0-10.94	62, 2.13±3.39, 0.01-20.08	50, 1.01±1.56, 0-8.73	55, 1.35±1.15, 0.07-4.32	43, 1.32±1.49, 0.01-5.3	57, 1.73±2.21, 0.04-13.6	56, 1.15±1.16, 0.02-4.8	38, 1.77±1.56, 0.04-6.9
62, 0.84±1.47, 0.01-9.37	65, 0.59±0.95, 0-6.55	61, 1.08±1.52, 0-6.96	57, 0.70±0.94, 0.01-3.91	58, 0.98±1.52, 0.01-9	48, 1.79±2.66, 0.01-13.87	40, 1.29±1.86, 0.03-8.41	53, 2.37±2.70, 0-9.12	38, 2.71±3.37, 0.01-13.5
66, 0.16±0.27, 0-1.16	61, 0.14±0.33, 0-2.54	33, 0.38±0.59, 0.02-2.19	59, 0.22±0.50, 0-3.28	47, 0.64±1.06, 0.03-4.58	покинула гнездовой участок dispersed from the breeding territory (DBT)			
57, 0.35±0.27, 0.02-1.29	61, 0.46±0.48, 0.02-2.83	54, 0.37±0.53, 0.03-2.82	53, 1.34±1.60, 0.04-6.68	41, 1.41±1.09, 0.05-3.75	покинул гнездовой участок dispersed from the breeding territory (DBT)			
66, 0.20±0.18, 0.04-0.92	51, 0.29±0.27, 0.03-1.95	33, 0.39±0.37, 0.02-1.84	35, 0.65±0.65, 0.13-2.2	48, 0.47±0.56, 0.02-2.39	45, 0.78±0.89, 0.02-3.38	покинула гнездовой участок dispersed from the breeding territory (DBT)		
69, 0.79±0.58, 0.04-2.32	69, 1.14±1.37, 0.04-10.21	63, 1.07±1.13, 0.07-5.77	55, 0.81±1.21, 0.03-6.01	59, 0.77±0.75, 0.02-2.35	56, 0.52±0.62, 0.02-2.47	7, 1.84±1.06, 0.16-3.13	DBT	
70, 0.97±0.75, 0.07-3.12	65, 1.39±0.77, 0.04-2.9	58, 1.46±1.06, 0.05-4.31	59, 1.01±0.88, 0.06-3.59	57, 1.13±0.91, 0.04-3.21	59, 0.82±0.85, 0.04-4.33	62, 1.00±1.67, 0.03-10.73	5, 1.39±0.51, 0.59-2.03	DBT
покинула гнездовой участок dispersed from the breeding territory (DBT)								
покинула гнездовой участок dispersed from the breeding territory (DBT)								
70, 0.87±0.75, 0-4.12	51, 1.63±1.19, 0.01-5.94	покинул гнездовой участок dispersed from the breeding territory (DBT)						
67, 0.35±0.29, 0.01-1.02	64, 0.51±0.32, 0-1.48	17, 1.46±2.02, 0.02-7.76	покинула гнездовой участок dispersed from the breeding territory (DBT)					
69, 0.54±0.28, 0.04-1.91	48, 0.94±2.63, 0.13-18.16	покинула гнездовой участок dispersed from the breeding territory (DBT)						
72, 0.34±0.34, 0.01-1.37	47, 1.86±2.12, 0.03-7.82	покинул гнездовой участок dispersed from the breeding territory (DBT)						
955, 0.95±1.78, 0-24.57	856, 1.40±2.02, 0-18.16	568, 1.72±2.36, 0-20.08	514, 1.82±2.64, 0-22.06	431, 1.41±2.15, 0-17.21	271, 1.02±1.58, 0.01-13.87	186, 1.38±2.06, 0.03-13.81	134, 1.78±2.07, 0-9.12	76, 2.24±2.65, 0.01-13.5

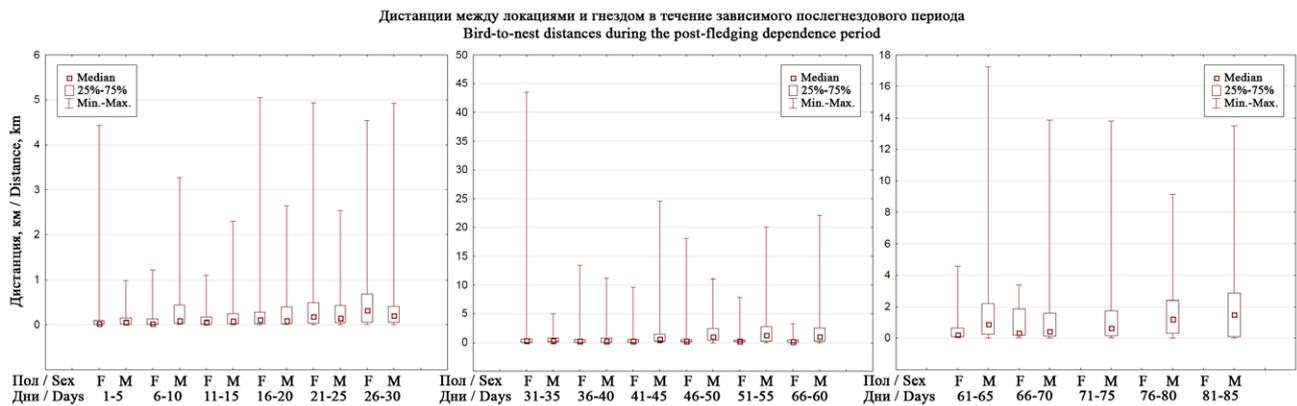


Рис. 10. Диаграммы размаха средних дистанций между точками локаций молодых степных орлов разного пола и их гнёздами после мечения до распада выводков.

Fig. 10. Box-and-whiskers plots of the bird-to-nest average distances of the Steppe Eagles of different sex on 5-day intervals from the tagging to end of the PFDP.

Табл. 4. Средние дистанции между точками локаций самок и самцов молодых степных орлов и их гнёздами каждые 5 дней после мечения до распада выводков. Принятые сокращения: f – самка, m – самец. Жирным шрифтом выделены показатели критерия Вилкоксона с высокой степенью надёжности.

Table 4. Bird-to-nest average distances on every 5-day intervals from the tagging to end of the PFDP 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 мечения Days after tagging	Пол Sex	Средние дистанции от птицы до гнезда (км) Bird-to-nest average distances (km)			Критерий Вилкоксона Wilcoxon signed-rank test f vs. m
		n	<i>M</i> ± <i>SD</i>	<i>lim</i>	
1–5	f	508	0.09±0.30	0–4.43	T=10,551.5, Z=4.07 p=0.00005
	m	255	0.13±0.20	0–0.99	
6–10	f	501	0.10±0.17	0–1.21	T=24,534.0, Z=7.73 p=0.00000
	m	436	0.41±0.63	0–3.28	
11–15	f	532	0.13±0.17	0–1.10	T=27,411.0, Z=5.29 p=0.00000
	m	431	0.45±0.76	0–2.31	
16–20	f	481	0.24±0.54	0–5.05	T=33,294.05, Z=0.85 p=0.4
	m	411	0.51±0.84	0–2.64	
21–25	f	474	0.32±0.47	0–4.93	T=27,413.0, Z=3.58 p=0.00034
	m	426	0.56±0.85	0–2.53	
26–30	f	492	0.43±0.49	0–4.54	T=51,127.0, Z=1.20 p=0.23
	m	481	0.54±0.82	0–4.92	
31–35	f	484	0.85±3.42	0–43.52	T=42,631.5, Z=4.25 p=0.00002
	m	583	0.69±0.96	0–4.95	
36–40	f	395	0.41±0.84	0–13.47	T=27,351.5, Z=4.20 p=0.00003
	m	574	0.79±1.35	0–11.17	
41–45	f	331	0.34±0.58	0–9.61	T=1,412.0, Z=14.82 p=0.00
	m	624	1.27±2.09	0–24.57	
46–50	f	282	0.40±1.14	0–18.16	T=3,718.0, Z=11.60 p=0.00
	m	574	1.90±2.17	0–11.03	
51–55	f	124	0.52±0.93	0.02–7.76	T=1,650.5, Z=5.46 p=0.00000
	m	444	2.05±2.53	0–20.08	
56–60	f	94	0.38±0.59	0–3.28	T=1,941.0, Z=0.60 p=0.55
	m	420	2.14±2.81	0–22.06	
61–65	f	95	0.55±0.85	0.02–4.58	T=1,605.5, Z=2.50 p=0.012
	m	336	1.65±2.34	0–17.21	
66–70	f	45	0.78±0.89	0.02–3.38	T=314.0, Z=2.30 p=0.022
	m	226	1.07±1.69	0.01–13.87	
71–75	f	10	>20		T=0, Z=2.80 p=0.005
	m	186	1.38±2.06	0.03–13.81	
76–80	f	10	>20		T=0, Z=2.80 p=0.005
	m	134	1.78±2.07	0.00–9.12	
81–85	f	10	>20		T=0, Z=2.80 p=0.005
	m	76	2.24±2.65	0.01–13.50	

Анализ 5-дневных промежутков ЗПП (табл. 3, рис. 10) показал, что в первые 30 дней степные орлы отлетали от гнезда не далее 5 км, в основном перемещаясь на дистанции 100–470 м от гнезда. Нарастание орлами дистанций удаления от гнёзд происходило в период между 30 и 50 днями после мечения.

Дистанции между локациями и гнездом у самцов в среднем были достоверно выше, чем у самок, во все 5-дневные промежутки после оставления ими гнёзд, за исключением 16–20 и 26–30 дней, когда самки, рано покидавшие участки, активно наращивали дальность полётов. При этом максимальные дистанции разлёта у самок часто были больше, чем у самцов, в том числе и в 5-дневные промежутки в первые 30 дней ЗПП (рис. 10, табл. 4). А начиная с 45-го дня среднее расстояние между локациями и гнездом у самцов было существенно больше, чем у самок.

Разница в средних дистанциях между локациями птиц и их гнёздами в течение ЗПП оказалась значимой как для самок, так и для самцов из разноразмерных выводков. Самки из выводков, содержащих 2 птенца (во всех анализируемых выводках они были старшими), быстрее наращивали дальность перемещений от гнёзд во время ЗПП и, как следствие, быстрее покидали участки, нежели самки, которые были единственными птенцами в выводках, причём независимо от их кондиции. Самцы же из 2-х птенцовых выводков, наоборот, медленнее разлётывались и удалялись на меньшие дистанции, чем одиночки, и в результате дольше оставались на участках (рис. 11, табл. 5).

МСП 95% до отлёта слётков с гнездовых участков варьировал (без учёта Ночки) от 0,5 до 28,4 км², составив в среднем ($n=18$) $6,94 \pm 8,95$ км², причём меньше у самок – 0,5–6,0, в среднем ($n=8$) $1,64 \pm 1,88$ км² и больше у самцов – 2,9–28,4 км², в среднем ($n=10$) $11,18 \pm 10,2$ км² ($T=1,0$, $Z=2,55$, $p=0,01$) (табл. 2, рис. 12–16). Аналогичную разницу имели показатели зоны с максимальной плотностью распределения локаций (см. табл. 2): самки ($n=8$) до отлёта с участков демонстрировали перемещения на меньшей площади (Kernel 95% – 0,16–0,74 км², в среднем $0,35 \pm 0,2$ км², Kernel 75% – 0,07–0,27 км², в среднем $0,12 \pm 0,07$ км², Kernel 50% – 0,04–0,09 км², в среднем $0,05 \pm 0,02$ км²) и с меньшим разбросом показателей, нежели самцы ($n=10$, Kernel 95% – 0,46–4,08 км², в среднем $1,99 \pm 1,11$ км², Kernel 75% – 0,14–1,23 км², в среднем

The analysis of the 5-day PFDP intervals (table 3, fig. 10) showed that in the first 30 days the Steppe Eagles flew no further than 5 km away from the nest, mainly moving at a distance of 100–470 m away from the nest. The eagles increased their flight distance away from the nests between 30 and 50 days after tagging.

The distance between nests and eagle's location was significantly higher in males in the most of 5-day intervals (table 4) excluding 16–20 days and 26–30 days when females that left territories early began to increase flight activity. The maximum distances were often higher in females, even in the first 30 days of PFDP (fig. 10, table 4). From the 45th day, the average distances between nests and locations were higher in males.

The difference in the average distances between the locations of birds and their nests during PFDP was significant for both females and males from the different-sized broods. Females from the broods with 2 nestlings (in all analyzed broods they were elder ones) faster increased the range of movements from nests during PFDP, and, as a result, left the territories earlier than females that were the only nestlings in the broods, regardless of their condition. Males from the broods with two nestlings, on the contrary, flew later and to shorter distances than males who were the only nestling in the broods, and as a result, stayed longer in the territories (fig. 11, table 5).



Выводок степных орлов: Жанна (внизу) и её брат (вверху). Республика Алтай, Россия, 27.07.2019. Фото И. Карякина.

Brood of the Steppe Eagle: Jeanne (bottom) and her brother (upper). Republic of Altai, Russia, 27/07/2019. Photo by I. Karyakina.

Табл. 5. Средние дистанции между точками локаций молодых степных орлов и их гнёздами каждые 5 дней после мечения до распада выводков для самок и самцов из разноразмерных выводков. Принятые сокращения: BS – число птенцов в выводке, f – самка, m – самец. Жирным шрифтом выделены показатели критерия Вилкоксона с высокой степенью надёжности.

Table 5. Bird-to-nest average distances on every 5-day intervals from the tagging to end of the PFDP for females and males from broods with 1 and 2 nestlings. Legend: BS – brood size, f – female, m – male. Wilcoxon signed-rank test values with a high rate of significance are highlighted in bold.

Дни после мечения Days after tagging	Пол Sex	BS	Средние дистанции от птицы до гнезда (км) Bird-to-nest average distances (km)			Критерий Вилкоксона Wilcoxon signed-rank test f vs. m
			n	M±SD	lim	
1–5	f	1	344	0.10±0.36	0–4.43	T=4,815.5, Z=2.66 p=0.008
		2	164	0.07±0.09	0–0.54	
	m	1	129	0.19±0.25	0–0.99	T=2,561.0, Z=3.28 p=0.001
		2	126	0.07±0.08	0–0.66	
6–10	f	1	339	0.07±0.12	0–1.21	T=2,619.0, Z=5.37 p=0.00000
		2	162	0.18±0.22	0–0.75	
	m	1	231	0.68±0.72	0–2.21	T=2,987.0, Z=8.68 p=0.00000
		2	205	0.11±0.29	0–3.28	
11–15	f	1	370	0.11±0.16	0–1.10	T=1,342.5, Z=7.67 p=0.00000
		2	162	0.18±0.19	0–0.81	
	m	1	235	0.74±0.93	0–2.31	T=3,178.5, Z=6.81 p=0.00000
		2	196	0.10±0.14	0–1.05	
16–20	f	1	317	0.24±0.65	0–5.05	T=670.0, Z=9.88 p=0.00000
		2	164	0.24±0.17	0–0.78	
	m	1	222	0.86±1.02	0–2.64	T=2,249.5, Z=7.21 p=0.00000
		2	189	0.11±0.17	0–1.20	
21–25	f	1	293	0.30±0.57	0–4.93	T=3,869.5, Z=5.71 p=0.00000
		2	182	0.34±0.22	0.01–1.08	
	m	1	231	0.93±1.00	0–2.53	T=2,204.0, Z=9.10 p=0.00000
		2	195	0.13±0.19	0–2.04	
26–30	f	1	279	0.44±0.56	0–4.54	T=10,235.5, Z=1.18 p=0.24
		2	212	0.41±0.40	0–3.54	
	m	1	223	0.93±1.00	0–3.20	T=7,315.5, Z=4.09 p=0.00004
		2	258	0.21±0.39	0–4.92	
31–35	f	1	274	0.41±0.67	0–7.25	T=5,264.5, Z=5.92 p=0.00000
		2	210	1.42±5.08	0.01–43.52	
	m	1	213	1.09±1.23	0–4.95	T=7,107.0, Z=4.59 p=0.00000
		2	370	0.46±0.65	0–4.39	
36–40	f	1	252	0.21±0.30	0–3.40	T=319.0, Z=9.69 p=0.00000
		2	143	0.77±1.26	0.01–13.47	
	m	1	214	1.43±1.95	0–11.17	T=7,315.5, Z=4.09 p=0.00004
		2	360	0.42±0.52	0–2.81	
41–45	f	1	257	0.24±0.25	0–1.16	T=83.0, Z=7.03 p=0.00000
		2	74	0.66±1.09	0.04–9.61	
	m	1	207	2.17±2.22	0–10.36	T=4,406.5, Z=6.96 p=0.00000
		2	417	0.82±1.86	0–24.57	
46–50	f	1	234	0.29±0.32	0–2.54	T=0, Z=6.03 p=0.00000
		2	48	0.94±2.63	0.13–18.16	
	m	1	184	3.76±2.33	0.01–11.03	T=751.5, Z=10.68 p=0.00000
		2	390	1.02±1.41	0–10.94	
51–55	f	1	124	0.52±0.93	0.02–7.76	T=0, Z=2.80 p=0.005
		2	10	>20		
	m	1	127	3.95±2.63	0.01–14.46	T=353.0, Z=8.68 p=0.00000
		2	317	1.29±2.04	0–20.08	
56–60	f	1	94	0.38±0.59	0–3.28	T=0, Z=2.80 p=0.005
		2	10	>20		
	m	1	127	4.87±3.47	0.01–22.06	T=40.0, Z=9.68 p=0.00000
		2	293	0.95±1.23	0–8.73	
61–65	f	1	95	0.55±0.85	0.02–4.58	T=0, Z=2.80 p=0.005
		2	10	>20		
	m	1	46	5.38±4.04	2.16–17.21	T=0, Z=5.91 p=0.00000
		2	290	1.06±1.11	0–9.00	
66–70	f	1	45	0.78±0.89	0.02–3.38	T=0, Z=2.80 p=0.005
		2	10	>20		
	m	1	10	>20		T=0, Z=2.80 p=0.005
		2	226	1.07±1.69	0.01–13.87	
71–75	m	1	10	>20		T=0, Z=2.80 p=0.005
		2	186	1.38±2.06	0.03–13.81	
76–80	m	1	10	>20		T=0, Z=2.80 p=0.005
		2	134	1.78±2.07	0–9.12	
81–85	m	1	10	>20		T=0, Z=2.80 p=0.005
		2	76	2.24±2.65	0.01–13.50	

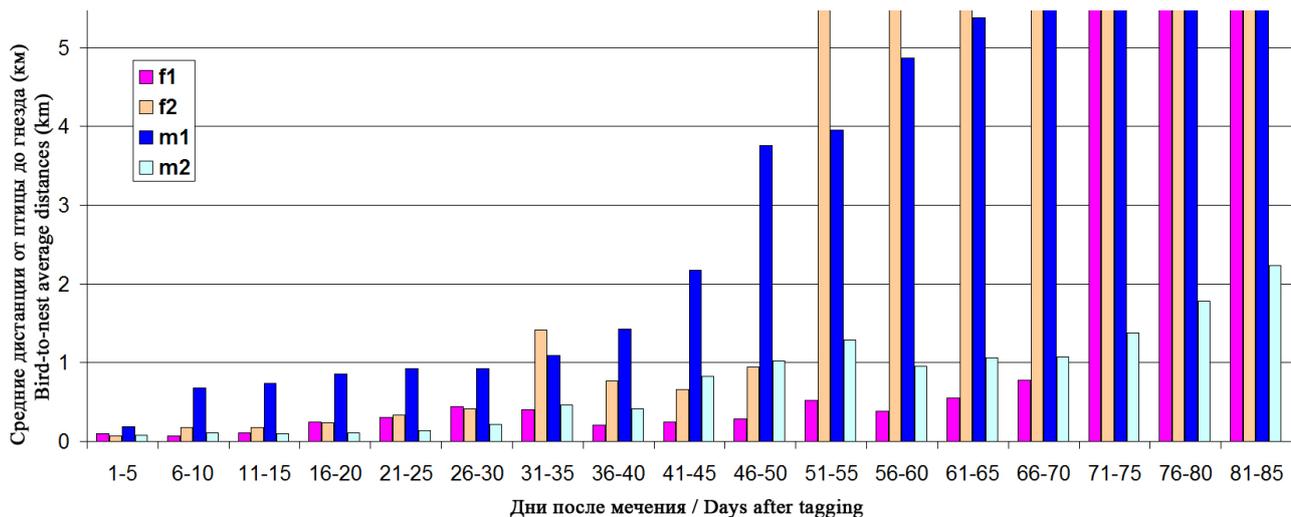


Рис. 11. Средние дистанции между точками локаций молодых степных орлов и их гнёздами каждые 5 дней после мечения: *f1* и *m1* – самки и самцы соответственно, которые были единственными птенцами в выводках, *f2* и *m2* – самки и самцы соответственно из выводков, состоящих из 2-х птенцов.

Fig. 11. Bird-to-nest average distances on every 5-day intervals from the tagging to end of the PFDP. Legend: *f1* and *m1* – females and males, which were the only nestling in the broods, *f2* and *m2* – females and males that grew in a brood with a sibling.

$0,68 \pm 0,33$ км², Kernel 50% – $0,07-0,66$ км², в среднем $0,34 \pm 0,18$ км²) ($T=0$, $Z=2,5$, $p=0,01$ для всех значений Kernel).

MCP 100% показал большой разброс данных по причине включения в него перемещений птиц в последние несколько дней перед отлётом с гнездового участка, в связи с чем он не является показательным, и мы не рассматриваем его при сравнении пространственных характеристик орлов из разных групп и регионов.

Зона с максимальной плотностью распределения 95% локаций (Kernel 95%) лишь у 3-х птиц (самка Тэс и 2 самца-сибса Шойгу и Хаддад) показывает, что они до самого отлёта держались преимущественно на гнезде, совершая вылеты на охоту вокруг гнезда практически равномерно в разные стороны. Остальные орлы помимо гнезда использовали один или несколько локалитетов, на которых регулярно присутствовали, что мы видим по нескольким кластерам Kernel (рис. 12–14). У большинства орлов вне зависимости от пола и группировки в течение ЗПП имелись от 2 до 7 локалитетов в пределах MCP 95%, удалённых от гнезда на расстояние от 160 м до 6 км, в среднем ($n=47$) на $0,8 \pm 0,92$ км. Отличился среди всех орлов Ураган, который более трети времени ЗПП перемещался между гнездом и локалитетом, удалённым от гнезда на 6 км. Какой-либо разницы в числе локалитетов между орлами разного пола и из разных группировок не отмечено. Скорее всего, разницу в локалитетах определяет структура гнездовых участков и наличие удобных присад близ мест охоты.

Отлёт слётков с гнездовых участков произошёл в период с 24 августа по 15 октября, т.е. в очень широких пределах (табл. 2). Наиболее рано и в очень сжатые сроки покинули гнездовые участки орлы из

MCP 95% before fledglings disperse from the breeding territories (excluding Nochka, with whom we lost connection before the end of her PFDP) varied from 0.5 to 28.4 км², $6,94 \pm 8,95$ км² on average ($n=18$). It was less in females – *lim* 0.5–6.0, $1,64 \pm 1,88$ км² on average ($n=8$), and bigger in males – *lim* 2.9–28.4 км², $11,18 \pm 10,2$ км² on average ($n=10$) ($T=1,0$, $Z=2,55$, $p=0,01$) (table 2, fig. 12–16). Kernel indices had a similar difference (see table 2).

Kernel 95% only in 3 birds (female Tes and two male siblings Shoygu and Khaddad) shows that these eagles kept mostly on the nest until they abandoned the breeding ter-



Самка степного орла по имени Тэс. Республика Тыва, Россия, 20.07.2019. Фото И. Карякина.

Female of the Steppe Eagle named Tes. Republic of Tyva, Russia, 20/07/2019. Photo by I. Karyakin.

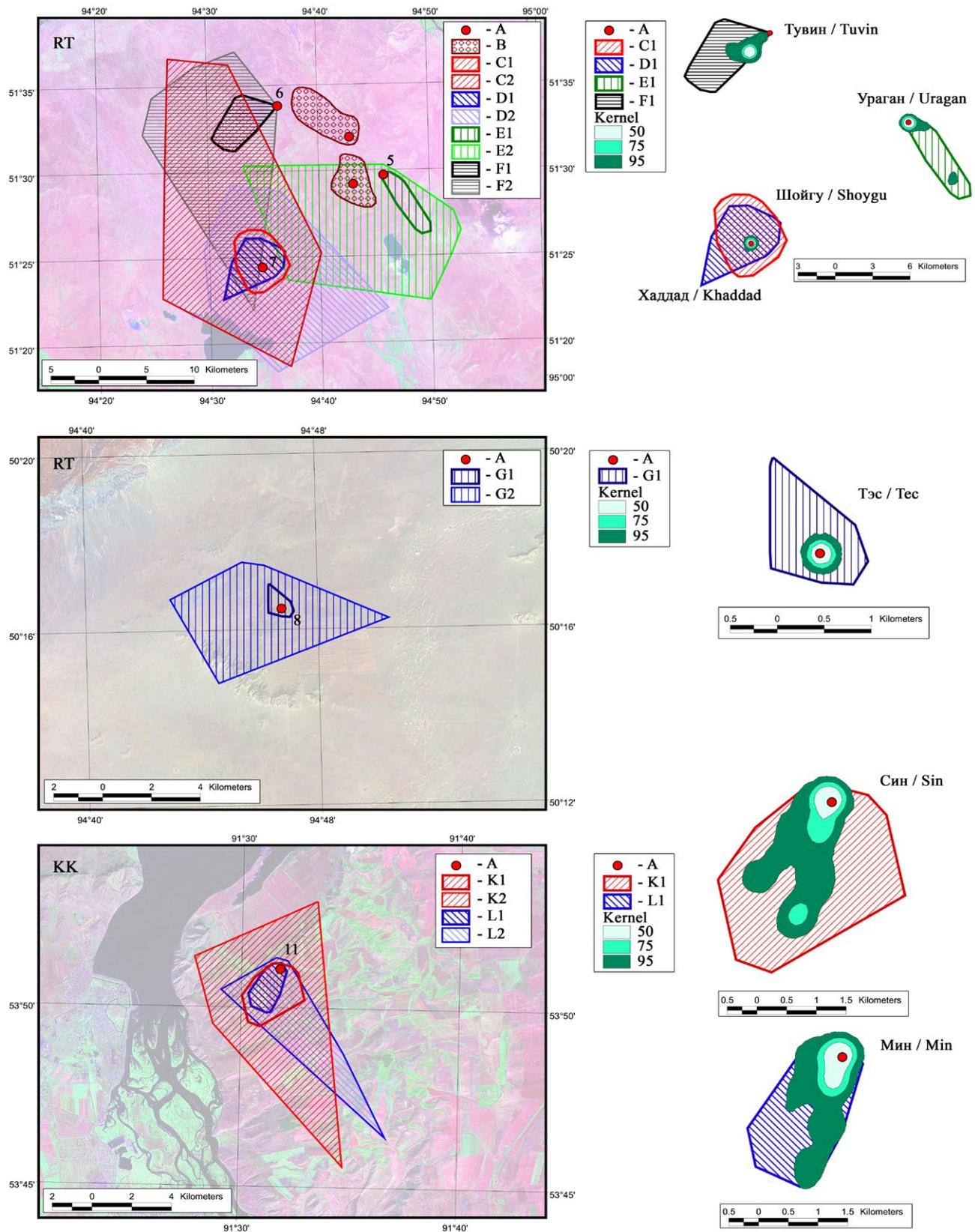


Рис. 12. Индивидуальные участки слётков степного орла (С – Шойгу, D – Хадад, E – Ураган, F – Тувин, G – Тэс, K – Син, L – Мин). Нумерация гнёзд и имена птиц соответствуют таковым в таблице 1. Условные обозначения: RT – Республика Тыва, KK – Красноярский край, A – гнездо, B – область перемещений степных орлов не меченных трекерами по визуальным наблюдениям, C–L – индивидуальные участки орлов с трекерами по GPS-локациям, C1, D1, E1, F1, G1, K1, L1 – MCP 95%, C2, D2, E2, F2, G2, K2, L2 – MCP 100%.

Fig. 12. Home ranges of juvenile Steppe Eagles (C – Shoygu, D – Khaddad, E – Uragan, F – Tuvin, G – Tes, K – Sin, L – Min). The numbering of nests and birds' names corresponding with table 1. Legend: RT – Republic of Tuva, KK – Krasnoyarsk Krai, A – nest, B – home range of the Steppe Eagles without dataloggers according to visual observations, C–L – home range of the Steppe Eagles with dataloggers according to GPS-locations, C1, D1, E1, F1, G1, K1, L1 – MCP 95%, C2, D2, E2, F2, G2, K2, L2 – MCP 100%.

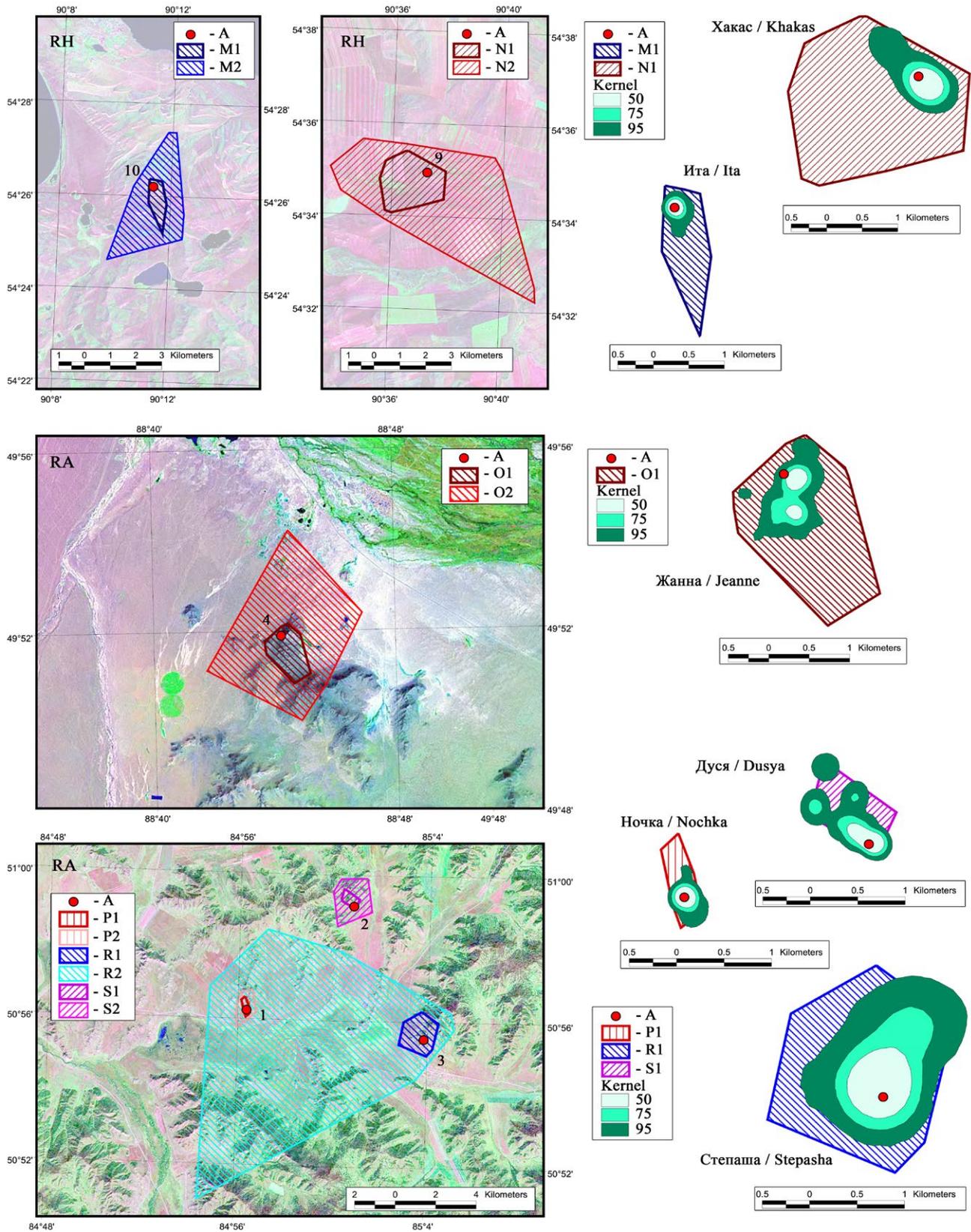


Рис. 13. Индивидуальные участки слётков степного орла (M – Ita, N – Хакас, O – Жанна, P – Ночка, R – Степаша, S – Дуся). Нумерация гнёзд и имена птиц соответствуют таковым в таблице 1. Условные обозначения: RH – Республика Хакасия, RA – Республика Тыва, A – гнездо, M–S – индивидуальные участки орлов с трекерами по GPS-локациям, M1, N1, O1, P1, R1, S1 – MCP 95%, M2, N2, O2, P2, R2, S2 – MCP 100%.

Fig. 13. Home ranges of juvenile Steppe Eagles (M – Ita, N – Khakas, O – Jeanne, P – Nochka, R – Stepasha, S – Dusya). The numbering of nests and birds' names corresponding with table 1. Legend: RH – Republic of Khakassia, RA – Republic of Altai, A – nest, M–S – home range of the Steppe Eagles with dataloggers according to GPS-locations, M1, N1, O1, P1, R1, S1 – MCP 95%, M2, N2, O2, P2, R2, S2 – MCP 100%.

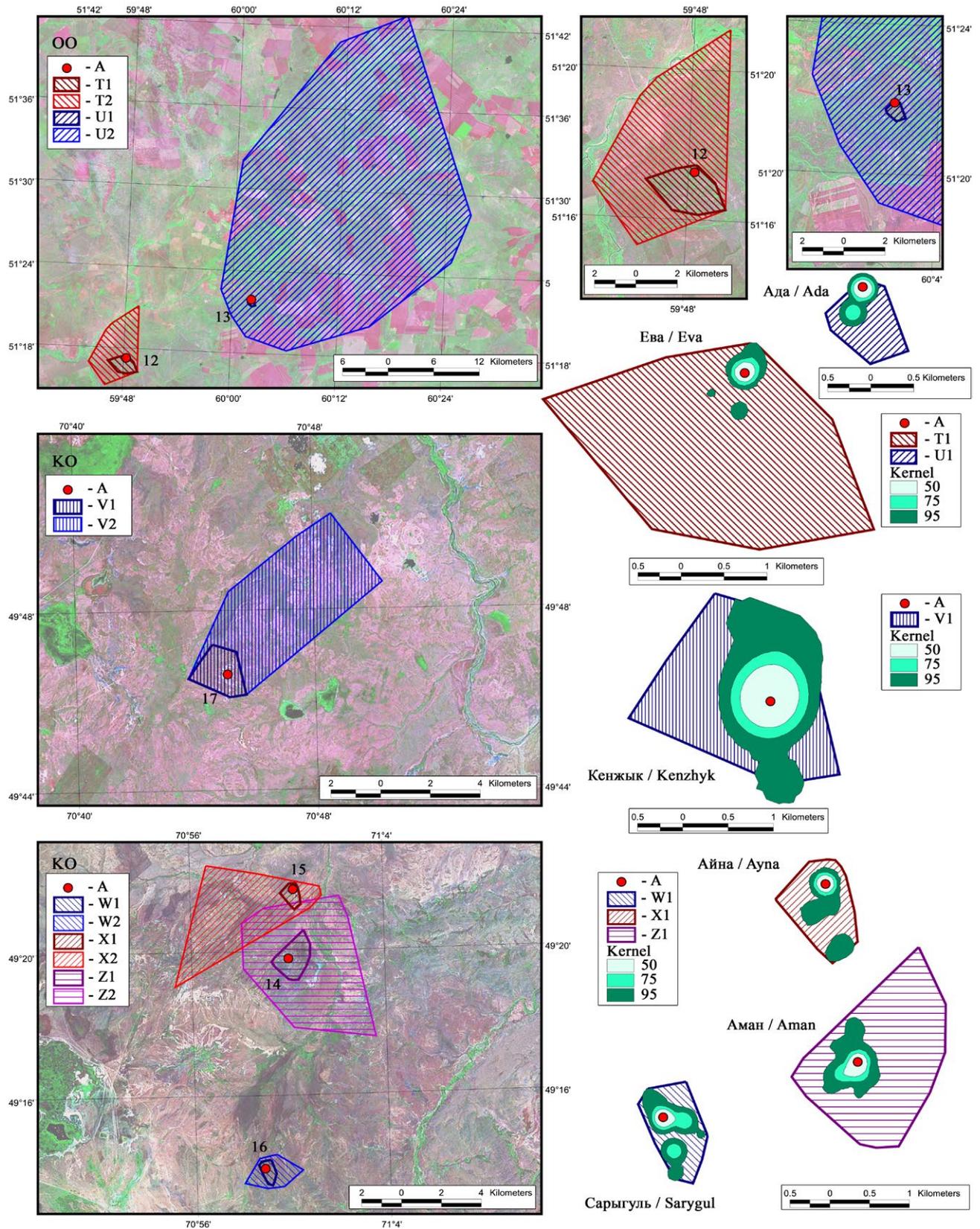


Рис. 14. Индивидуальные участки слётков степного орла (Т – Ева, U – Ада, V – Кенжык, W – Сарыгуль, X – Айна, Z – Аман). Нумерация гнёзд и имена птиц соответствуют таковым в таблице 1. Условные обозначения: OO – Оренбургская область России, KO – Карагандинская область Республики Казахстан, А – гнездо, Т–Z – индивидуальные участки орлов с трекерами по GPS-локациям, T1, U1, V1, W1, X1, Z1 – MCP 95%, T2, U2, V2, W2, X2, Z2 – MCP 100%.

Fig. 14. Home ranges of juvenile Steppe Eagles (T – Eva, U – Ada, V – Kenzhyk, W – Sarygul, X – Ayna, Z – Aman). The numbering of nests and birds' names corresponding with table 1. Legend: OO – Orenburg region of Russia, KO – Karaganda region of Kazakhstan, A – nest, M–S – home range of the Steppe Eagles with dataloggers according to GPS-locations, T1, U1, V1, W1, X1, Z1 – MCP 95%, T2, U2, V2, W2, X2, Z2 – MCP 100%.

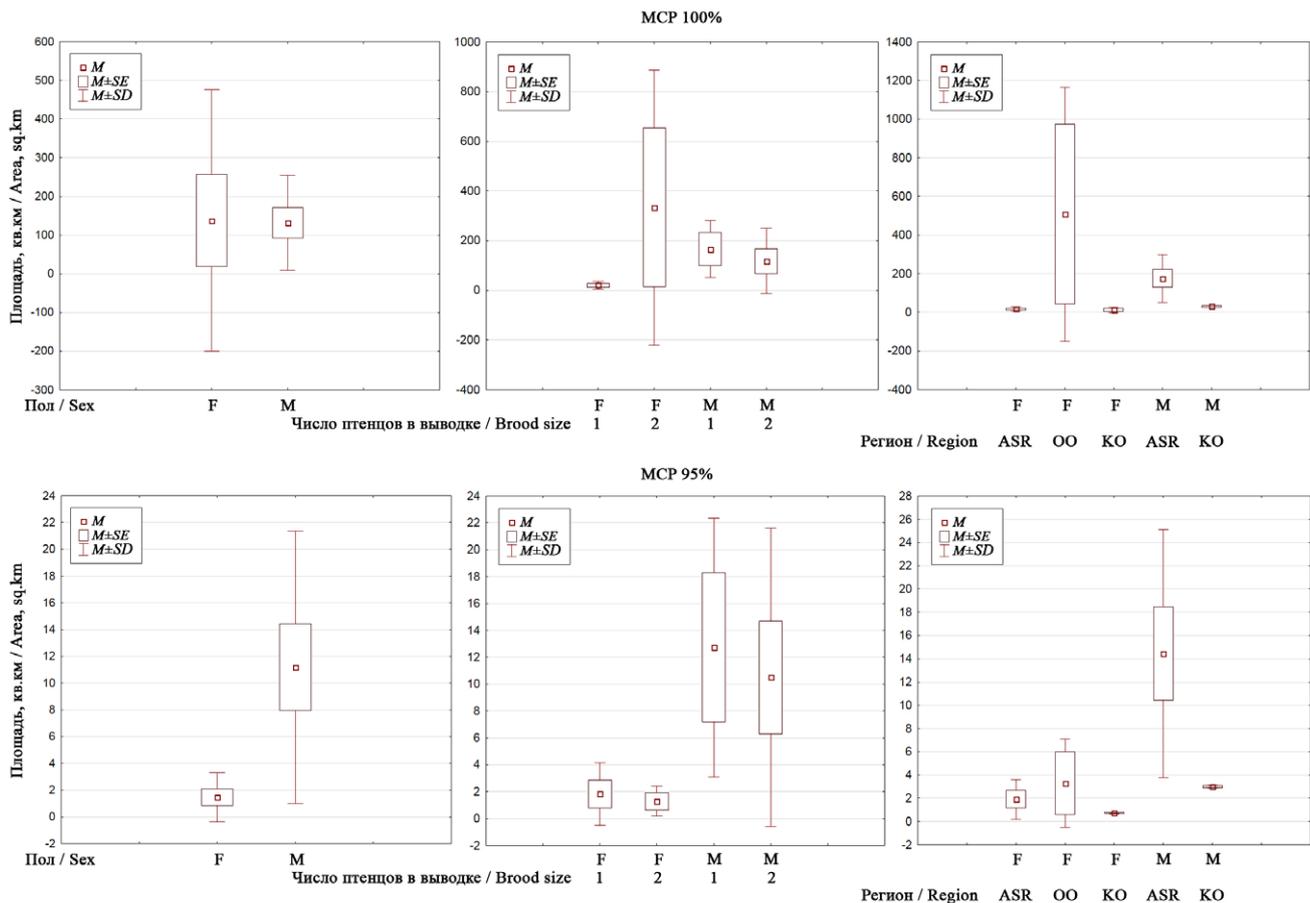


Рис. 15. Диаграммы размаха минимальных конвексных полигонов (MCP) степных орлов в течение зависимого послегнездового периода.

Fig. 15. Box-and-whiskers plots of MCPs of Steppe Eagles' movements during the post-fledging dependence period.

группировок Оренбуржья и Карагандинской области – 24–29 августа, а отлёт с участков алтае-саянских птиц был наиболее поздним и растянутым более чем на месяц – с 5 сентября по 12 октября. Из Алтае-Саянского региона наиболее ранний уход с участка отмечен для Жанны из юго-восточной части Республики Алтай – 5 сентября, но нательную область орлица покинула спустя 21 день – 26 сентября, а Алтай – 31 сентября, т.е. фактически в период интенсивной миграции алтае-саянских орлов. Наиболее поздняя миграция характерна для Дуси из Усть-Канской котловины – птица из очень позднего выводка покинула гнездовой участок 12 октября, а Алтай – лишь в 10-х числах ноября. Наиболее поздно начавшим миграцию орлом, выросшим в типичные для этого вида сроки в той же Усть-Канской котловине, можно считать Степашу, который покинул участок 5 октября, а Алтай – 11 октября. Орлы из Минусинской котловины покидали участки с 23 сентября по 4 октября, из Тувинской котловины – с 24 сентября по 7 октября, орлица Тэс из Убсунурской котловины покинула участок 22 сентября.

ritory, making foraging flights around the nest almost uniformly in the different directions. The rest of the eagles, in addition to the nest, used one or more regularly visited localities (fig. 12–14). Most eagles, regardless of gender and region of origin, had from 2 to 7 localities during PFDP within MCP 95% at a distance from 160 m to 6 km away from the nest, 0.8 ± 0.92 km on average ($n=47$). The different pattern showed a male named Uragan who moved between the nest and the locality, 6 km away from the nest for more than a third of the PFDP period. There was no difference in the number of localities between eagles of different sexes and of different origin.

The departure of fledglings from the breeding territories occurred between August 24th and October 15th, i.e. in a very wide range (table 2). Eagles from the Orenburg and the Karaganda regions were the first who left the breeding territories within a very short period, on August 24–29. The departure of the Altai-Sayan birds from the breeding territories was extended for more than a month, from September 5th to October 12th.

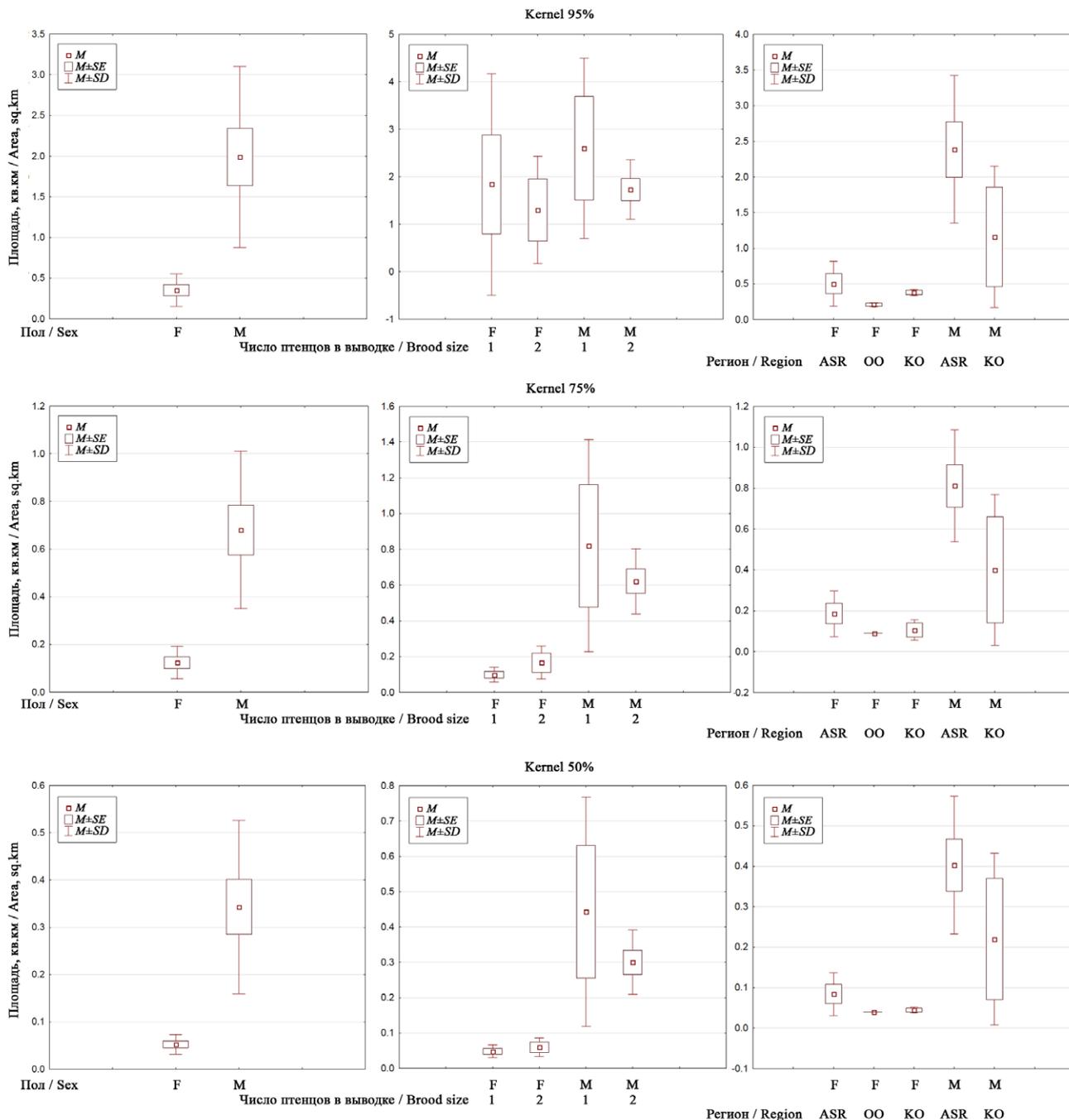


Рис. 16. Диаграммы размаха зон с максимальной плотностью распределения локаций (Kernel) степных орлов в течение зависимого постгнездового периода.

Fig. 16. Box-and-whiskers plots of Kernel of Steppe Eagles' movements during the post-fledging dependence period.

Независимый постгнездовой период до начала миграции

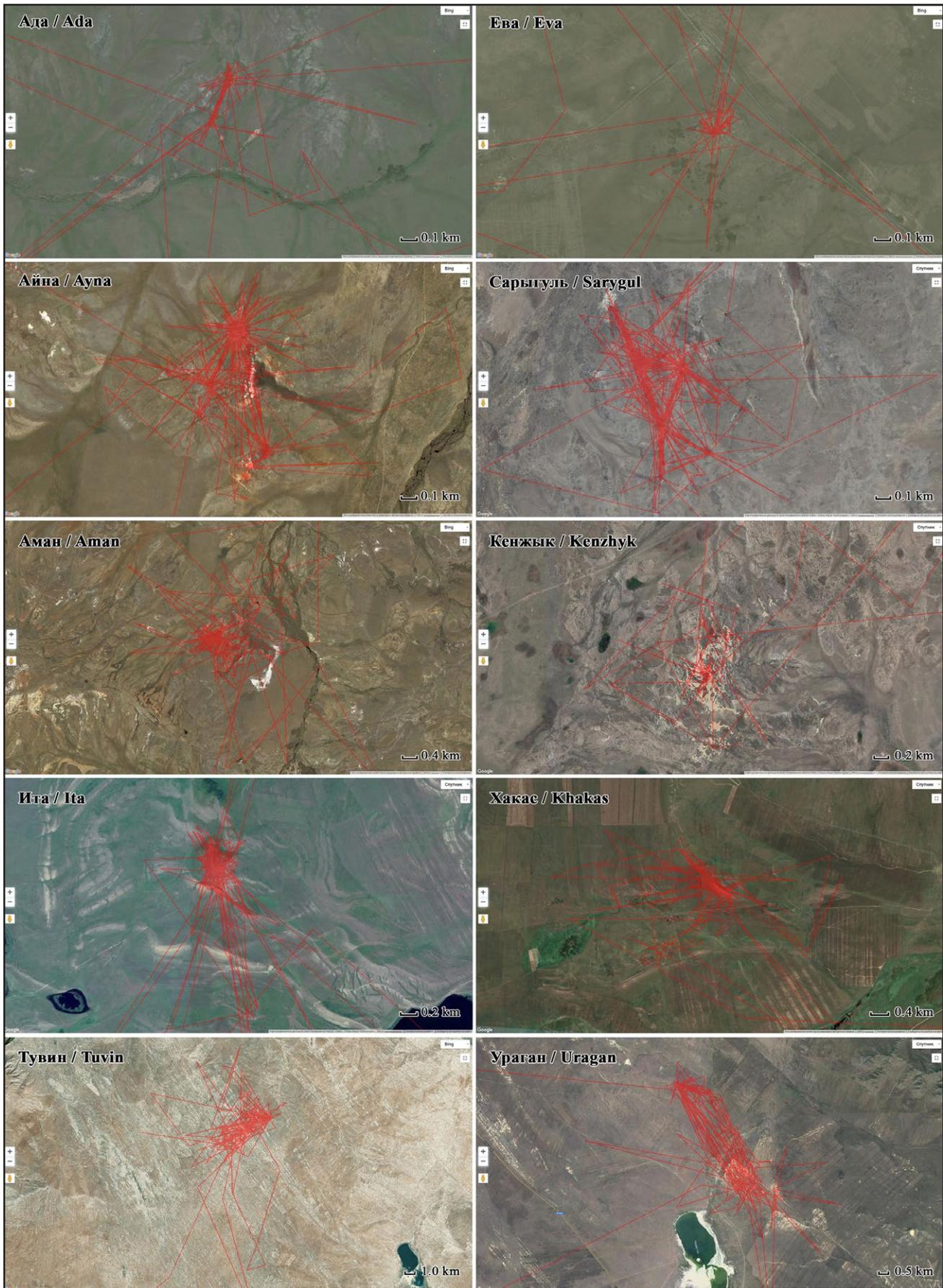
После оставления гнездовых участков sibсы начинали перемещаться независимо друг от друга по разным маршрутам с самого первого дня. Никакого совместного ухода с участков для них не отмечено.

Только 4 птицы (22,2%) из 18 (без учёта Ночки, трекер которой вышел из строя в ЗПП) не начали сразу же миграцию после оставления гнездовых участков, а стали кочевать в натальной области. Все четы-

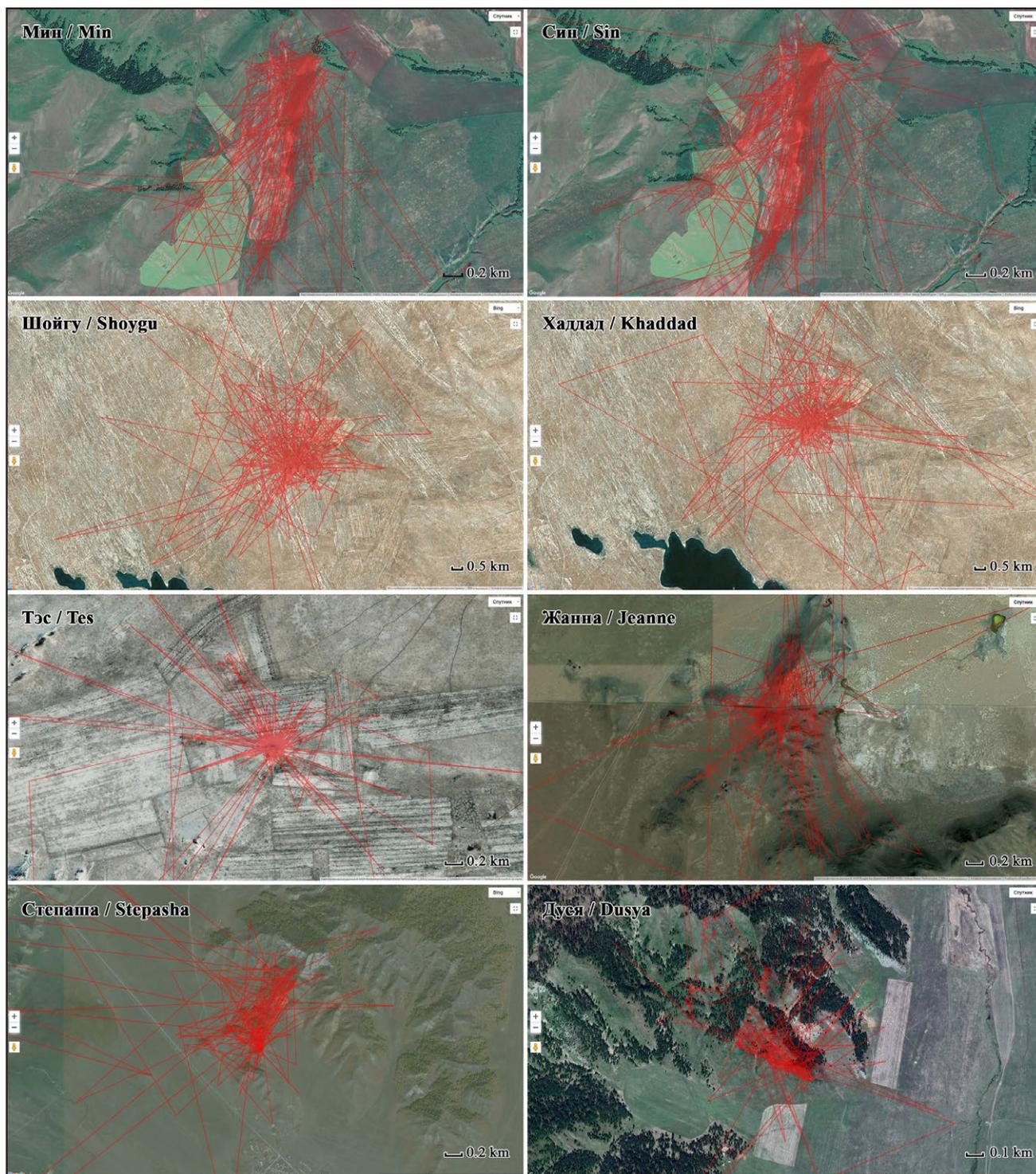
Post-fledging independence period

After dispersal from the breeding territories, siblings began to move independently from each other in completely different routes from the very first day. No cooperative actions were recorded.

PFIP was distinguished for 4 eagles only. Three juvenile eagles out of 18 (without female Nochka who's tracker failed during PFDP) (16.7%) did not immediately start the migration after leaving the breeding territories but began to wander in the na-



Треки слётков степного орла в natalной области в течение зависимого послегнездового периода.
Tracks of the Steppe Eagles' fledglings in the natal area during the post-fledging dependence period.



Треки слётков степного орла в natalной области в течение зависимого послегнездового периода.

Tracks of the Steppe Eagles' fledglings in the natal area during the post-fledging dependence period.

ре птицы происходят из Алтае-Саянского региона: 1 самец из Тувы (Ураган) и 3 самки – Ита из Хакасии и Жанна и Дуся из Республики Алтай (табл. 6, рис. 17). Неоднозначную ситуацию показала самка из позднего выводка в Республике Алтай по имени Дуся. Покинув гнездовой участок, она вяло начала миграцию, совершая частые остановки в Усть-Канской котловине, что было интерпретировано как предмиграционные кочёвки (рис. 18) в этой и более ранней публикации (Карякин и др.,

tal area. All four of them are from the Altai-Sayan region – a male from Tuva (Uragan) and 3 females from Khakassia (Ita) and the Altai Republic (Jeanne and Dusya) (table 6, fig. 17). The more controversial situation we got around the fourth eagle – a female Dusya from a very late brood. Her movement pattern was quite univocal. After she left the breeding territory, Dusya began to move slowly and with a lot of stops, so in the present and previous publications it was considered as PFIP movements (Karyakin et

2018е). Однако её дальнейшая миграция по чередованию остановок и длительных перелётов не сильно отличалась от первых дней перемещений после оставления гнездового участка (лишь несколько увеличились дистанции перелётов), что позволяет относить весь её осенний трек после оставления гнездового участка к миграции, хотя мы этого и не делаем в данной статье.

Слётки, показавшие кочевое поведение до начала миграции, после того, как покинули свои гнездовые участки, переместились на 7,8–43,3 км, в среднем ($n=4$ с учётом Дуси) на $19,1 \pm 16,4$ км от гнезда, и, найдя кормные места, остановились в них на несколько дней (Жанна, Ураган) либо медленно перемещались на короткие дистанции с несколькими остановками (Ита, Дуся). Азимут перемещений от гнезда к центрам индивидуальных участков во время предмиграционных кочёвок (центроидам МСР 95%) варьировал от 116 до 246° , составив в среднем ($n=4$) $199,8 \pm 58,5^\circ$ (табл. 6).

Ураган, отлетевший на максимальное расстояние от своего гнезда (43,3 км), провёл 12 дней на локальной территории площадью $108,9$ км², совершив лишь 3 вылета на 14, 15 и 30 км от центра индивидуального участка. Жанна, показавшая наиболее длинный период предмиграционных кочёвок (18 дней), 15 дней (с 5 по 22 сентября) находилась на локальной территории площадью $313,7$ км (МСР 80%), удалённой на 14,6 км от гнезда. При этом орлица в период с 15 по 17 сентября совершила трёхдневный вылет протяжённостью 427 км в таёжную часть Республики Алтай (к Телецкому озеру) – она удалилась на 190 км от центра своего индивидуального предмиграционного участка и вернулась обратно, но не к гнезду (рис. 17).

МСР 95% всех кочевых перемещений варьировал у разных птиц от 27,83 до 803,07 км², составив в среднем ($n=4$) $242,37 \pm 375,71$ км² (табл. 6, рис. 17–18). Зона с максимальной плотностью распределения локаций была следующей: Kernel 95% – 10,23–57,97, в среднем ($n=4$) $26,91 \pm 21,82$ км², Kernel 75% – 4,27–17,54, в среднем $9,43 \pm 5,98$ км², Kernel 50% – 1,06–8,79, в среднем $4,18 \pm 3,44$ км² (табл. 6, рис. 17–18).

Продолжительность кочёвок с момента отлёта с гнездового участка и до начала миграции составила 3–18 дней, в среднем ($n=4$) $10 \pm 6,5$ дней (табл. 6). Никакой половой разницы в продолжительности кочёвок не отмечено, однако сам факт кочёвок оказался более характерным для



Степной орёл на первом году жизни.
Фото И. Карякина.

Steppe Eagle 1 CY. Photo by I. Karyakin.

al., 2018e) (fig. 18). However, her future migration had the same pattern, thus, in general, the whole autumn track of Dusya could be considered as migration, but we do not consider it like this in the present article.

The spatial characteristics of PFIP are shown in table 6. Home ranges were calculated as MCP 95% (fig. 17–18).

Uragan spent all 12 days of PDIP on a 108.9 км² territory (MCP 95%) in 43.3 km from his natal nest, making only 3 flights away from the center of his home range on 14, 15 and 30 km. Jeanne who got the longest PFIP spent 15 days out of 18 on a 313.7 км² territory (MCP 80%), 14.6 km away from her natal nest. During these 15 days (from 5th to 22nd of September) she made a three-day-long journey (15–17 of September) of 427 km length to the northern part of the Altai Republic that locates 190 km away from her PFIP's home range. Then she returned to the center of her home range, and never again to her natal nest (fig. 17). Ita and Dusya slowly moved on short distances making several stops.

No difference in the duration of PFIP movements was found between sexes. However, females tended to be more prone to showing the PFIP before the migration – 3 out of 9 tagged females (33.3%) demonstrated it, while only 1 out of 10 males (10%) showed the PFIP.

First autumn migration

It is often quite difficult to distinguish clearly the migration from winter movements by

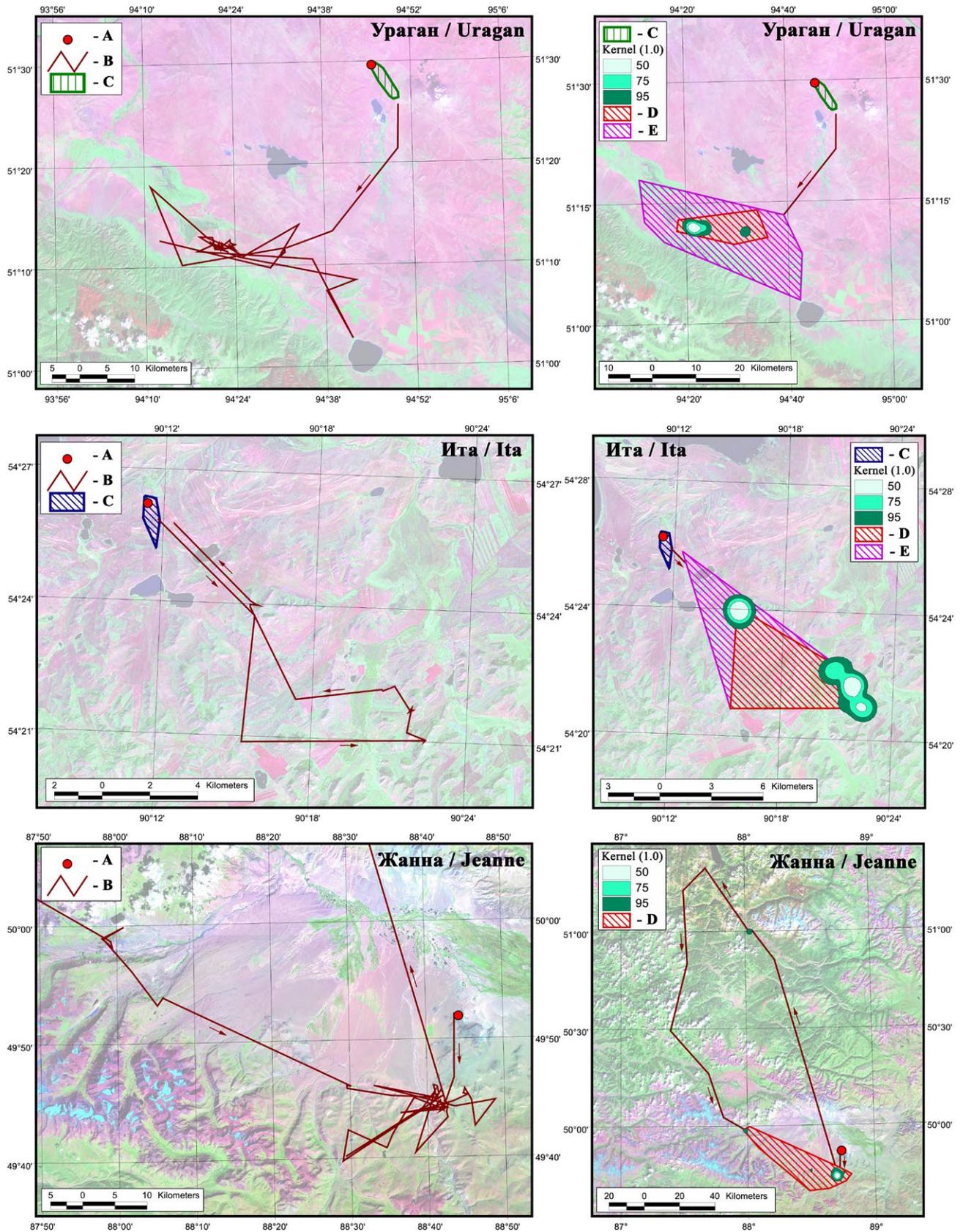


Рис. 17. Параметры перемещений степных орлов на кочёвках до начала миграции. Условные обозначения: А – гнездо, В – трек орла, С – МСР 95% в течение ЗПП, D – МСР 95% после оставления гнездового участка и до начала миграции (НПП), E – МСР 100% после оставления гнездового участка и до начала миграции (НПП).

Fig. 17. The spatial characteristics of movements of the juvenile Steppe Eagles during the post-fledging dependence period before migration. Legend: A – nest, B – track of the eagle, C – MCP 95% during the PFDP, D – MCP 95% during PFIP before start migration, E – MCP 100% during PFIP before start migration.

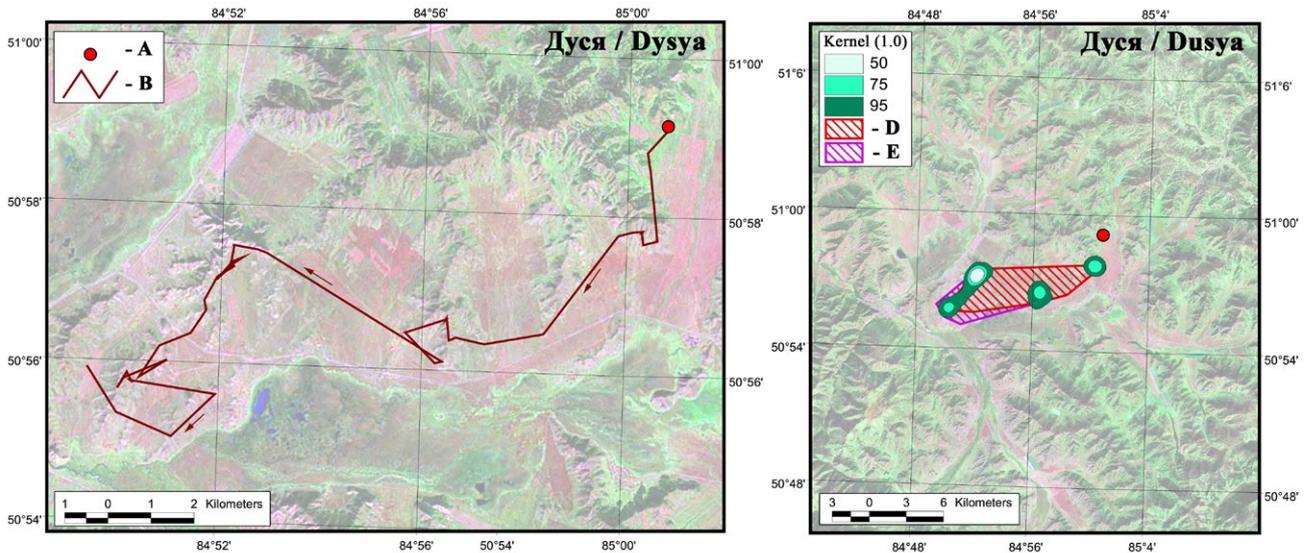


Рис. 18. Параметры перемещений ювильной самки степного орла по имени Дуся на кочёвках до начала миграции. Условные обозначения: А – гнездо, В – трек орла, D – MCP 95% после оставления гнездового участка и до начала миграции (НПП), E – MCP 100% после оставления гнездового участка и до начала миграции (НПП).

Fig. 18. The spatial characteristics of movements of the juvenile Steppe Eagle named Dusya during the post-fledging dependence period before migration. Legend: A – nest, B – track of the eagle, D – MCP 95% during PFIP before start migration, E – MCP 100% during PFIP before start migration.

Табл. 6. Пространственные характеристики перемещений молодых степных орлов в послегнездовой период после распада выводков и до начала миграции. Принятые сокращения: f – самка, m – самец.

Table 6. The spatial characteristics of juvenile Steppe Eagle movements in PFIP. Legend: f – female, m – male.

Имя Name	Пол / Sex	Число локаций / Locations	Дата начала перемещений за пределами гнездового участка Date of disperse from the nesting area	Продолжительность перемещений до начала миграции, дни Duration of PFIP, days	Дистанция, км* Linear distance, km*	Азимут (в градусах)** Azimuth, degrees**	Длина трека, км Track length, km	Длина трека, км/100 лок. Normalized track length, km/100 loc.	MCP 100%, km ²	MCP 95%, km ²	Kernel R, km	Kernel, km ²		
												95%	75%	50%
Ураган Uragan	m	133	24/09	12	43.3	220	265.5	199.6	534.46	108.94	1.0	26.13	10.26	4.72
Ита Ita	f	21	30/09	3	10.7	130	36.5	173.9	42.01	27.83	1.0	10.23	5.65	2.13
Жанна Jeanne	f	123	05/09	18	14.6	196	641.5	521.6	9373.92	803.07	1.5	57.97	17.54	8.79
Дуся Dusya	f	62	12/10	7	7.8	235	32.5	52.4	35.33	29.65	0.5	13.32	4.27	1.06
СРЕДНЕЕ AVERAGE			25/09±15	10±6.5	19.1± 16.4	195.3± 46.4	244± 286.5	237± 200.4	2496.43± 4590.95	242.37± 375.71		26.91± 21.82	9.43± 5.98	4.18± 3.44

Примечания / Notes:

* – дистанция от гнезда до центра зоны перемещений в ходе предмиграционных кочёвок, км / linear distance from the natal nest to the center of PFIP home range, km;

** – азимут от гнезда к центру зоны перемещений в ходе предмиграционных кочёвок (в градусах) / azimuth from the natal nest to the center of PFIP home range, degrees.

самок: из 9 помеченных самок 3 (33,3%) продемонстрировали так или иначе предмиграционные кочёвки, в то время как из 10 самцов только 1 (10%) показал кочевое поведение до начала миграции.

the parameters of bird’s movements. Therefore, sometimes such a distinction, which is not within the rigid boundaries of the established methods, is subjective. The notable examples of such a subjective approach

Первая осенняя миграция

Прежде чем начать повествование об анализе миграции орлов следует сказать несколько слов о том, что часто по параметрам перемещения птиц очень сложно чётко разграничить миграцию и зимние перемещения. Поэтому часто такое разграничение, не вписывающееся в жёсткие рамки принятой методики, носит субъективный характер. Яркими примерами такого субъективного подхода являются Ураган и Сарыгуль. Ураган изначально после ухода с гнездового участка перемещался с многочисленными и продолжительными остановками, совершая между остановками стремительные перелёты, выдерживая достаточно интенсивный темп перемещения (в среднем 30 км/ч и более за ходовое время в течение дня). Достигнув побережья Аравийского моря (причём позже всех орлов), он так и не сбавил темпы движения, а продолжал лететь вдоль всего юга Ирана, но также с остановками, придерживаясь 50-км полосы вдоль Персидского залива. В итоге его осенняя миграция плавно переросла в весеннюю. Поэтому ограничить миграцию пришлось чисто по географическому принципу – повороту птицы и началу её перемещения вдоль Аравийского моря. Совершенно другая проблема возникла с Сарыгуль. Для неё конец миграции был определён в районе г. Забол, на самом востоке Ирана, на границе с Афганистаном, так как здесь птица сделала остановку в потенциальной области зимовки на срок более 25 дней (27 дней с 22 сентября по 18 октября), что мы определили в методике как критерий начала зимовки. Однако после длительной остановки в районе Заболя она совершила двухдневный перелёт на 275 км на юго-восток и снова остановилась на 3 дня, затем совершила трёхдневный перелёт ещё на 428 км, достигнув стабильной зоны зимовки ряда других степных орлов. Поэтому остановку Сарыгуль в районе Заболя можно интерпретировать как длительную остановку во время миграции. Причём она остановилась здесь на 1,5 месяца раньше, чем в этом же районе остановились Мин и Ураган, которые провели здесь менее 25 дней, поэтому их дальнейший маршрут был отнесён к миграции, а дальнейший маршрут Сарыгуль – к области зимних перемещений. Если интерпретировать остановку Сарыгуль в районе Заболя как остановку на миграции, то безостановочная миграция этой птицы превращается в миграцию с двумя остановками, причём одна из которых оказывается самой длинной среди остано-

are Uragan and Sarygul. After leaving the breeding territory, Uragan moved with numerous and long stops, making rapid flights between the stops, maintaining a fairly active rate of movement (on average 30 km/h or more). Having reached the coast of the Arabian Sea (later than the other eagles), he did not slow down but continued to fly along the south of Iran, also with stops, keeping in a 50-km band along the Persian Gulf. As a result, his autumn migration gradually turned into spring migration. Therefore, we had to split his movements between migrations and wintering based only on geographical features. His turn to the west at the shore of the Arabian Sea was set as beginning of winter movements.

A completely different problem arose with Sarygul. The end of her migration was determined according to the methods near town Zabol in the very East of Iran on the border with Afghanistan, since here she stopped in the possible wintering area for more than 25 days (27 days from September 22nd to October 18th). However, after a long stop in the Zabol region, she made a two-day flight for 275 km to the southeast and stopped again for 3 days, then made a three-day flight for another 428 km, having reached a stable wintering zone of other Steppe Eagles. Therefore, her stop near Zabol can be interpreted as a long stop during migration. Additionally, Sarygul arrived there 1.5 months earlier than two other eagles – Min



Степные орлы на зимовке в Индии.
Фото И. Карякина.

Steppe Eagles on wintering in India.
Photo by I. Karyakin.

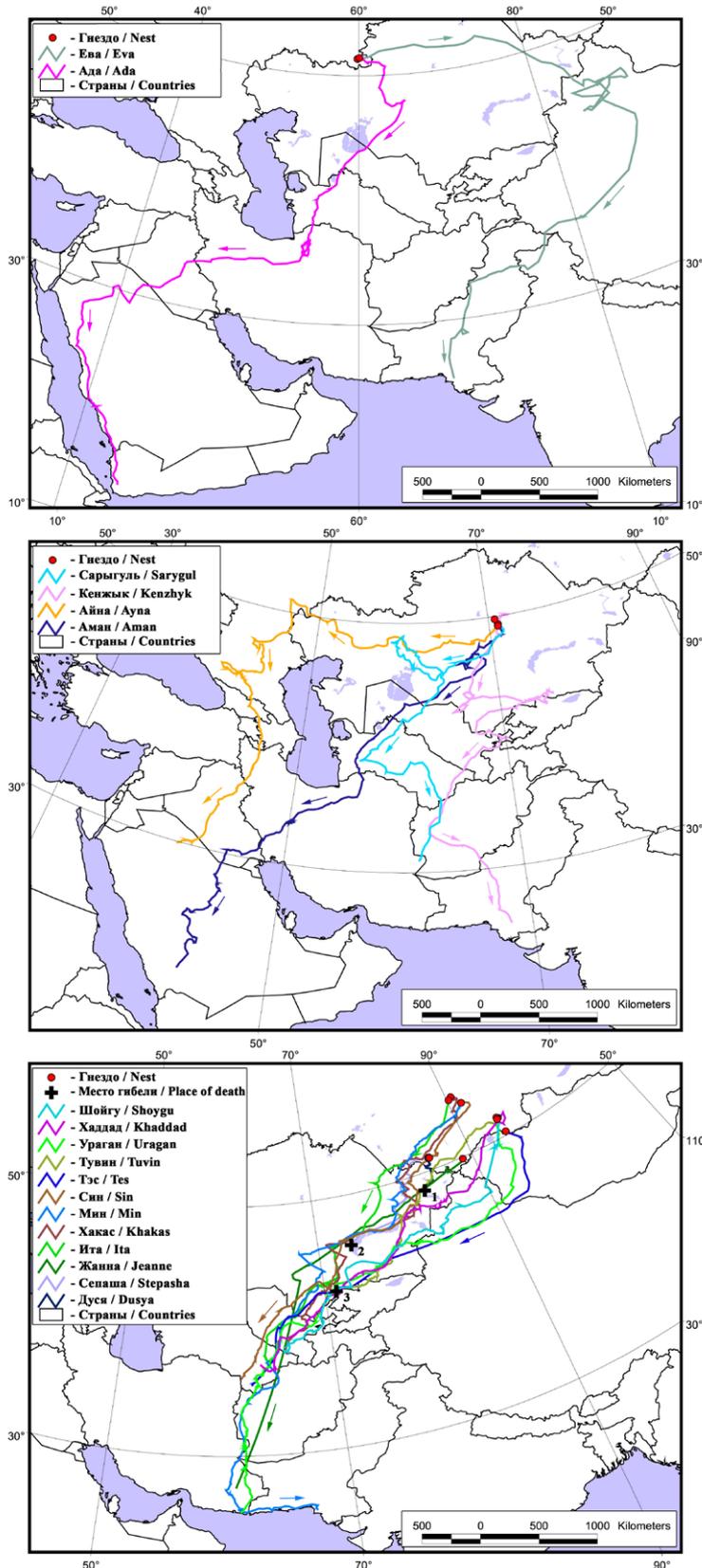


Рис. 19. Треки первой осенней миграции 18 степных орлов из России (вверху – из Оренбургской области, внизу – из Алтае-Саянского региона) и Казахстана (в центре). Имена птиц соответствуют таковым в таблице 1. Места гибели орлов: 1 – Дуся, 2 – Степаша, 3 – Тувин.

Fig. 19. First autumn migration tracks of 18 juvenile Steppe Eagles from Russia (upper – from Orenburg region, bottom – from Altai-Sayan ecoregion) and Kazakhstan (at the center). The names of the birds correspond to those in the table 1. Places of death of the eagles: 1 – Dusya, 2 – Stepasha, 3 – Tuvyn.

and Uragan, who also passed the same area but spent less than 25 days there. Finally, their further routes were attributed to migration and the further route of Sarygul to the winter movements. If we interpret the Sarygul’s stop near Zabol as a part of migration – most of the features of her migration would be turned into opposite, i.e. one of the shortest non-stop migration will turn into a long migration with two stops, one of which would be the longest stop of all the eagles being tracked made. This should be borne in mind in the analysis of the various characteristics of migration, which for Uragan and Sarygul are not as obvious as for other eagles. The alternative interpretation of Sarygul’s migration is reflected in table 7 in square brackets for acquaintance. It is not considered in the data analysis.

The spatial and temporal characteristics of the autumn migration of 1CY Steppe Eagles is represented in table 7.

The migration began from August 25th to October 18th. The eagles from the Orenburg region and the Central Kazakhstan ($n=6$) started migration early and within a short time (from August 25th to 29th), and the eagles from the Altai-Sayan region ($n=12$) started migration a month later (September 22nd – October 18th, October 2nd±8 days on average) (table 7). Given the rapid start of migration of the Orenburg and Kazakhstan eagles, no difference between sexes in the terms of beginning of migration were found in these groups. However, if we consider the Altai-Sayan region (excluding female Dusya who showed an extremely late migration) ($n=11$), we can see a tendency to an earlier start in females (September 22nd – October 3rd, September 25th±4 days on average, $n=3$), and later in males (September 23rd – October 7th, October 2nd±5 days on average, $n=8$). It makes sense, given the earlier departure of females from the breeding territories.

In the southern part of the steppe zone of the European part of Russia and in Ka-

вок всех прослеживаемых орлов, при этом продолжительность всей миграции Сарыгуль становится не одной из самых коротких, а достаточно продолжительной. Это стоит помнить, рассматривая результаты анализа различных характеристик мигра-

Табл. 7. Пространственные характеристики первой осенней миграции молодых степных орлов. Принятые сокращения: ОО – Оренбургская область России, КО – Карагандинская область Казахстана, АСР – Алтай-Саянский регион России, f – самка, m – самец.

Table 7. Spatial and temporal characteristics of first autumn migration of juvenile Steppe Eagles. Legend: OO – Orenburg region of Russia, KO – Karaganda region of Kazakhstan, ASR – Altai-Sayan region of Russia, f – female, m – male.

Имя Name	Пол / Sex	Число локаций Number of Locations	Дата начала миграции Date of migration onset	Дата окончания миграции Date of migration ending	Продолжительность миграции Duration of migration	Генеральное направление маршрута в градусах General migration azimuth (in degrees)	Линейная протяжённость маршрута, км Linear distance, km	Длина трека, км Track length, km	Длина трека, км/100 лок. Normalized track length, km/100 loc	Прямолинейность миграционного маршрута Straightforwardness of migration	Скорость движения вместе с остановками, км/сутки, M±SD (min – max) Daily covered distance (including stopovers), km/day, M±SD (min – max)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Дуся Dusya ^a	f	267	18/10	17/11 ^a	>31 ^a	208	288 ^a	435 ^a	163	0.66	14.0±16.7 (0.63–69.2)
Степаша Stepasha ^a	m	84	05/10	27/10 ^a	>23 ^a	242	1006 ^a	1328 ^a	1581	0.76	57.7±62.9 (0.52–249.3)
Жанна Jeanne	f	73	23/09	17/10	25	234	3439	3796	5200	0.91	151.8 (10.72–435.7) ^f
Ураган Uragan	m	983	05/10	05/01	93	237	4051	6081	619	0.67	65.4±70.0 (0.49–285.4)
Тувин Tuvin ^a	m	413	29/09	05/11 ^a	>38 ^a	250	2029 ^a	2567 ^a	622	0.79	67.5±64.4 (0.82–241.9)
Шойгу Shoygu	m	595	07/10	08/12	63	249	2708	4069	684	0.67	64.6±62.7 (1.2–312.4)
Хаддад Khaddad	m	424	07/10	23/11	48	250	2927	4078	962	0.72	85.0±64.6 (0.46–222.1)
Тэс Tes	f	146	22/09	23/10	32	251	3088	3788	2595	0.82	118.4 (0.17–402.4) ^f
Хакас Khakas	m	463	23/09	14/11	53	236	2620	4141	894	0.63	78.1±61.8 (2.12–240.7)
Ита Ita	f	378	03/10	11/11	40	238	2726	3675	972	0.74	91.9±79.85 (1.15–296.0)
Мин Min	m	754	28/09	11/12	75	222	3714	6573	872	0.57	87.6±83.4 (1.19–359.9)
Син Sin	m	393	04/10	12/11	40	242	3032	3984	1014	0.76	99.6±72.5 (0.99–284.4)
Ева Eva	f	230	25/08	26/10	63	165	2868	8104	3524	0.35	128.6±123.0 (0.03–481.2)
Ада Ada	f	905	26/08	23/09	29	205	4222	7221	798	0.58	249.0±109.2 (73.0–557.3)
Аман Aman	m	932	26/08	10/11	77	226	4037	6659	714	0.61	86.5±101.4 (0.68–495.4)
Айна Ayna	f	945	29/08	20/11	84	241	3329	6407	678	0.52	76.3±77.6 (0.3–294.1)
Сарыгуль Sarygul	f	359 [401] ^d	27/08	22/09 [26/10] ^d	27 [61] ^d	206 [190] ^d	2139 [2603] ^d	5161 [7916] ^d	1438 [1974] ^d	0.41 [0.33] ^d	191.1±91.9 (43.9–338.7)
Кенжык Kenzyuk	m	448	27/08	30/09	35	185	2617	6304	1407	0.42	180.1±106.9 (6.75–439.4)
Самки Females (n=7)			13/09 ±20^b	21/10 ±22 ±22.3	43 ±22.3	219 ±28.0^b	3116 ±650.9	5450 ±1817.9	1921 ±1724.1^b	0.62 ±0.20^b	127.6 ±72.0^b
Самцы Males (n=8)			25/09 ±16^b	25/11 ±29 ±20.1	61 ±20.1	234 ±19.7^b	3213 ±622.1	5236 ±1261.3	937 ±327^b	0.66 ±0.11^b	87.2 ±35.2^b
1 птенец 1 nestling (n=6)			19/09 ±21^b	16/11 ±27 ±24.5	65 ±24.5	227 ±28.6^b	3350 ±575.2	5786 ±1735.3	1236 ±1173.8^b	0.65 ±0.15^b	81.1 ±35.4^b
2 птенца 2 nestlings (n=9)			20/09 ±18^b	04/11 ±35 ±17.3	44 ±17.3	227 ±21.9^b	3046 ±642.3	5036 ±1325.6	1485 ±1339.7^b	0.64 ±0.16^b	124.5 ±64.6^b

1, 2, 3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ОО (n=2)	26/08	10/10	46	185	3545	7663	2161	0.47	188.8
	±1	±23	±24.0	±28.3	±957.4	±624.4	±1927.6	±0.16	±85.1
КО (n=4)	27/08	21/10	56	215	3031	6133	1059	0.49	133.5
	±1	±29	±28.9	±24.3	±830.2	±664.8	±419.9	±0.09	±60.5
ASR (n=9)	02/10	24/11	52	238	3145	4465	1348	0.73	81.8
	±8 ^b	±26	±21.7	±12.7 ^b	±492.0	±1074	±1354.6 ^b	±0.09 ^b	±33.9 ^b
СРЕДНЕЕ	20/09	09/11	52	227	3168	5336	1374	0.64	105.2
AVERAGE (n=15)	±19 ^b	±31	±22.3	±24.3 ^b	±614.5	±1491.3	±1238 ^b	±0.15 ^b	±56.7 ^b

Примечания / Notes:

^a – птицы не выжили и не завершили миграцию / birds did not survive the migration, thus migration is incomplete;

^b – с учётом трёх орлов, которые не завершили миграцию (n=18): самки (n=8), самцы (n=10), орлы из выводков с 1 птенцом (n=8) и 2 птенцами (n=10), орлы из АСР (n=12) / including those who not survived the migration (n=18): females (n=8), males (n=10), eagles from broods with 1 nestling (n=8) and with 2 nestlings (n=10), eagles from the ASR (n=12);

^c – невозможно рассчитать SD из-за отсутствия локаций за несколько дней, минимальная и максимальная дистанции приводятся только за те дни, по которым имеются локации / SD is impossible to calculate due to the lack of locations for several days, minimum and maximum values are given only where possible;

^d – в соответствии с методикой миграция была ограничена остановкой в зимовочной области, продолжительность которой составила более 25 дней; в скобках даны показатели миграции для варианта, когда она продолжалась до момента спада интенсивности движения в зимовочной области, с включением длительной остановки продолжительностью более 25 дней в миграцию / according to the methods, migration was limited by a long stop (more than 25-days long) in the wintering area; however, within the brackets we represent values we could get if we do not follow the methods and do not limit Sarygul's migration by that stop but include it as a part of migration.

ции, которые для Урагана и Сарыгуль не так очевидны, как для других орлов.

Миграция ювенильных степных орлов начиналась в период с 25 августа по 18 октября. Рано и в сжатые сроки начинали миграцию орлы из Оренбуржья и Центрального Казахстана (с 25 по 29 августа) (n=6) и на месяц позже (22 сентября – 18 октября, в среднем 2 октября ± 8 дней) – орлы из Алтае-Саянского региона (n=12) (табл. 7). Учитывая стремительное начало миграции оренбургских и карагандинских орлов, никакой разницы в сроках начала миграции у самок и самцов на этих территориях невозможно выявить. Однако если рассматривать орлов из Алтае-Саянского региона (без учёта Дуся, которая продемонстрировала исключительно позднюю миграцию) (n=11), то здесь прослеживается тенденция к более раннему старту миграции у самок (22 сентября – 3 октября, в среднем 25 сентября ± 4 дня, n=3) и более позднему – у самцов (23 сентября – 7 октября, в среднем 2 октября ± 5 дней, n=8). Эта тенденция проявляется и в более раннем отлёте самок с гнездовых участков.

В южной части степной зоны Европейской части России и в Казахстане мы видим наличие двух волн в перемещениях слётков текущего года. Первую волну миграции в последних числах августа – первых числах сентября формируют птицы, появившиеся на свет в равнинной части России и Казахстана, от западной границы современного ареала вида до Алтая.

zakhstan there are two obvious waves of the passage of the 1CY Steppe Eagles. The first wave (late August – early September) is formed by the birds originated from the lowlands of Russia and Kazakhstan, and the second wave (late September – early October) is formed by the eagles originated from the mountains of the Altai-Sayan region and Western Mongolia.

Only 15 eagles out of 18 survived their first migration (see chapter “Survival rate”). The duration of the migration varied from 25 to 93 days, 52±22.3 days on average (n=15) (table 7). The duration notably depends on the route chosen by eagles. Those who began migration in a longitudinal direction and then turned south got longer migrations (fig. 19). We got only two eagles, both females, who did it like this – Eva from the Orenburg region, and Ayna from Kazakhstan. Eva started migration heading east, crossed North of Kazakhstan in 5 days (1329 km), moved to China and turned south to cross Tyan-Shan, Kunlun, Karakoram and Himalaya mountains and reached the basin of the Indus river (duration – 63 days) (Karyakin et al., 2018e). Ayna instead started migration heading west, crossed Kazakhstan and reached Volga river in 18 days (2363 km), and then turned south to cross Caucasus mountains to reach Arabian Peninsula (duration – 84 days).

Despite these two females who got one of the longest autumn migrations in our set of eagles, as a whole females tended

Вторую волну, в конце сентября – начале октября, формируют орлы, появившиеся на свет в горах Алтае-Саянского региона, включая Западную Монголию.

Продолжительность миграции степных орлов, завершивших миграцию (см. главу «Выживаемость»), варьировала от 25 до 93 дней, составив в среднем $52 \pm 22,3$ дня ($n=15$) (табл. 7). Продолжительность миграции существенно зависела от выбранного птицами маршрута. Более длинные сроки миграции характерны для птиц, которые начали миграцию в долготном, а не в широтном направлении, и в дальнейшем, выйдя на «русло» пролёта, пошли на юг (см. рис. 19). Интересно, что обе птицы, которые начали мигрировать в долготном направлении, оказались самками. Так, Ева из Оренбуржья 25 августа 2016 г. начала миграцию в восточном направлении, за 5 дней пролетела через весь север Казахстана (1329 км), 31 августа уже была южнее оз. Зайсан, откуда переместилась в Синцзянь-Уйгурский автономный округ Китая и стала мигрировать на юг через Восточный Тянь-Шань, Куньлунь, Каракорум и Гималаи в бассейн Инда (Карякин и др., 2018e). Айна из Карагандинской области, начавшая миграцию 29 августа 2018 г., ушла, наоборот, на запад, пролетев через весь Казахстан до Волги (2363 км) за 18 дней, откуда переместилась в Предкавказье и мигрировала на Аравийский п-в через Кавказ. Несмотря на продолжительные осенние перемещения этих двух самок, существенно превышающие таковые многих других птиц, самки в целом в нашей выборке потратили на первую осеннюю миграцию в среднем меньше времени ($n=7$, $43 \pm 22,3$ дня, медиана = 32 дня, диапазон 25–84 дня), чем самцы ($n=8$, $61 \pm 20,1$ дней, медиана = 58 дней, диапазон 35–93 дня), но разница не надёжная ($T=6,0$, $Z=1,4$, $p=0,18$) из-за большого разброса значений (рис. 20). Более значительная разница в продолжительности миграции самок ($n=3$, $32 \pm 7,5$ дней, медиана = 32 дня, диапазон 25–40 дней) и самцов ($n=6$, $62 \pm 19,5$ дней, медиана = 58 дней, диапазон 40–93 дня) показана для птиц из Алтае-Саянского региона, но также не надёжная ($T=0$, $Z=1,6$, $p=0,11$) из-за малой выборки самок.

Вне зависимости от пола, орлы из выводков, в которых они были единственными птенцами, показали тенденцию к более длительной миграции (самки: 32–84, в среднем $55 \pm 23,5$ дней, $n=4$; самцы: 77–93, в среднем $85 \pm 11,3$ дней, $n=2$), чем



Мигрирующие степные орлы и стервятники (*Neophron percnopterus*). Фото И. Карякина.

Migrating Steppe Eagles and Egyptian Vultures (*Neophron percnopterus*). Photo by I. Karyakin.

to spend less time for their first autumn migration ($n=7$, 43 ± 22.3 days on average, median = 32 days, range 25–84 days) than males ($n=8$) 61 ± 20.1 days, median = 58 days, range 35–93 days), but the difference between sexes is not reliable ($T=6.0$, $Z=1.4$, $p=0.18$) (fig. 20). A tendency would be even higher if we consider only birds from the Altai-Sayan region (females: $n=3$, 32 ± 7.5 days, median = 32 days, *lim* 25–40 days; males ($n=6$, 62 ± 19.5 days, median = 58 days, *lim* 40–93 days).

Eagles who were the only nestling in a brood are tended to show a longer duration of migration compared with those who got a sibling, despite the eagle's sex (table 7). In this case, Tuvin who lost a sibling in the



Мигрирующий степной орёл и чёрные коршуны (*Milvus migrans*). Фото И. Карякина.

Migrating Steppe Eagle and Black Kites (*Milvus migrans*). Photo by I. Karyakin.

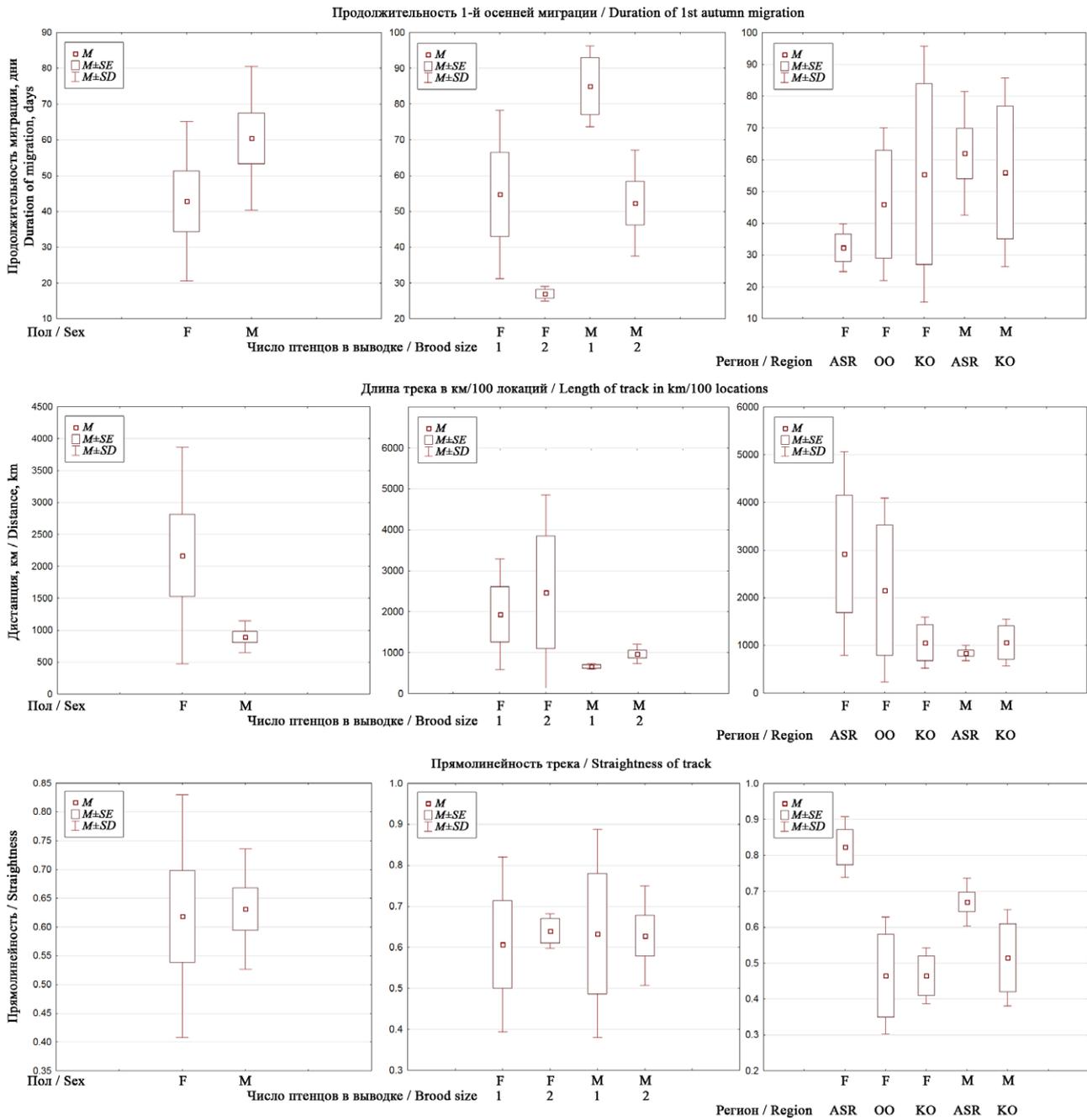


Рис. 20. Диаграммы размаха пространственных характеристик перемещений в период первой осенней миграции и скорости перемещений степных орлов.

Fig. 20. Box-and-whiskers plots of spatial characteristics and speed of 1CY Steppe Eagles' movements during first autumn migration.

орлы из выводков с двумя птенцами (самки: 25–29, в среднем $27 \pm 2,0$ дня, $n=3$; самцы: 35–75, в среднем $52 \pm 14,8$ дней, $n=6$) (рис. 20), при отсутствии достоверных различий как для всей выборки, так и отдельно для самок ($T=0$, $Z=1,6$, $p=0,11$) и самцов ($T=0$, $Z=1,3$, $p=0,18$).

Генеральный азимут перемещений степных орлов на миграции составил $165\text{--}251^\circ$, в среднем ($n=18$) $227 \pm 24,3^\circ$. Направление миграции практически всех алтае-саянских птиц с трекерами лежит в достаточно узком секторе от 208 до 251°

nest was attributed to the no-sibling group. Values for eagles from broods of different sizes divided by sex are present on the fig. 20.

The general azimuth of the Steppe Eagles movements on migration was $165\text{--}251^\circ$, $227 \pm 24.3^\circ$ on average ($n=18$). It is notable that the direction of migration of most of the Altai-Sayan eagles lies within a rather narrow range from 208 to 251° ($238 \pm 12.7^\circ$ on average, $n=12$), while eagles from two other regions migrated over a wider range – from 165 to 241° ($205 \pm 27.3^\circ$ on aver-

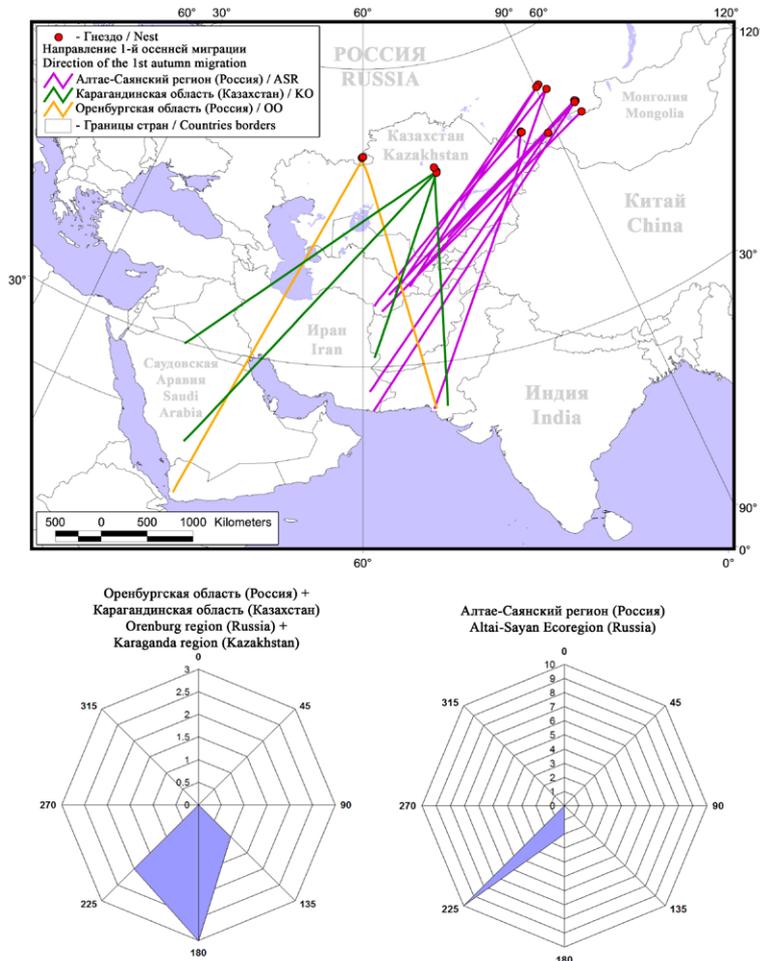
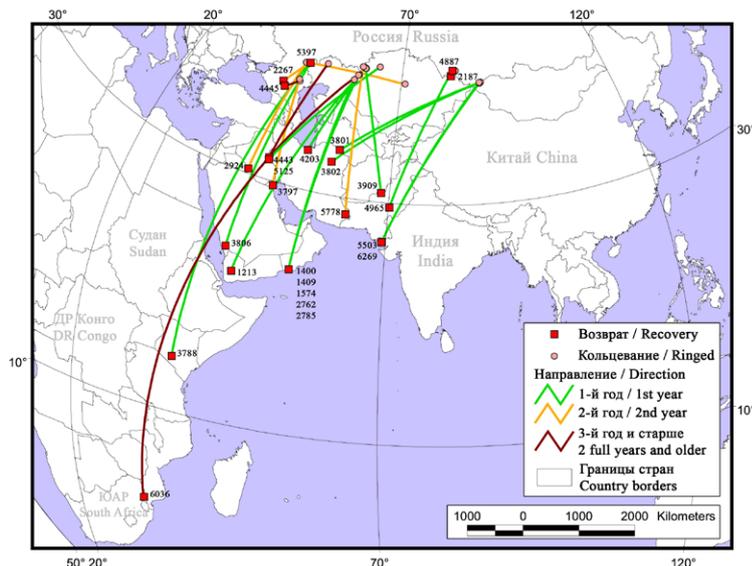


Рис. 21. Линейные дистанции степных орлов, помеченных трекерами, от мест появления на свет к местам зимовки во время первой осенней миграции. Условные обозначения: ОО – Оренбургская область России, КО – Карагандинская область Казахстана, ASR – Алтай-Саянский регион России.

Fig. 21. Linear distances from the natal areas to the wintering places covered by Steppe Eagles tagged with tracking devices during first autumn migration. Legend: OO – Orenburg region of Russia, KO – Karaganda region of Kazakhstan, ASR – Altai-Sayan region of Russia.



age, $n=6$) (fig. 21). According to the ringing data, the general azimuth of the migration of Orenburg birds varied from 160 to 205°, and the Altai-Sayan eagles – from 218 to 251.5° since they use both Indian (Gujarat) and Arabian wintering grounds (we got two ring recoveries from the first-year eagles hatched in Altai from the Trans-Caspian parts of Iran near the border with Turkmenia: see fig. 22 and publications: Bekmansurov *et al.*, 2012; 2016; 2017; Karyakin *et al.*, 2015; 2018c; Al-Sheikhli *et al.*, 2017). Nevertheless, none of the tagged Altai-Sayan eagles in their first autumn migration moved west of eastern Iran, although the Orenburg birds showed the flyway within the frames defined by the ringing. It is interesting that Ayna from Central Kazakhstan with her longitudinal beginning of migration is also not an outlier: we already got a ring recovery from the Volgograd region of Russia from another eagle originated from the same Central Kazakhstan breeding group (fig. 22: 5397).

The linear distance, the track length and the track length normalized by the number of locations from the nest to the first location of winter movements of juvenile eagles are presented in table 7. The mean values of l-distance and t-length are calculated for 15 eagles that survived the whole migration, but mean n-t-length is calculated for the whole set of 18 eagles including those with incomplete migration. L-distances and t-lengths does not differ significantly between sexes or eagles from different-sized broods and different regions. But n-t-length showed differences between sexes and regions. It turned out that the females have longer normalized tracks during the first autumn migration (678–5,200 km, $2,172 \pm 1,996.8$ km on average, $n=7$, excluding Dusya or 163–5,200 km, $1,921 \pm 1,724.1$ km on average, $n=8$) than males (619–1,407 km, 896 ± 249.2 km on average, $n=8$, excluding Stepasha and Tuvina or 619–1,581, 937 ± 327.0 km on average, $n=10$) (table 7) with the relevant differ-

Рис. 22. Схемы возвратов колец от степных орлов. Точки возвратов пронумерованы в соответствии с номерами анкет в БД «Кольцевание» Российской сети изучения и охраны пернатых хищников.

Fig. 22. Schemes of ring recoveries from the Steppe Eagles. Locations are numbered in accordance with recovery IDs in the Ringing Database of the Russian Raptor Research and Conservation Network.

(в среднем $238 \pm 12,7^\circ$, $n=12$), в то время как орлы из Оренбуржья и Центрального Казахстана мигрировали в более широком диапазоне – от 165 до 241° (в среднем $205 \pm 27,3^\circ$, $n=6$) (рис. 21). По данным кольцевания генеральный азимут миграции оренбургских птиц изменялся от 160° до 205° , а для алтае-саянских орлов варьировал от 218 до $251,5^\circ$ за счёт ухода птиц как на Индийские (Гуджарат), так и на Аравийские зимовки (два возврата годоводок с Алтая из закаспийской части Ирана близ границы с Туркменией: см. рис. 22 и публикации: Бекмансуров и др., 2012; 2016; 2017; Карякин и др., 2015; 2018с; Аль-Шейхли и др., 2017). Тем не менее, ни одна из помеченных трекерами алтае-саянских птиц в свою первую осеннюю миграцию не сместилась западнее восточного Ирана, хотя оренбургские птицы показали разлёт в соответствии с рамками, определёнными кольцеванием. Интересно, что и для Центрального Казахстана выбор Айной перелёта на запад к Волге не является единичным случаем, так как из Волгоградской области имеется возврат кольца от орла из той же гнездовой группировки в Центральном Казахстане, из которой происходит Айна (рис. 22: 5397).

Линейная дистанция от гнезда до точки начала зимних перемещений в ходе первой осенней миграции варьировала от 2139 до 4222 км, составляя в среднем ($n=15$) $3168 \pm 614,5$ км. Никакой достоверной разницы в линейных дистанциях самцов и самок, а также птиц из разноразмерных выводков и разных регионов не обнаружено. Но по протяжённости трека от гнезда до места зимовки, нормализованного по локациям, отмечены различия между орлами разного пола и из разных регионов. Протяжённость трека у разных орлов (без учёта птиц не закончивших миграцию) варьировала от 3675 до 8104 км, составляя в среднем ($n=15$) $5336 \pm 1491,3$ км. Этот же показатель на 100 локаций варьировал от 619 до 5200 км, составляя в среднем ($n=15$) $1491 \pm 1303,6$ км (от 163 до 5200 км, в среднем $1374 \pm 1238,4$ км с учётом птиц не закончивших миграцию). Оказалось, что самки пролетали большие расстояния в ходе первой осенней миграции (678 – 5200 км, в среднем $2172 \pm 1996,8$ км, $n=7$ без учёта Дуси, или 163 – 5200 км, в среднем $1921 \pm 1724,1$ км, $n=8$), нежели самцы (619 – 1407 км, в среднем $896 \pm 249,2$ км, $n=8$ без учёта Степаши и Тувина, или 619 – 1581 , в среднем



Степные орлы и падальщики на зимовке в Индии.
Фото И. Карякина.

Steppe Eagles and vultures on wintering in India.
Photo by I. Karyakin.

ence ($T=0$, $Z=2.37$, $p=0.018$) for birds that finished migration. Moreover, sex differences in the normalized track length were substantial for birds from the Altai-Sayan region and were practically absent in Kazakhstan eagles (fig. 20).

The straightforwardness of migration was significantly higher in the ASR eagles (lim 0.57 – 0.91 , mean 0.73 ± 0.09 , $n=12$ for all migrating birds or 0.72 ± 0.10 , $n=9$ for birds



Степные орлы на зимовке в Индии.
Фото И. Карякина.

Steppe Eagles on wintering in India.
Photo by I. Karyakin.

937±327,0 км, $n=10$) (табл. 7) с достоверной разницей ($T=0$, $Z=2,37$, $p=0,018$ по птицам, закончившим миграцию). Причём половые различия в налёте километража во время миграции были заметными для птиц из Алтае-Саянского региона и практически отсутствовали у казахстанских орлов (рис. 20).

Протяжённость миграции на 100 локаций у оренбургских орлиц (798–3524, в среднем 2161±1927,6 км) и у птиц из Алтае-Саянского региона (163–5200 км, в среднем 1348±1354,6 км, $n=12$ или 619–5200 км, в среднем 1535±1495,3 км, $n=9$ без учёта птиц, не закончивших миграцию) была практически в два раза выше таковой орлов обоих полов из Алтае-Саянского региона. Естественно это сказалось и на прямолинейности миграции, которая максимально приближается к прямой у алтае-саянских птиц (0,57–0,91, в среднем 0,73±0,09, $n=12$ или 0,72±0,1, $n=9$, без учёта птиц незакончивших миграцию), нежели у оренбургских и казахстанских (0,35–0,58, в среднем 0,47±0,16, $n=2$ для оренбургских и 0,41–0,61, в среднем 0,49±0,09, $n=4$ для казахстанских орлов) с достаточно высокой достоверностью разницы ($T=0$, $Z=2,2$, $p=0,028$) для орлов, закончивших миграцию (табл. 7, рис. 20). Низкий индекс прямолинейности миграции оренбургских и казахстанских орлов позволяет сделать предположение о том, что они компенсировали ранний отлёт с гнездовых территорий хаотичными перемещениями на начальном этапе миграции до тех пор, пока не встраивались в сформировавшийся поток мигрантов, который шёл в известном и видимом другими птицами русле пролёта уже более стремительно и направленно к местам зимовки.

Во время первой осенней миграции степные орлы в день пролетали (с учётом всех остановок) в среднем от 14 до 249 км (105,19±56,69 км/день по всей выборке из 18 орлов, с учётом тех, которые не закончили миграцию, и 116,93±53,83 км/день по выборке из 15 орлов, закончивших миграцию) (табл. 7). Средняя дневная скорость по совокупности локаций составляла 8,76±4,72 км/ч (от 1,17 до 20,75 км/ч) по всей выборке из 18 орлов, или 9,74±4,49 км/ч (от 5,38 до 20,75 км/ч) по выборке из 15 орлов, закончивших миграцию.

Самки двигались со средней скоростью (от 14,0 (Дуся) до 249,0 (Ада) км/день, средняя скорость всех 8 самок составила 127,6±71,96 км/день (от 76,3 до 249,0 км/день, в среднем по 7 птицам, закончившим



Молодой степной орёл на зимовке в Индии.
Фото И. Карякина.

Young Steppe Eagle on wintering in India.
Photo by I. Karyakin.

that survived migration) than in Orenburg (lim 0.35–0.58, mean 0.47±0.16, $n=2$) and Kazakhstan eagles (lim 0.41–0.61, mean 0.49±0.09, $n=4$) ($T=0$, $Z=2,2$, $p=0,028$) for eagles that survived the migration. The low straightforwardness of migration of the Orenburg and Kazakhstan eagles suggests that they compensate for the early departure from the breeding territories by rambling movements at the beginning of migration until they fit into the existing migration corridor.

During the first autumn migration, daily covered distance (DCD) (taking into ac-



Молодой степной орёл на зимовке в Индии.
Фото И. Карякина.

Young Steppe Eagle on wintering in India.
Photo by I. Karyakin.

миграцию, – 143,9±59,85 км/день). Самцы двигались со средней скоростью от 57,7 (Степаша) до 180,1 (Кенжык) км/день, средняя скорость всех 10 самцов составила 87,2±35,15 км/день (65,4–180,1 км/день, в среднем по 8 птицам, закончившим миграцию, – 93,4±36,95 км/день). Самки перемещались со значительно большей скоростью, чем самцы (рис. 23), причём разница по 15 птицам, закончившим миграцию, надёжна ($T=2, Z=2,03, p=0,043$)

Достоверных различий в скорости перемещения орлов из разновозрастных выводков, закончивших миграцию, не найдено ($T=8, Z=0,52, p=0,6$). Тем не менее, орлы, которые являлись единственными птенцами в выводках, показали тенденцию двигаться с меньшей дневной скоростью (65,4–128,6 км/день, в среднем 94,5±24,42 км/день, $n=6$), нежели орлы из 2-х птенцовых выводков (64,6–249,0 км/день, в среднем 131,9±24,42 км/день, $n=9$). Значения по подгруппам приведены в табл.7, разбиение подгрупп по полу см. на рис.23. У самок внутри подгрупп выявлена тенденция к большей разнице в скорости миграции, чем у самцов, но с низкой

count all stops) averaged between individuals from 14 to 249 km/day, mean 105.19±56.69 km/day, $n=18$ (full sample set), or mean 116.93±53.83 km/day, $n=15$ (eagles that finished migration) (table 7). DCD were significantly higher in females than in males ($T=2, Z=2.03, p=0.043$) (fig. 23) for eagles that survived the migration ($n=15$). No significant differences between birds from different size broods were found (table 7). A split of the DCD value between different sexes and different brood-size is represented in fig. 23. Females tended to have bigger differences in DCD than males.

Dusya is a female from the late brood, significantly differed from all other eagles. In her case, the main prey of Steppe Eagles – Souseliks were no longer available due to late dates, therefore Dusya migrated through Altai in short flights, making regular stops at stony mountain tops above alpine meadows, where she preyed Altai Pikas (*Ochotona alpina*). She began to increase daily covered distances only when she passed the mountains of Altai and reached the steppe zone of Kazakhstan. But here we lost her signal. Thus, Dusya was ex-

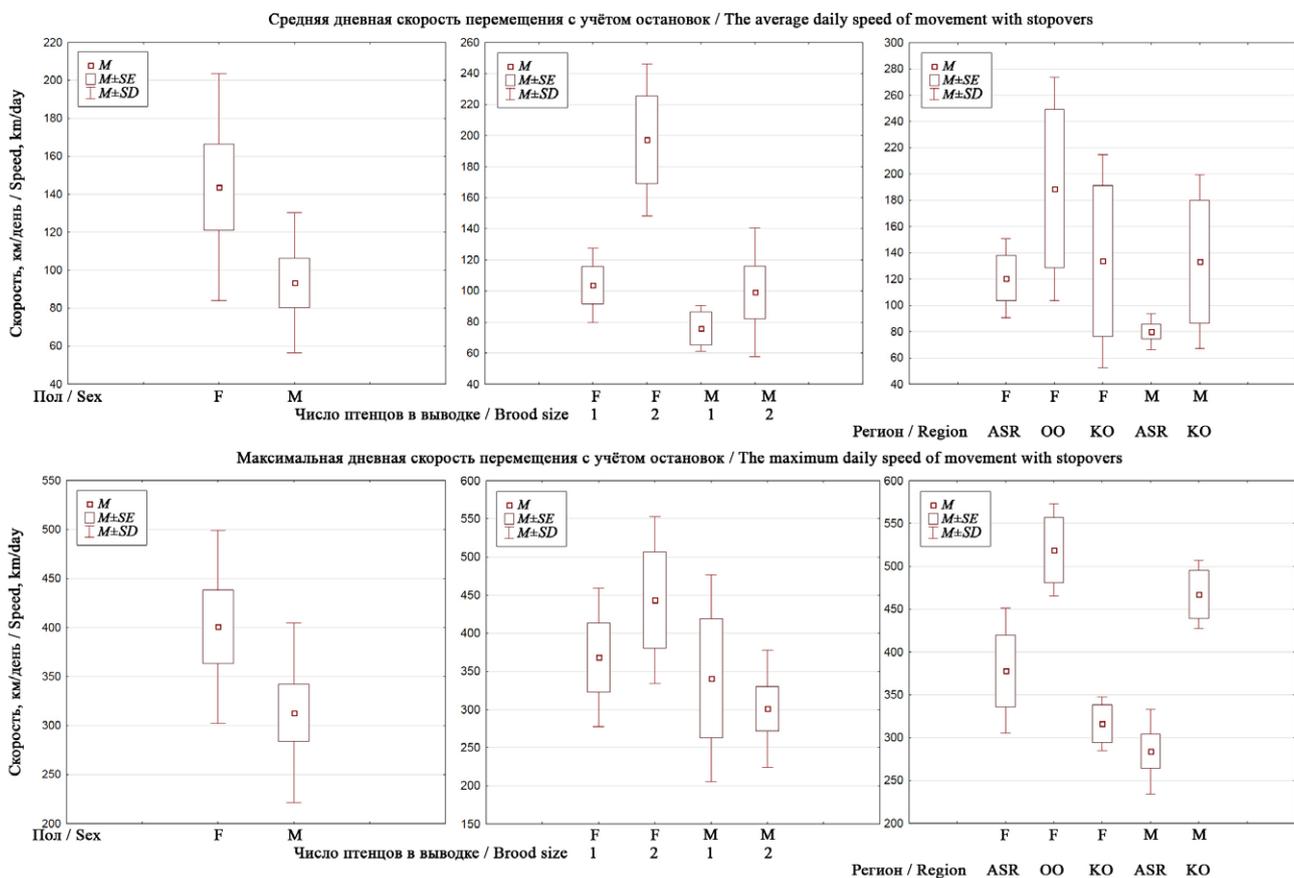


Рис. 23. Диаграммы размаха дневной скорости перемещения во время первой осенней миграции степных орлов.

Fig. 23. Box-and-whiskers plots of daily covered distances of 1CY Steppe Eagles during the first autumn migration.

Рис. 24. Графики ежедневного движения степных орлов во время первой осенней миграции.

Fig. 24. Charts of the daily movement of 1CY Steppe Eagles during the first autumn migration.

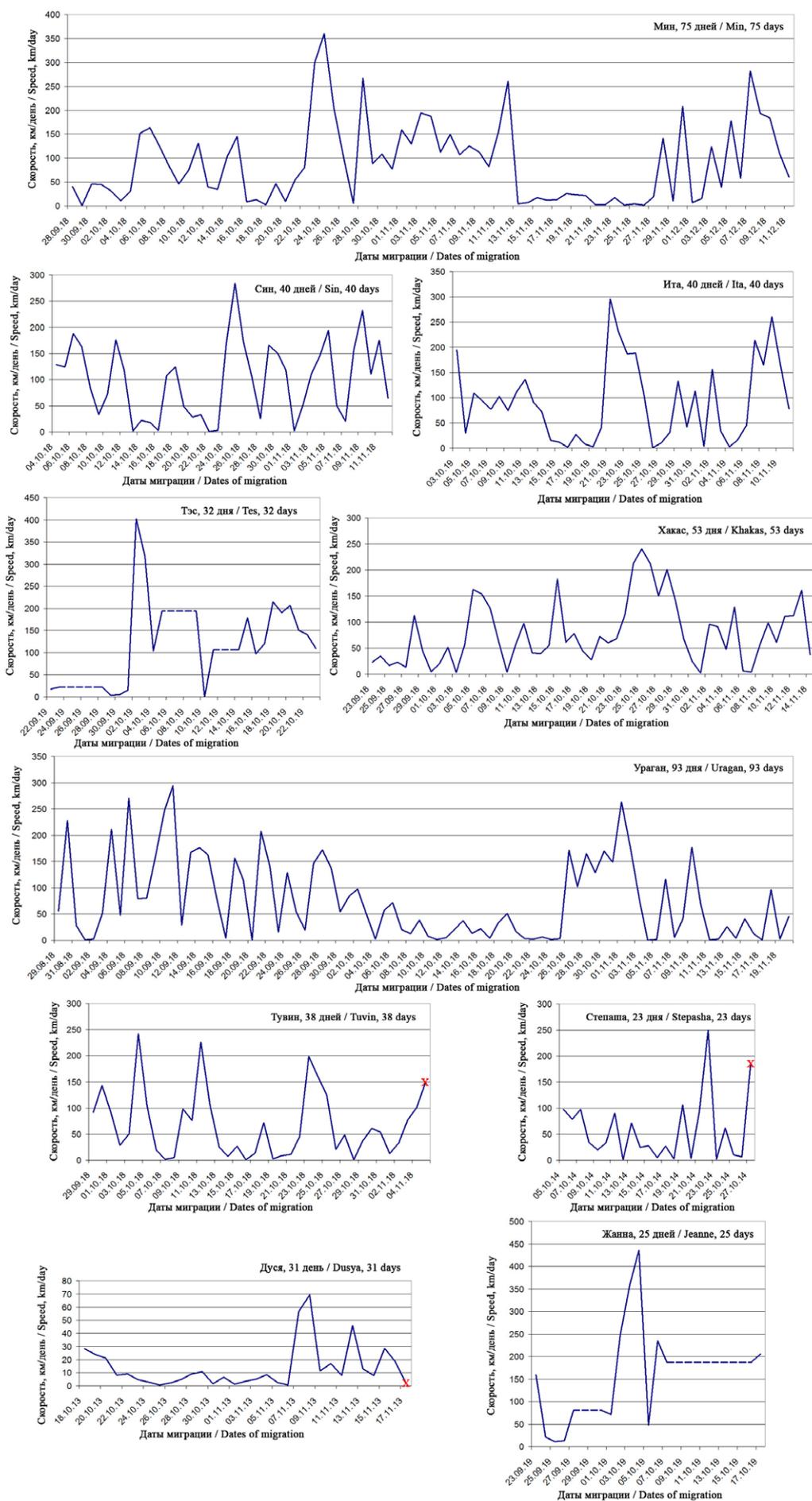
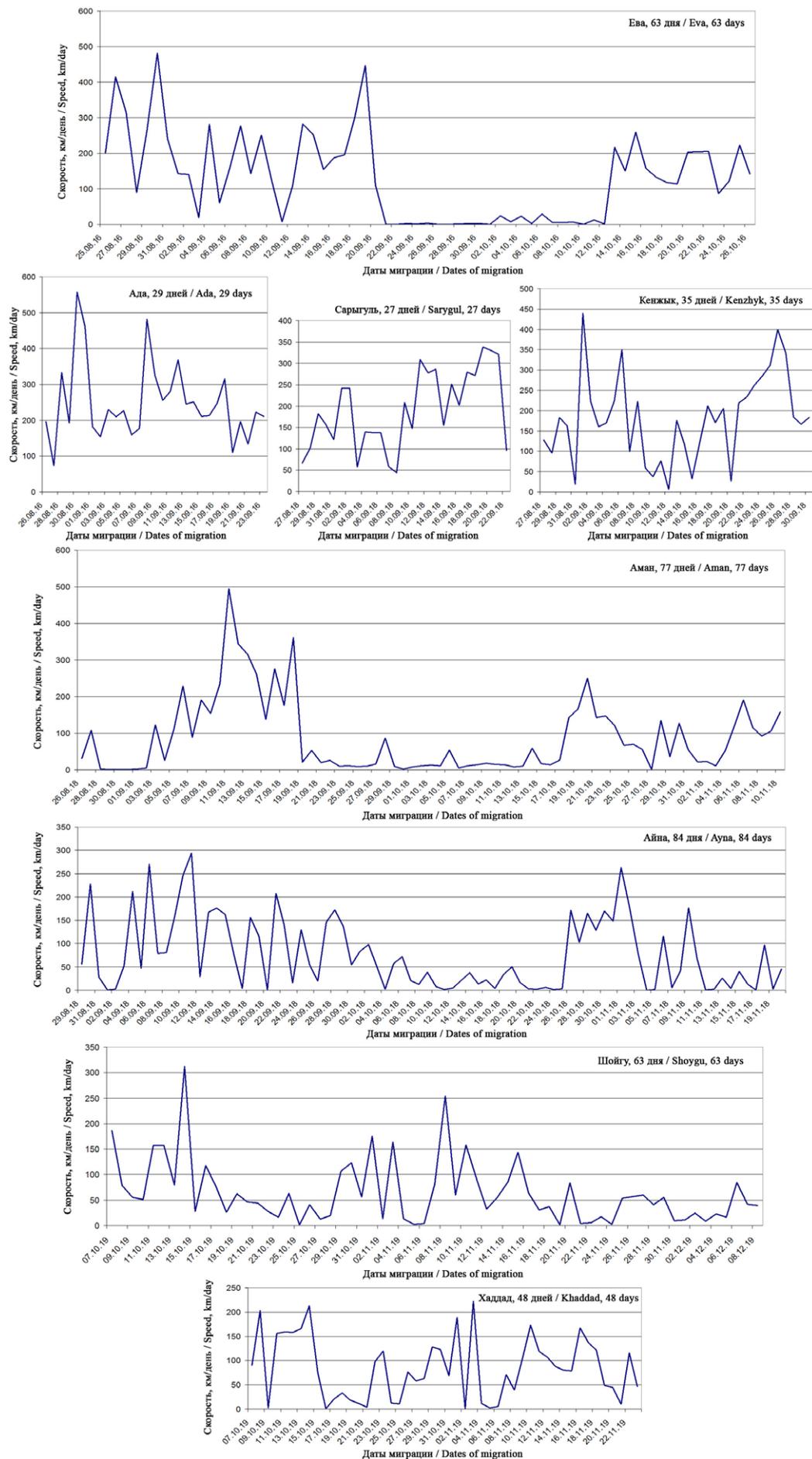


Рис. 25. Графики ежедневного движения степных орлов во время первой осенней миграции.

Fig. 25. Charts of the daily movement of 1CY Steppe Eagles during the first autumn migration.



степенью надёжности (самки: $T=0$, $Z=1,6$, $p=0,11$, самцы: $T=0$, $Z=1,34$, $p=0,18$).

От всех орлов существенно отличалась Дуся – орлица из позднего выводка, которая пошла в миграцию очень поздно, когда суслики уже были не доступны, поэтому через Алтай птица мигрировала короткими перелётами, часто останавливаясь в гольцах, где в это время года активна алтайская пищуха (*Ochotona alpina*). Орлица стала наращивать дневные дистанции миграции только в степной зоне Казахстана (когда прошла горнолесную зону Алтая), но её миграция была прервана, а потому, вероятно, Дуся не успела показать максимальные скорости.

Максимальные ежедневные дистанции, преодолеваемые орлами на миграции в светлое время суток, изменялись от 69,2 до 557,3 км, в среднем по всем 18 орлам $333,6 \pm 118,75$ км/день (по 17 орлам без учёта Дуси – от 222,1 до 557,3 км, в среднем $349,2 \pm 101,76$ км/день). Как и в случае со средними скоростями, самки (без учёта Дуси) показали большие максимальные скорости перемещения в день, чем самцы (рис. 23) с надёжной разницей ($T=2$, $Z=2,03$, $p=0,043$).

Достаточно серьёзной оказалась разница в максимальных дневных дистанциях у птиц одного и того же пола из разных регионов. Наивысшие значения показали самки из Оренбуржья ($481,2\text{--}557,3$ км/день, в среднем $519,3 \pm 53,81$ км/день, $n=2$), а минимальные показатели были характерны для самок из Казахстана ($294,1\text{--}338,7$ км/день, в среднем $316,4 \pm 31,5$ км/день, $n=2$). В группе самцов максимальные показатели были у птиц из Казахстана ($439,4\text{--}495,4$ км/день, в среднем $467,4 \pm 39,6$ км/день, $n=2$), минимальные – у алтае-саянских ($222,1\text{--}359,9$ км/день, в среднем $274,5 \pm 45,6$ км/день, $n=8$). Однако разница не надёжна из-за малой выборки ($T=0$, $Z=1,34$, $p=0,18$). Также не отмечено какой-либо значимой разницы в максимальных дневных дистанциях миграции между орлами из разноразмерных выводков ($T=13$, $Z=0,17$, $p=0,87$), хотя в целом самки из выводков из двух птенцов налетали максимальный дневной километраж во время осенней миграции, в то время как с самцами было всё наоборот (максимальные дневные дистанции покрывали лишь самцы из выводков, в которых они были единственными).

Если сравнивать самцов сибсов между собой (Шойгу и Хаддад, Мин и Син), то бросаются в глаза меньшие максимальные

включенные в анализ данных максимальные дневные покрываемые расстояния (maxDCD).

The maxDCD between eagles varied from 222.1 to 557.3 km, 349.2 ± 101.76 km/day on average for $n=17$ (without Dusya). Females again showed higher values than males ($T=2$, $Z=2.03$, $p=0.043$) (fig. 23).

We found no differences between maxDCD in eagles from different regions. Splitting groups by sexes showed that maximum values were shown by females from Orenburg region ($481.2\text{--}557.3$ km/day, 519.3 ± 53.81 km/day on average, $n=2$), and minimal by females from Kazakhstan $294.1\text{--}338.7$ km/day, 316.4 ± 31.5 km/day on average, $n=2$. And among males – maximum by males from Kazakhstan ($439.4\text{--}495.4$ km/day, 467.4 ± 39.6 km/day on average, $n=2$), and minimum by males from the ASR ($222.1\text{--}359.9$ km/day, 274.5 ± 45.6 km/day on average, $n=8$). No difference in maxDCD was found between eagles from different-sized broods as well.

It is interesting that in two pairs of siblings (all males – Shoygu and Khaddad, Min and Sin), the younger ones have lower values of the maximum DCD, but higher of average DCD than the older ones (table 7, fig. 23).

The graphs of the daily movements of the eagles are shown in fig. 24–25. The eagles alternated flights with stops, the number and duration of which are extremely uneven and are determined by specific feeding



Степной орёл по имени Кенжык на зимовке в Индии.
Фото Н. Бхатта.

Steppe Eagle named Kenzhyk on wintering in India.
Photo by N. Bhatt.

дистанции у младших птенцов в выводках, в то время как средние дневные дистанции во время миграции у них наоборот были больше, чем у старших птенцов (табл. 7, рис. 23).

Графики ежедневного движения орлов показаны на рис. 24–25. Из графиков видно, что стремительные перелёты орлы чередовали с остановками, число и продолжительность которых крайне неравномерны и на каждом миграционном маршруте определяются конкретными кормовыми условиями.

Число лётных дней (дней с активным перемещением) в первую осеннюю миграцию варьировало от 27 (Сарыгуль) до 57 (Айна), составив в среднем ($n=13$) $38,5 \pm 9,15$ дней. Доля лётных дней от общей продолжительности миграции варьировала от 48,4 до 100%, в среднем 71,23% (табл. 8). Вообще без длительных остановок совершили первую осеннюю миграцию орлицы Ада и Сарыгуль. Число остановок на сутки и более варьировало от 1 (Кенжык) до 16 (Айна), в среднем ($n=13$) $5,7 \pm 4,19$ (с учётом безостановочного перелёта Ады и Сарыгуль). Продолжительность остановок варьировала от 1 (Кенжык) до 48 дней (Ураган), в среднем $15,5 \pm 14,89$ дней, что составляет от 2,9 до 51,6% от продолжительности миграции орлов, в среднем 28,77% (табл. 8). При очень большом разбросе показателей (рис. 26), достоверных различий между самками и самцами не выявлено. Однако самки показали тенденцию проводить больше дней в активном перемещении в ходе миграции (79%), нежели самцы (68,39%) ($T=0$, $Z=1,83$, $p=0,068$), они же меньше дней провели на остановках (0–27, в среднем $9,25 \pm 12,7$ дней – 4 самки и 1–48, в среднем $18,3 \pm 15,6$ дней – 9 самцов), и их остановки были короче (0–6, в среднем $1,61 \pm 1,23$ дней, $n=23$), чем таковые самцов (1–27, в среднем $3,11 \pm 5,17$ дней, $n=53$).

Детальные посуточные характеристики миграции степных орлов доступны в Приложении 1⁹⁵. Без учёта остановок (только в дневное время) скорость перемещения орлов варьировала от 5,48 до 75,91 км/ч, составляя в среднем ($n=2712$) $23,69 \pm 12,74$ км/ч (табл. 9). Причём самки двигались в среднем с большими скоростями ($26,39 \pm 13,57$ км/ч, от 5,64 до 72,88 км/ч, $n=929$), чем самцы ($22,27 \pm 12,05$ км/ч, от 5,48 до 75,91 км/ч, $n=1783$) с надёжной разницей ($T=0$, $Z=6,33$, $p=0,0000$).



Степной орёл по имени Кенжык на зимовке в Индии.
Фото Н. Бхатта.

Steppe Eagle named Kenzhyk on wintering in India.
Photo by N. Bhatt.

conditions on each migration route. Data on the amount of active (i.e. with active movements) and non-active (i.e. stopovers) days in individual migration is shown in table 8.

Only two females – Ada and Sarygul showed migrations without noticeable stops.

With a very wide scatter of values (fig. 26), we found no difference in daily characteristics of migration. However, females tended to have more active days (79%) than males (68.39%), they spent fewer days at stops (*lim* 0–27, mean 9.25 ± 12.7 , $n=4$ for females; and *lim* 1–48, mean 18.3 ± 15.6 , $n=9$ for males), and their stops were significantly shorter (*lim* 0–6, mean 1.61 ± 1.23 , $n=23$) than of males (*lim* 1–27, mean 3.11 ± 5.17 , $n=53$).

Detailed daily characteristics of the Steppe Eagles migration are available in Appendix 1⁹⁵. Table 9 represents the diurnal characteristics of the first autumn migration of 1CY eagles.

The speed (excluding stops) of the eagles varied from 5.48 km/h to 75.91 km/h, mean values for each eagle are shown in the table 9, mean value over the whole set is 23.69 ± 12.74 km/h ($n=2712$) on average (table 9). Females moved on average with higher speeds (26.39 ± 13.57 km/h, from 5.64 to 72.88 km/h, $n=929$) than males (22.27 ± 12.05 km/h, from 5.48 to 75.91 km/h, $n=1,783$) ($T=0$, $Z=6.33$, $p=0.0000$).

⁹⁵ <http://rrcn.ru/wp-content/uploads/2019/12/Add1-migration.xls>

Табл. 8. Посуточные характеристики первой осенней миграции степных орлов.

Table 8. Daily characteristics of the first autumn migration of 1CY Steppe Eagles.

Имя Name	Пол / Sex	Продолжительность миграции, дни Duration of migration, days	Число ходовых дней Number of active days	Доля ходовых дней от общей продолжительности миграции, % Share of active days of the total duration of migration, %	Число остановок Number of stopovers	Продолжительность всех остановок, дни Total duration of all stopovers, days	Средняя продолжительность одной остановки, дни, M±SD (min – max) Average duration of stopover, days, M±SD (min – max)	Доля продолжительности остановок от общей продолжительности миграции, % Share of the total duration of stopovers from the total duration of migration, %
Ураган / Uragan	m	93	45	48.4	8	48	6±8.14 (1–23)	51.6
Тувин / Tuvina*	m	>38*	29	76.3	5	9	1.8±0.84 (1–3)	23.7
Шойгу / Shoygu	m	63	42	66.7	8	21	2.6±1.77 (1–6)	33.3
Хаддад / Khaddad	m	48	37	77.1	7	11	1.6±0.79 (1–3)	22.9
Хакас / Khakas	m	53	45	84.9	7	8	1.14±0.38 (1–2)	15.1
Ита / Ita	f	40	30	75.0	5	10	2±0.71 (1–3)	25.0
Мин / Min	m	75	50	66.7	7	25	3.6±5.1 (1–15)	33.3
Син / Sin	m	40	34	85.0	5	6	1.2±0.45 (1–2)	15.0
Ада / Ada	f	29	29	100	0	0	0	0
Аман / Aman	m	77	41	53.2	5	36	7.2±11.3 (1–27)	46.8
Айна / Ayna	f	84	57	67.9	16	27	1.7±1.3 (1–6)	32.1
Сарыгуль / Sarygul	f	27 [61] ^b	27 [33] ^b	100 [54.1] ^b	0 [2] ^b	0 [30] ^b	0 [15±17 (3–27)] ^b	0 [49.2] ^b
Кенжык / Kenzhyk	m	35	34	97.1	1	1	1	2.9
Самки / Females (n=4)			35.75±14.2	79.44	5.25±7.54	9.25±12.7	1.61±1.23	20.56
Самцы / Males (n=9)			39.67±6.67	68.39	5.89±2.2	18.3±15.6	3.11±5.17	31.61
ОО + КО (n=5)			37.6±12.12	74.60	4.4±6.8	12.8±17.37	2.67±5.39	25.40
ASR (n=8)			39.0±7.67	69.33	6.5±1.31	17.25±14.1	2.65±3.93	30.89
СРЕДНЕЕ / AVERAGE (n=13)			38.5±9.15	71.23	5.7±4.19	15.5±14.89	2.66±4.41	28.77

Примечания / Notes:

^a – птицы не завершили миграцию / birds did not survive the migration, thus migration is incomplete;

^b – в соответствии с методикой миграция была ограничена остановкой в зимовочной области, продолжительность которой составила более 25 дней; в скобках даны показатели миграции для варианта, когда она продолжалась до момента спада интенсивности движения в зимовочной области, с включением длительной остановки продолжительностью более 25 дней в миграцию / According to the methods, migration was limited by a long stop (more than 25-days long) in the wintering area; however, within the brackets we represent values we could get if we do not follow the methods and do not limit Sarygul's migration by that stop but include it as a part of migration.

Высокой скоростью, которую орлы могут несколько часов подряд поддерживать во время движения, видимо, следует считать диапазон 30–40 км/ч, при этом на таких скоростях птицы перемещаются очень ограниченное время. Например, Хакас за 45 ходовых дней во время осенней миграции лишь в течение двух дней по 6 часов в каждый летел со средней скоростью 34–35 км/ч. Довольно активный в своих перемещениях Ураган за 70 ходовых дней в течение 6 дней по 5–9 часов в день летел со средней скоростью 30–36 км/ч, с рекордом скорости 59,5 км/ч. Самки Ада и

The high speed, which the eagles can maintain for several hours, should be considered the speed range of 30–40 km/h. However, at such speed birds move for a very limited time. For example, Khakas spend only two days out of 45-days migration reaching an average speed of 34–35 km/h that he maintained for 6 hours each of two days. Quite active in his movements, Uragan flew at an average speed of 30–36 km/h for 6 days out of 70, 5–9 hours a day, with a speed record of 59.5 km/h. Females Ada and Sarygul, marked by the non-stop autumn migration, flew at an average speed

Сарыгуль, отличившиеся безостановочной осенней миграцией, шли со средней скоростью 31–48 км/ч в течение 10 и 11 дней соответственно; по 7–12 (Ада) и 6–10 (Сарыгуль) часов в день, с рекордами скорости 65,3 (Ада) и 58,9 км/ч (Сарыгуль) (см. Приложение 1⁹⁵).

Максимальные скорости выше 70 км/ч показали Кенжык и Тэс. Кенжык 2 часа двигался со скоростью 72,0–75,9 км/ч – в восточном направлении, между Жайылмой и долиной р. Чу в районе Сарыбулака, к северу от Каратау (Казахстан), при этом

of 31–48 km/h for 10 and 11 days, respectively, for 7–12 (Ada) and 6–10 (Sarygul) hours a day with speed records of 65.3 (Ada) and 58.9 km/h (Sarygul) (see Appendix 1⁹⁵). Kenzhyk and Tes showed maximum speeds above 70 km/h. Kenzhyk moved for 2 hours at a speed of 72.0–75.9 km/h north of Karatau (Kazakhstan) eastward between Zhaiylma and the valley of the Chu River in the Sarybulak region. During this dash, his loss of height was about 800 m. Tes flew at a speed of 71.6–72.9 km/h within 2 hours, crossing the Mongolian Altai in the south-

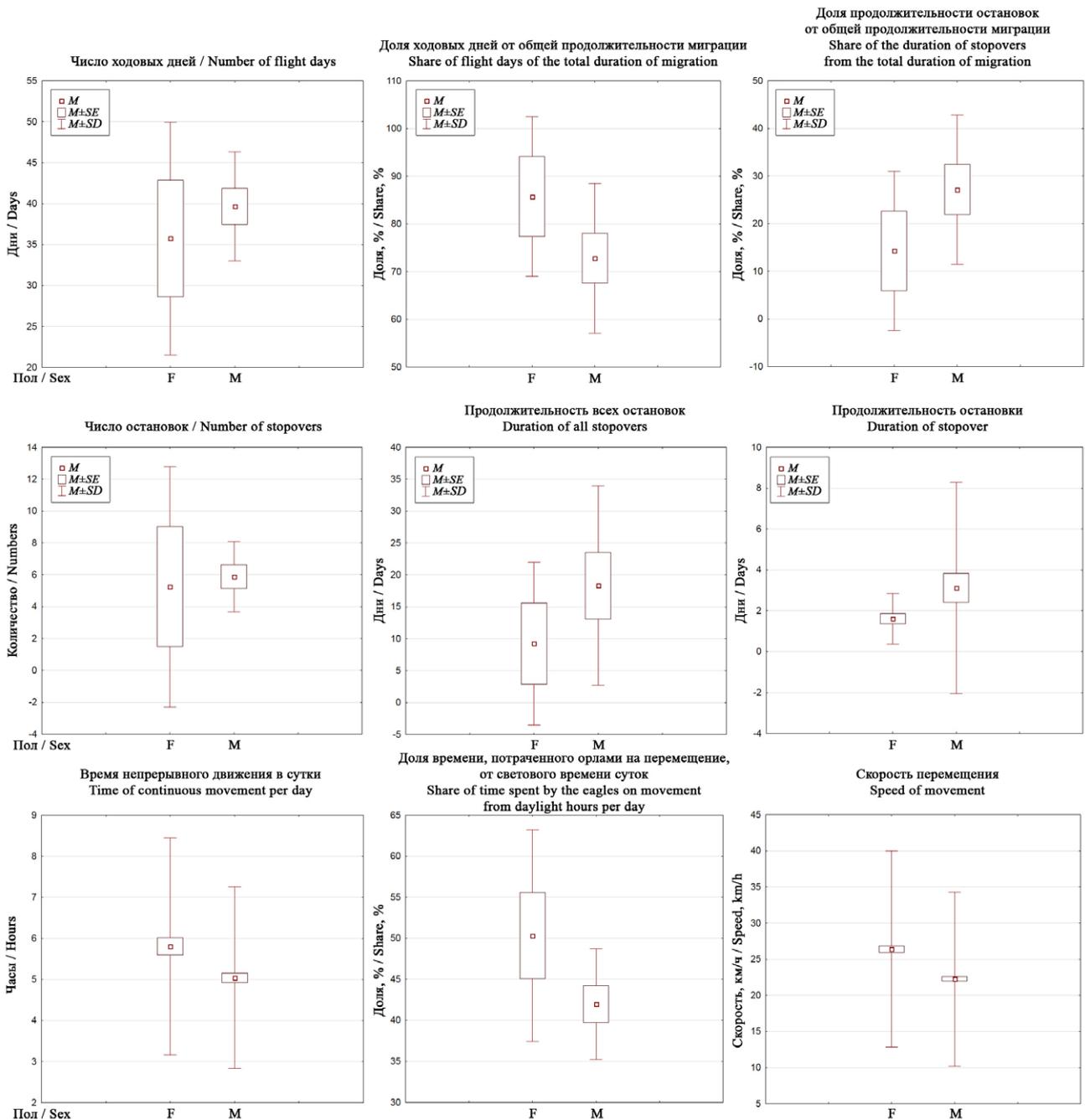


Рис. 26. Диаграммы размаха характеристик перемещения степных орлов во время первой осенней миграции.

Fig. 26. Box-and-whiskers plots of 1CY Steppe Eagle' movements during the first autumn migration.

Табл. 9. Время и скорость перемещения степных орлов в сутки во время первой осенней миграции.

Table 9. Diurnal duration and speed of movements of 1CY Steppe Eagles during the first autumn migration.

Имя Name	Пол / Sex	Число ходовых дней Number of active days	Среднее время начала движения* M±SD (min – max) Average time of the takeoff* M (min – max)	Среднее время завершения движения* M±SD (min – max) Average time of landing for the overnight* M (min – max)	Время движения, Σ в часах** Total duration of flight, Σ in hours	Среднее время движения в сутки, в часах M±SD (min – max)** Average duration of flight per day, in hours, M±SD (min – max)**	Время отдыха, Σ в часах Total duration of breaks, Σ in hours	Время отдыха в сутки со старта и до остановки на ночь, в часах M±SD (min – max) Duration of breaks per active day (from takeoff to landing), hours, M±SD (min – max)	Скорость, км/ч M±SD (min – max) Speed, km/h M±SD (min – max)
Жанна Jeanne ^b	f	7 ^b	9:50±2:08 (7:44–14:00)	15:06±2:09 (11:16–17:04)	36	5.14±2.73 (2–8)	1	0.14±0.38 (0–1)	31.19±18.67 (5.85–68.21)
Ураган Uragan	m	45	9:58±0:54 (7:49–11:58)	15:12±1:34 (10:22–17:10)	239	5.31±1.92 (1–9)	11	0.24±0.71 (0–4)	21.35±10.78 (5.62–59.52)
Тувин Tuvina ^a	m	29	10:06±1:24 (6:31–13:30)	14:05±2:03 (9:37–16:46)	120	4.14±2.26 (1–8)	2	0.07±0.26 (0–1)	19.23±9.38 (5.48–45.20)
Шойгу Shoygu	m	40 ^b	10:49±1:37 (8:03–15:14)	15:04±2:00 (10:58–19:47)	159	3.98±2.03 (1–9)	5	0.13±0.4 (0–2)	19.65±10.73 (5.65–51.91)
Хаддад Khaddad	m	35 ^b	9:59±1:18 (7:43–13:28)	15:21±1:35 (11:49–17:46)	168	4.8±1.64 (1–8)	9	0.26±0.7 (0–3)	21.69±10.85 (5.65–55.89)
Хакас Khakas	m	45	10:09±1:26 (7:26–14:44)	14:48±1:47 (9:24–17:21)	198	4.4±2.16 (1–9)	8	0.18±0.44 (0–2)	18.97±10.43 (5.71–60.72)
Тэс Tes ^b	f	11 ^b	9:12±1:00 (7:20–10:48)	16:22±1:30 (12:56–18:27)	75	6.82±1.66 (4–9)	3	0.27±0.65 (0–2)	27.95±15.86 (6.06–72.88)
Ита Ita	f	29 ^b	10:46±1:08 (9:13–13:42)	15:40±1:15 (12:45–17:40)	131	4.52±1.74 (2–7)	9	0.31±0.81 (0–3)	24.75±12.48 (6.33–58.96)
Мин Min	m	50	10:02±1:00 (7:53–13:57)	15:06±1:42 (10:20–17:21)	256	5.12±1.92 (1–9)	9	0.18±0.56 (0–3)	23.36±12.14 (5.54–68.55)
Син Sin	m	34	9:53±1:07 (8:06–12:34)	15:18±1:50 (10:03–18:20)	179	5.26±2.03 (1–8)	6	0.18±0.46 (0–2)	21.33±9.8 (5.91–55.16)
Ада Ada	f	29	8:46±1:01 (6:35–11:21)	17:02±1:15 (12:53–18:20)	243	8.38±2.03 (2–12)	14	0.48±0.74 (0–2)	29.0±13.19 (5.64–65.34)
Аман Aman	m	41	9:52±1:19 (7:48–15:36)	15:55±2:14 (10:18–18:50)	242	5.9±2.63 (1–10)	13	0.32±0.61 (0–2)	24.14±13.36 (5.69–64.26)
Айна Ayna	f	57	10:03±1:27 (7:22–14:05)	14:58±1:49 (10:39–17:35)	260	4.56±2.38 (1–9)	16	0.28±0.62 (0–3)	22.97±11.7 (5.77–60.95)
Сарыгуль Sarygul	f	27	9:40±1:34 (7:32–14:47)	16:36±1:35 (10:48–18:38)	184	6.81±2.37 (2–10)	8	0.3±0.95 (0–4)	27.38±14.03 (5.73–58.93)
Кенжык Kenzhyk	m	34	9:09±1:26 (6:49–14:32)	15:47±1:47 (10:42–18:00)	219	6.44±2.39 (1–10)	14	0.41±0.82 (0–3)	27.76±15.25 (5.87–75.91)
Самки emales (n=4)			9:49±1:29 (6:35–14:47)	15:51±1:46 (10:39–18:38)	154.8 ±90.27	5.81±2.64 (1–12)	8.50 ±5.89	0.32±0.73 (0–4)	26.39±13.57 (5.64–72.88)
Самцы Males (n=9)			10:00±1:19 (6:31–15:36)	15:11±1:53 (9:24–19:47)	197.8 ±45.12	5.04±2.21 (1–10)	8.56 ±3.84	0.22±0.58 (0–4)	22.27±12.05 (5.48–75.91)
СРЕДНЕЕ AVERAGE (n=13)			9:57±1:23 (6:31–15:36)	15:24±1:52 (9:24–19:47)	180.6 ±67.44	5.28±2.38 (1–12)	8.53 ±4.56	0.25±0.63 (0–4)	23.69±12.74 (5.48–75.91)

Примечания / Notes:

* – время соответствует зоне UTC (в диапазоне +4 – +6) / time corresponds to the UTC zone (from UTC+4 to UTC+6);

** – допустимая погрешность 30 минут/сутки / permissible error was limited to 30-minutes per day;

^a – птицы не выжили и не завершили миграцию / birds did not survive the migration, thus migration is incomplete;^b – не все ходовые дни учтены в анализе из-за отсутствия в эти дни нужного количества локаций / some active days were excluded from the dataset due to the lack of locations.

потеря высоты составила около 800 м. Тэс в течение 2 часов двигалась со скоростью 71,6–72,9 км/ч, когда пересекала Мон-

westerly direction between Bugat (Mongolia) and Ku Luduke (China) in the altitude range of 177–195 m above sea level.

гольский Алтай в юго-западном направлении на участке между Бугатом (Монголия) и Ку Лудуке (Китай) в диапазоне высот 177–195 м над уровнем моря.

Продолжительность перемещения в сутки варьировала от $3,98 \pm 2,03$ (Шойгу) до $8,38 \pm 2,03$ часов (Ада), составив в среднем $5,28 \pm 2,38$ часов, и была хотя и незначительно, но всё же выше у самок ($5,81 \pm 2,64$), чем у самцов ($5,04 \pm 2,21$) (рис. 26), но при низкой степени надёжности разницы ($T=386,5$, $Z=1,48$, $p=0,14$). В активном движении орлы находились в среднем от 33,13 до 69,83% светлого времени суток (Ада – до 12 часов в сутки в течение нескольких дней), в среднем $45,33 \pm 10,17\%$, причём самки двигались в течение дня дольше (37,64–69,83, в среднем $50,33 \pm 12,91\%$, практически 6 часов в световой день), нежели самцы (33,13–53,68%, в среднем $41,99 \pm 6,75\%$, 5 часов в световой день).

Начиная движение, орлы обычно летели непрерывно до места ночёвки, не прерываясь на кормёжку. Доля коротких остановок («перекуров») составила в среднем $4,28 \pm 1,36\%$ от общего времени в пути с момента старта движения до момента остановки на ночёвку, изменяясь у разных птиц от 1,64% (Тувин – 2 часа остановок относительно 120 часов активного полёта) до 6,43% (Ита – 9 часов остановок относительно 131 часа активного полёта).

Время начала движения орлов (после ночёвки) изменялось от 6:31 до 15:36, составив в среднем $9:57 \pm 1:23$ часов. Время остановки (на ночёвку) варьировало от 9:24 (при раннем утреннем старте) до 19:47, составив в среднем $15:24 \pm 1:52$ часов (табл. 9). Никакой надёжной половой разницы во времени суток начала и окончания лётной активности в течение дня во время осенней миграции у орлов не отмечено ($T=5329,5$, $Z=0,89$, $p=0,37$ – для старта движения и $T=5067,5$, $Z=1,50$, $p=0,13$ – для завершения движения). Тем не менее, самки в среднем всё же чуть раньше самцов начинали движение и позже останавливались на ночёвку. Где бы географически орлы не находились, они начинали активные перемещения в основном после того, как поверхность земли разогревалась солнцем, и заканчивали за пару часов до заката. Но в дни наиболее интенсивной миграции у некоторых особей наблюдалась остановка на ночёвку даже после заката.

Длительные остановки (на сутки и более) орлы совершали на всём протяжении

The duration of flight per day varied from 3.98 ± 2.03 hours (Shoygu) to 8.38 ± 2.03 hours (Ada), 5.28 ± 2.38 hours on average (table 9). Females tended to have higher values (5.81 ± 2.64) than males (5.04 ± 2.21) (fig. 26).

Eagles were in active motion on average from 33.13% to 69.83% of daylight hours (Ada for a few days spent up to 12 hours a day flying), $45.33 \pm 10.17\%$ on average, here-with, females tended to be in motion longer during the day (37.64–69.83, $50.33 \pm 12.91\%$ on average, almost 6 hours of daylight) than males (33.13–53.68, $41.99 \pm 6.75\%$ on average, 5 hours of daylight).

Usually, in the active migration days after takeoff, eagles flew continuously to the overnight location, without breaks for feeding. A share of short breaks eagles made on active days during migration is very low – mean $4.28 \pm 1.36\%$ from the total time in motion from the moment of take-off to landing for overnight. Between eagles it varies from 1.64% (Tuvин – 2 hours of breaks among 120 hours of active motion) to 6.43% (Ита – 9 hours of breaks among 131 of active motions).

The time of the takeoff (after overnight) varied from 6:31 to 15:36, $9:57 \pm 1:23$ on average. The time of landing for the overnight varied from 9:24 (with an early morning start) to 19:47, $15:24 \pm 1:52$ on average (table 9). No reliable sex difference in the time of day of the beginning and the end of flight activity during the day in autumn migration was observed among eagles. However, females tended to take off earlier and landed for the overnight later than males.



Степной орёл по имени Мин после ночёвки на зимовке в Индии. Фото Н. Бхатта.

Steppe Eagle named Min after the night on wintering in India. Photo by N. Bhatt.

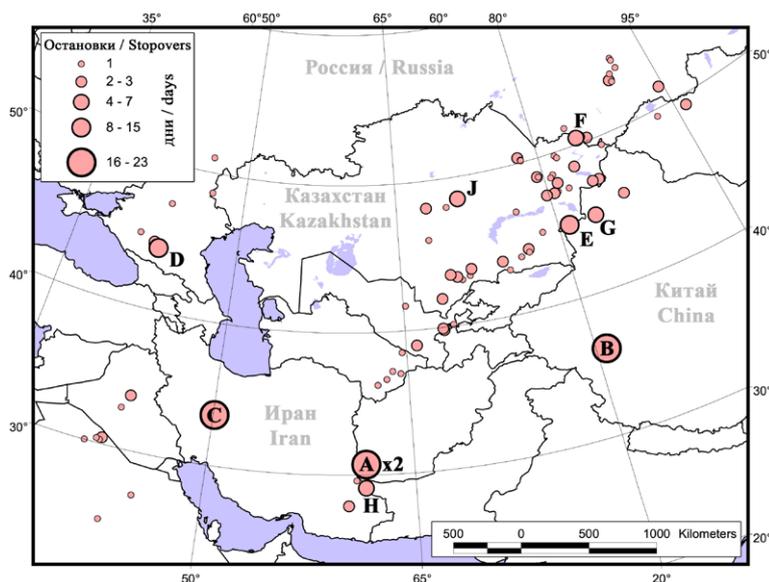


Рис. 27. Распределение точек остановки степных орлов во время первой осенней миграции.

Fig. 27. Distribution of stopovers of the ICY Steppe Eagles during the first autumn migration.

миграционного пути. По результатам прослеживания 17 степных орлов выявлена 91 точка остановки птиц (рис. 27). Наибольшая концентрация остановок алтае-саянских птиц сосредоточена в степных мелкосопочниках Восточно-Казахстанской области и в Джамбульской области, между Каратау и массивом песков Мойынкум. В Восточно-Казахстанской области орлы останавливались на кормёжку после пересечения горнолесной зоны Алтая, а в Джамбульской – перед проходом через Каратау. Также имеется район концентрации точек остановки в Предкавказье, где орлы кормятся перед пересечением Кавказа. На остальных территориях заметных концентраций точек остановки не выявлено.

Наиболее длительные остановки орлов характерны для завершающей части их миграционного пути. Так, на востоке Ирана, близ границы с Афганистаном, южнее г. Забол, два орла в одной точке (рис. 27: А) провели в общей сложности 38 дней: Мин – 15 дней с 13 по 27 ноября 2018 г., Ураган – 23 дня с 3 по 25 декабря 2018 г. Здесь же на 1,5 месяца раньше на 27 дней остановилась Сарыгуль, для которой эту остановку можно отнести к длительной остановке на миграции, а не к зимним перемещениям. В других точках совпадение остановок разных прослеживаемых птиц не отмечено, хотя некоторые орлы, мигрируя

Wherever they are, eagles took off after the sun heated the ground and landed a few hours before sunset. But in the most intensive period of migration, some individuals landed after sunset.

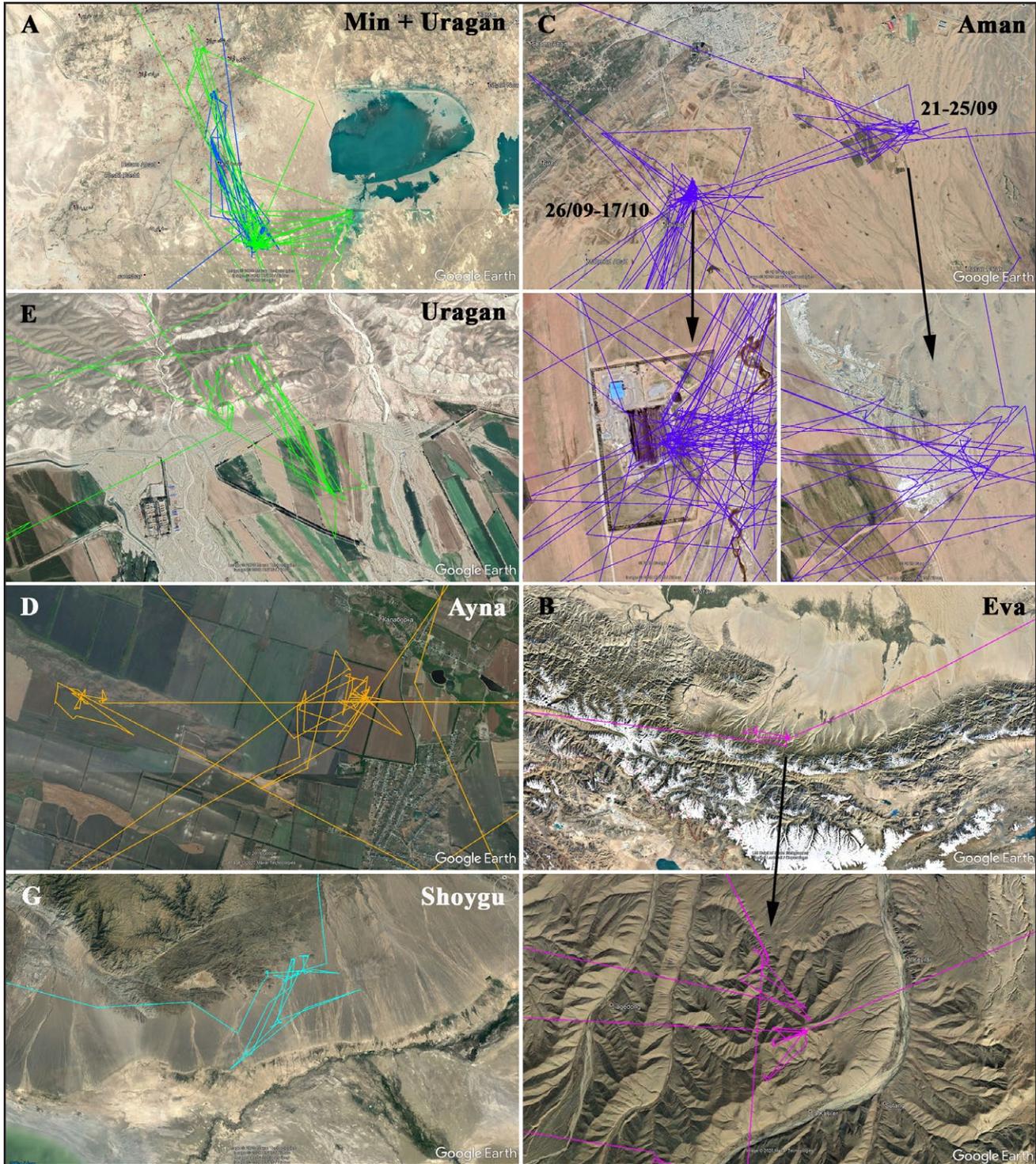
Eagles made long stopovers (for a day or more) throughout the entire migration route. According to the results of tracking of 17 Steppe Eagles, 91 stopovers were found (fig. 27). The largest concentration of stopovers of the Altai-Sayan birds is in the steppe hummocks of the East Kazakhstan region and in the Dzhambul region between Karatau and the massif of sands of Moynkum. In the East Kazakhstan region, the eagles stopped for feeding after crossing the area of mountainous forests of Altai, and in the Dzhambul region before passing through Karatau. Another area with a high density of stopovers is in the Pre-Caucasian region, where eagles feed before crossing the Caucasus. In the remaining territories, no notable concentrations of stopover sites were found.

The longest stopovers are characteristic of the final part of the migration. For example, in the east of Iran, near the border with Afghanistan south of the town of Zabol, two eagles at one point (fig. 27: A) spent a total of 38 days: Min – 15 days from November 13th to 27th, 2018, Uragan – 23 days from December 3rd to December 25th, 2018. Sarýgul stopped here for 27 days 1.5 months



Степные орлы на скотомогильнике в Индии.
Фото И. Карякина.

Steppe Eagles on the garbage in India.
Photo by I. Karyakin.



Длительные остановки степных орлов во время первой осенней миграции: нумерация точек остановки соответствует таковой на рис. 27.

Long stopovers of the 1CY Steppe Eagles during the first autumn migration: the numbering of stopover locations corresponds to numbers in fig. 27.

через Восточный Казахстан, останавливались всего в нескольких километрах друг от друга. В западной части Ирана орёл по имени Аман остановился южнее г. Хомейн в общей сложности на 27 дней (рис. 27: С). Также длительную остановку перед пересечением Каракорума и Гималаев сделала Ева в подножии Кунь-Луня (рис. 27: В).

Фактически все точки остановок орлов на миграции были связаны с малонарушенными естественными пастбищами или агроценозами, лишь Аман в Иране (рис.

earlier. This stop can be classified as a long stop on migration, not winter movements. At other points, no match of stops of different eagles was recorded, although some eagles, migrating through East Kazakhstan, stopped only a few kilometers away from each other. In the western part of Iran, the eagle named Aman stopped for a total of 27 days south of Homeyn (fig. 27: C). A long stop before flying through the Karakorum and the Himalayas was made by Eva at the foot of Kun-Lun (fig. 27: B).

27: С) держался на свалке и каком-то антропогенном объекте, также, вероятно, связанном с переработкой мусора.

Оренбургские и казахстанские орлы показали достаточно сильный разброс направлений миграции, и для них невозможно выделить общие для их популяций «русла» пролёта – достаточно широко разлетевшись в разных направлениях, птицы вливались в разные известные потоки. Из казахстанских птиц, появившихся на свет в Центральном Казахстане, только Аман прошёл в миграционном коридоре, связывающем Центральный Казахстан с Аравийскими и Африканскими зимовками. Этот коридор проходит к востоку от Аральского моря, Устюрта и Каптанкыра (через низовья Сырдарьи) к Северному Копетдагу, где сливается с мощным миграционным потоком птиц из группировок Западного Казахстана, мигрирующих через Устюрт. Миграция в этом коридоре (низовья Сырдарьи – Северный Копетдаг) известна для орлов, включая степных, по визуальным наблюдениям авторов. Айна прошла через Кавказ по маршруту, через который мигрирует достаточно большое количество среднеразмерных ястребиных хищников из восточноевропейских популяций и орлов-могильников из Предкавказья и Волго-Уральского региона (Корепов, Ковалев, 2018; Карякин и др., 2018f; Корепов и др., 2019). Кенжык после блужданий по юго-востоку Казахстана и горной области на стыке Узбекистана, Кыргызстана и Таджикистана, вышел в «русло» пролёта алтае-саянских орлов и по нему устремился в низовья Инда. Сарыгуль прошла сначала по миграционному пути, по которому летел Аман, затем по югу Туркмении вдоль Копетдага ушла в русло пролёта алтае-саянских птиц. Из оренбургских орлиц Ада пошла на Африканские зимовки через Узбекистан, Туркменистан и север Ирана в русло пролёта, по которому шёл Аман, в то время как Ева улетела в восточном направлении, до русла пролёта центральносибирских птиц, по которому и пошла на юго-запад через Каракорум. Алтае-Саянские орлы летели более компактно, фактически в одном русле пролёта. Появившись на свет в пяти различных гнездовых группировках (Усть-Канская, Чуйская, Минусинская, Тувинская и Убсунурская), они пересекали Алтай на пространстве в 1100 км от предгорий Северо-Западного Алтая (Ита) до юга Монгольского Алтая (Тэс), но по мере продвижения на юго-запад их маршруты сближались, и уже в районе Балхаша полоса миграции сузилась до 450 км, причём разделившись

Almost all stopovers related to low-disturbed natural pastures or agricultural landscapes. Only Aman in Iran (fig. 27: C) stayed in a landfill and a man-made object, also probably of waste processing.

The Orenburg and Kazakhstan eagles showed a rather strong scatter in the directions of migration. It is impossible to identify common migration corridors for them, since they spread widely in different direction and later fit into different migration flows. Aman that hatched in Central Kazakhstan, passed through the migration corridor connecting Central Kazakhstan with the Arabian and African wintering grounds. This corridor extends east of the Aral Sea, Ustyurt and Kaplankyr (through the lower streams of Syr Darya) to Northern Kopetdag, where it merges with a large migration flow of birds from breeding groups of eagles from Western Kazakhstan migrating through Ustyurt. Migration in this corridor (the lower stream of Syr Darya – Northern Kopetdag) is known for eagles species, including Steppe Eagles, according to visual observations of the authors. Ayna flew through the Caucasus along a route through which a fairly large number of medium-sized hawk birds of prey from the Eastern European populations and Imperial Eagles (*Aquila heliaca*) from the Pre-Caucasian region and the Volga-Ural region migrate (Korepov, Kovalev, 2018; Karyakin et al., 2018f; Korepov et al., 2019). Kenzhyk, after flying around the southeast of Kazakhstan and the mountainous area at the borderline of Uzbekistan, Kyrgyzstan and Tajikistan, got into the “corridor” of the Altai-Sayan eagles flight and headed through it to the lower stream of the Indus. Sarygul first took the same migration route as Aman, then in the south of Turkmenistan along the Kopetdag she fits into the flight corridor of the Altai-Sayan birds. From the Orenburg females, Ada flew to the African wintering grounds through Uzbekistan, Turkmenistan and the north of Iran in the same corridor as Aman, while Eva flew eastward to the flight corridor of the Central Siberian birds, through which she headed south-west through the Karakoram.

Thus, Altai-Sayan eagles flew closer to each other, almost in the same flight corridor. Having been hatched in 5 different breeding groupings (Ust-Kanskaya, Chuisanskaya, Minusinskaya, Tuvinskaya, and Ubsunurskaya), they crossed Altai in the area of 1,100 km from the foothills of the Northwest Altai (Ita) to the south of the Mongolian Altai (Tes). But as they flew to the south-west, their routes moved closer

на два русла пролёта – к северу от Балхаша (здесь 6 птиц прошли в полосе 50 км) и к югу от Балхаша, в 70 км к северу от Алматы (здесь 4 птицы прошли в полосе 30 км). Через Каратау на юго-востоке Казахстана и мимо Айдаркуля на востоке Узбекистана 8 орлов летели уже в полосе 220–250 км, на границе Ирана, Афганистана и Пакистана 3 орла прошли в полосе 55 км, но можно предполагать, что здесь ширина коридора была около 100–150 км.

Первая зимовка

Большинство орлов, начавших миграцию (15 из 18, 83,3%), достигли мест зимовки, из них все птицы (8 орлов), помеченные в 2018 г., благополучно дожили до весны, 4 орла, помеченных в 2019 г. находятся на местах своей первой зимовки, на момент написания данной статьи, и один из орлов 2019 г. мечения погиб во время зимовки. Места зимовки распределились следующим образом: 1 птица (Ада) ушла в Африку, где зимовала преимущественно в Эфиопии, 2 птицы провели зиму на Аравийском полуострове, причём самец (Аман) зимовал на границе Йемена и Саудовской Аравии, перемещаясь на незначительной площади, а самка (Айна) перемещалась по всему северу Саудовской Аравии от Кувейта до Иордании, 1 орёл (Ураган) перемещался по всему южному побережью Ирана, 5 птиц зимовали на юге Пакистана и крайнем востоке Индии (штат Гуджарат) и 6 птиц провели зиму на востоке Туркмении (рис. 28). Все орлы, остановившиеся на зимовку в Туркмении, происходят из Алтае-Саянского региона (2 орла 2018 г. мечения из Хакасии и Красноярского края, и 4 орла 2019 г. мечения из Хакасии и Тувы). Птицы из Оренбургской области (Ада и Ева) зимовали в Африке и низовьях Инда (Пакистан) на удалении 3690 км друг от друга. Центральноказахстанские орлы разделились также, как и оренбургские, поровну – между Аравийскими и Индо-Пакистанскими зимовками (между которыми около 3 тыс. км).

Ни одна из птиц, помеченных трекерами в рамках нашего проекта, не долетела до Южной Африки, хотя миграция из Ботсваны в Западный Казахстан (Арало-Каспийский регион) была прослежена для одного орла, помеченного спутниковым передатчиком в 1993/1994 г. (Meuburg et al., 2003; 2012), а из ЮАР имеется новейший «возврат» от взрослой птицы (8 декабря 2019 г.), которая родом из Актюбинской области Казахстана (рис. 22: 6036).

Пространственные характеристики первой зимовки приведены в таблице 10.

and already in the Balkhash region the migration path narrowed to 450 km, having divided into two flight corridors – to the north of Balkhash (here 6 birds flew through a path of 50 km width) and to the south of Balkhash 70 km to the north from Almaty (here 4 birds passed through a path of 30 km width). Through Karatau in southeastern Kazakhstan and near Aidarkul in eastern Uzbekistan, 8 eagles flew already in the 220–250 km path; on the border of Iran, Afghanistan and Pakistan, 3 eagles flew in the 55 km path, but it can be assumed that the corridor width at that point was about 100–150 km.

The first wintering

Most of the eagles successfully finished autumn migration (15 of 18, 83.3%) and reached wintering grounds, and 8 eagles tagged before 2019 survived until spring (actually, all 8 birds were tagged in 2018). For 5 eagles tagged in 2019, their first wintering is still ongoing, by the moment of printing of the present article.

Wintering grounds were distributed as follows: 1 bird (Ada) went to Africa, where she wintered mainly in Ethiopia, 2 birds spent winter on the Arabian Peninsula, while the male (Aman) wintered on the



Степной орёл по имени Мин на зимовке в Индии.
Фото Н. Бхатта.

Steppe Eagle named Min on wintering in India.
Photo by N. Bhatt.

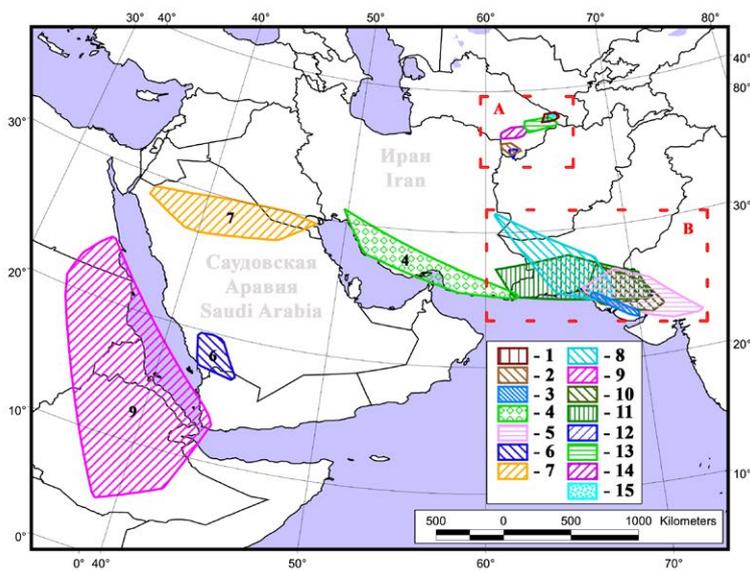
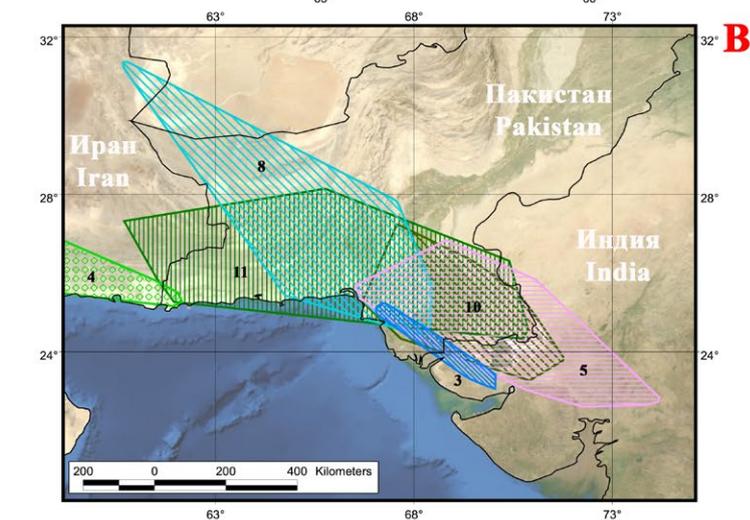
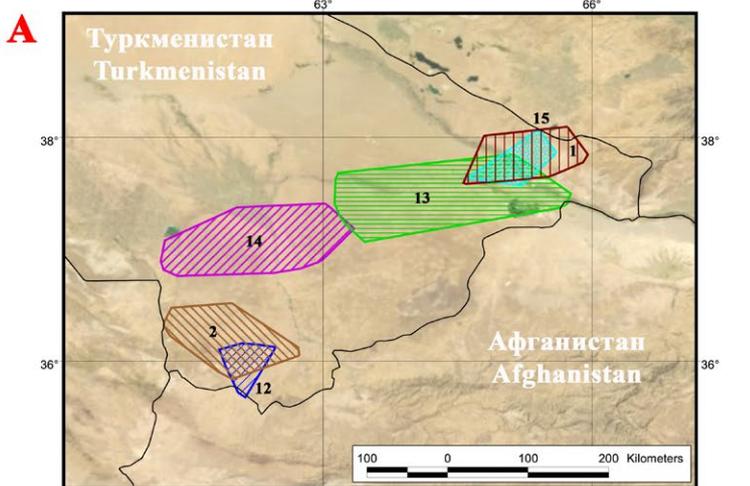


Рис. 28. Места зимовки степных орлов в первый год жизни. Нумерация орлов: 1 – Хакас, 2 – Син, 3 – Мин, 4 – Ураган, 5 – Кенжык, 6 – Аман, 7 – Айна, 8 – Сарыгуль, 9 – Ада, 10 – Ева, 11 – Жанна, 12 – Тэс, 13 – Ита, 14 – Хаддад, 15 – Шойгу.

Fig. 28. Wintering areas of the Steppe Eagles in the first year of life. Numbers of eagles on map: 1 – Khakas, 2 – Sin, 3 – Min, 4 – Uragan, 5 – Kenzhyk, 6 – Aman, 7 – Ayna, 8 – Sarygul, 9 – Ada, 10 – Eva, 11 – Jeanne, 12 – Tes, 13 – Ita, 14 – Khaddad, 15 – Shoygu.



border of Yemen and Saudi Arabia, moving over a small area, and the female (Айна) moved across the entire north of Saudi Arabia from Kuwait to Jordan, 1 eagle (Ураган) moved along the entire south coast of Iran, 5 birds wintered in southern Pakistan and the east border of India (Gujarat state), and 6 birds spent winter in eastern Turkmenistan (fig. 28). All eagles that stopped for wintering in Turkmenistan originated from the Altai-Sayan region (2 eagles tagged in 2018 in Khakassia and the Krasnoyarsk Region, and 4 in 2019 in Khakassia and Tuva). Birds from the Orenburg region (Ada and Eva) wintered in Africa and by the lower stream of Indus River (Pakistan) separated by 3,690 km from each other. The Central Kazakhstan eagles were equally divided between the Arabian and Indo-Pakistan wintering grounds (the distance between is about 3 thousand km).

None of the tagged birds within our project reached South Africa, although migration from Botswana to Western Kazakhstan (Aral-Caspian region) was tracked for one eagle tagged with a satellite transmitter in 1993/1994 (Meyburg et al., 2003; 2012). We also got recent information from South Africa (December 8th, 2019) about an observation of a ringed adult Steppe Eagle that was tagged as a nestling in the Aktobe region of Kazakhstan (fig. 22: 6036).

Spatial characteristics of the first wintering are given in table 10. Two indefinite cases were related to defining a moment of onset of Sarygul’s wintering (see above in the “First autumn migration” subsection) and the ending of Sin’s wintering. Eagle named Sin partly spent the summer at the wintering ground, making a short flight in early March north of his wintering area and returned. The beginning of this flight was marked as the end date of Sin’s wintering.

The wintering of juvenile Steppe Eagles began in the period from September 23rd to January 6th (November 1st±31 days on

Практически все параметры были определены без каких-либо вариантов в их интерпретации, за исключением начала зимовки Сарыгуль (см. выше в разделе «Первая осенняя миграция») и завершения зимовки Син. Син остался проводить часть лета на месте зимовки, совершив не-

Табл. 10. Пространственные характеристики первой зимовки молодых степных орлов. Принятые сокращения: f – самка, m – самец.

Table 10. Spatial characteristics of juvenile Steppe Eagles' first wintering. Legend: f – female, m – male.

Имя Name	Пол / Sex	Число локалий / Number of Locations	Даты 1-й зимовки Terms of the 1 st wintering	Продолжительность зимовки, дни Duration of wintering, days	MCP 100%, km ²	Kernel, km ²			Число кластеров высокой плотности локалий Numbers of clusters with high location density	Дистанция между кластерами высокой плотности локалий, км (число кластеров, M±SD (min – max) / Distance between clusters with high location density, km (number of clusters, M±SD (min – max)*)	Длина трека, км Track length, km	Длина трека, км/100 лок. Normalized track length, km/100 loc	
						Kernel R, km	95%	75%					50%
Ураган Uragan	m	814	06/01 – 17/03	71	207245.5	15	6105.9	2733.7	1176.0	4	294.6±204.7 (55.8–555.9)	3950.5	485.3
Мин Min	m	1412	12/12 – 13/04	123	16734.6	7	2802.9	989.9	368.9	3	97.0±50.78 (41.9–141.9)	3144.4	222.7
Син Sin	m	802	13/11 – 02/03	110	7760.1	2	977.5	187.6	48.5	14	44.9±8.41 (10.8–53.0)	1393.6	173.8
Хакас Khakas	m	1029	15/11 – 09/03	115	5963.6	2	524.0	119.2	43.7	1	16.7	2291.0	222.6
Аман Aman	m	1230	11/11 – 26/02	108	62211.6	7	2040.2	702.5	319.9	4	63.6±33.8 (41.4–113.6)	3961.8	322.1
Кенжык Kenzhyk	m	1918	01/10 – 18/03	169	171300.8	10	1108.7	644.0	344.2	1	0	9870.6	514.6
Ева Eva	f	598	27/10 – 25/03	150	117913.0	7	2919.6	543.2	274.1	5	36.9±10.2 (22.8–51.6)	4885.0	816.9
Ада Ada	f	2641	24/09 – 02/05	221	1299813.5	22	46368.7	8838.5	1946.6	8	213.1±150 (74.3–458.1)	27495.5	1041.1
Айна Ayna	f	1372	21/11 – 19/03	119	260044.2	20	22419.9	2850.5	1581.7	8	153.8±81.75 (61.0–306.0)	6794.2	495.2
Сарыгуль Sarygul	f	2065 [1664] ^b	23/09 – 19/03 [27/10 – 19/03] ^b	178 [144] ^b	221300.7 [88323.9] ^b	15 [12] ^b	28110.1 [18549.0] ^b	9135.7 [6014.1] ^b	2826.3 [1662.0] ^b	4 [4]	259.7±135.9 (132.2–443.8) [116.8±63.58 (74.4–209.7)] ^b	13903.3 [11148.4] ^b	673.3 [670.0] ^b
Шойгу Shoygua	m	73	08/12 – ...	>8	2767.8	2.5	217.2	71.4	24.4	2	54.0±32.6 (30.9–77)	208.7	285.9
Хадаад Khaddaad ^a	m	268	24/11 – ...	>23	12663.4	3.5	794.7	192.8	69.4	6	42.7±34.9 (13.2–110)	865.9	323.1
Ита Ita ^a	f	332	12/11 – ...	>35	16870.3	3.5	1164.2	200.8	88.0	13	27.9±16.8 (12.4–60.7)	1031.8	310.8
Тэс Tes ^a	f	297	24/10 – ...	>31	2091.8	2.5	543.1	135.1	53.5	6	19.9±10.65 (13.7–41.4)	525.5	176.9
Жанна Jeanne ^a	f	637	18/10 – ...	>60	273715.7	7	1746.7	505.6	140.8	3	260.8±252.9 (106.5–553)	5384.2	845.2
Самки Females (n=4)				167.0± 43.3	474767.9± 553292.4		24954.6± 17893.1	5342.0± 4314.8	1657.2± 1059.8	6.3±2.1 (4–8)	115.4±132.8 (12.4–552.7)	13269.5± 10247.1	756.6± 30.8
Самцы Males (n=6)				116.0± 31.6	78536.0± 88919.4		2259.9± 2055.1	896.2± 958.3	383.5± 415.1	4.3±5.0 (0–14)	70.2±108.9 (0–555.9)	4102.0± 2995.0	323.5± 145.2
СРЕДНЕЕ AVERAGE (n=10)				136.4± 43.3	237028.8± 385101.7		11337.8± 15697.6	2674.5± 3462.2	893.0± 950.1	5.1±4.0 (0–14)	96.4±124.7 (0–555.9)	7769.0± 7899.1	496.8± 282.0

Примечания / Notes:

* – для Kernel 95% / for Kernel 95%;

^a – незаконченная зимовка не учитывается в расчёте средних показателей (птицы 2019 г. мечения) / eagles tagged in 2019 that have not yet completed their first wintering are not considered when calculating the average values;^b – в скобках приведены показатели зимовки в случае отнесения маршрута с двумя остановками за 23.09–26.10.2018 г. к миграции, а не к зимним перемещениям (не учитывается в расчёте среднего значения) / According to the methods, onset of wintering was determined by a long stop in the wintering area; however, within the brackets we represent values we could get if we do not follow the methods and attribute the stop and following movements until 26/10/2018 to Sarygul's migration. Values in the brackets are not considered when calculating the average values.

продолжительный вылет в начале марта к северу от места зимовки и вернувшись обратно. Именно к старту этого вылета была привязана дата окончания зимовки Син.

average), making a very big scatter of 106 days that is caused directly by extended periods of migration, but not by the remoteness of wintering grounds. The late start of

Зимовка ювенильных степных орлов началась в период с 23 сентября по 6 января (в среднем 1 ноября \pm 31 день). Разница в сроках начала зимовки в 106 дней очень большая, что связано напрямую с растянутыми сроками миграции птиц и не зависит от того, на сколь удалённые друг от друга зимовки они прибывают. Поздние сроки начала зимовки характерны как для орлов, прибывающих в Туркмению (24 ноября – 8 декабря, Хаддад и Шойгу), так и для орлов, долетающих до Аравийского моря (12 декабря – 6 января, Мин и Ураган).

Продолжительность зимовки степных орлов точно определена для 10 птиц 2016–2018 гг. мечения: варьируя от 71 до 221, она составила в среднем 136 ± 43 дней (табл. 10). Наиболее короткая зимовка оказалась у Урагана (71 день), который, по сути, постоянно двигался вдоль Персидского залива по югу Ирана, и его зимние перемещения плавно перетекли в весеннюю миграцию. Орлы, зимовавшие в Туркмении и на Аравийском полуострове, провели на зимовках 108–119, в среднем ($n=4$) 113 ± 5 дней, а на Индо-Пакистанских зимовках – 123–178, в среднем ($n=4$) 155 ± 24 дней. Дольше всех зимовала Ада в Африке, потратив на это 221 день. Возможно, что определённую роль в столь высокой продолжительности зимовки сыграли погодные условия, так как Ада пыталась начать весеннюю миграцию в те же сроки, что и другие орлы, но вернулась обратно в область зимовки. Орлица начала быстрое движение в северном направлении из Эфиопии (из окрестностей г. Аддис-Абеба) 26 февраля, и к 7 марта была уже в Египте, близ побережья Красного моря, севернее линии Асуан – Ямбу, пролетев за 10 дней 1800 км (по прямой). Однако 8 марта орлица развернулась и полетела назад, преодолев за 5 дней 1200 км по прямой. К 12 марта она вернулась в Эфиопию, где провела почти 2 месяца на границе Судана, Эфиопии и Эритреи до начала второй попытки (на сей раз удачной) весенней миграции (до 2 мая).

Была также выявлена разница в продолжительности зимовки самцов и самок: самки оказались склонны дольше оставаться на зимовках (119–221, в среднем 167 ± 43.3 дней, $n=4$), чем самцы (71–169, в среднем 116 ± 31.6 дней, $n=6$) (рис. 29), но в связи с малой выборкой и с большим разбросом значений надёжность разницы незначительна ($T=0$, $Z=1.83$, $p=0.07$).

Площадь индивидуальных зимних территорий орлов, рассчитанная как MCP 100%, варьировала от 5,69 тыс. до 1,3 млн. км², соста-



Степной орёл по имени Мин (вверху) после ночёвки на зимовке в Индии. Фото Н. Бхатта.

Steppe Eagle named Min (upper) after the night on wintering in India. Photo by N. Bhatt.

wintering is typical for eagles coming to Turkmenistan (November 24th – December 8th, Khaddad and Shoygu), and for eagles coming to the Arabian Sea (December 12th – January 6th, Min and Uragan).

The duration of wintering is precisely determined for 10 Steppe Eagles: it varies from 71 to 221 days, mean 136 ± 43 days ($n=10$) (table 10). Uragan had the shortest wintering (71 days). He kept flying along the Persian Gulf in the south of Iran, and his winter movements smoothly turned into the spring migration. Eagles wintering in Turkmenistan and the Arabian Peninsula spent 108–119 days on wintering grounds, mean 113 ± 5 days ($n=4$), and eagles from Indo-Pakistan winterings spent 123–178 days, mean 155 ± 24 ($n=4$) days. Female named Ada remained on the wintering grounds in Africa longer than others, spending 221 days there. In total, females turned out to stay longer in wintering grounds (119–221, mean 167 ± 43.3 days, $n=4$) than males (71–169, mean 116 ± 31.6 days, $n=6$) (fig. 29), but due to a small sample and a wide range of values, the difference is not significant ($T=0$, $Z=1.83$, $p=0.07$).

The area of individual winter territories of eagles, calculated as MCP 100%, varied from 5.69 thousand to 1.3 million km²,

вив в среднем ($n=10$) 237029 ± 385102 км². Абсолютный рекорд максимальной площади принадлежит Аде, зимовавшей в северо-восточной Африке, а минимальный – Хакасу, зимовавшему на востоке Туркменинии (табл. 10). При таком огромнейшем разбросе значений (более чем в 200 раз), всё же можно сказать, что самцы более склонны к компактной зимовке на ограниченной территории, так как их показатели MCP лежат в диапазоне 5,96–207,3 тыс. км², составляя в среднем 78536 ± 88919 км², а у самок – в диапазоне 117,9–1299,8 тыс. км², составляя в среднем 474768 ± 553292 км² (табл. 10, рис. 29). Но, тем не менее, даже при 6-кратной разнице средних показателей, надёжность разницы низкая из-за большого разброса значений в малой выборке. То же самое можно сказать и об индивидуальных зимних территориях, определённых методом Kernel. При плотности как 50%, так и 95% локаций сохраняется тенденция больших площадей у самок и меньших – у самцов (рис. 29).

Передвигаясь зимой на значительных площадях, самки делали от 5 до 9 длительных остановок (в среднем $7,3 \pm 2,1$, $n=4$), в то время как у самцов наблюдалась тенденция к меньшему количеству террито-

($n=10$) $237,029 \pm 385,102$ км² on average. The maximum belongs to Ada, wintering in north-east Africa, and the minimum – to Khakas, wintering in eastern Turkmenistan (table 10). With such a huge spread of values (more than 200 times), we can still say that males are tended to be more prone to compact wintering in a limited area, since their MCPs are in the range of 5.96–207.3 thousand km², mean $78,536 \pm 88,919$ km² ($n=6$), and in females – in the range of 117.9–1,299.8 thousand km², mean $474,768 \pm 553,292$ km² ($n=4$) (table 10, fig. 29). But it is not significant. The same can be said of individual winter territories determined by Kernel. At a density of both 50% and 95% of locations, females still tended to have bigger wintering areas and males – smaller (fig. 29).

Moving over large areas in winter, females made 5–9 long stops (7.3 ± 2.1 on average, $n=4$), while males that prefer smaller areas made only 1–5 stops (3.4 ± 1.8 on average, $n=5$), excluding a male named Sin who wintered in Turkmenistan and made at least 15 long stops in local areas during winter (fig. 30–36).

The distance of winter movements of the Steppe Eagles, normalized by the number

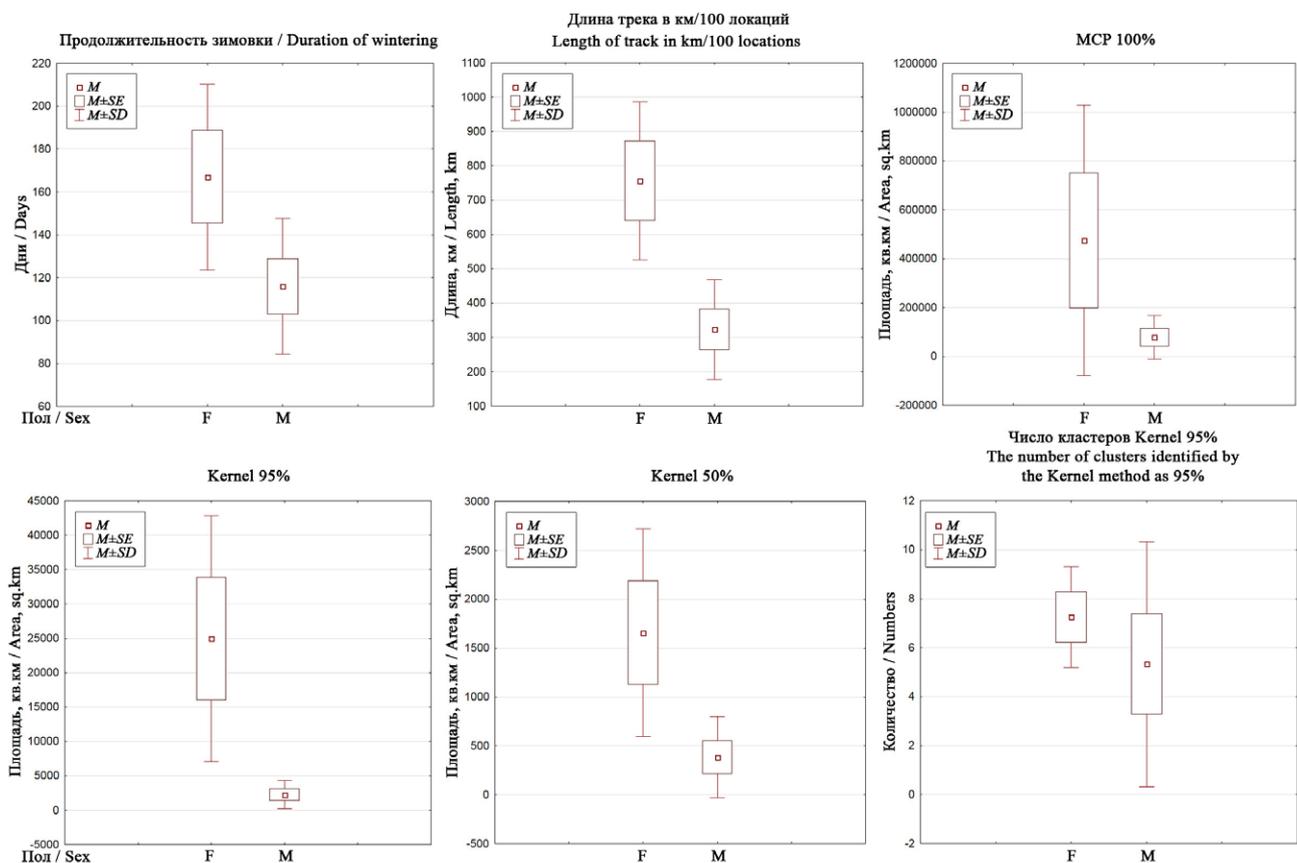


Рис. 29. Диаграммы размаха пространственных характеристик перемещений степных орлов в период первой зимовки.

Fig. 29. Box-and-whiskers plots of spatial characteristics of the Steppe Eagles' movements during the first winter.

Рис. 30. Индивидуальные участки степных орлов (Ада и Ева) на зимовках.

Fig. 30. Winter home ranges of Ada and Eva.

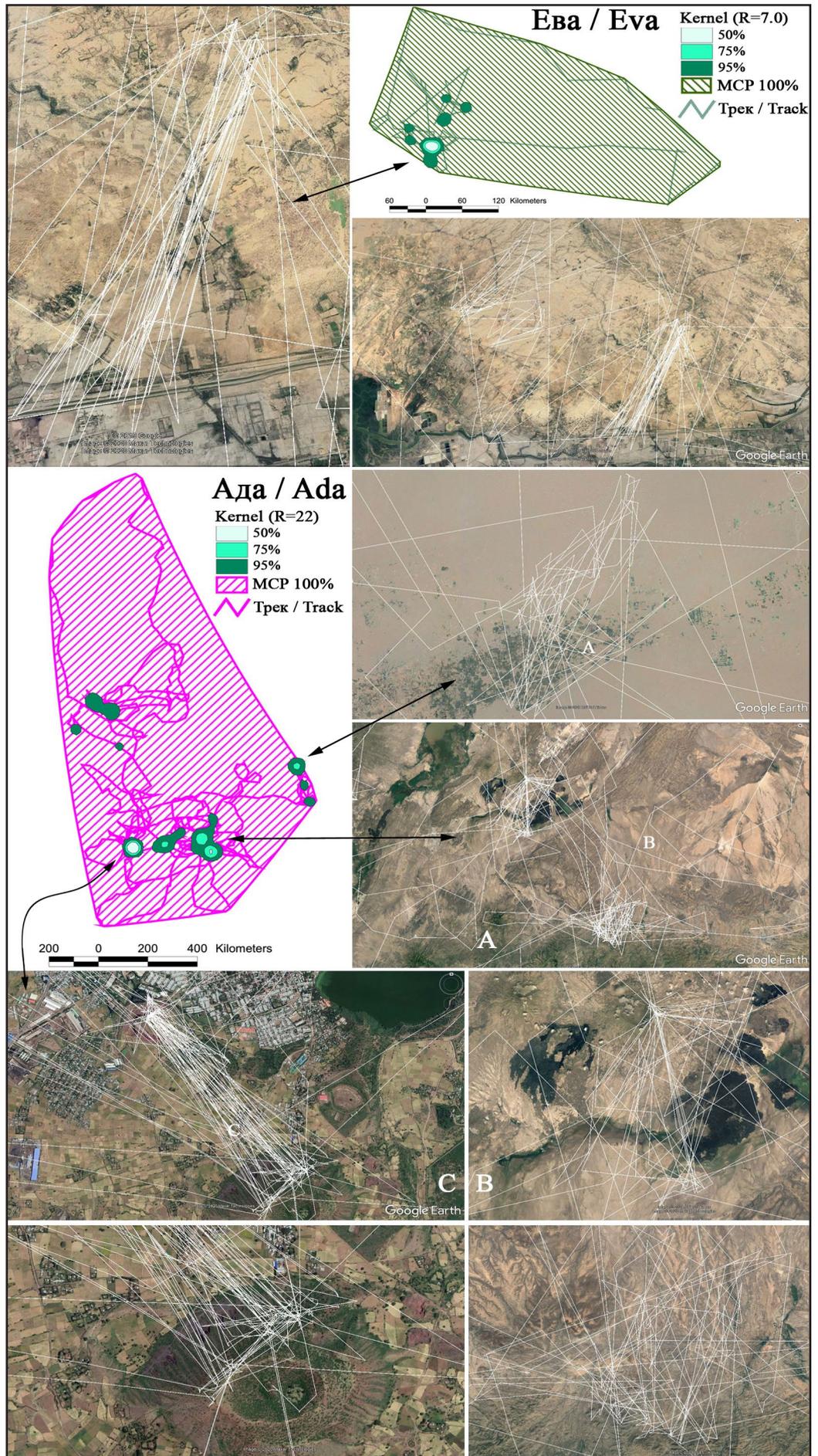


Рис. 31. Индивидуальные участки степных орлов (Аман и Айна) на зимовках.

Fig. 31. Winter home ranges of Aman and Ayna.

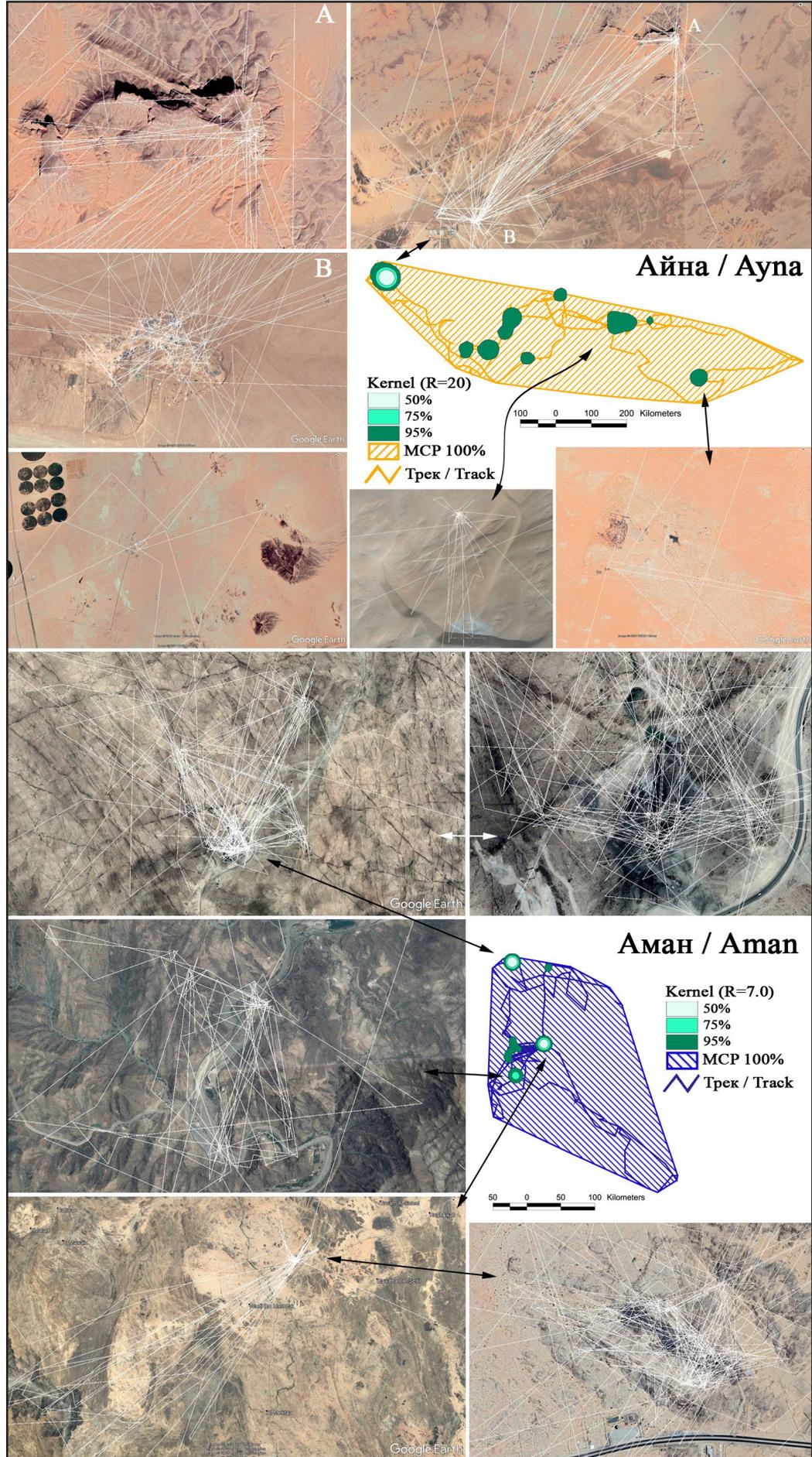


Рис. 32. Индивидуальные участки степных орлов (Сарыгуль и Кенжык) на зимовках.

Fig. 32. Winter home ranges of Sarygul and Kenzhyk.

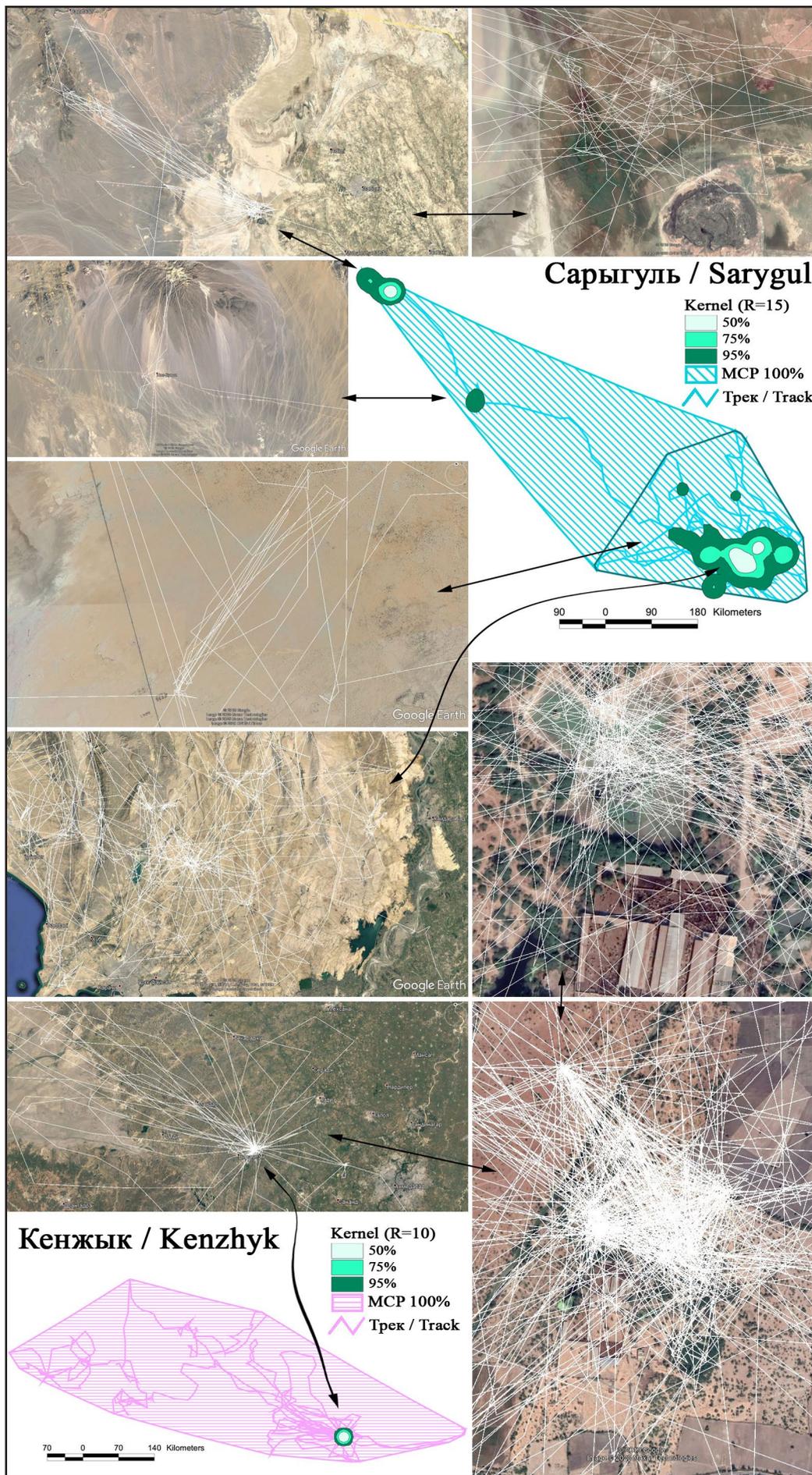


Рис. 33. Индивидуальные участки степных орлов (Ураган и Мин) на зимовках.

Fig. 33. Winter home ranges of Uragan and Min.

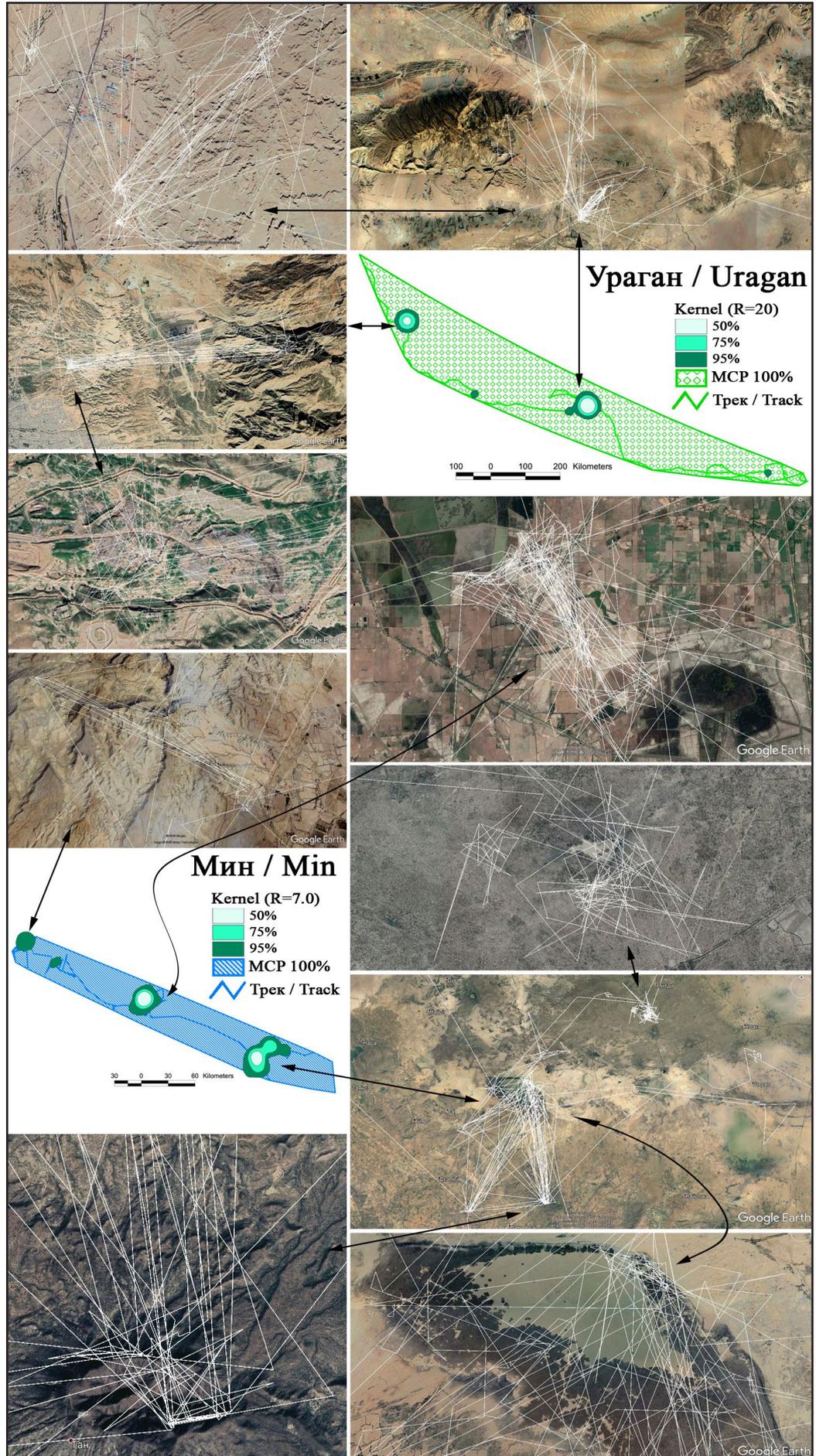


Рис. 34. Индивидуальные участки степных орлов (Хакас и Син) на зимовках и летние перемещения Сина в области зимовки.

Fig. 34. Winter home ranges of Khakas and Sin and summer movements of Sin in the wintering area.

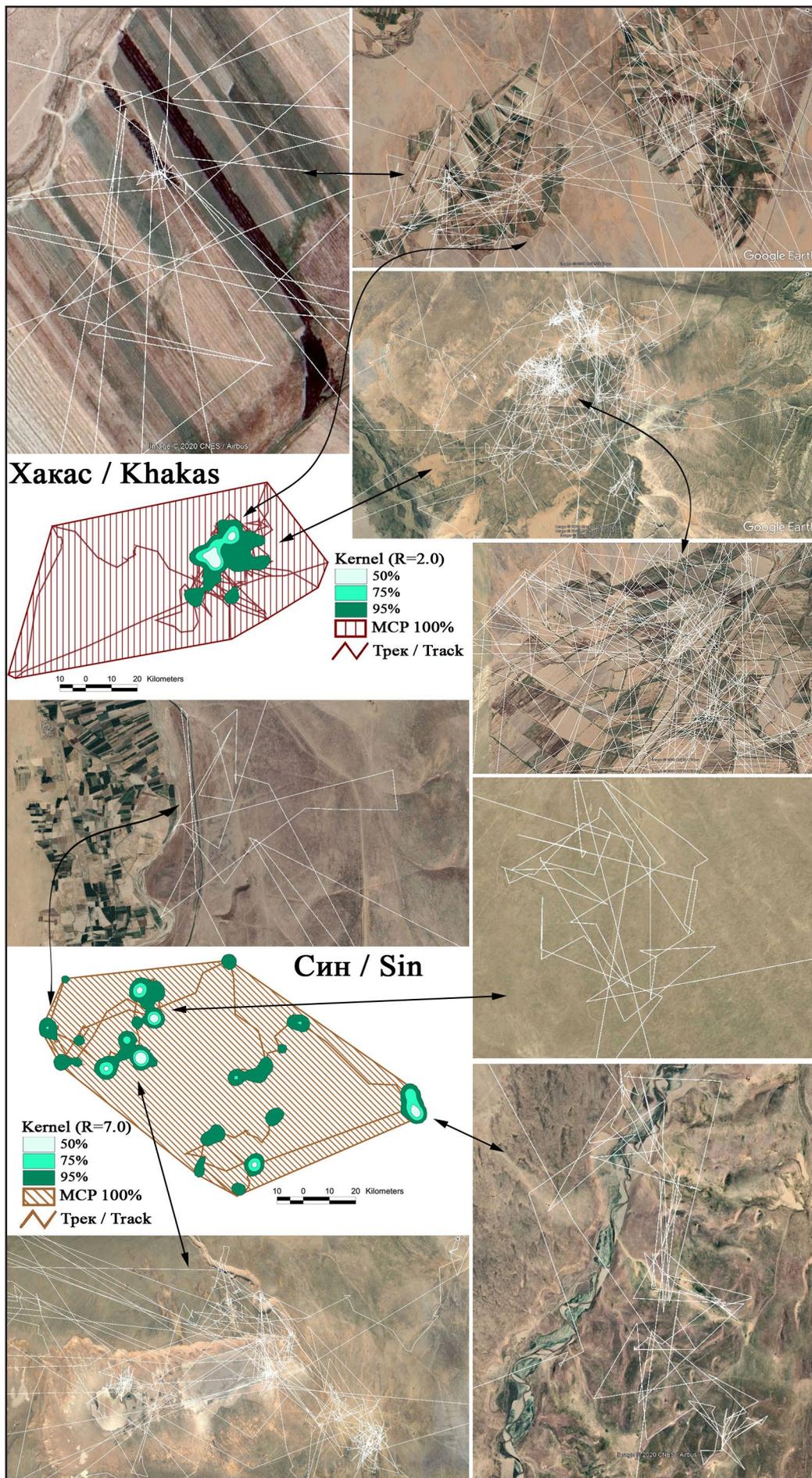
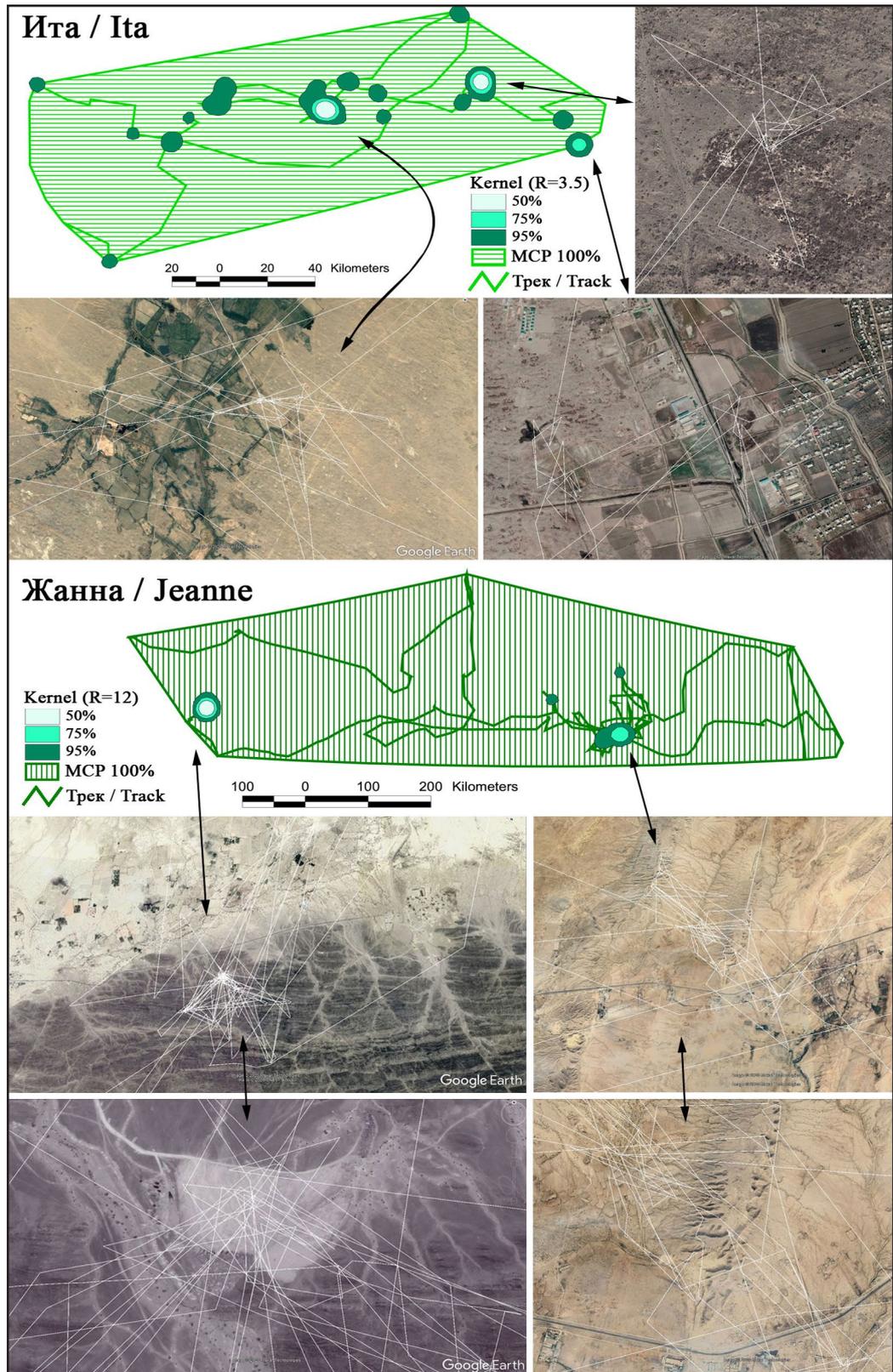


Рис. 35. Индивидуальные участки степных орлов (Ита и Жанна) на зимовках.

Fig. 35. Winter home ranges of Ita and Jeanne.

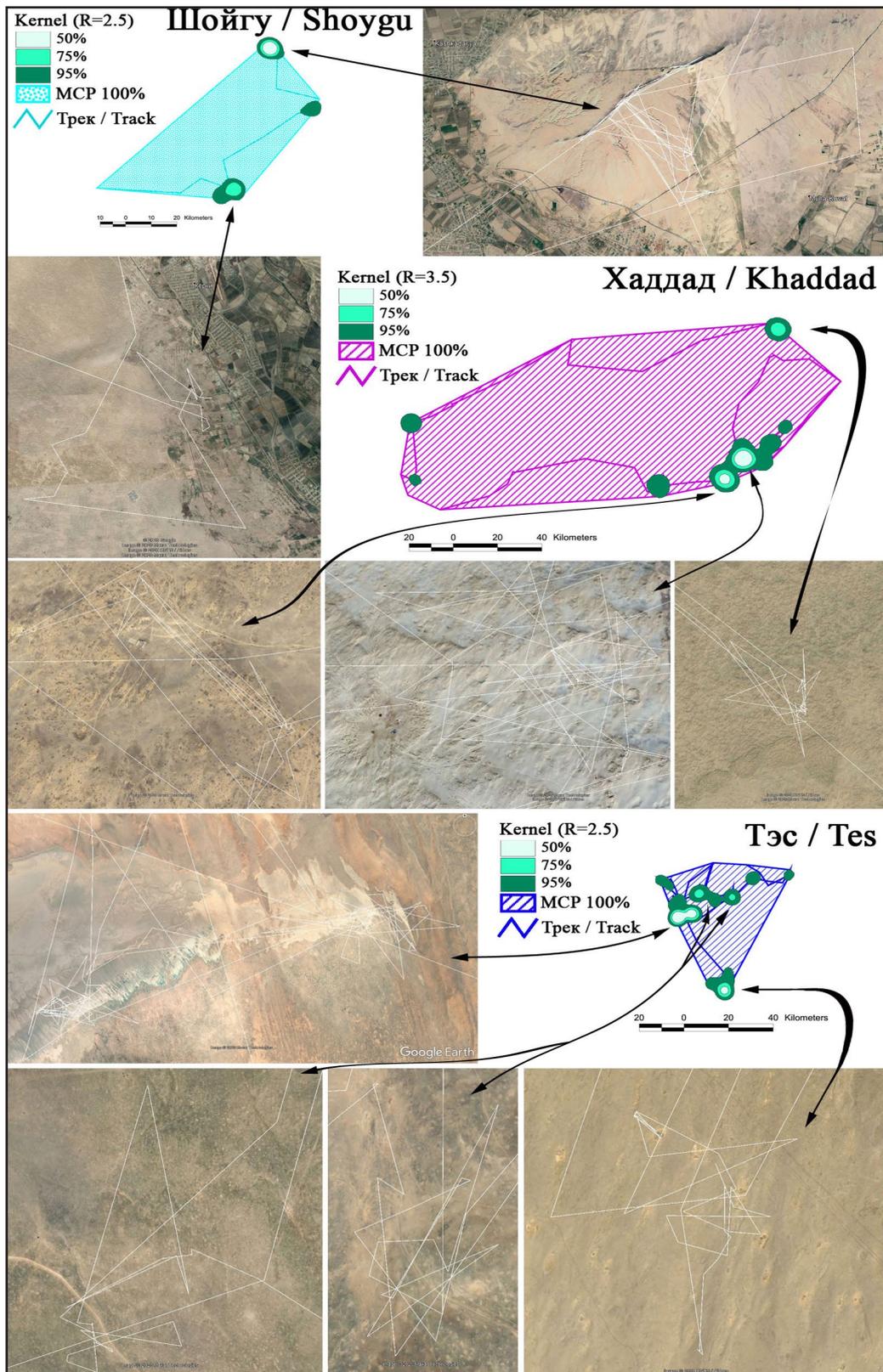


рий, на которых они держались продолжительное время в течение зимы. Если не рассматривать перемещения Сина, который зимовал в Туркмении, и не менее 15 раз делал продолжительные остановки на локальных участках, то остальные самцы, зимовавшие как в Туркмении (Хакас), так и на других зимовках, показали в ходе зим-

of locations, varied from 173.8 to 1041.1 km, mean 496.8 ± 282.0 km/100 locations ($n=10$). Females tended to show longer distances ($495.2-1,041.1$, 756.6 ± 230.8 km/100 locations on average) than males ($173.8-514.6$, 323.5 ± 145.2 km/100 locations on average), but the difference is not significant ($T=0$, $Z=1.83$, $p=0.07$).

Рис. 36. Индивидуальные участки степных орлов (Шойгу, Хаддад и Тэс) на зимовках.

Fig. 36. Winter home ranges of Shoygu, Khaddad and Tes.



них перемещений от 1 до 5 остановок (в среднем $3,4 \pm 1,8$, $n=5$) (рис. 30–36).

Протяжённость зимних перемещений степных орлов, нормализованная по числу локаций, варьировала от 173,8 до 1041,1 км/100 локаций, составив в среднем ($n=10$) $496,8 \pm 282,0$ км/100 локаций. Самки показали большую протя-

The biotopes where the eagles wintered significantly varied even on the same wintering grounds. Moreover, during winter movements, eagles sometimes changed biotopes from natural to anthropogenic and vice versa. Only Kenzhyk who chose a carcass dumping site at the cattle farm near Ahmedabad (Gujarat state) in India stayed

жённость маршрутов (495,2–1041,1, в среднем $756,6 \pm 230,8$ км/100 локаций), нежели самцы (173,8–514,6, в среднем $323,5 \pm 145,2$ км/100 локаций), причём разница приближается к значимой ($T=0$, $Z=1,83$, $p=0,07$).

Биотопы, в которых зимовали орлы, значительно различались даже в одних и тех же местах зимовки. За время зимних перемещений орлы иногда меняли биотопы с естественных на антропогенные и наоборот. Только Кенжык, выбрав скотомогильник на территории фермы близ г. Ахмедабад (штат Гуджарат) в Индии, оставался верным ему на протяжении большей части зимовки (рис. 32). Остальные орлы перемещались между несколькими значимыми объектами, которыми были как естественные местообитания и сельхозугодья, так и свалки и скотомогильники. Остановки на свалках составили 11,7% от общего числа зимних остановок орлов и были более характерны для птиц, зимующих на Аравийском полуострове, – 35,7% зимних остановок на свалках от общего числа остановок.

Питание орлов на зимовках остаётся неизвестным. Удалось посетить лишь место зимовки Кенжыка, на котором под присадами орла были собраны погадки. Разбор погадок показал, что доминирующим объектом питания являются песчанки (*Meriones hurrianae* и *Tatera indica*), а падаль со скотомогильника является второстепенным кормовым ресурсом. Именно поэтому орёл совершал регулярные вылеты со скотомогильника на пастбища утром и возвращался на скотомогильник лишь вечером, по сути, используя его лишь в качестве места ночёвки, а не кормёжки.

Индивидуальные характеристики первой зимовки

Ада сначала задержалась в провинции Ходейда на западе Йемена, где перемещалась между песками и сельхозугодьями, совершая вылеты по 5–9 км. Затем она переместилась в Эфиопию, где сделала наиболее масштабную остановку в районе вулкана Адуа в провинции Афар, которая также была связана с естественными местообитаниями. Здесь орлица перемещалась между двумя кластерами, удалёнными друг от друга на 65 км, один из которых был расположен на склоне вулкана, откуда орлица совершала вылеты до 25 км на засоленную равнину в подножии вулкана, а другой – на краю нагорья, где орлица кормилась в нагорной саванне. Довольно длительная остановка Ады наблюдалась на южной окраине г. Дэбрэ-Зэйт (пара десят-

there for most of the winter (fig. 32). The remaining eagles moved between several chosen spots, which were both natural habitats and farmlands, landfills and dumping sites. Landfills made 11.7% of the total number of wintering stops used by eagles and were more commonly used by birds wintering on the Arabian Peninsula – here 35.7% of stopover sites were the landfills.

The diet of eagles on wintering grounds remains unknown. It was possible for us to visit only the Kenzhyk's wintering locations, where some eagle's pellets were collected from under the perches. Analysis of pellets showed that Gerbils (*Meriones hurrianae* and *Tatera indica*) are the dominant prey species, and carrion from the cattle dumping sites has a secondary value. That is why eagles made regular flights from the dumping sites to pastures in the morning and returned only in the evening, in fact, using a dumping site only as a place to spend the night, and not for feeding.

Individual characteristics of wintering locations

First, Ada stayed in the province of Hodeida in western Yemen, where she moved between sands and farmlands, making 5–9 km flights. Then she moved to Ethiopia and made the longest stop in the area of the volcano Adua in the province of Afar, which is also related to natural habitats. Here, Ada moved between two clusters, 65 km away from each other. One of them was located on the slope of a volcano, from where the eagle flew up to 25 km to the saline plain at the foot of the volcano. The other cluster was located on the edge of the highland, where Ada fed in the highland savannah. A fairly long stop of Ada was observed on the southern edge of the city of Debre Zeyit (a couple of dozen kilometers southeast of Addis Ababa), where Ada moved almost daily between two volcanoes, 2 km apart. The early spring stops of Ada lay at the border of Eritrea, Sudan, and Ethiopia and were also related to natural habitats – the highland savannah on the northern periphery of the Ethiopian Highlands (fig. 30).

For almost the entire winter, Eva kept in two clusters: north of Garo, moving between the canal on the edge of the city and desert pastures, 7–8 km northeast of the canal, and on the eastern edge of Goth Daria Khan Sohu, also moving between the edge of the city, pastures and agricultural lands (fig. 30).

ков километров юго-восточнее г. Аддис-Абеба), где Ада практически ежедневно перемещалась между двумя вулканами, удалёнными на 2 км друг от друга. Все ранневесенние остановки Ады до начала миграции на границе Эритреи, Судана и Эфиопии также были связаны с естественными местообитаниями – нагорной саванной на северной периферии Эфиопского нагорья (рис. 30).

Ева практически всю зимовку держалась в двух кластерах: к северу от г. Гаро, перемещаясь между каналом на окраине города и пустынными пастбищами в 7–8 км к северо-востоку от канала, и на восточной окраине г. Гот Даря Хан Джокхио, также перемещаясь между окраиной города, пастбищами и сельскохозяйственными угодьями (рис. 30).

Для орлов на Аравийском полуострове наиболее характерными оказались длительные остановки во время зимних перемещений на свалках. Аман с 12 ноября по 17 декабря держался на свалке в 6 км к северо-востоку от г. Аффраа, совершая регулярные вылеты не далее 3-х км от свалки. Далее он переместился на свалку близ г. Аригах (50 км к северо-востоку от г. Абха), где провёл время с 22 декабря по 26 февраля. Оттуда он совершал регулярные вылеты на чинки между Абхой и Сабахом на 35–50 км и периодически отлучался на несколько дней. В частности, с 19 по 30 января Аман регулярно проводил время на небольшом антропогенном объекте (возможно, тоже свалке) на трассе между городками Карадах и Хала Аль Абд (рис. 31). Айна большую часть времени своей зимовки с 23 декабря по 8 февраля провела на свалке в 43 км от г. Табук и в 58 км от границы Саудовской Аравии с Иорданией. Отсюда она совершала регулярные вылеты на останцовую гору, расположенную среди пустыни, в 8,5 км от свалки. Менее продолжительные остановки Айны во время её движения до основного места зимовки были связаны как с небольшими свалками, так и с ненарушенными массивами песков (рис. 31).

Сарыгуль, зимовавшая в основном в пустыне со множеством чинков между городами Карачи, Хайдарабад, Даду и Хуздар, не останавливалась надолго в каком-либо одном месте и избегала антропогенных объектов (рис. 32).

Ураган наиболее продолжительную остановку с 15 января по 18 февраля совершил в пустынных горах Ирана, к северу от Бендер-Аббаса, где перемещался преимущественно по ненарушенным местообитаниям. Затем, переместившись на 540 км

For eagles wintering on the Arabian Peninsula (Aman and Ayna), it was the most characteristic to made long stops at landfills. From November 12th to December 17th, Aman stayed at a landfill 6 km northeast of Afraa, making regular flights no further than 3 km from the landfill. Then he moved to a landfill near the city of Arigah (50 km northeast of the city of Abha), where he stayed from December 22nd to February 26th. From there, he made regular flights to the cliffs between Abha and Sabah for 35–50 km and periodically flew away for several days. In particular, from January 19th to 30th, Aman regularly visited at a small man-made object (possibly also a landfill) on the highway between the cities of Karadakh and Hala Al-Abd (fig. 31). From December 23rd to February 8th, Ayna spent most of her wintering period at a landfill, 43 km from Tabuk and 58 km from the border between Saudi Arabia and Jordan. From there, she made regular flights to the inselberg mountain located in the desert, 8.5 km from the landfill. Ayna's shorter stops on her way to the main wintering ground were related to both small landfills and undisturbed massifs of sands (fig. 31).

Sarygul wintered mainly in the desert with lots of cliffs between the cities of Karachi, Hyderabad, Dadu, and Khuzdar, she did not stop for long in any place and avoided man-made objects (fig. 32).

Uragan. From January 15th to February 18th, Uragan made the longest stop in the desert mountains of Iran north of Bandar Abbas, where he moved mainly through undisturbed habitats. Then, moving 540 km northwest to the Bushehr province, he stayed for 19 days from February 26th to March 16th near Borazjan, where he spent nights in the mountains and made daily 7 km flights across a mining area to a landfill on the edge of Borazjan (fig. 33).

Min made his first major wintering stop on December 13th–22nd in the desert near the northern edge of Karachi in Pakistan, where he moved between cliffs and pasture on the edge of the farm. From January 4th to February 14th, Min stayed in farmland 5 km northeast of Jati, then he moved to the Indian state of Gujarat, where from February 14th to April 13th he flew through natural habitats between the lake of Chari, pools on the southern edges of Jatavira and Dinodhar volcano (located 10–17 km from each other). Thirteen days, from March 7th to 20th, he spent in the center of the Banni Nature Reserve (fig. 33).

Khakas, wintering in the north-east of Turkmenistan, moved only on agricultural lands between Kerki and Talimarjon (fig. 34).

к северо-западу в провинцию Бушер, он осел на 19 дней, с 26 февраля по 16 марта, около г. Боразджан, где ночевал в горах и ежедневно совершал перелёты через горно-добывающее предприятие за 7 км на свалку на окраину Боразджана (рис. 33).

Мин свою первую серьёзную остановку на зимовке сделал 13–22 декабря в пустыне близ северной окраины Карачи в Пакистане, где перемещался между чинками и пастбищем на окраине фермы. С 4 января по 14 февраля Мин провёл время в сельхозугодьях в 5 км к северо-востоку от Джати, после чего переместился в Индийский штат Гуджарат, где с 14 февраля по 13 апреля перемещался по естественным местообитаниям между оз. Чари, небольшими водоёмами на южной окраине Джатавиры и вулканом Динодхар, между которыми 10–17 км, а на 13 дней, с 7 по 20 марта, улетал в центр заповедника Банни (рис. 33).

Хакас, зимовавший на северо-востоке Туркменистана, перемещался исключительно по сельскохозяйственным угодьям между Керки и Талимарджаном (рис. 34).

Син, зимовавший на юго-востоке Туркменистана, преимущественно в Бадхызском заповеднике, в отличие от Хакаса, перемещался исключительно по естественным местообитаниям впадины Еройландуз, либо останавливался в песках вдоль скотоводческих стоянок, сосредоточенных вокруг заповедника, приблизившись к сельхозугодьям лишь однажды на границе Туркмении и Ирана, близ иранского города Сангар (рис. 34).

Практически все орлы 2019 г. мечения распределились по малонарушенным естественным местообитаниям (пески, чинки впадин, соры) и пастбищам, как на окраинах населённых пунктов, так и в удалении от них, между стоянками скотоводов. Лишь Ита, появившаяся на свет в степи Хакасии с достаточно развитым сельским хозяйством, выбирала для остановок на зимовке сельхозугодья (рис. 35–36).

Первая весенняя миграция

Два орла, Ада и Кенжык, показали ложную весеннюю миграцию. Движение Ады описано в главе «Первая зимовка» (см. выше): так как птица, вернувшись обратно в зимнюю область, провела там 2 месяца, её ложная весенняя миграция отнесена к зимним перемещениям. Кенжык после начала ложной весенней миграции (18 марта), которая длилась 5 дней и составила 353 км по прямой (442 км по треку), вернулся в область зимовки, сделал на ней 4 остановки продолжительностью от 2 до



Степной орёл по имени Мин на зимовке в Индии.
Фото Н. Бхатта.

Steppe Eagle named Min on wintering in India.
Photo by N. Bhatt.

Sin, wintering in the south-east of Turkmenistan, mainly in the Badkhyz Nature Reserve, moved only through natural habitats of the Eroilanduz Basin, or stopped in the sands along the cattle-breeding camps concentrated around the reserve, approaching farmlands only once on the border of Turkmenistan and Iran near the Iranian city of Sangar (fig. 34).

Almost all eagles tagged in 2019 distributed among low-disturbed natural habitats (sands, cliffs, hollows, salt flats) and pastures, both on the edges of settlements and away from them, between the cattle breeder's camps. Only Ita, who hatched in the steppes of Khakassia with well-developed agriculture, chose farmlands as stops on wintering (fig. 35–36).

The first spring migration

Two eagles – Ada and Kenzhyk showed a false spring migration. Female Ada began to move north on the 26th of February, covered 1800 km distance in 10 days, but then, on the 8th of March, she turned back and in 5 days returned to wintering grounds in Ethiopia where she spent another 2 months. Her false spring migration was attributed to winter movements. Male Kenzhyk started his false spring migration on March 18th and flew 442 km in 5 days, but then returned to the wintering ground where he made 4 stops lasting 2–8 days (5±2.58 days on av-

Табл. 11. Пространственные характеристики первой весенней миграции молодых степных орлов. Принятые сокращения: f – самка, m – самец.

Table 11. Spatial characteristics of spring migration of 2CY Steppe Eagles. Legend: f – female, m – male.

Имя Name	Пол / Sex	Число локаций Number of locations	Дата начала миграции Date of migration onset	Дата окончания миграции Date of migration ending	Продолжительность миграции Duration of migration	Генеральное направление маршрута в градусах General migration azimuth (in degrees)	Линейная протяжённость маршрута, км Linear distance, km	Длина трека, км Track length, km	Длина трека, км/100 лок. Normalized track length, km/100 loc	Прямолинейность миграционного маршрута Straightforwardness of migration	Скорость движения вместе с остановками, км/сутки, M±SD (min – max) Daily covered distance (in- cluding stopovers), km/day, M±SD (min – max)
Ураган Uragan	m	328	17/03	12/04	27	37	1731.5	4092.3	1247.7	0.42	159.1±91.8 (23.15–426.7)
Хакас Khakas	m	301	09/03	05/04	28	53.5	1965.1	3130.2	1039.9	0.63	113.3±84.2 (2.31–275.9)
Мин Min	m	216	13/04	30/04	18	335	2715.6	3213.3	1487.6	0.85	175.7±130.1 (0.7–546.1)
Син Sin	m	49	03/03	07/03	5	14	288.8	719.8	1469.0	0.79	149.1±124.2 (5.58–303.1)
Ева Eva	f	85	25/03	15/04	22	7	2778.0	3523.4	4145.2	0.63	160.3±108.2 (0.04–349.9)
Ада Ada	f	253	02/05	28/05	27	13	3065.9	4896.2	1935.3	0.81	181.8±144.8 (0–458.9)
Аман Aman	m	456	26/02	04/04	38	25	3736.5	4604.3	1009.7	0.68	121.5±114.1 (3.7–318.9)
Айна Ayna	f	184	30/03	13/04	15	21	2185.9	3221.3	1750.7	0.65	214.9±144.6 (0.54–408.6)
Сарыгуль Sarygul	f	191	20/03	04/04	16	358.5	2156.9	3310.0	1733.0	0.42	207.1±149.7 (0.66–562.4)
Кенжык Kenzhyk	m	544 [287] ^a	18/03 [08/04] ^a	29/04	43 [22] ^a	11 [11.5] ^a	2770.7 [2749.4] ^a	5333.1 [3446.6] ^a	980.3 [1200.9] ^a	0.52 [0.80] ^a	124.6±108.3 [157.3±131.3 (5.15–419.0)] ^a
Самки / Females (n=4)			04/04± 19.4	23/04± 24.2	20.0± 5.6	9.9± 9.5	2546.7± 449.1	3737.7± 782.7	1806.3± 112.0^d	0.69± 0.07	187.2±135.7 (0–562.4)
Самцы / Males (n=5)^b			17/03± 17.0	16/04± 12.7	30.8± 9.8	20.3± 29.8	2583.9± 789.0	4074.6± 935.2	1153.1± 214.5	0.65± 0.18	133.8±106.7 (0.7–546.1)
Самцы / Males (n=5) ^{b, c}			21/03± 19.6	16/04± 12.7	26.6± 7.5	20.4± 29.7	2579.6± 787.8	3697.3± 631.9	1197.2± 191.6	0.70± 0.18	140.7±1106 (0.7–546.1)
СРЕДНЕЕ / AVERAGE (n=9)^b			25/03± 19.2	19/04± 17.6	26.0± 9.6	15.67± 22.51	2567.3± 622.3	3924.9± 835.8	1398.0± 379.7^d	0.66± 0.14	152.1±119.9 (0–562.4)
СРЕДНЕЕ / AVERAGE (n=9) ^{b, c}			27/03± 19.5	19/04± 17.6	23.7± 7.2	15.72± 22.50	2565.0± 621.5	3715.3± 655.6	1425.6± 352.1 ^d	0.69± 0.13	158.1±122.4 (0–562.4)

Примечания / Notes:

^a – без учёта ложной весенней миграции и последующих остановок в зоне зимовки / excluding a false spring migration and subsequent stopovers in the wintering zone;

^b – без учёта Сина / excluding male named Sin;

^c – с учётом показателей Кенжыка без ложной весенней миграции и последующих остановок в зоне зимовки / considering Kenzhyk's migration without false spring migration and subsequent stopovers in the wintering area;

^d – без учёта Евы / excluding female named Eva.

8 дней (в среднем 5±2,58 дней), и снова пошёл в миграцию через 17 дней (8 апреля). Т.к. продолжительность пребывания в области зимовки после ложной весенней миграции составила менее 20 дней, то, в соответствии с методикой, мы отнесли все

миграции и начал миграцию снова в 17 дней (8 апреля). Таким образом, продолжительность пребывания в области зимовки после ложной весенней миграции составила менее 20 дней, и в соответствии с методикой, мы отнесли все миграции Кенжыка после 18 марта к его весенней миграции.

перемещения этого орла после 18 марта к весенней миграции. Таким образом, продолжительность миграции Кенжыка можно оценивать как в 43 дня (с учётом ложной миграции), так и в 21 день (без учёта ложной миграции и остановки в области зимовки), но в расчётах средних значений по всем орлам мы считаем показатели Кенжыка с учётом ложной миграции и последующей остановки в области зимовки. Похожее поведение проявил Син: 3 марта он начал ложную весеннюю миграцию, но 4 марта, пройдя по прямой 288,8 км (302,2 км по треку), развернулся и пошёл обратно в область зимовки, куда прилетел 7 марта и остановился до 26 июля, т.е. более чем на 4,5 месяца (142 дня). Более похожее на настоящую миграцию движение Син начал 27 июля, но мы его относим уже к летним перемещениям на том основании, что даты движения выпадают на конец лета. Таким образом, к весенней миграции Сина можно относить его ложную миграцию, либо летнее перемещение, либо вообще считать, что этот орёл миграции не совершал и остался на большую часть лета в зоне зимовки. Поэтому мы не учитываем перемещения Сина при анализе пространственных и временных параметров весенней миграции орлов, но учитываем при рассмотрении посуточных характеристик миграции.

Весенняя миграция степных орлов начиналась в период с 26 февраля (Аман) по 2 мая (Ада), в среднем 25 марта \pm 19 дней (табл. 11). Разброс дат в 66 дней очень значителен по причине большого разброса мест зимовок от Африки до Индии с разными природными условиями и, как следствие, разными причинами, определяющими старт миграции (рис. 37). Также накладывают свой отпечаток и индивидуальные особенности птиц. В частности, Аман определённо очень рано пошёл в миграцию, до того, как началось движение основной массы орлов, а Ада, наоборот, поздно. Она подошла к Кавказу как раз к завершению второй волны миграции молодых степных орлов через Кавказ, но не стала его пересекать.

Продолжительность миграции степных орлов варьировала от 15 до 43 дней, составив в среднем ($n=9$) $26 \pm 9,6$ дней (табл. 11). Более длинные сроки миграции показали Кенжык (43 дня) и Аман (38 дней), потому что первый орёл после ложной миграции вернулся на место зимовки и там провёл 2 недели, а второй совершил длительную остановку во время миграции. Обе птицы могли бы пройти по своим миграционным

миграции. Однако, в таблице 11 мы также представляем альтернативный вариант расчёта миграции Кенжыка без учёта ложной миграции.

Мальчик Син также начал миграцию 3 марта и пролетел 288,8 км, но 4 марта он вернулся и пролетел обратно в область зимовки, куда прилетел 7 марта и остановился до 26 июля, т.е. более чем на 4,5 месяца (142 дня) до июля 26-го. 27 июля Син начал реальную миграцию, но мы относим её к летним перемещениям из-за поздних дат. Таким образом, сложная ситуация вокруг Сина возникает из-за его ложной миграции, которую можно отнести к миграции, к летним перемещениям, или даже предположить, что орёл не мигрировал и пролетел большую часть лета в зоне зимовки. Из-за этой неопределённости мы исключили перемещения Сина из анализа пространственных и временных характеристик миграции.

Весенняя миграция степных орлов началась в период с 26 февраля (Аман) по 2 мая (Ада), в среднем 25 марта \pm 19 дней (табл. 11). Разброс дат в 66 дней очень значителен по причине большого разброса мест зимовок от Африки до Индии с разными природными условиями и, как следствие, разными причинами, определяющими старт миграции (рис. 37). Также накладывают свой отпечаток и индивидуальные особенности птиц. В частности, Аман определённо очень рано пошёл в миграцию, до того, как началось движение основной массы орлов, а Ада, наоборот, поздно. Она подошла к Кавказу как раз к завершению второй волны миграции молодых степных орлов через Кавказ, но не стала его пересекать.

Продолжительность миграции степных орлов варьировала от 15 до 43 дней, составив в среднем ($n=9$) $26 \pm 9,6$ дней (табл. 11). Более длинные сроки миграции показали Кенжык (43 дня) и Аман (38 дней), потому что первый орёл после ложной миграции вернулся на место зимовки и там провёл 2 недели, а второй совершил длительную остановку во время миграции. Обе птицы могли бы пройти по своим миграционным

миграции. Однако, в таблице 11 мы также представляем альтернативный вариант расчёта миграции Кенжыка без учёта ложной миграции. Мальчик Син также начал миграцию 3 марта и пролетел 288,8 км, но 4 марта он вернулся и пролетел обратно в область зимовки, куда прилетел 7 марта и остановился до 26 июля, т.е. более чем на 4,5 месяца (142 дня) до июля 26-го. 27 июля Син начал реальную миграцию, но мы относим её к летним перемещениям из-за поздних дат. Таким образом, сложная ситуация вокруг Сина возникает из-за его ложной миграции, которую можно отнести к миграции, к летним перемещениям, или даже предположить, что орёл не мигрировал и пролетел большую часть лета в зоне зимовки. Из-за этой неопределённости мы исключили перемещения Сина из анализа пространственных и временных характеристик миграции.

Весенняя миграция степных орлов началась в период с 26 февраля (Аман) по 2 мая (Ада), в среднем 25 марта \pm 19 дней (табл. 11). Разброс дат в 66 дней очень значителен по причине большого разброса мест зимовок от Африки до Индии с разными природными условиями и, как следствие, разными причинами, определяющими старт миграции (рис. 37). Также накладывают свой отпечаток и индивидуальные особенности птиц. В частности, Аман определённо очень рано пошёл в миграцию, до того, как началось движение основной массы орлов, а Ада, наоборот, поздно. Она подошла к Кавказу как раз к завершению второй волны миграции молодых степных орлов через Кавказ, но не стала его пересекать.

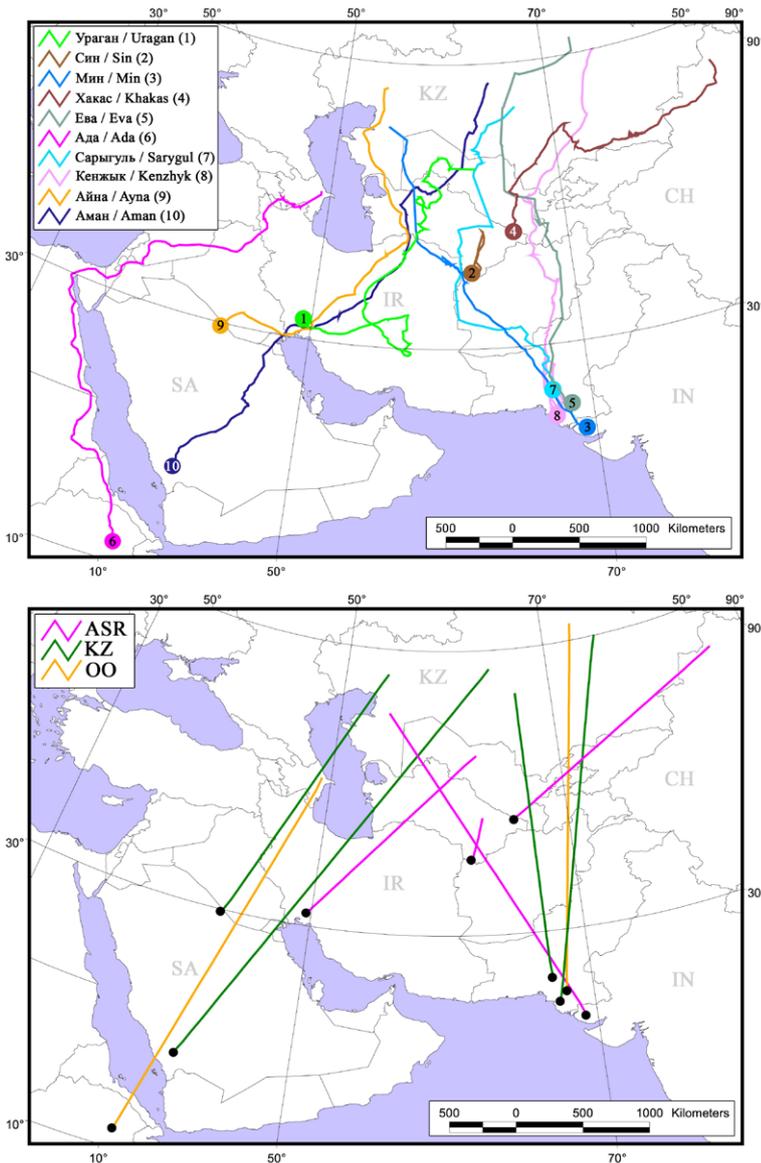


Рис. 37. Треки первой весенней миграции 10 степных орлов из России и Казахстана (вверху) и линейные дистанции от мест зимовки к местам летовки (внизу). Имена птиц соответствуют таковым в табл. 11. Сокращения мест рождения орлов: ОО – Оренбургская область России, КО – Карагандинская область Казахстана, АСР – Алтае-Саянский регион России. Сокращения названий стран: CH – Китай, IR – Иран, IN – Индия, KZ – Казахстан, SA – Саудовская Аравия.

Fig. 37. Spring migration tracks of ten 2CY Steppe Eagles from Russia and Kazakhstan (upper) and linear distances from the wintering to the summering areas of those eagles (bottom). The names of the birds correspond to those in the table 11. Abbreviation of homeland regions of the eagles: OO – Orenburg region of Russia, KO – Karaganda region of Kazakhstan, ASR – Altai-Sayan region of Russia. Legend: CH – China, IR – Iran, IN – India, KZ – Kazakhstan, SA – Saudi Arabia.

Only Kenzhyk’s spring migration was longer than autumn one, due to his return to the wintering ground for 2 weeks (fig. 39).

The general azimuth of Steppe Eagles movements during spring migration was 335–53.5°, ($n=9$) $15.7 \pm 22.5^\circ$ on average. Thus, in spring, eagles flew in a narrower direction (to the north) with less radial dispersion than in spring (see fig. 37 and 21).

The linear distance from the point of the last wintering location to the point of the first summering location varied from 1,731.5 km (Uragan) to 3,736.5 km (Aman), ($n=9$) $2,567 \pm 622.3$ km on average. The track length attributed to the spring migration varied from 3,130 (Khakas) to 5,333 km (Kenzhyk), ($n=9$) $3,925 \pm 835.8$ km on average. The same index normalized by the number

маршрутам гораздо быстрее. Ада, линейная дистанция маршрута которой от места зимовки в Африке до начала летних кочевок в Азербайджане составила 3,1 тыс. км (протяжённость трека 4896,2 км), завершила миграцию за 27 дней. Самыми быстрыми мигрантами оказались Айна и Сарыгуль, а также Мин, которые завершили миграции из Саудовской Аравии и Индии в Казахстан в течение 15–18 дней при линейной дистанции маршрутов 2,2–2,7 тыс. км и протяжённости трека 3,2–3,3 тыс. км.

Самки из нашей выборки ($n=4$) в среднем на 18 дней позже самцов ($n=5$) покидали места зимовки (самки – 4 апреля \pm 19 дней, самцы – 17 марта \pm 17 дней) и тратили на первую весеннюю миграцию в среднем меньше времени ($20,0 \pm 5,6$ дней, 15–27 дней), чем самцы ($30,8 \pm 9,8$ дней, 18–43 дня), но разница, естественно, не является надёжной при такой малой выборке ($T=0$, $Z=1,8$, $p=0,07$) (рис. 38).



Степной орёл по имени Мин на кормёжке.
Фото Н. Бхатта.

Steppe Eagle named Min. Photo by N. Bhatt.

Степные орлы и падальщики на мсте кормёжки.
Фото И. Карякина.

Steppe Eagles and Vultures on feeding site.
Photo by I. Karyakin.



Сроки весенней миграции в среднем по всей выборке орлов оказались в два раза менее продолжительными, чем осенней. Только у Кенжыка весенняя миграция оказалась более длительной, чем осенняя, за счёт его возврата на место зимовки на 2 недели (рис. 39).

Генеральный азимут перемещений степных орлов на весенней миграции составил $335-53,5^\circ$, в среднем ($n=9$) $15,7\pm 22,5^\circ$. Т.е. весной орлы летели в более узком направлении (на север), с меньшим веерным рассеиванием, чем весной (см. рис. 37 и 21).

Линейная дистанция от точки последней локации на зимовке до точки начала

of locations varied from 980 (Kenzhyk) to 1,935 km (Ada), mean $1,398\pm 379.7$ km ($n=8$ – Eva’s data were excluded from the calculations since there are apparent gaps in her locations caused by tracker’s memory overflow due to Eva’s long stay out of coverage range of mobile networks). We found no difference in the linear distance of the routes and the length of the tracks of males and females, although the route length, normalized by the number of locations, tended to be higher on average in females than in males (table 11, fig. 38).

During the first spring migration, 2CY eagle daily covered distance averaged

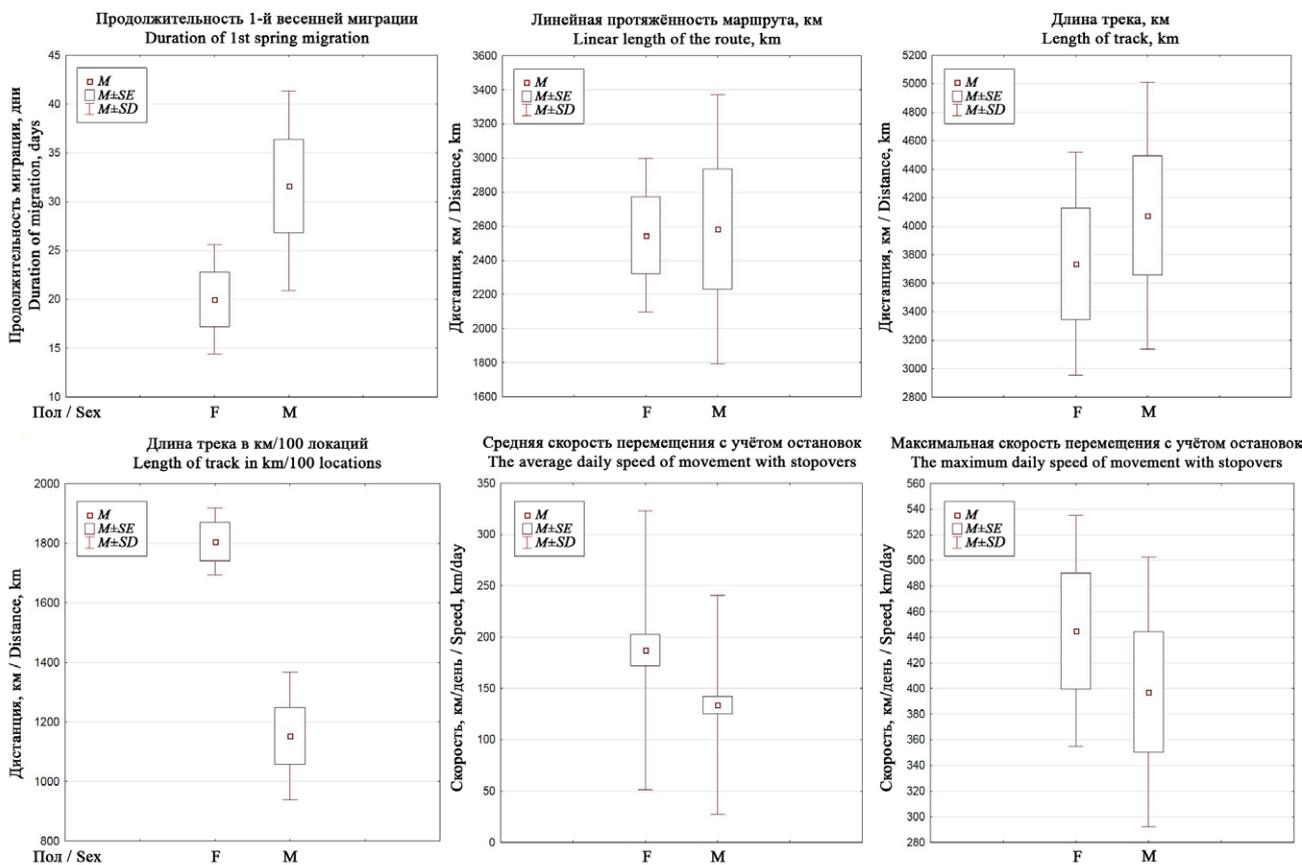


Рис. 38. Диаграммы размаха пространственных характеристик перемещений в период первой весенней миграции и скорости перемещений степных орлов.

Fig. 38. Box-and-whiskers plots of spatial characteristics and speed of Steppe Eagle movements during first spring migration.

Рис. 39. Продолжительность осенней (1) и весенней (2) миграции степных орлов.

Fig. 39. The duration of the autumn (1) and spring (2) migration of the Steppe Eagles.

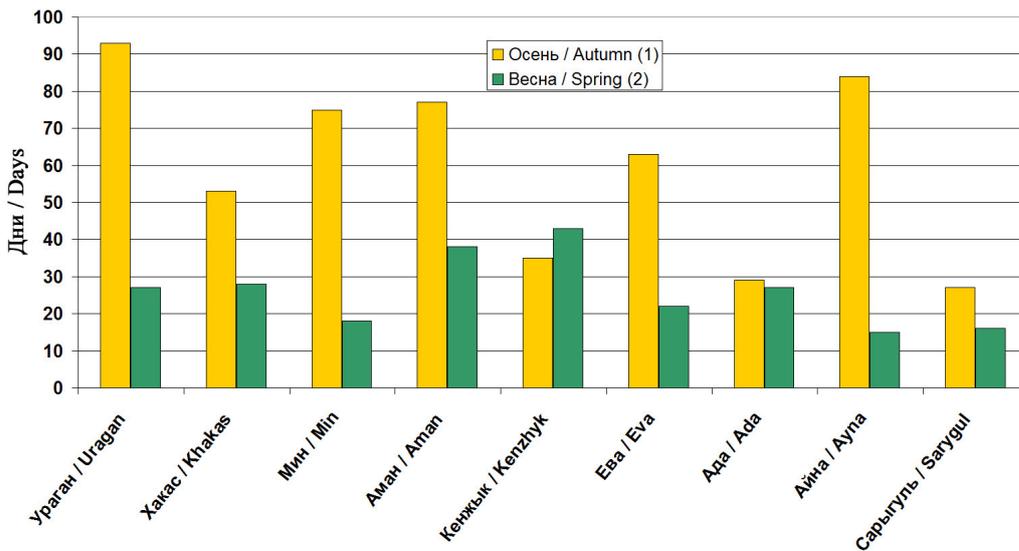


Рис. 40. Графики ежедневного движения степных орлов во время первой весенней миграции.

Fig. 40. Charts of the daily movement of 2CY Steppe Eagles during the first spring migration.

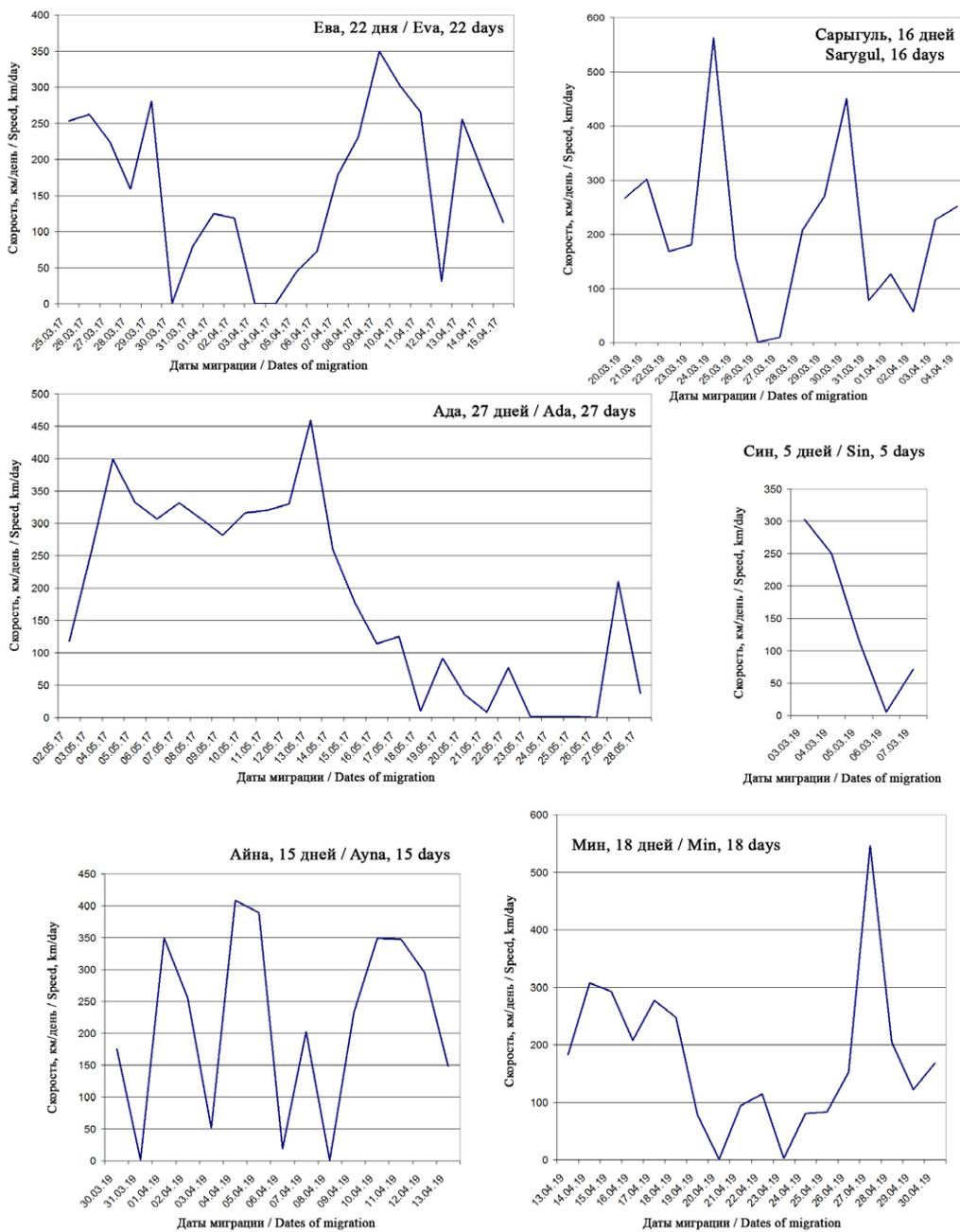
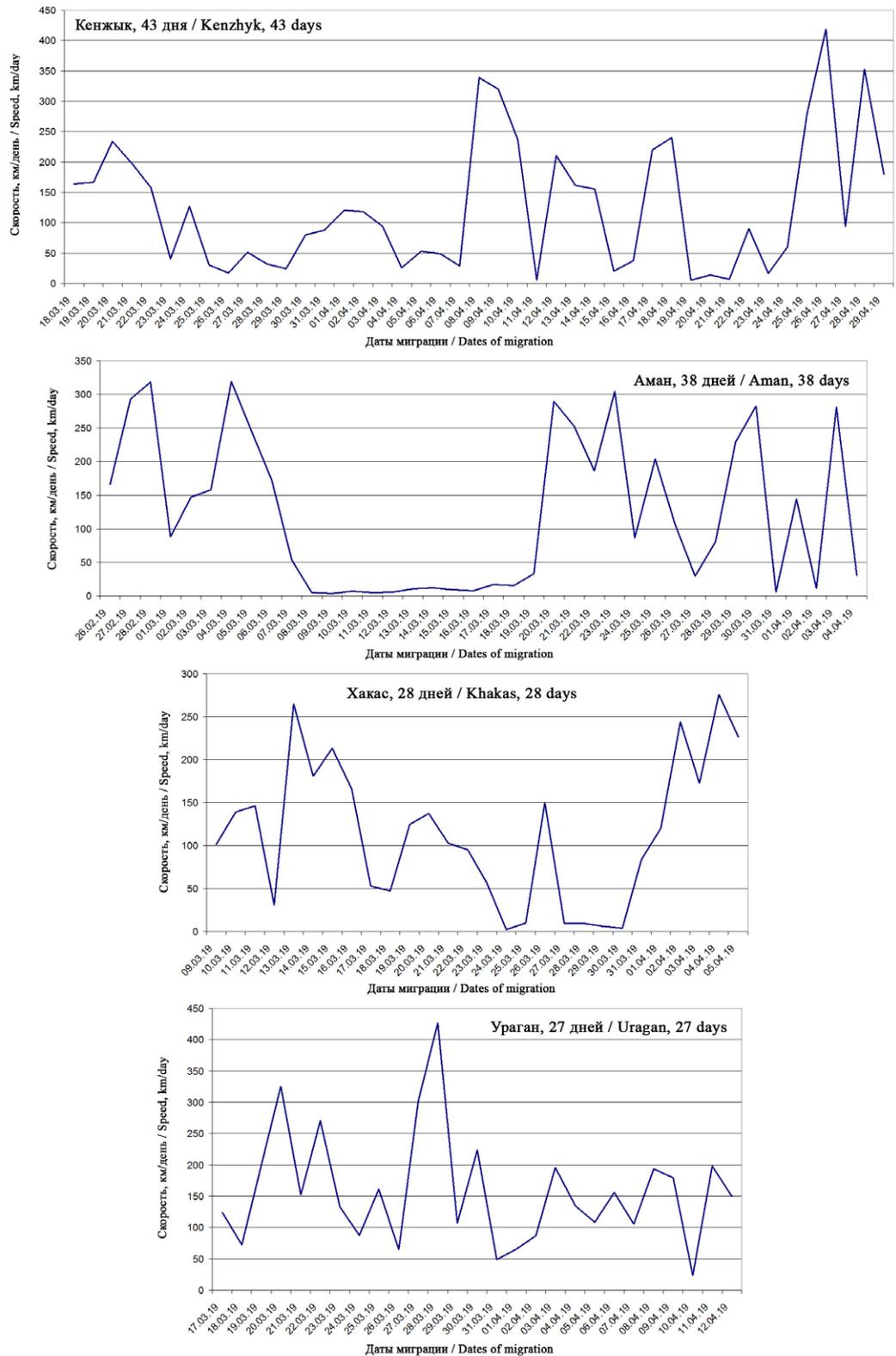


Рис. 41. Графики ежедневного движения степных орлов во время первой весенней миграции.

Fig. 41. Charts of the daily movement of 2CY Steppe Eagles during the first spring migration.



летних перемещений в ходе первой весенней миграции варьировала от 1731,5 (Ураган) до 3736,5 км (Аман), составляя в среднем ($n=9$) $2567 \pm 622,3$ км. Протяжённость трека варьировала от 3130 (Хакас) до 5333 км (Кенжык), составляя в среднем ($n=9$) $3925 \pm 835,8$ км. Этот же показатель, нормированный на 100 локаций, варьи-

(including all stops) from 113.3±84.2 km (Khakas) to 214.9±144.6 km (Ayna) a day, mean 152.1 ± 119.9 km/day for the entire sample of 9 eagles, except for Sin (table 11). Females covered from 160.3±108.2 km/day (Eva) to 214.9±144.6 km/day (Ayna), mean 187.2 ± 135.7 km/day for all 4 females. Males fcovered from 113.3±84.2 km/day (Kha-

ровал от 980 (Кенжык) до 1935 км/100 локаций (Ада), составляя в среднем ($n=8$) $1398 \pm 379,7$ км/100 локаций (в расчёте среднего не учтён показатель Евы, так как для этой орлицы имеется очевидный недостаток в числе локаций – помимо низкой частоты взятия локаций в сутки, часть её перемещений вне зоны действия мобильной сети не была записана трекером ввиду переполнения внутренней памяти прибора). Достоверной разницы в линейной дистанции маршрутов и протяжённости треков самцов и самок не обнаружено, хотя длина маршрута, нормализованная по числу локаций, у самок оказалась в среднем выше, нежели у самцов (табл. 11, рис. 38).

Во время первой весенней миграции усреднённые значения дистанции, пройденной за день орлом (с учётом всех остановок), варьировали от $113,3 \pm 84,2$ км (Хакас) до $214,9 \pm 144,6$ км (Айна), в среднем по всей выборке из 9 орлов (без Сина) $152,1 \pm 119,9$ км/день (табл. 11). Самки преодолевали в среднем большую дистанцию за день: от $160,3 \pm 108,2$ (Ева) до $214,9 \pm 144,6$ (Айна) км/день, по всем 4 самкам в среднем $187,2 \pm 135,7$ км/день. Самцы преодолевали от $113,3 \pm 84,2$ (Хакас) до $175,7 \pm 130,1$ (Мин) км/день, в среднем по 5 самцам (без Сина) $133,8 \pm 106,7$ км/день (табл. 11). Также, как и в осеннюю миграцию, самки преодолевали в день большую дистанцию, чем самцы (рис. 38), но разница ненадёжна ($T=17$, $Z=1,07$, $p=0,28$).

Максимальные суточные дистанции, преодолеваемые орлами на миграции в светлое время суток, изменялись от $275,9$ (Хакас) до $562,4$ км (Сарыгуль), в среднем по всем 9 орлам – $418,5 \pm 96,0$ км/день. Как и в случае с усреднёнными суточными дистанциями, максимальные также оказались выше у самок ($444,95 \pm 90,1$ км/день), чем у самцов ($397,31 \pm 105,3$ км/день) (рис. 38), но также с ненадёжной разницей ($T=4$, $Z=0,37$, $p=0,72$).

Графики ежедневного движения орлов показаны на рис. 40–41. Из графиков видно, что весенняя миграция проходила куда более стремительно, чем осенняя (см. рис. 24–25) по целому ряду причин, одна из которых – более южное начало летних кочёвок, нежели места гнездования прослеживаемых орлов.

Число ходовых дней в первую весеннюю миграцию варьировало от 4 (Син) до 30 (Кенжык), составив в среднем ($n=9$) $18,9 \pm 8,12$ дней. Доля ходовых дней от общей продолжительности миграции варьировала от 65,8 до 96,3%, в среднем 78,3% (табл. 12).

kas) to 175.7 ± 130.1 km/day (Min), mean 133.8 ± 106.7 km/day for all 5 males (without Sin) (table 11). As in autumn migration, females tended to move faster than males (fig. 38), but the difference is unreliable ($T=17$, $Z=1.07$, $p=0.28$).

The maximum daily covered distance varied from 275.9 (Khakas) to 562.4 km (Sarygul), 418.5 ± 96.0 km/day on average for all 9 eagles. As in case of average daily covered distance, females also tended to show higher values of maximum DCD (444.95 ± 90.1 km/day) than males (397.31 ± 105.3 km/day) (fig. 38), but also without statistically significant difference ($T=4$, $Z=0.37$, $p=0.72$).

The graphs of the daily movements of eagles are shown in fig. 40–41. The graphs show that spring migration passed much faster than autumn migration (see fig. 24–25) for a number of reasons, one of which is the more southerly location of summering grounds of the tracked 2CY eagles, than the breeding grounds of the species.

The number of active migrating days (when eagle moves, not rests) in the first spring migration varied from 4 (Sin) to 30 (Kenzhyk), ($n=9$) 18.9 ± 8.12 days on average. The share of active days from the total duration of migration varied from 65.8 to 96.3%, mean 78.3% ($n=9$) (table 12). All eagles except Eva made a long stopover on migration at least once. The number of stopovers varied from 1 (Uragan, Sin, Sarygul) to 6 (Kenzhyk), mean 2.4 ± 1.6 ($n=9$ excluding the non-stop migration of Eva). The duration of stopovers varied from 1 day



Степной орёл по имени Мин. Фото Н. Бхатта.
Steppe Eagle named Min. Photo by N. Bhatt.

Табл. 12. Посуточные характеристики первой весенней миграции степных орлов.

Table 12. Daily characteristics of the spring migration of 2CY Steppe Eagles.

Имя Name	Пол / Sex	Продолжительность миграции, дни Duration of migration, days	Число ходовых дней Number of active days	Доля ходовых дней от общей продолжительности миграции, % Share of active days of the total duration of migra- tion, %	Число остановок Number of stopovers	Продолжительность всех остановок, дни Total duration of all stopo- vers, days	Средняя продолжительность одной остановки, дни, M±SD (min – max) Average duration of stopover, days, M±SD (min – max)	Доля продолжительности остановок от общей продолжительности миграции, % Share of the total duration of stopovers from the total duration of migration, %
Ураган Uragan	m	27	26	96.3	1	1		3.7
Хакас Khakas	m	28	22	78.57	2	6	3.0±1.41 (2–4)	21.43
Мин / Min	m	18	16	88.89	2	2		11.11
Син / Sin	m	5	4	80.0	1	1		20.0
Ада / Ada	f	27	21	77.78	3	6	2.0±1.73 (1–4)	22.22
Аман / Aman	m	38	25	65.79	3	13	4.33±5.77 (1–11)	34.21
Айна / Айна	f	15	12	80.0	3	3		20.0
Сарыгуль Sarygul	f	16	14	87.5	1	2		12.50
Кенжык Kenzhyk	m	43	30	69.77	6	13	2.17±1.6 (1–5)	30.23
Самки / Females (n=3)			15.7±4.73	81.03	2.3±1.15	3.7±2.08	1.57±1.13 (1–4)	18.97
Самцы / Males (n=6)			20.5±9.33	77.36	2.5±1.87	6.0±5.73	2.4±2.69 (1–11)	22.64
СРЕДНЕЕ / AVERAGE (n=9)			18.9±8.12	78.34	2.4±1.59	5.2±4.79	2.14±2.32 (1–11)	21.66

Все орлы, кроме Евы, на миграции хотя бы раз совершали суточную остановку. Число остановок на сутки и более варьировало от 1 (Ураган, Син, Сарыгуль) до 6 (Кенжык), в среднем ($n=9$) $2,4 \pm 1,6$ (без учёта безостановочной миграции Евы). Продолжительность остановок варьировала от 1 (Ураган, Син) до 13 дней (Аман, Кенжык), в среднем $5,2 \pm 4,8$ дней, что составляет от 3,7 до 34,2% от продолжительности миграции орлов, в среднем 21,7% (табл. 12).

Как и в осеннюю миграцию, весной (рис. 42), самки в среднем дольше активно перемещались в ходе миграции (81% ходовых дней от общей продолжительности миграции), нежели самцы (77%), меньше дней провели на остановках (1–3, в среднем $2,3 \pm 1,15$ дней – 3 самки и 1–6, в среднем $2,5 \pm 1,87$ – 6 самцов), и их остановки были значительно короче (0–4, в среднем $1,38 \pm 1,19$ дней, $n=8$ с учётом Евы и 1–4, в среднем $1,57 \pm 1,13$ дней, $n=7$ без учёта Евы), чем таковые самцов (1–11, в среднем $2,4 \pm 2,69$ дней, $n=15$), однако надёжность разницы по всем показателям низкая из-за большого разброса значений и малой выборки.

Детальные посуточные характеристики миграции степных орлов доступны в Приложении 1⁹⁵.

(Uragan, Sin) to 13 days (Aman, Kenzhyk), 5.2 ± 4.8 days on average, which is from 3.7% to 34.2% of the individual migration duration, 21.7% on average (table 12).

As in the autumn migration, in spring (fig. 42) females tended to be more active (81% of active days of the total migration duration) on average than males (77%), spend fewer days at stopovers (1–3 days, mean 2.3 ± 1.15 days ($n=3$) for females, and 1–6 days, mean 2.5 ± 1.87 days ($n=6$) for males), and female's stopovers tended to be shorter (0–4 days, 1.38 ± 1.19 days on average, $n=8$, including Eva, and 1–4, 1.57 ± 1.13 days on average, $n=7$, excluding Eva) than those of males (1–11, 2.4 ± 2.69 days average, $n=15$), but with no statistical significance.

Detailed daily characteristics of the Steppe Eagles migration are available in Appendix 1⁹⁵.

Excluding stopovers made in daylight hours, the speed of the eagles varied from 5.59 to 94.12 km/h, ($n=1092$) 28.03 ± 14.16 km/h on average (table 13). Females moved with higher speeds on average (31.17 ± 15.28 km/h, from 5.72 to 94.12 km/h, $n=341$) than males (26.61 ± 13.39 km/h, from 5.59 to 71.95 km/h, $n=751$) with a significant difference ($T=0$, $Z=10.77$, $p=0.0000$).

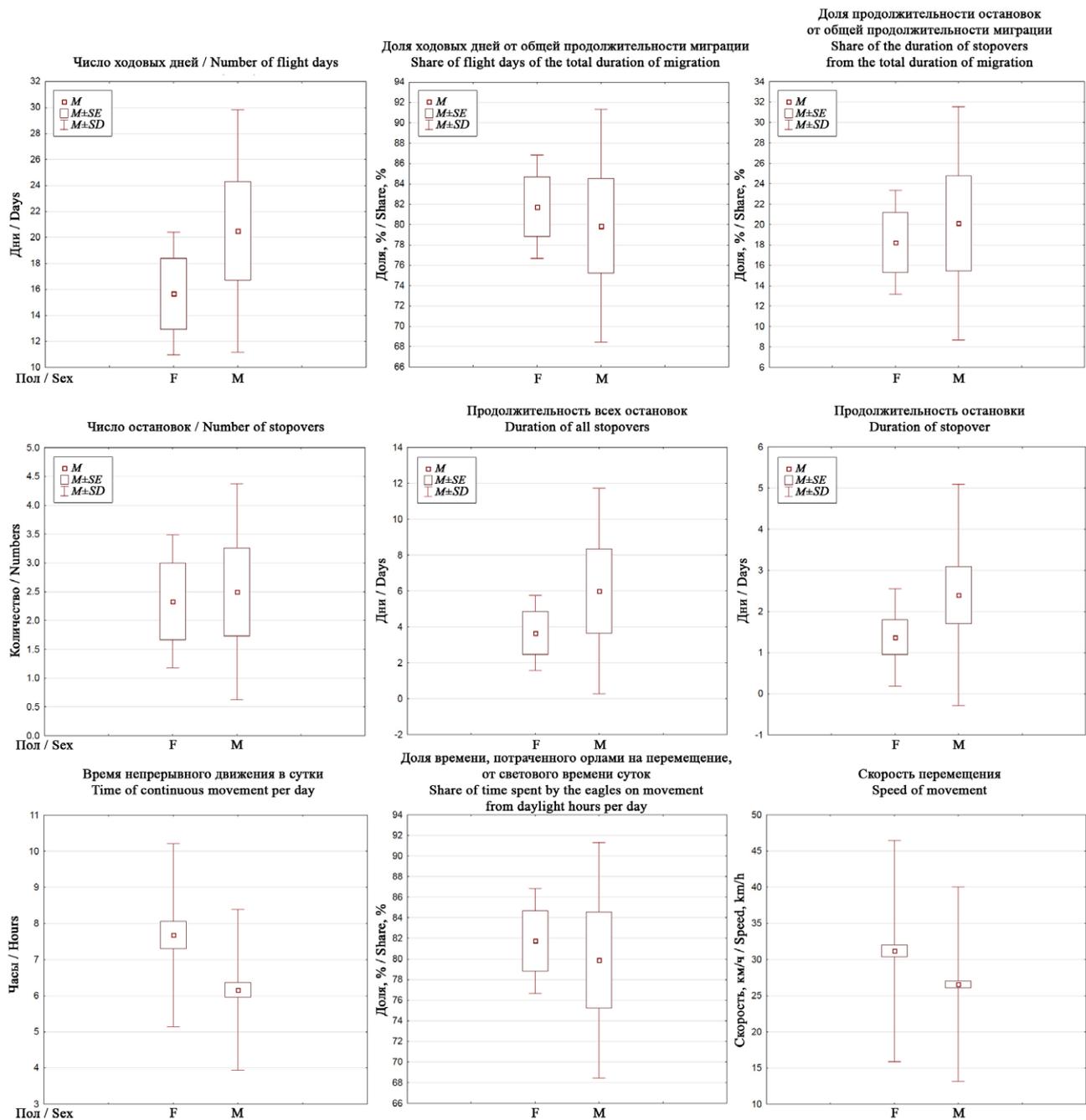


Рис. 42. Диаграммы размаха характеристик перемещения степных орлов во время первой весенней миграции.

Fig. 42. Box-and-whiskers plots of 2CY Steppe Eagles' movements during the first spring migration.

Без учёта остановок, совершаемых в дневное время, скорость перемещения орлов варьировала от 5,59 до 94,12 км/ч, составляя в среднем ($n=1092$) $28,03 \pm 14,16$ км/ч (табл. 13). Причём самки двигались в среднем с большими скоростями ($31,17 \pm 15,28$ км/ч, от 5,72 до 94,12 км/ч, $n=341$), чем самцы ($26,61 \pm 13,39$ км/ч, от 5,59 до 71,95 км/ч, $n=751$), с надёжной разницей ($T=0$, $Z=10,77$, $p=0,0000$).

На весенней миграции орлы летели с большими скоростями, чем осенью, причём как самки ($31,2 \pm 15,3$ км/ч весной

On spring migration, eagles flew at higher speeds than in autumn, both females (31.2 ± 15.3 km/h in spring against 26.4 ± 13.6 km/h in autumn) and males (26.6 ± 13.4 km/h in spring against 22.3 ± 12.1 km/h in autumn) with a reliable difference ($T=3088.5$, $Z=5.19$, $p=0.0000$ – for females and $T=210.0$, $Z=10.39$, $p=0.0000$ – for males) (fig. 43).

Sarygul and Ayna showed maximum speeds above 70 km/h. On March 24th, 2019, Sarygul was flying along the border of Iran and Afghanistan between the cities

против $26,4 \pm 13,6$ км/ч осенью), так и самцы ($26,6 \pm 13,4$ км/ч весной против $22,3 \pm 12,1$ км/ч осенью), с надёжной разницей ($T=3088,5$, $Z=5,19$, $p=0,0000$ – для самок и $T=210,0$, $Z=10,39$, $p=0,0000$ – для самцов) (рис. 43).

Максимальные скорости выше 70 км/ч показали Сарыгуль и Айна. Сарыгуль двигалась 24 марта 2019 г. по границе Ирана и Афганистана между городами Забол и Тайбат в течение 7 часов со скоростями 60–72 км/ч. Айна летела с предельными скоростями от 67 до 94 км/ч в течение 3-х часов 1 апреля 2019 г. по иракской пустыне, в 15–30 км к югу от Месопотамской

of Zabol and Taibat for 7 hours at speeds of 60–72 km/h. On April 1st, 2019, Ayna was flying with a top speed 67–94 km/h for 3 hours through the Iraq desert, 15–30 km south of the Mesopotamia Lowland, setting a speed record of 94 km/h in the area between Nasiriyah and Basra.

The average duration of flight in one day varied from 5.5 ± 1.97 hours (Khakas) to 8.58 ± 2.85 hours (Ada), mean 6.57 ± 2.4 hours ($n=9$), and it was 1.5 hours longer than in autumn migration. As in autumn migration, in spring females showed longer duration of flight in a day (mean 7.68 ± 2.54 hours per day) than males (mean 6.16 ± 2.22

Табл. 13. Время и скорость перемещения степных орлов в сутки во время первой весенней миграции.

Table 13. Daily duration and speed of movement of the 2CY Steppe Eagles during the first spring migration.

Имя Name	Пол / Sex	Число ходовых дней Number of active days	Среднее время начала движения* $M \pm SD$ (min – max) Average time of the takeoff* M (min – max)	Среднее время завершения движения* $M \pm SD$ (min – max) Average time of landing for the overnight* M (min – max)	Время движения, Σ в часах** Total duration of flight, Σ in hours**	Среднее время движения в сутки, в часах $M \pm SD$ (min – max)** Average duration of flight per day, in hours, $M \pm SD$ (min – max)**	Время отдыха, Σ в часах Total duration of breaks, Σ in hours	Время отдыха в сутки со старта и до остановки на ночь, в часах $M \pm SD$ (min – max) Duration of breaks per active day (from takeoff to landing), hours, $M \pm SD$ (min – max)	Скорость, км/ч $M \pm SD$ (min – max) Speed, km/h $M \pm SD$ (min – max)
Ураган Uragan ^b	m	26	9:53±1:23 (8:08–14:40)	16:01±2:12 (9:16–19:14)	170	6.54±2.1 (2–10)	13	0.5±0.99 (0–4)	24.28±13.09 (5.62–69.10)
Хакас Khakas	m	22	9:50±0:57 (8:27–11:54)	15:34±1:55 (10:36–18:00)	121	5.5±1.97 (1–9)	3	0.14±0.35 (0–3)	25.19±12.45 (5.83–67.67)
Мин Min ^b	m	16	9:49±1:19 (8:03–13:00)	16:21±1:19 (14:04–18:19)	98	6.53±1.81 (4–10)	3	0.2±0.56 (0–2)	30.3±13.93 (6.79–59.1)
Син Sin ^a	m	4	9:43±0:43 (8:49–10:35)	15:51±2:14 (12:33–17:35)	26	6.5±2.52 (3–9)	0	0	27.95±13.35 (8.38–47.32)
Ада Ada ^b	f	21	8:33±0:47 (7:17–10:18)	16:54±2:09 (12:20–19:30)	163	8.58±2.85 (3–12)	5	0.26±0.56 (0–2)	28.24±13.05 (5.72–57.01)
Аман Aman	m	25	10:22±1:53 (7:46–14:39)	16:36±2:08 (10:22–18:49)	156	6.24±2.55 (1–9)	7	0.28±0.74 (0–3)	27.82±13.61 (6.23–60.18)
Айна Ayna	f	12	10:05±1:18 (8:39–12:22)	17:21±1:05 (15:05–18:48)	86	7.17±1.95 (4–10)	0	0	36.84±17.73 (6.12–94.12)
Сарыгуль Sarygul ^b	f	14	8:55±0:50 (8:02–10:49)	15:47±2:33 (10:19–18:02)	89	6.85±2.27 (2–10)	4	0.31±0.63 (0–2)	31.14±15.21 (6.66–72.26)
Кенжык Kenzhyk	m	30	9:24±1:09 (7:42–12:54)	15:37±2:00 (11:07–18:32)	181	6.03±2.40 (1–10)	9	0.3±0.7 (0–3)	26.5±13.39 (5.59–71.85)
Самки / Females (n=3)			9:04±1:08 (7:17–12:22)	16:42±2:06 (10:19–19:30)	112.7± 43.62	7.68±2.54 (2–12)	3.0± 2.65	0.20±0.51 (0–2)	31.17±15.28 (5.72–94.12)
Самцы / Males (n=6)			9:50±1:22 (7:42–14:40)	15:59±2:00 (9:16–19:14)	125.3± 57.74	6.16±2.22 (1–10)	5.8± 4.75	0.29±0.71 (0–4)	26.61±13.39 (5.59–71.85)
СРЕДНЕЕ / AVERAGE (n=9)			9:38±1:21 (7:17–14:40)	16:10±2:03 (9:16–19:30)	121.1± 50.98	6.57±2.4 (1–12)	4.9± 4.23	0.27±0.66 (0–4)	28.03±14.16 (5.59–94.12)

Примечания / Notes:

* – время соответствует зоне UTC (в диапазоне +4 – +6) / time corresponds to the UTC zone (from UTC+4 to UTC+6);

** – допустимая погрешность 30 минут/сутки / permissible error was limited to 30-minutes per day;

^a – ложная миграция / false spring migration;

^b – не все ходовые дни учтены в анализе из-за отсутствия в эти дни нужного количества локаций / some active days were excluded from the dataset due to the lack of locations.

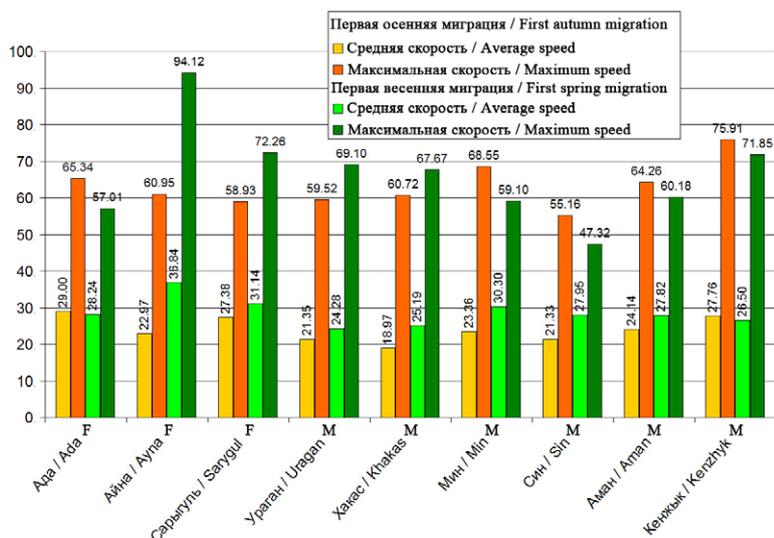


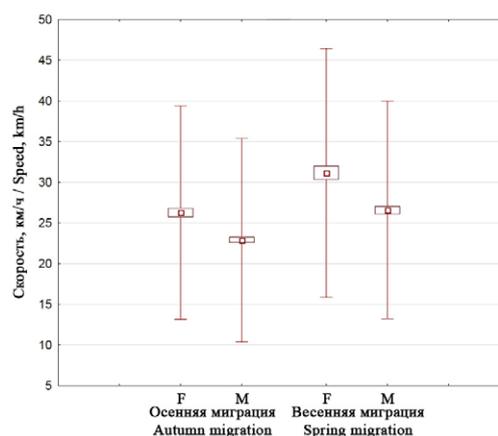
Рис. 43. Скорости перемещения самцов и самок степных орлов во время первой осенней и весенней миграции.

Fig. 43. Speed of Steppe Eagles of different sexes during first autumn and first spring migrations.

низменности, поставив рекорд скорости в 94 км/ч на участке между Насирией и Басрой.

Средняя продолжительность перемещения в сутки варьировала от $5,5 \pm 1,97$ (Хакас) до $8,58 \pm 2,85$ часов (Ада), составив в среднем по 9 орлам $6,57 \pm 2,4$ часов и была на 1,5 часа выше, чем в осеннюю миграцию. Также, как и в осеннюю миграцию, самки двигались весной в течение дня дольше ($7,68 \pm 2,54$ часов в день), чем самцы ($6,16 \pm 2,22$) (рис. 42), причём в среднем почти на 2 часа дольше, чем в осеннюю миграцию ($5,81 \pm 2,64$, см. табл. 9). Разница между самками и самцами по времени ходовых часов в сутки на весенней миграции является надёжной ($T=173,5$, $Z=2,69$, $p=0,007$). Пожалуй, своеобразной рекордсменкой по времени, затрачиваемому на активное перемещение в течение дня во время миграций, является Ада. Как осенью, так и весной она демонстрировала самую высокую лётную активность, перемещаясь в среднем по $8,38 \pm 2,03$ часов в день (от 2 до 12 часов в день) осенью и $8,58 \pm 2,85$ часов в день (от 3 до 12 часов в день) весной. Она оказалась единственной из степных орлов, летевшая по 12 часов в день. На весенней миграции она побила собственный осенний рекорд – в течение 10 дней, с 4 по 13 мая 2017 г., Ада летела по 9–12 часов в день, причём по 12 часов в день – 2 дня подряд, 6 и 7 мая, когда перемещалась вдоль Красного моря между Портом Судан в Судане и Кусейром в Египте (табл. 13, Приложение 1⁹⁵).

В активном движении орлы находились от 45,83 до 64,68% светлого времени суток, в среднем $53,43 \pm 5,49\%$. Доля «пере-



hours per day) ($T=173,5$, $Z=2,69$, $p=0,007$) (fig. 42), and almost 2 hours longer on average than in autumn migration ($5,81 \pm 2,64$, see table 9). Female Ada is a record holder for the duration of flight in a day on both migrations: she moved $8,38 \pm 2,03$ hours a day on average (from 2 to 12 hours per day) in autumn and $8,58 \pm 2,85$ hours a day (from 3 to 12 hours a day) in spring. She was the only Steppe Eagle to fly 12 hours a day! And during the spring migration, she beat her own autumn record – Ada flew 9–12 hours a day for 10 days from May 4th to 13th, 2017, and 12 hours a day for 2 days in a row on May 6th and 7th, when she moved along the Red Sea between the Port Sudan in Sudan and Qoseir in Egypt (table 13, Appendix 1⁹⁵).

Eagles were in active motion from 45.83% to 64.68% of daylight hours, $53,43 \pm 5,49\%$ on average. The share of breaks in eagle's daily motion averaged $2,16 \pm 1,31\%$ of the total flight time from the takeoff and until the landing for the night, changing between eagles from 0 (Ayna and Sin moved without stops for feeding or resting during the day) up to 4.17% (Uragan in total got 13 hours of breaks to 170 hours of flight). In spring migration all eagles showed a smaller number of breaks in flight and their duration was shorter than in autumn migration. In autumn migration, the share of breaks was $4,28 \pm 1,36\%$ on average, which is 2 times higher than in spring migration.

The time of the takeoff (after overnight) varied from 7:17 am to 2:40 pm, $9:38 \text{ am} \pm 1:21$ hours on average. Time of landing for the overnight varied from 9:16 am (af-

⁹⁵ <http://irrcn.ru/wp-content/uploads/2019/12/Add1-migration.xls>

Степной орёл по имени Мин. Фото Н. Бхатта.
 Steppe Eagle named Min. Photo by N. Bhatt.



куров» составила в среднем $2,16 \pm 1,31\%$ от общего времени в пути с момента старта движения до момента остановки на ночёвку, изменяясь у разных птиц от 0 (Айна и Син двигались, не прерываясь на кормёжку или отдых в течение дня) до $4,17\%$ (Ураган – 13 часов остановок относительно 170 часов активного полёта). Интересно, что в весеннюю миграцию все орлы демонстрировали меньшее число «перекуров» и меньшую их продолжительность, чем в осеннюю миграцию: в осеннюю миграцию доля «перекуров» составила в среднем $4,28 \pm 1,36\%$, что в 2 раза выше, чем на весенней миграции.

Время начала движения орлов (после ночёвки) изменялось от 7:17 до 14:40, составив в среднем $9:38 \pm 1:21$ часов. Время остановки (на ночёвку) варьировало от 9:16 (при раннем утреннем старте) до 19:30, составив в среднем $16:10 \pm 2:03$ часов (табл. 13). Но если на осенней миграции никакой надёжной половой разницы во времени суток начала и окончания лётной активности в течение дня у орлов не отмечено, то для весенней миграции эта разница стала очевидной. Самки ($9:49 \pm 1:29$, $n=44$) практически на час раньше самцов ($10:00 \pm 1:19$, $n=122$)

took off almost an hour earlier than males ($10:00 \text{ am} \pm 1:19$, $n=122$), ($T=240.0$, $Z=2.98$, $p=0.003$), and stopped for overnight almost an hour later (females: $3:51 \text{ pm} \pm 1:46$, $n=44$, males:

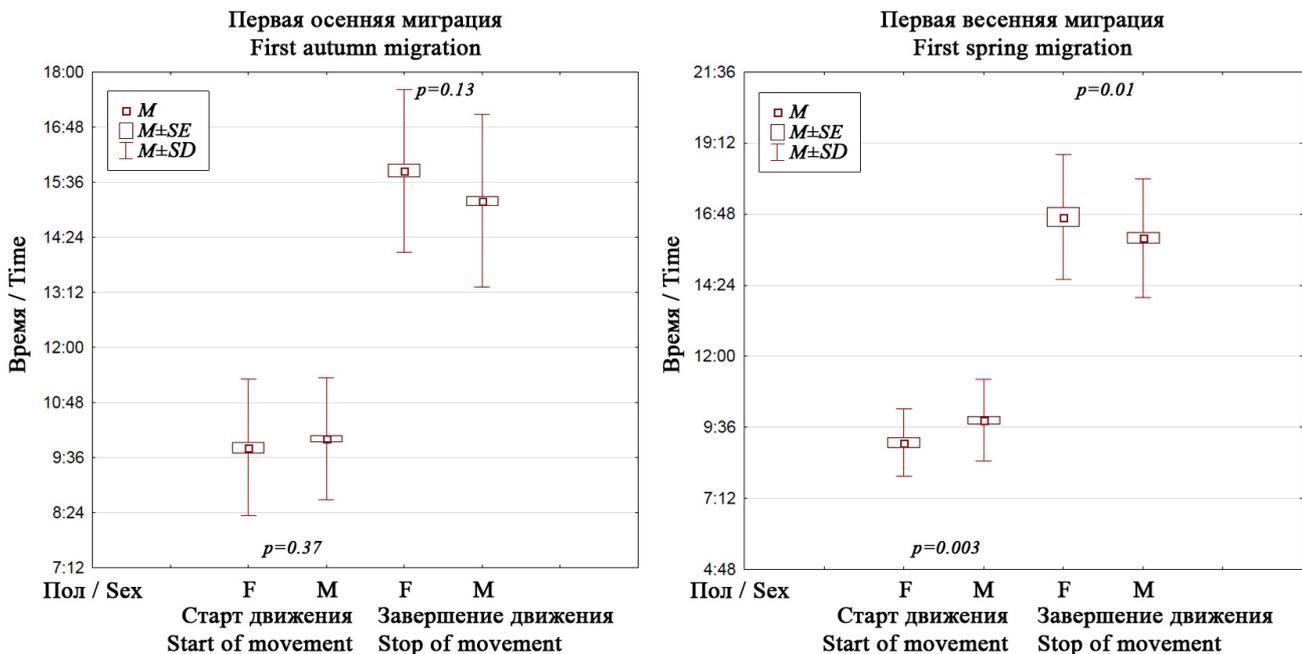


Рис. 44. Диаграммы размаха времени старта и завершения перемещения в течение суток у степных орлов во время осенней и весенней миграции.

Fig. 44. Box-and-whiskers plots of start and end times of diurnal movements of the Steppe Eagles during the autumn and spring migrations.

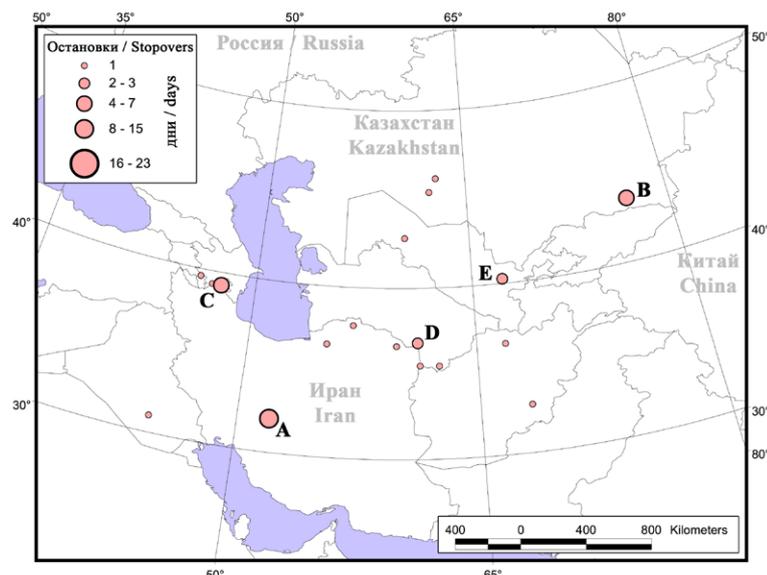


Рис. 45. Распределение точек остановки степных орлов во время первой весенней миграции.

Fig. 45. Distribution of stopover locations during the spring migration of 2CY Steppe Eagles.

начинали движение и также практически на час позже останавливались на ночёвку (самки: $15:51 \pm 1:46$, $n=44$, самцы: $15:11 \pm 1:53$, $n=122$) (табл. 13), причём разница оказалась надёжной как для времени старта движения ($T=240,0$, $Z=2,98$, $p=0,003$), так и для времени завершения дневных перемещений ($T=275,5$, $Z=2,56$, $p=0,01$) (рис. 44).

Длительные остановки орлов (на сутки и более) были не характерны для весенней миграции. По результатам прослеживания 9 степных орлов выявлено всего 18 точек остановки птиц, причём ни одна из них не совпала с остановками на осенней миграции (рис. 45). Не выявлено и каких-либо значимых концентраций точек остановки мигрантов, как это наблюдалось на осенней миграции. Лишь на юго-востоке Туркменистана и северо-востоке Ирана близ Ирано-Туркменской границы наблюдались в основном суточные остановки нескольких орлов.

Наиболее длительные остановки во время весенней миграции совершили Аман (11 дней, с 8 по 18 марта 2019 г.), Хакас (в общей сложности 6 дней, с 24 по 30 марта 2019 г.), Кенжык (5 дней, с 25 по 29 марта 2019 г.) и Ада (4 дня, с 23 по 26 мая 2017 г.). Аман останавливался в центральной части Ирана, на свалке в 6 км к востоку от Шехреза (рис. 45: А). Хакас сделал остановку на полях между населёнными пунктами Рассвет и Косозен в 20 км к северу от Алматы, Казахстан (рис. 45: В). Данную территорию посещал А. Коваленко (личн. сообщ.), который встретил на полях несколько десятков степных орлов, в том числе и Хакаса. Кенжык провёл несколько дней в коротких перемещениях в полях у посёлка Ксы на южном макросклоне хр. Нуратау в Узбекистане (рис. 45: Е).

$3:11 \text{ pm} \pm 1:53$, $n=122$; $T=275.5$, $Z=2.56$, $p=0.01$) (table 13, fig. 44).

Long stopovers for a day or more were not typical for spring migration. We identified only 18 stopover locations during the spring migration of 9 eagles, and none of them match with stopover locations in autumn migration (fig. 45). No important clusters of stopover locations were found in spring, in contrast to what was observed in autumn migration. Only in the southeast of Turkmenistan and northeast of Iran near the Iran-Turkmenistan border we observed several eagles making mainly 1-day stops.

The longest stops during the spring migration were made by Aman (11 days from March 8th to March 18th, 2019), Khakas (a total of 6 days from March 24th to March 30th, 2019), Kenzhyk (5 days from March 25th to March 29th, 2019) and Ada (4 days from May 23rd to May 26th, 2017). Aman stopped in the central part of Iran at a landfill 6 km east of Shahrez (fig. 45: A). Khakas made a stop in the fields between the settlements of Rassvet and Kosozen, 20 km north of Almaty, Kazakhstan (fig. 45: B). There he was observed by A. Kovalenko (pers. com.), together with several dozen other Steppe Eagles. Kenzhyk spent several days in short movements in the fields near the village Ksy on the southern slopes of the Nuratau ridge in Uzbekistan (fig. 45: E). Ada made a stop



Степной орёл по имени Кенжык. Фото Н. Бхатта.
Steppe Eagle named Kenzhyk. Photo by N. Bhatt.

Длительные остановки степных орлов во время первой весенней миграции: нумерация точек остановки соответствует таковой на рис. 45 (А – Аман, В – Хакас, С – Ада, D – Сарыгуль, E – Кенжык).

Long stopovers of the 2CY Steppe Eagles during spring migration: the numbering of stopover locations corresponds to numbers in fig. 45 (A – Aman, B – Khakas, C – Ada, D – Sarygul, E – Kenzhyk).



Ада сделала остановку, по сути, уже в зоне летних кочёвок – на территории Ирана, в 30 км от Азербайджанского города Горади́з и в 160 км от места летнего пребывания в Азербайджане. Здесь птица держалась в горах с небольшими по площади сельхозугодиями в межгорных долинах (рис. 45: C). Также непродолжительную остановку в Туркмении, близ границы с Ираном, в полях около с. Ата сделал Сарыгуль 26–27 марта 2019 г. (рис. 45: D). Практически все остановки орлов, за исключением Амана, были связаны с малонарушенными открытыми ландшафтами или сельхозугодиями.

Второе лето

На летних кочёвках степные орлы широко распределились от Закавказья (Азербайджан) до крайнего северо-востока Китая (рис. 46), но наибольшая концентрация орлов, длительно державшихся на ограниченной территории, отмечена в зоне полупустынь западной части Казахстана, от Манисая (местность к западу от кряжа Шошкаколь) через верховья Ори и Иргиза (между Хромтау и Карабутаком) к низовьям Тургая (Тургайское плато), как раз в популяционном ядре вида (см. Карякин и др., 2016с).

already in the range of her summer movements on the territory of Iran, 30 km from the Azerbaijani city of Horadiz, and 160 km away from her main summering area in Azerbaijan. Here, Ada stayed in the mountains with small agricultural lands in the intermountain valleys (fig. 45: C). Sarygul also made a short stop in Turkmenistan near the border with Iran in the fields near the village of Ata on March 26–27th, 2019 (fig. 45: D). Stops of almost all eagles, except for Aman, were related to low-disturbed open landscapes or farmlands.

The second summer

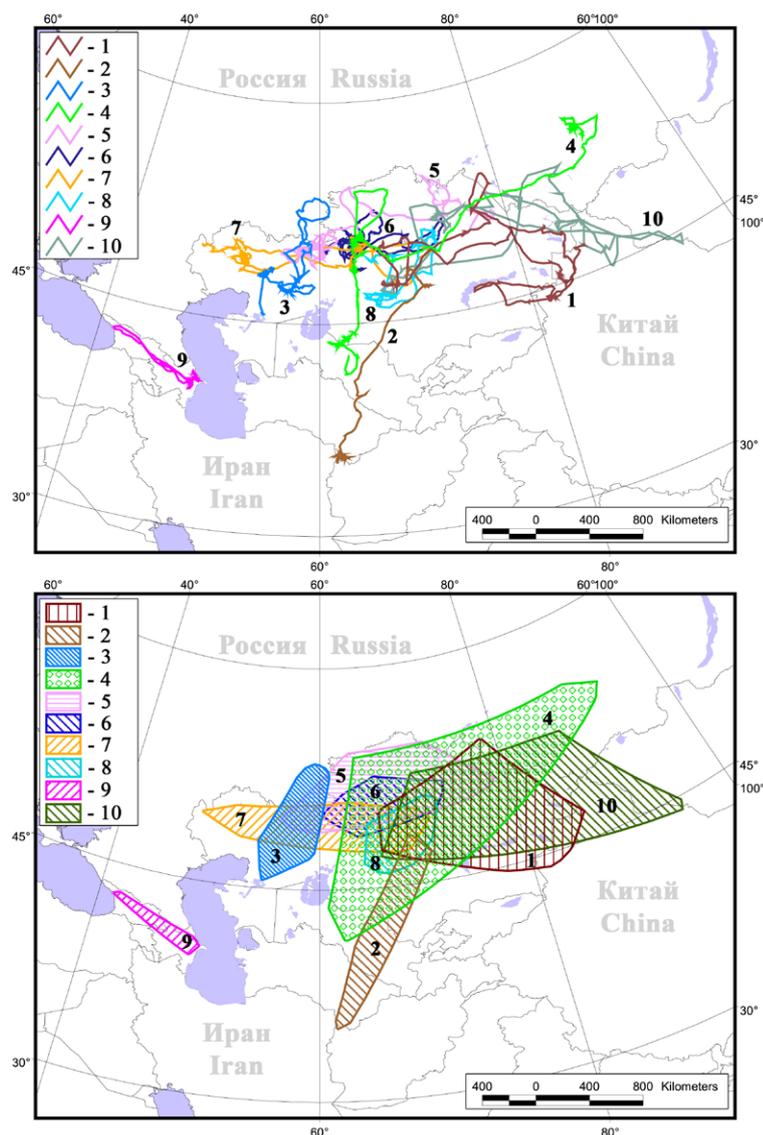
In summer wanderings Steppe Eagles from our project widely spread from Transcaucasia (Azerbaijan) to the extreme northeast of China (fig. 46), but the highest concentration of eagles stayed in a limited area for a rather long period was recorded in the semi-desert habitat of the western part of Kazakhstan from Manisay (the area west of the Shoshkakol range), through the upper streams of rivers Or and Irgiz (between cities Khromtau and Karabutak) to the lower stream of river Turgay (Turgay Plateau), strait in the area inhabited with a core breeding population of the species (see Karyakin et al., 2016c).

Сеточное картирование (рис. 47) наглядно демонстрирует распределение орлов, помеченных трекерами в ходе летних кочёвок. Орлы посетили 692 ячейки: от 1 до 6 регистраций разных особей в ячейке, в среднем $1,28 \pm 0,63$ особи на ячейку при разбросе локаций в ячейке от 1 до 816, в среднем $20,86 \pm 68,35$. Большая часть ячеек (79,3%) посещалась только одним орлом, 19,5% – 2–3 орлами, 0,72% (5 ячеек) – 4 орлами (эти ячейки лежат на территории Карагандинской области Казахстана, от возвышенности Музбель в левобережье Нуры на севере до верховьев р. Куланотпес севернее сёл Ынталы, Тайдыбулак, Интымак на юге). Пять орлов пересеклись лишь в одной ячейке (0,1%) – в 25-км зоне вокруг Кызылжара Карагандинской области. Шесть орлов также пересеклись лишь в одной ячейке (0,1%), территориально расположенной в Карагандинской области Казахстана, между с. Шербакновское и с. Есенгельды. Несмотря на



Степные орлы на летовке в Западном Казахстане.
Фото И. Карякина.

Steppe Eagles on the summering in Western Kazakhstan. Photo by I. Karyakin.



The grid mapping (fig. 47) clearly demonstrates the distribution of 2CY eagles tagged with trackers during the summer. In total eagles visited 692 cells, each cell was visited by 1–6 eagles, $1,28 \pm 0,63$ ind. on average. The number of eagle's locations per cell varies from 1 to 816, $20,86 \pm 68,35$ on average. Most of the cells (79.3%) were visited by only one eagle, 19.5% by 2–3 eagles, 0.72% (5 cells) – by 4 eagles (these cells are located in the Karaganda region of Kazakhstan from the left bank of river Nura in the north to the upper stream of the Kulanotpes River, north of the villages of Yntaly, Taidybulak, Intymak in the south). One cell of the map (0.1%) was crossed by the tracks of five eagles – that is a 25 km zone around Kyzylzhar of the Karaganda region, and another contains tracks of six eagles – it locates also in the Karaganda region between the villages of Shcherbakovskoe

Рис. 46. Треки 10 степных орлов из России и Казахстана в первое лето (вверху) и их индивидуальные участки (внизу). Нумерация орлов: 1 – Хакас, 2 – Син, 3 – Мин, 4 – Ураган, 5 – Кенжык, 6 – Аман, 7 – Айна, 8 – Сарыгуль, 9 – Ада, 10 – Ева.

Fig. 46. Tracks of ten 2CY Steppe Eagles from Russia and Kazakhstan in first summer (upper) and their summer home ranges (bottom). Numbers of eagles on map: 1 – Khakas, 2 – Sin, 3 – Min, 4 – Uragan, 5 – Kenzhyk, 6 – Aman, 7 – Ayna, 8 – Sarygul, 9 – Ada, 10 – Eva.

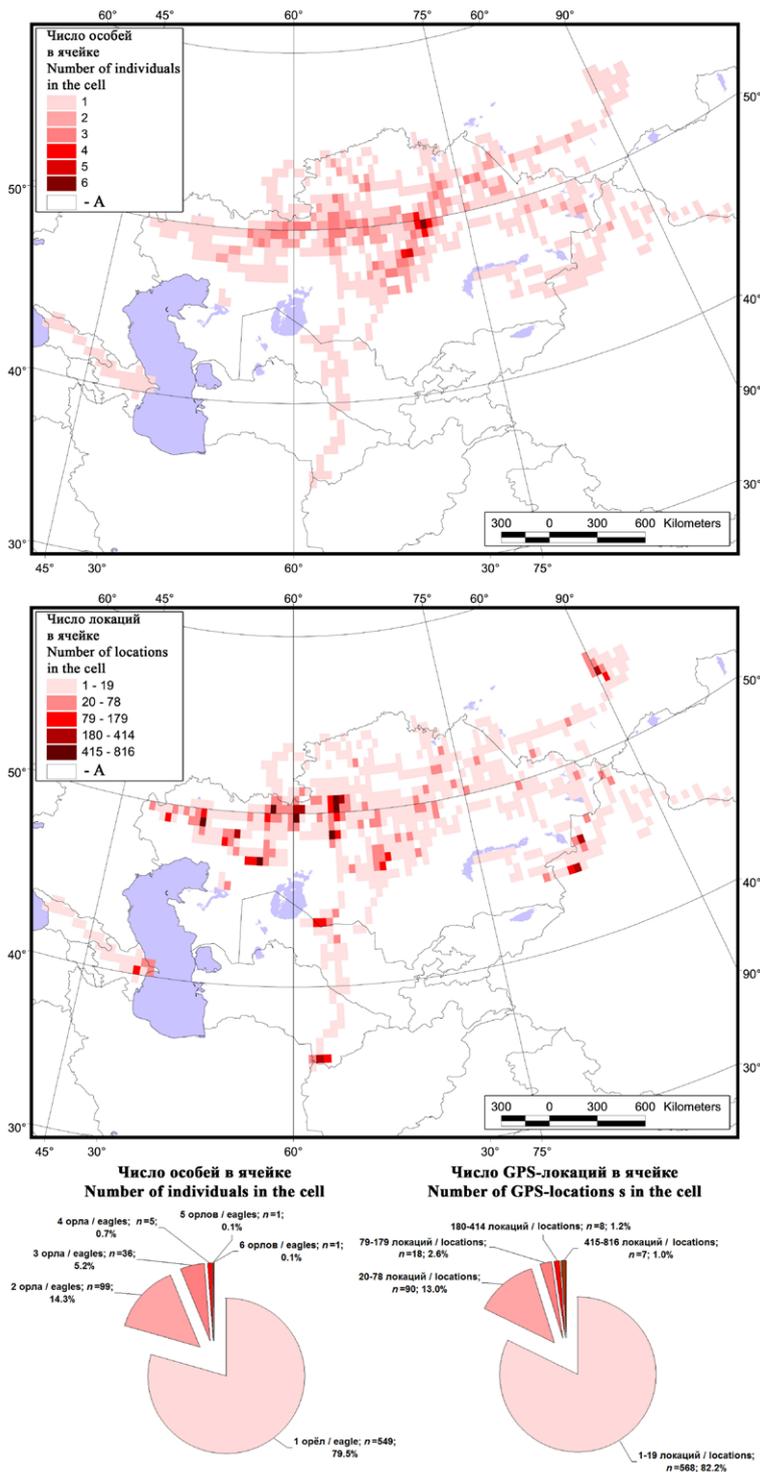


Рис. 47. Результаты сеточного картирования перемещений степных орлов в их первое лето: ячейки ранжированы по числу птиц (вверху) и по числу GPS-локаций, полученных от трекеров (в центре).

Fig. 47. A grid-mapping of the movements of 2CY Steppe Eagles in summer: cells are ranked by the number of different individual's tracks (upper) or by the number of GPS-locations (at the center) got into the cell.

and Esengeldy. Despite the fact that many tracks crossed in Central Kazakhstan, eagles actually spent most of the summer to the west (see the map in the center in fig. 47).

The number of locations per cell reflects the significance of the cell as a summering area. So, 568 cells (82.1%) got from 1 to 19 locations of eagles – they could be attributed to areas which eagles used for a single stop (overnight stops, for example) or just passed through. Ninety cells (13%) contain 20–78 locations per cell, which corresponds to a more prolonged stay. Thirty-three cells (4.8%) contain 79–816 locations and these areas correspond to the main summering zone of tagged eagles – in the most cases at least 50% of the entire summer array of locations of a particular individual are concentrated here (see fig. 48–55).

Most eagles in summer moved between low-disturbed pastures or natural biotopes such as steppes and semi-deserts with minimal pasture load, principally in the range of 5 species of ground squirrels – Aral Yellow Souslik (*Spermophilus fulvus*), Little Souslik (*S. pygmaeus*), Russet Souslik (*S. major*), Red-Cheeked Souslik (*S. erythrogegnys*) and Long-Tailed Souslik (*S. undulatus*).

Ada spent summer in the Caucasus mountains in Azerbaijan. She flew almost the entire Caucasus, from the Caspian Sea to the Black Sea and back, most of the time she spent in two core areas south of Maraza between the villages of Darakand and Arabgedim, and between Mushvigabad and Gobustan in the surroundings of Perekishkul (fig. 48).

Eva moved between the south-west of Central Kazakhstan and the Gobi Altai. However, 75% of her locations were in 3 core areas: in the steppe hummocks, 120 km north-east of Astana in the vicinity of the village of Chilinka (Kazakhstan), in cultivated area, 10 km north of the Gilevsky Reservoir of Altai Kray (Russia), and on the right bank of the river Burchun at heights of

то, что многие орлы пересекались именно в Центральном Казахстане, большую часть летнего времени они проводили западнее – см. карту в центре рисунка 47.

В 568 ячейках (82,1%) были сосредоточены от 1 до 19 локаций орлов. Т.е. по сути это разовые остановки (часто ночёвки) или просто пролёт через эти территории. На 90 ячеек (13%) приходится от 20 до 78 локаций, что соответствует более или менее продолжительному пребыванию птиц в этих ячейках. На 33 ячейки

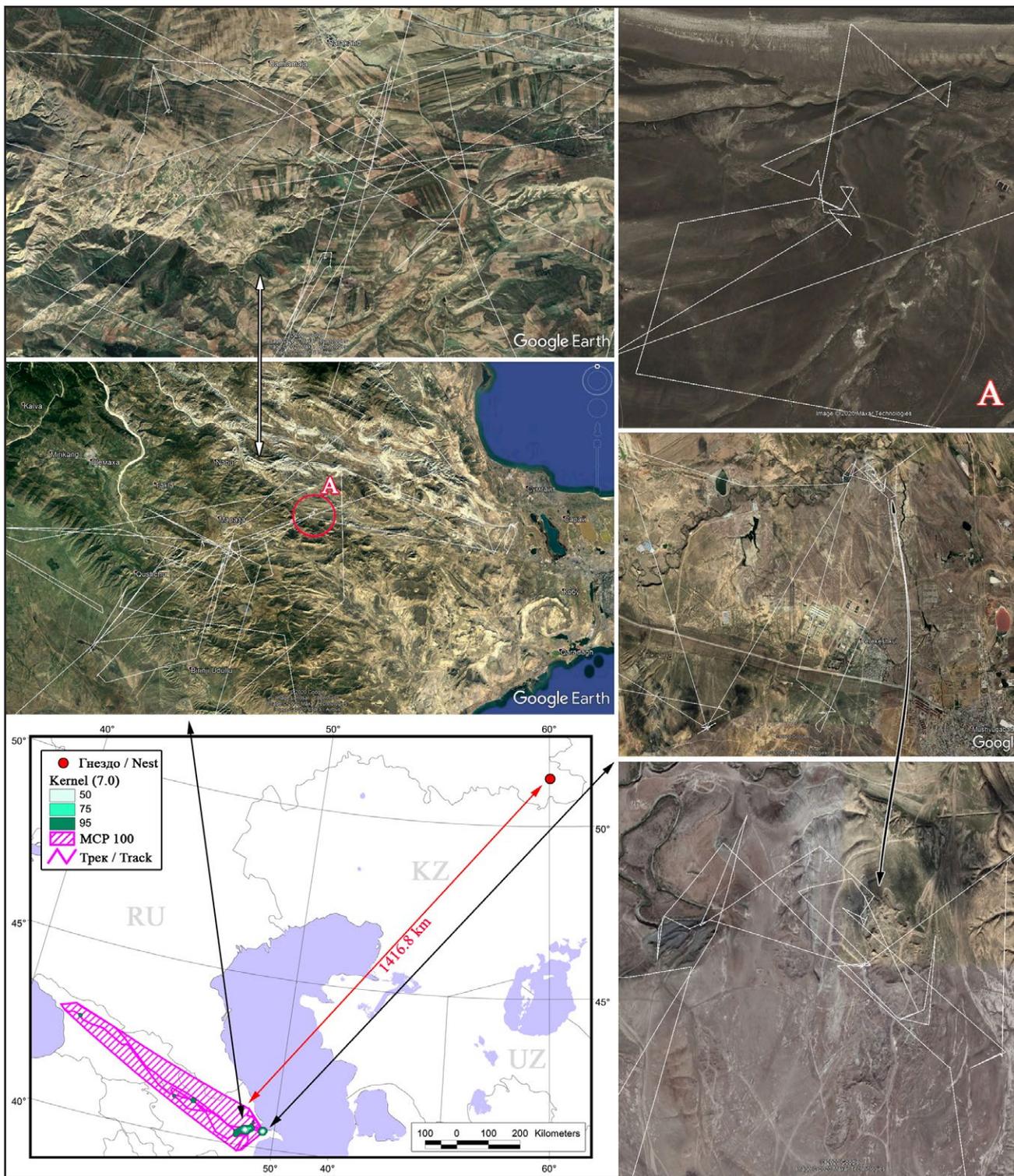


Рис. 48. Индивидуальный участок и места длительных остановок самки степного орла по имени Ада на летовке. Сокращения названий стран: RU – Россия, KZ – Казахстан, UZ – Узбекистан.

Fig. 48. Home range and stopovers of the female Steppe Eagle named Ada during summering. Legend: RU – Russia, KZ – Kazakhstan, UZ – Uzbekistan.

(4,8%) приходится от 79 до 816 локаций, что соответствует основной зоне летнего пребывания птиц, в которой, как правило, сосредоточено не менее 50% локаций от всего летнего массива локаций той или иной особи (см. рис. 48–55).

more than 2000 m in the surroundings of Jata mountain (China) (fig. 49).

Sarygul spent the whole summer in a small area moving along the hummock area of the center of Kazakhstan in the Karaganda region from the Aral part of the Karakum

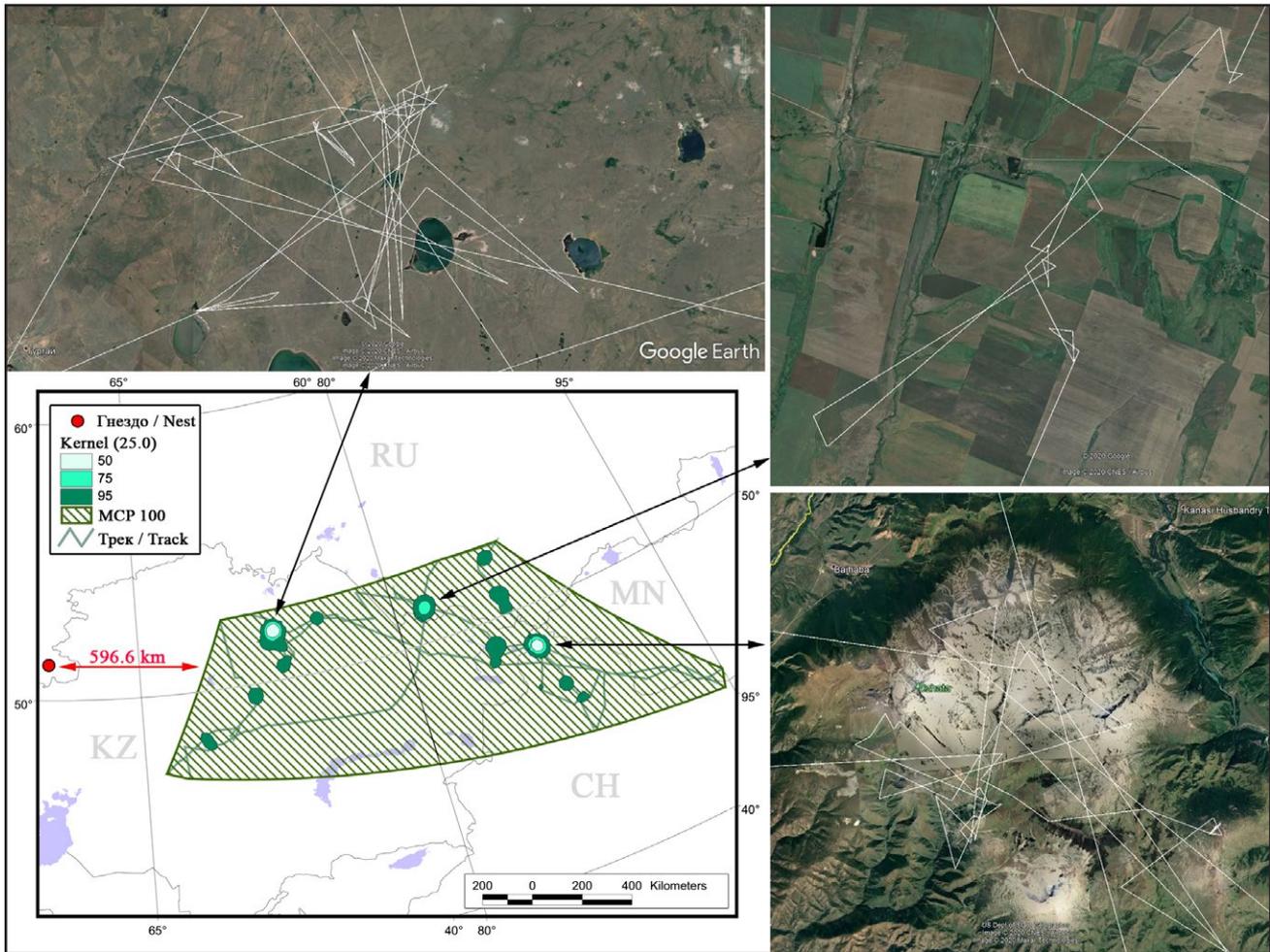


Рис. 49. Индивидуальный участок и места длительных остановок самки степного орла по имени Ева на летовке. Сокращения названий стран: RU – Россия, KZ – Казахстан, MN – Монголия, CH – Китай.

Fig. 49. Home range and stopovers of the female Steppe Eagle named Eva during summering. Legend: RU – Russia, KZ – Kazakhstan, MN – Mongolia, CH – China.

Большинство орлов летом кочевало по малонарушенным пастбищам или полностью естественным степям и полупустыням с минимальной пастбищной нагрузкой, преимущественно в ареале 5-ти видов сусликов – жёлтого (*Spermophilus fulvus*), малого (*S. pygmaeus*), большого (*S. major*), краснощёкого (*S. erythrogeus*) и длиннохвостого (*S. undulatus*).

Ада провела лето в горах Кавказа, в Азербайджане. Орлица пролетела практически весь Кавказ, от Каспийского моря до Чёрного и обратно, но основное время провела в двух «ядрах» к югу от Маразы, между пос. Дараканд и Арабгедим и между Мушвигабадом и Гобустаном в районе пос. Перекишкюль (рис. 48).

Ева перемещалась между юго-западом Центрального Казахстана и Гобийским Алтаем, при этом 75% её локаций лежало в 3-х «ядрах»: в степном мелкосопочнике в 120 км к северо-востоку от Астаны в районе д. Чилинка (Казахстан), в агроландшафтах в 10 км к северу от Гилёвского водохранилища Алтайского края (Россия) и в правобережье р. Бурчун на высотах более 2 тыс. м в массиве г. Джата (Китай) (рис. 49).

Desert in the south-west to the Astana-Karaganda highway in the north-east. Like in Eva's case, 75% of the Sarygul's locations were in three main clusters: in the semi-desert of the right bank of the river Sarysu between Kyzylorda and Zhezkazgan, in the steppes of the Uly-Zhilanshyk and



Степные орлы на летовке в Центральном Казахстане. Фото И. Карякна.

Steppe Eagles on the summering in Central Kazakhstan. Photo by I. Karyakin.

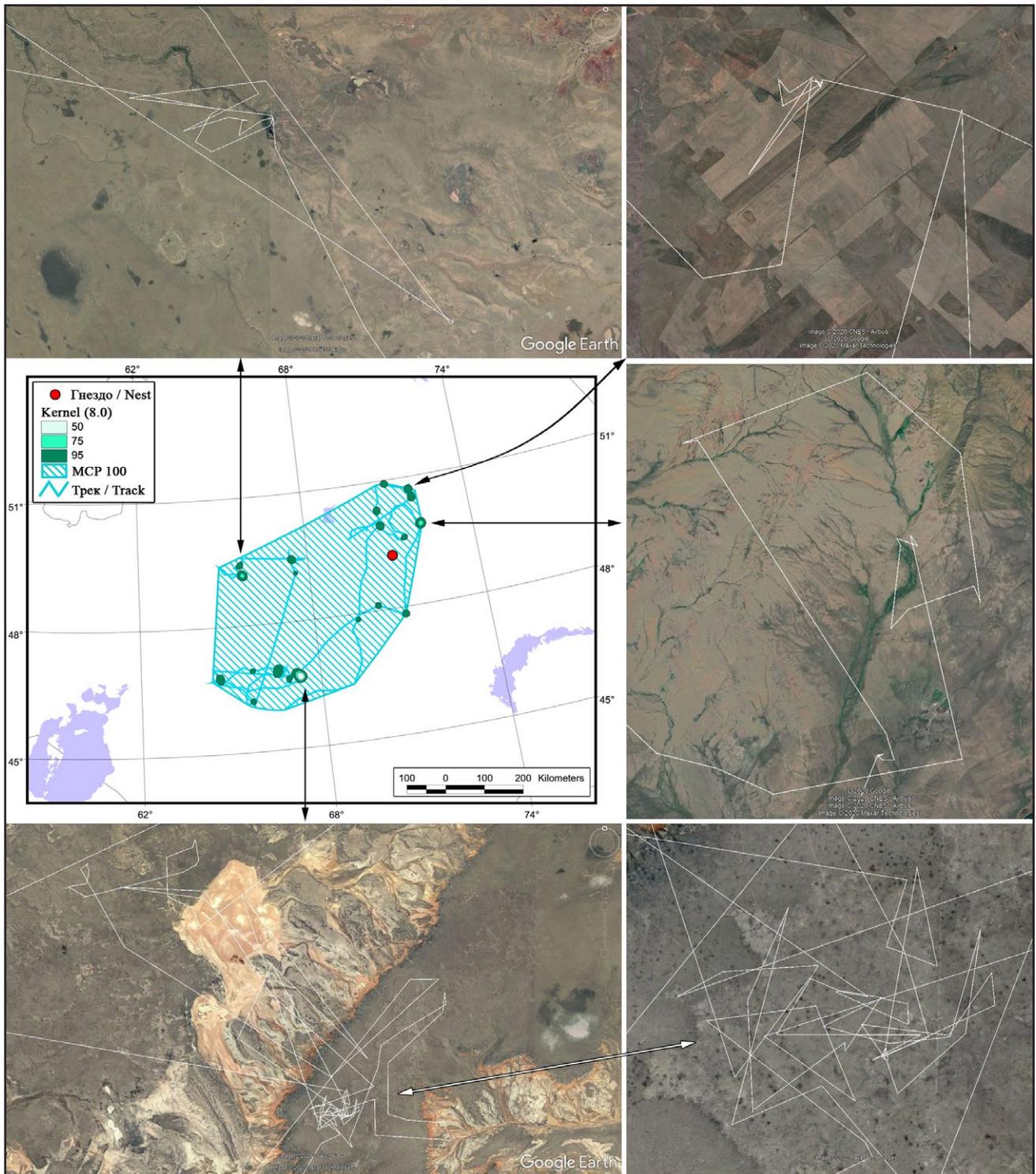


Рис. 50. Индивидуальный участок и места длительных остановок самки степного орла по имени Сарыгуль на летовке.

Fig. 50. Home range and stopovers of the female Steppe Eagle named Sarygul during summering.

Сарыгуль провела всё лето на небольшой территории, перемещаясь по мелкосопочникам центра Казахстана (на территории Карагандинской области), от Приаральских Каракумов на юго-западе до трассы Астана – Караганда на северо-востоке. Так же как у Евы, 75% локаций Сарыгуль оказались сосредоточенными в трёх кластерах: в по-

Kara-Turgay interfluves west of the Ulutau mountains (100 km south of the village of Amangeldy), and the hilly area north of the Yntymak Reservoir (30 km north-west of Shakhhtinsk) (fig. 50).

Kenzhyk. Despite the wide movements in the steppe zone of the whole north of Kazakhstan from the upper Khobda in the

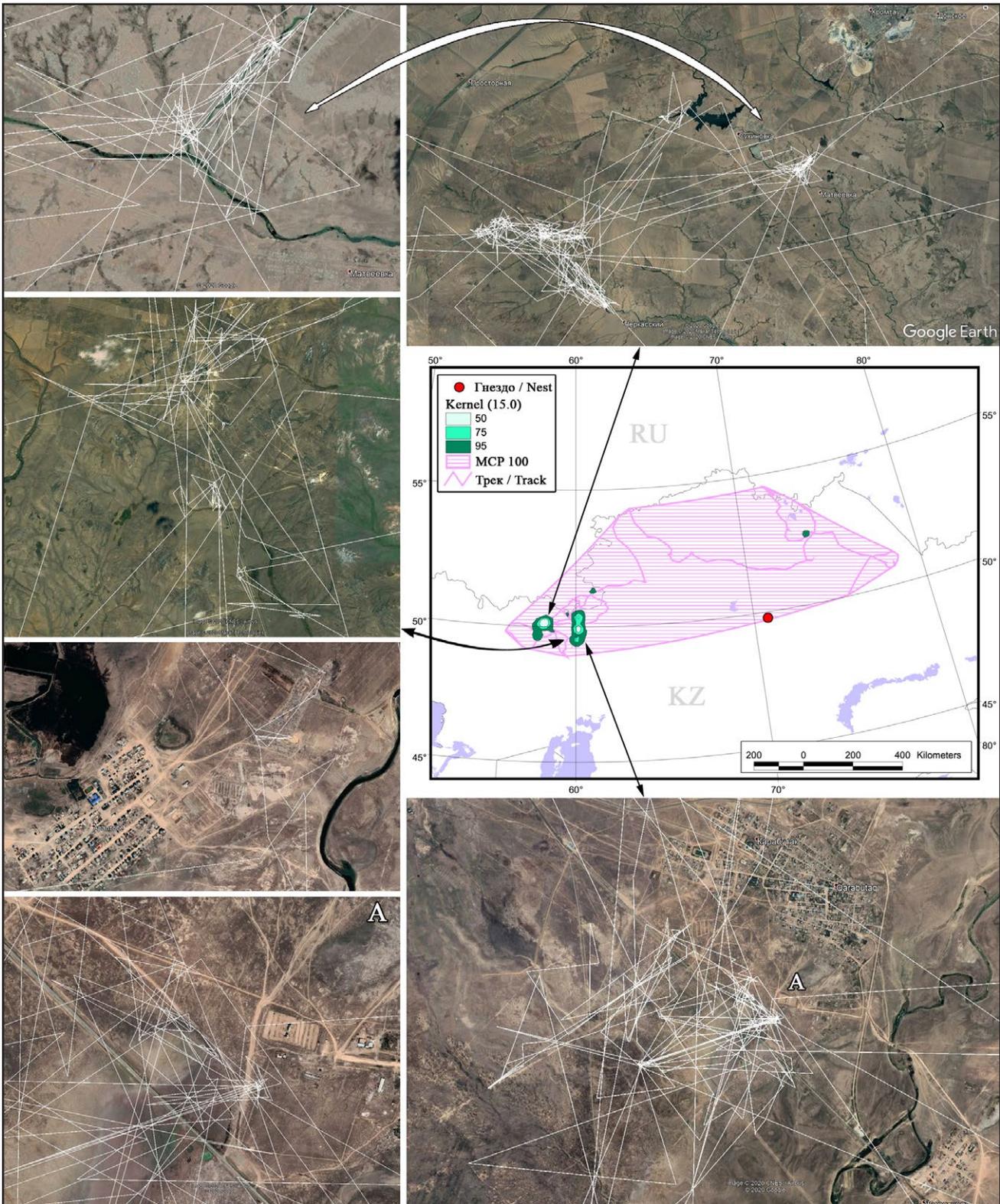


Рис. 51. Индивидуальный участок и места длительных остановок самца степного орла по имени Кенжык на летовке. Сокращения названий стран: RU – Россия, KZ – Казахстан.

Fig. 51. Home range and stopovers of the male Steppe Eagle named Kenzhyk during summering. Legend: RU – Russia, KZ – Kazakhstan.

лупустыне правобережья р. Сарысу, между Кызылордой и Жезказганом, в степях междуречья Улы-Жиланшык и Кара-Тургай западнее гор Улутай (в 100 км к югу от с. Амангельды) и в мелкосопочнике к северо-

Aktobe region in the west to the Semipalatinsk pine forests on the right bank of the Irtys River in the east, 90% of all locations of Kenzhyk were concentrated in 2 clusters: in the steppe hummocks in the interfluvium of

ру от Ынтымакского водохранилища (30 км к северо-западу от г. Шахтинск) (рис. 50).

У Кенжыка, несмотря на широкие перемещения по степной зоне всего севера Казахстана (от верховий Хобды в Актюбинской области на западе до Семипалатинских боров в правобережье Иртыша на востоке), 90% всех локаций было сосредоточено в 2-х кластерах: в степном мелкосопочнике в междуречье Илека и Ори (в основном между верховьями рек Бакай и Осылкара, в 10–20 км к юго-западу от г. Хромтау) и в верховьях Иргиза (преимущественно между Карабутаком и Талдысаем). Этот орёл держался большей частью в малонарушенных степях с умеренным выпасом, но не избегал и периферии населённых пунктов, а в Аралтобе в течение нескольких дней посещал свалку, что для летних перемещений степных орлов оказалось исключительным случаем (рис. 51).

Аман за лето пересёк половину Казахстана, от верховьев р. Ор в Актюбинской области до гор Ерейментау в Акмолинской области, пролетев через Кургальджино и степные мелкосопочники севера Карагандинской области. Но 75% локаций Амана было сосредоточено всего в двух «ядрах»: в южной части Костанайской области, в правобережье р. Тургай, посередине между пос. Тургай и с. Докучаевка; и на северо-востоке Актюбинской области, в степи левобережья Иргиза, на участке между пос. Кумкудук и Карабутак (рис. 52).

Айна перемещалась достаточно широко по степной зоне Казахстана, от долины р. Урал до центра Карагандинской области, проведя большую часть времени в двух кластерах: на западе от оз. Сарыкопа в Кустанайской области и в степи левобережья р. Урал между долиной реки и сорами, преимущественно между пос. Караултобе и Калмыково Западно-Казахстанской области (рис. 52).

Ураган, в отличие от многих других орлов, начал делать летние остановки в Кызылкумах, сначала на краю останцовых гор Букантау, затем – в песках на границе Узбекистана и Казахстана; далее он переместился в низовья Тургай, а к концу лета ушёл в Минусинскую котловину Республики Хакасия (Россия), по пути остановившись на сельхозугодиях Предалтайской равнины в Алтайском крае. В Хакасии его остановки были приурочены к окраинам посёлков Шира и Борец севернее Батенёвского кряжа, а также к пастбищам в северной части оз. Усколь южнее Батенёвского кряжа (рис. 53–54).



Степной орёл по имени Кенжык. Фото Н. Бхатта.

Steppe Eagle named Kenzhyk. Photo by N. Bhatt.

Ilek and Or rivers, 10–20 km south-west of the city of Khromtau, and the upper stream of Irgiz river (mainly between Karabutak and Taldysay). Kenzhyk kept mostly in low-disturbed steppes with moderate grazing and did not avoid the periphery of settlements. In Araltoobe, he was visiting a landfill for several days, which turned out to be an exceptional case for summer movements of Steppe Eagles (fig. 51).

Over the summer, Aman crossed half of Kazakhstan from the upper stream of the river Or in the Aktobe region to the Ereimентау mountains in the Akmola region, flying through Korgalzhyn Nature Reserve and the steppe hummocks of the north of the Karaganda region. However, 75% of Aman's locations were concentrated in only two core areas: in the southern part of the Kostanay region on the right bank of the river of Turgay between the village of Turgay and Dokuchaevka, and in the north-east of the Aktobe region in the steppe of the left bank of river Irgiz in the area between the village of Kumkuduk and Karabutak (fig. 52).

Ayna moved quite widely along the steppe zone of Kazakhstan from the valley of the Ural River to the center of the Karaganda region, having spent most of the time in two clusters: in the west of Sarykop lake in the Kostanay region and in the steppe of the left bank of the Ural River between the river valley and salt flats, mainly between the village of Karaultobe and Kalmykovo of the West Kazakhstan region (fig. 52).

Unlike many other eagles, Uragan made summer stops in Kyzylkumy, first on the edge of the Bukantau mountain ridge, then in the sands on the border of Uzbekistan

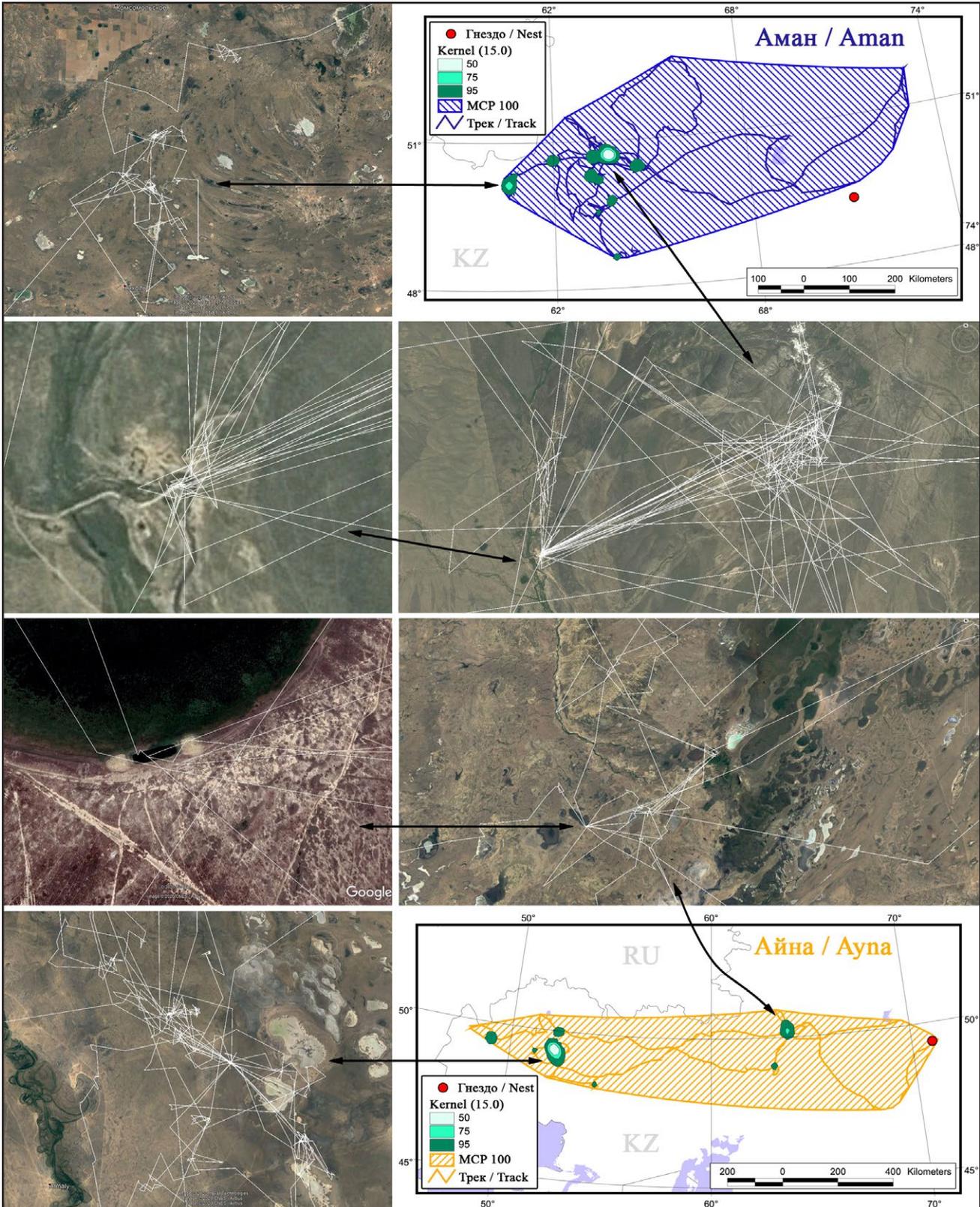


Рис. 52. Индивидуальные участки и места длительных остановок степных орлов (Аман и Айна) на летовках. Сокращения названий стран: RU – Россия, KZ – Казахстан.

Fig. 52. Home ranges and stopovers of the Steppe Eagles named Aman and Ayna during summering. Legend: RU – Russia, KZ – Kazakhstan.

Хакас начал свои летние перемещения с остановки в Китайском Тянь-Шане у подножия горы Кокиркин Шань (высота горы 3698 м), с конца мая по середину июня он

and Kazakhstan. Then he moved to the lower stream of Turgay, and by the end of summer, he went to the Minusinsk Hollow of the Republic of Khakassia (Russia), on the

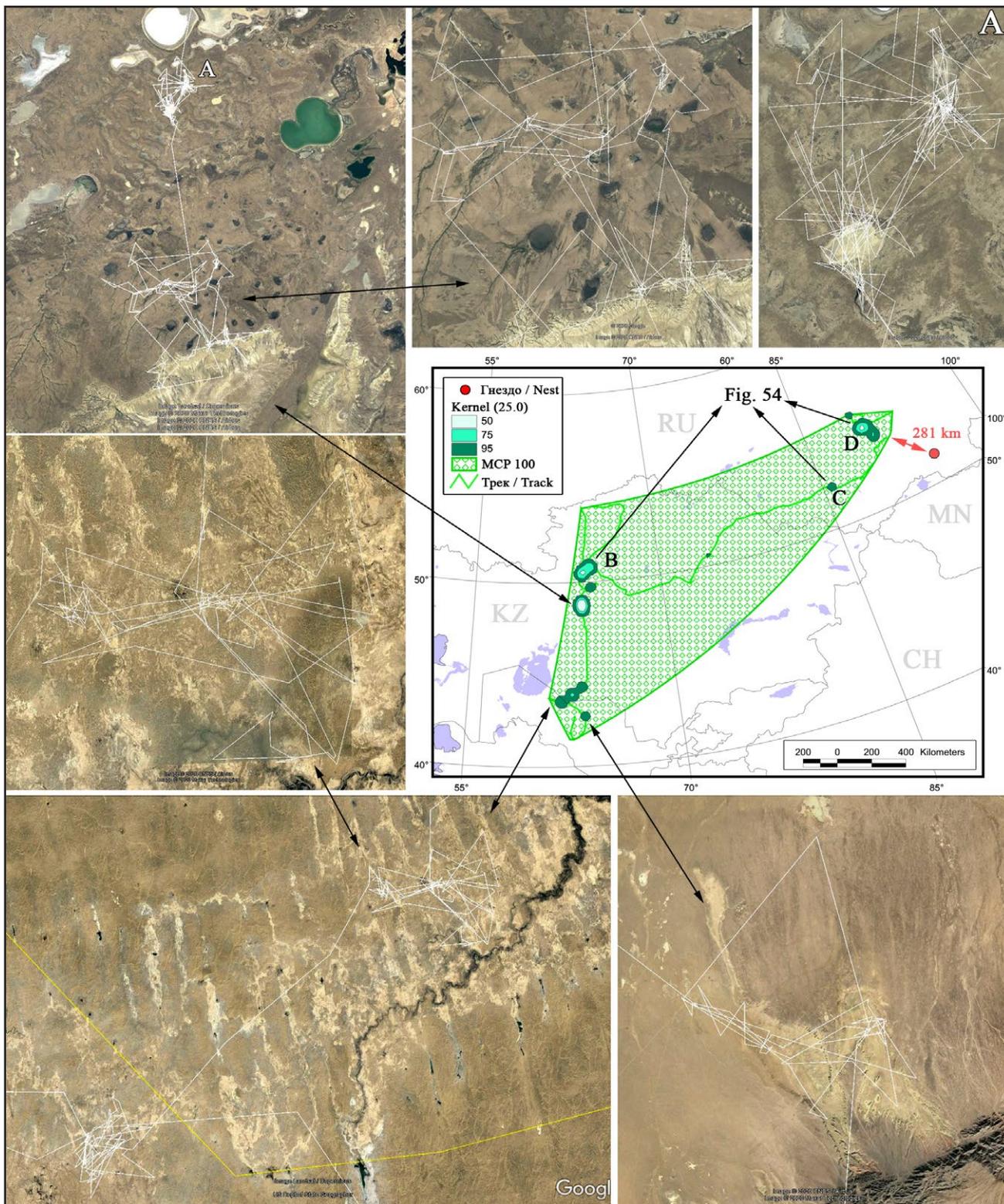


Рис. 53. Индивидуальный участок и места длительных остановок самца степного орла по имени Ураган на летовке. Сокращения названий стран: RU – Россия, KZ – Казахстан, MN – Монголия, CH – Китай.

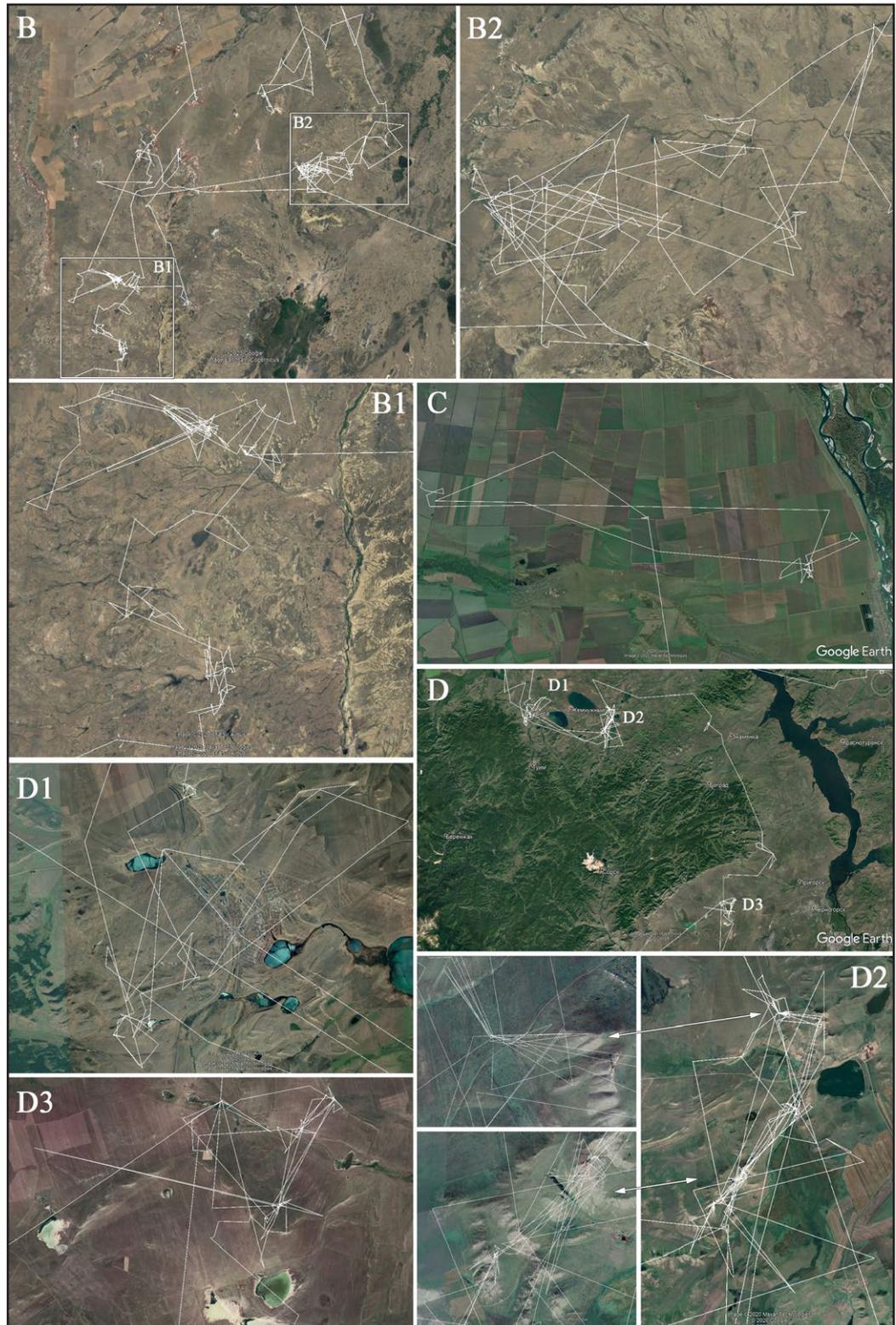
Fig. 53. Home range and stopovers of the male Steppe Eagle named Uragan during summering. Legend: RU – Russia, KZ – Kazakhstan, MN – Mongolia, CH – China.

посетил Прибалхашье и оз. Зайсан в Восточном Казахстане, Карасукские озёра в Новосибирской области (Россия); середину лета провёл на западе Карагандинской области Казахстана, в степных мелкосо-

way stopping at the farmlands of the Priobskoye Plateau in the Altai Krai. In Khakassia, his stops were limited to the edges of the villages of Shira and Borets north of the Batenevsky Range, as well as pastures in

Рис. 54. Места длительных остановок Урагана на летовке.

Fig. 54. Uragan's stopovers in summer.



почниках к югу и юго-западу от Жезказгана и в мелкосопочниках между Улутау и Аркалыкком; в конце июля отправился снова в северо-восточный Китай, где и провёл остаток лета в горах Карамай, в 10 км к востоку от пос. Сази. Несмотря на столь широкие перемещения, 75% локаций Хакаса были сосредоточены в Китае в удалении друг от друга на 170 км (рис. 55).

the northern part of Lake Uskol south of the Batenevsky Ridge (fig. 53–54).

Khakas began his summer movements from a stop in the Chinese Tien Shan at the foot of Kokirkin Shan Mountain (mountain height 3,698 m). From the end of May to mid-June, he visited lakes Balkhash and Zaysan in East Kazakhstan, and Karasuk Lakes in the Novosibirsk Region (Russia). He

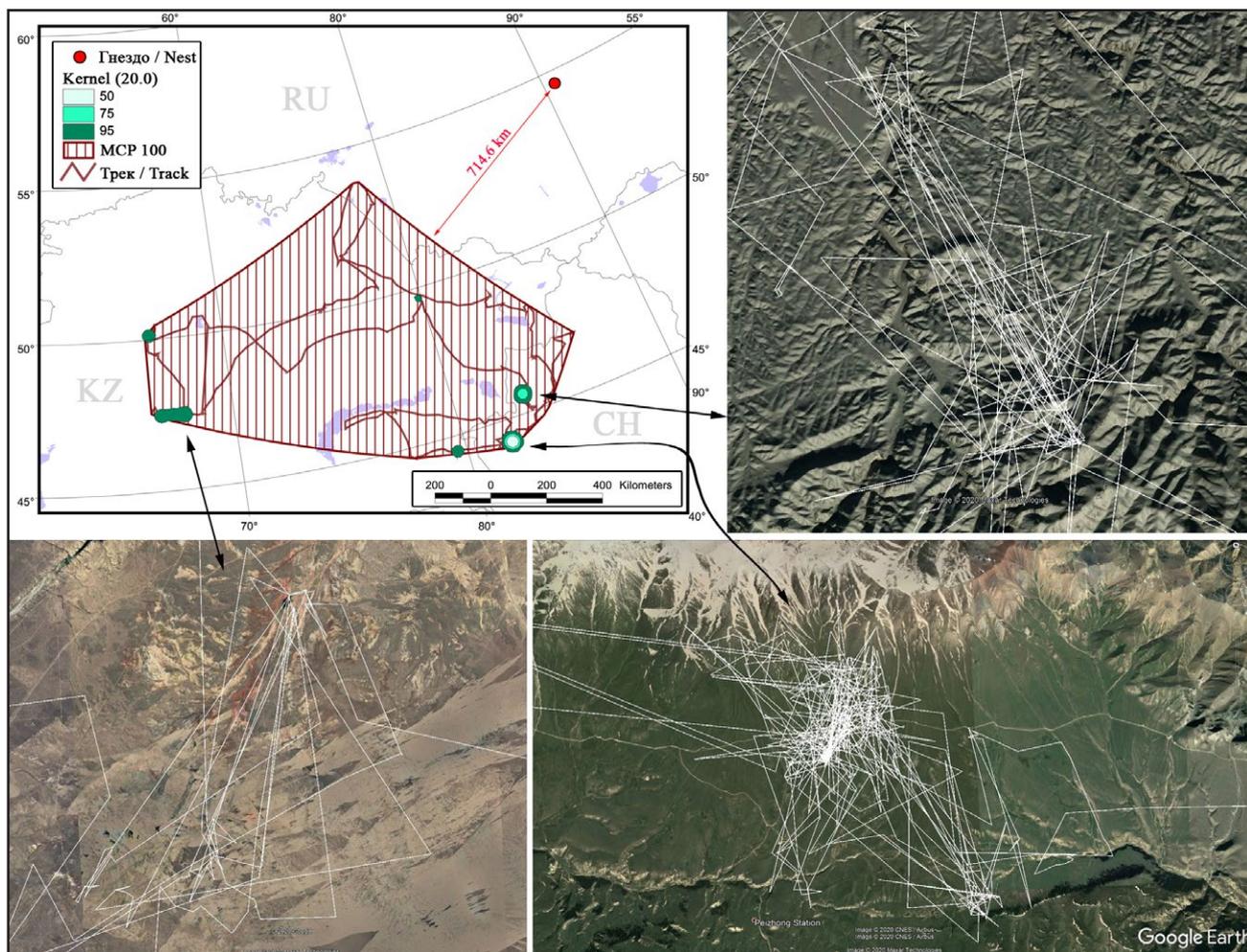


Рис. 55. Индивидуальный участок и места длительных остановок самца степного орла по имени Хакас на летовке. Сокращения названий стран: RU – Россия, KZ – Казахстан, CH – Китай.

Fig. 55. Home range and stopovers of the male Steppe Eagle named Khakas during summering. Legend: RU – Russia, KZ – Kazakhstan, CH – China.

Мин практически всё лето провёл в Западном Казахстане, преимущественно в Актюбинской области, в двух кластерах: в полупустыне между долиной р. Эмба и плато Шагырай и на границе Актюбинской и Атырауской областей, в междуречье рек Уила и Эмбы (в низовьях р. Сагыз). В конце июля – начале августа орёл перемещался вдоль р. Ор в пределах Актюбинской области и ненадолго посещал Башкирию и Челябинскую область (Россия), долетев на север до г. Магнитогорск и пос. Фершампенуаз в Челябинской области (рис. 56).

Син большую часть лета провёл в Туркмении, в окрестностях Бадхызского заповедника (см. рис. 34), но к концу лета переместился на юг Карагандинской области Казахстана, где держался непродолжительное время до начала миграции в степном мелкосопочнике в верховьях Сарысу, к западу от Кызылжара (рис. 56).

Летовка степных орлов начиналась в период с 8 марта по 1 мая (в среднем 11 апреля ± 16 дней). Разница в сроках начала летовки составила 55 дней, что фактически в два раза меньше, чем разница в сроках начала зимовки орлов, что связано

spent mid-summer in the west of the Karaganda region of Kazakhstan in the steppe hummocks south and south-west of Zhezkazgan and in the hummocks between Ulu-tau and Arkalyk. At the end of July, he flew again to northeastern China, where he spent the rest of summer in the Karamay Mountains 10 km east from the village Sazi. Despite such widespread movements, 75% of Khakas locations were concentrated in China at a distance of 170 km from each other (fig. 55).

Min spent almost all the summer in Western Kazakhstan, mainly in the Aktobe region in two clusters: in the semi-desert between the valley of the Emba River and the Shagyray Plateau, and on the border of the Aktobe and Atyrau regions in the interfluvium of Uila and Emba (in the lower reaches of the Sagyz River). In late July – early August, Min moved along the Or River within the Aktobe region and stayed for a while in Bashkiria and Chelyabinsk region (Russia), flying north to the city of Magnitogorsk and the village of Fershampenuaz in the Chelyabinsk region (fig. 56).

Sin spent most of the summer in Turkmenistan in the vicinity of the Badhyz Na-

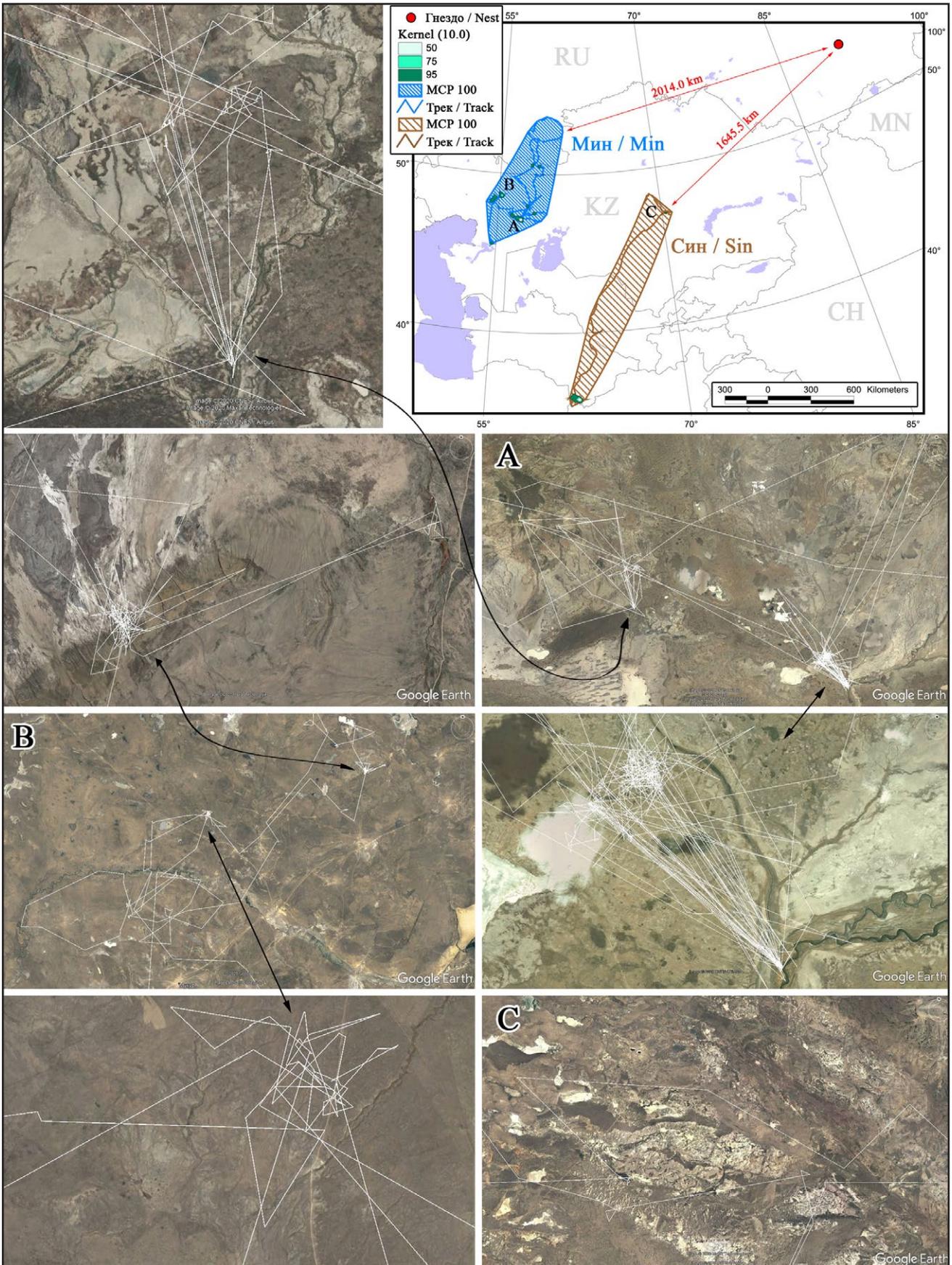


Рис. 56. Индивидуальные участки и места длительных остановок степных орлов (Мин и Син) на летовках. Сокращения названий стран: RU – Россия, KZ – Казахстан, MN – Монголия, CH – Китай.

Fig. 56. Home ranges and stopovers of the Steppe Eagles named Min and Sin during summering. Legend: RU – Russia, KZ – Kazakhstan, MN – Mongolia, CH – China.

Табл. 14. Пространственные характеристики первой летовки молодых степных орлов. Принятые сокращения: *f* – самка, *m* – самец.Table 14. Spatial characteristics of summering of 2CY Steppe Eagles. Legend: *f* – female, *m* – male.

Имя Name	Пол Sex	Число локаций Number of locations	Даты 1-й летовки Dates of the 1 st summering	Продолжительность летовки, дни Duration of summering, days	MCP 100%, km ²	Kernel R, km	Kernel, km ²			Число кластеров высокой плотности локаций Numbers of clusters with high locations density	Дистанция между кластерами высокой плотности локаций, км (число кластеров, M±SD (min – max) [*]) Distance between clusters with high location density, km (number of clusters, M±SD (min – max) [*])	Длина трека, км Track length, km	Длина трека, км/100 лок. Normalized track length, km/100 loc
							95%	75%	50%				
Ураган Uragan	m	2647	12/04 – 08/10	180	1743171.4	25	61221.2	15151.3	3766.6	9	372.15±300.3 (100.7–830.9)	9355.8	353.5
Мин Min	m	1792	01/05 – 29/08	121	266968.6	10	7043.7	1093.8	386.4	9	138.55±102.9 (48.2–302.3)	5624.5	313.9
Син Sin	m	759	08/03 – 08/08	154	318100.5	10	3850.8	1041.5	517.9	2	1424.7	4292.2	565.5
Хакас Khakas	m	1837	06/04 – 17/08	134	976897.7	20	18550.3	3711.5	1406.5	6	432.8±331.47 (178.2–978.3)	10511.3	572.2
Аман Aman	m	1836	04/04 – 07/09	187	263621.1	10	6839.7	1091.5	435.2	8	78.5±25.7 (94.1–109.1)	6807.5	370.8
Кенжык Kenzhyk	m	2024	30/04 – 05/09	129	637276.9	15	14981.6	4919.9	1432.8	5	311.8±386.7 (71.9–889.7)	7940.2	392.3
Ева Eva	f	544	16/04 – 09/09	177	1338704.2	25	62408.9	10753.8	4027.9	13	202.1±95.84 (92.9–437.9)	11367.7	2089.7
Ада Ada ^a	f	314	28/05 – 09/08	>74	65198.3	7	2827.8	849.7	376.4	5	174.58±158.2 (55.2–393.4)	3077.6	980.1
Айна Ayna	f	2157	14/04 – 04/09	144	460536.0	15	12474.6	2590.6	1065.7	7	215.6±222.2 (64.7–655.9)	7553.6	350.2
Сарыгуль Sarygul	f	537	05/04 – 07/09	156	216797.6	8	7596.4	766.4	253.6	18	112.5±65.23 (27.0–243.7)	4581.8	853.2
Самки / Females (n=3)			12/04±6 – 07/09±3	159.0±16.7	672012.6±590093.5		27493.3±30336.0	4703.6±5318.4	1782.4±1986.6	12.7±5.5 (7–18)	151.2±124.4 (27–656)	7834.4±3401.7	1097.7±895.15
Самцы / Males (n=6)			10/04±20 – 02/09±21	150.8±27.6	701006.0±581824.2		18747.9±21535.7	4501.5±5466.8	1324.2±1288.7	6.5±2.7 (2–9)	286.9±332.5 (39–1425)	7421.9±2321.9	428.0±112.1
СРЕДНЕЕ / AVERAGE (n=9)			11/04±16 – 03/09±17	153.6±23.7	691341.6±546660.2		21663.0±23217.5	4568.9±5075.5	1477.0±1441.2	8.6±4.7 (2–18)	217.1±255.6 (27–1425)	7559.4±2511.0	651.3±565.9

Примечания / Notes:

* – для Kernel 95% / for Kernel 95%;

^a – незаконченная летовка не учитывается в расчёте средних показателей / Ada did not survive the summering, thus excluded when calculating the average values.

с более дружной и менее продолжительной весенней миграцией.

Продолжительность летних перемещений степных орлов изменялась от 129 (Кенжык) до 180 (Мин) дней, составив в среднем ($n=9$) $153,6\pm 23,7$ дня (табл. 14). Значимой разницы между орлами разного пола как в сроках начала и завершения летних перемещений, так и в их продолжительности не выявлено (рис. 57).

ture Reserve (see fig. 34). However, by the end of the summer he moved to the south of the Karaganda region of Kazakhstan, where he stayed for a while in the steppe hummocks in the upper stream of the Sarysu river west of Kyzylzhar until the onset of migration (fig. 56).

Summering of the Steppe Eagles began in the period from March 8th to May 1st (April 11 ± 16 days on average). The difference in

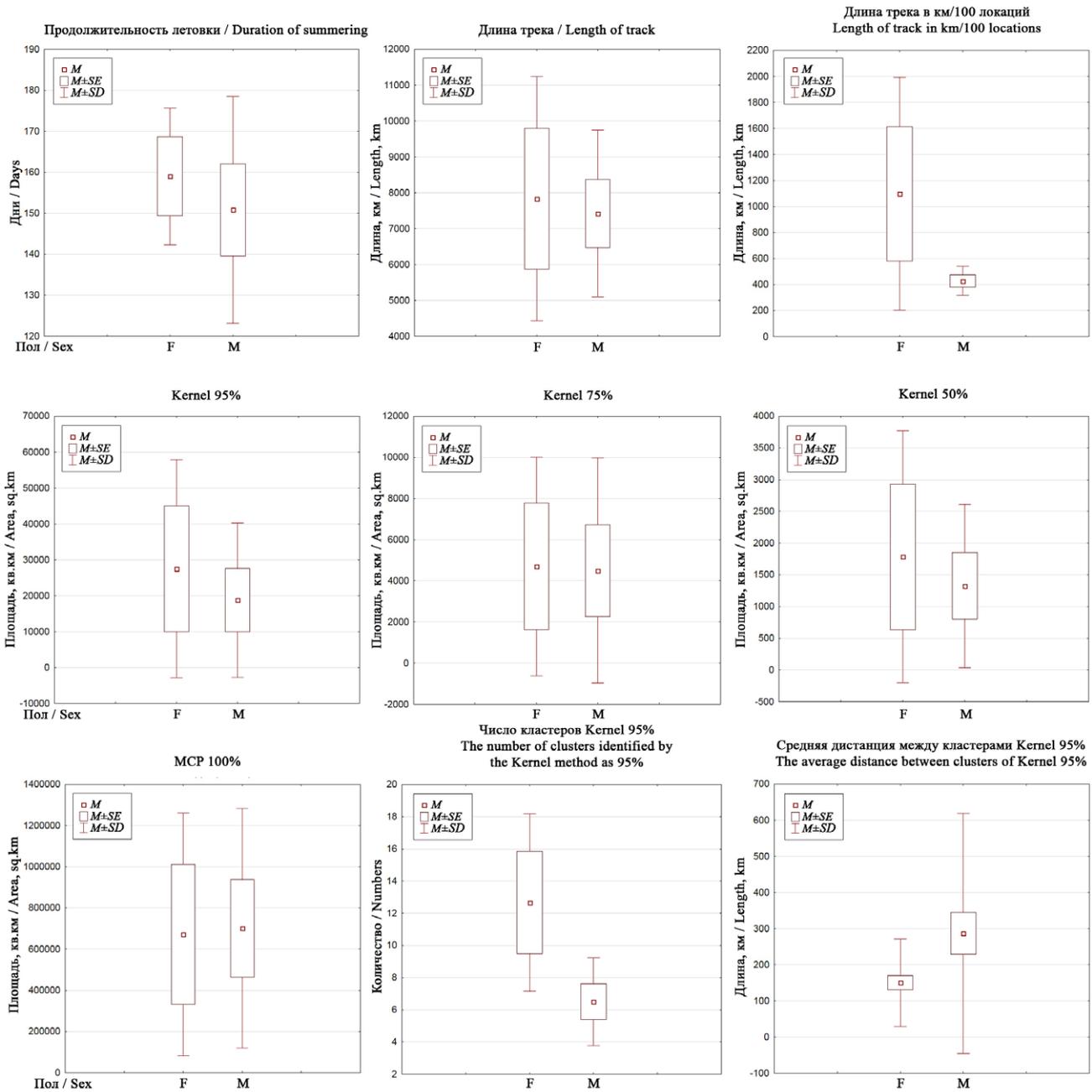


Рис. 57. Диаграммы размаха пространственных характеристик перемещений степных орлов в период первой летовки.

Fig. 57. Box-and-whiskers plots of spatial characteristics of 2CY Steppe Eagles during summering.

Как и в случае с началом осенней миграции, сроки завершения летних перемещений определялись регионом и кормовой базой. В частности, Син, долетевший в ходе летних перемещений только до южной части Центрального Казахстана, отправился на зимовку раньше других орлов – 8 августа. Ураган, улетевший к 20-м числам августа в Хакасию, завершил свои летние странствия позже всех – 8 октября, как раз в сроки интенсивного отлёта степных орлов из Хакасии. Остальные птицы, кочевавшие по степной зоне Казахстана (отчасти – крайнего северо-востока Китая), в том числе и те, которые имели Алтае-Саянское происхождение, закончили летовку и пошли в

the dates of the beginning of summering among eagles was 55 days, which is actually two times less than the difference in the dates of the beginning of wintering of the same eagles. This is related to more synchronous and shorter spring migration.

The duration of the summer movements of the Steppe Eagles varied from 129 (Kenzhyk) to 180 (Min) days, ($n=9$) 153.6 ± 23.7 days on average (table 14). No significant difference between eagles of different sexes was found both in the dates of the beginning and the ending of summer movements, and in their duration (fig. 57).

The area of individual summer territories of eagles, calculated as MCP 100%, varied from 216.8 thousand (Sary-

миграцию в нормальные для степных орлов сроки начала осенней миграции на этих территориях (в конце августа – начале сентября).

Площадь индивидуальных летних территорий орлов, рассчитанная как МСР 100%, варьировала от 216,8 тыс. (Сарыгуль) до 1,7 млн. км² (Ураган), составив в среднем ($n=9$) 691342 ± 546660 км² (табл. 14). Максимальная плотность 95% локаций (Kernel 95%) в летний период была сосредоточена на площади от 3,9 тыс. (Син) до 62,4 тыс. км² (Ева), составив в среднем ($n=9$) 21663 ± 23218 км² (табл. 14). Как и в случае с зимними перемещениями, надёжной разницы в площади индивидуальных участков у птиц разного пола не отмечено. Как самки, так и самцы проявили склонность перемещаться на большие расстояния в течение лета. Тем не менее, склонность самок осваивать большие по площади территории, в отличие от самцов, прослеживается даже на нашей незначительной выборке с очень большим разбросом показателей (рис. 57).

Передвигаясь летом по значительным по площади пространствам, самки делали от 7 до 18 длительных остановок (в среднем $12,7 \pm 5,15$, $n=3$), в то время как у самцов наблюдалась тенденция к меньшему количеству территорий, на которых они держались продолжительное время в течение лета (2–9, в среднем $6,5 \pm 2,7$, $n=6$) (табл. 14, рис. 57).

Протяжённость летних перемещений степных орлов, нормализованная по числу локаций, варьировала от 313,9 до 2089,7 км/100 локаций, составив в среднем ($n=9$) $651,3 \pm 565,9$ км/100 локаций. Самки показали в два раза большую протяжённость маршрутов (350,2–2089,7, в среднем $1097,7 \pm 895,2$ км/100 локаций, $n=3$), чем самцы (313,9–572,2, в среднем $428,0 \pm 112,1$ км/100 локаций, $n=6$) (табл. 14, рис. 57), но разница ненадёжна ($T=0$, $Z=1,6$, $p=1,1$).

После первой весенней миграции ни одна из птиц не сделала остановки в natalной области. Не выявлено связи между местом появления на свет и летними перемещениями молодых орлов, несмотря на имеющееся перекрытие ряда индивидуальных летних территорий исследуемых птиц, рассчитанных как МСР 100%, с гнездовыми территориями их родителей. Только для трёх центральноказахстанских птиц (Кенжык, Айна и Сарыгуль, см. рис. 50–52) имеется перекрытие индивидуальных территорий с родительскими

gul) to 1.7 million km² (Uragan), ($n=9$) 691342 ± 546660 km² on average (table 14). The maximum density of 95% of the locations (Kernel 95%) in the summer period was concentrated on the area from 3.9 thousand (Sin) to 62.4 thousand km² (Eva), ($n=9$) 21663 ± 23218 km² on average (table 14). No significant difference in the area of individual territories in birds of different sexes was found.

Moving in summer over large areas, females made 7–18 long stops in total (12.7 ± 5.15 on average, $n=3$), while males made only 2–9 stops (6.5 ± 2.7 on average, $n=6$) and tended to have fewer territories in which they stayed for a long time (table 14, fig. 57).

The length of summer movements normalized by the number of locations vary from 313.9 to 2089.7 km/100 locations, mean 651.3 ± 565.9 km/100 locations ($n=9$). No significant differences were found between sexes, however females' mean values (*lim* 350.2–2089.7, mean 1097.7 ± 895.2 km/100 locations, $n=3$) were two times higher than males' (*lim* 313.9–572.2, mean 428.0 ± 112.1 km/100 locations, $n=6$) (table 14, fig. 57).

After the first spring migration, none of the 2CY eagles made a stop and stay in the natal area. No connection was found between the natal region and the summer movements of 2CY eagles, despite the overlap of a number of individual summer territories of 2CY eagles, calculated as МСР 100%, with the breeding territories of their parents. Only for three central Kazakhstan



Степной орёл по имени Мин. Фото Н. Бхатта.
Steppe Eagle named Min. Photo by N. Bhatt.

Табл. 15. Дистанции от родительских гнёзд до индивидуальных территорий молодых степных орлов в летний период. Сокращения: ОО – Оренбургская область России, КО – Карагандинская область Казахстана, АСР – Алтай-Саянский регион России, f – самка, m – самец.

Table 15. Distances from the natal nests to the summer home ranges of the 2CY Steppe Eagles. Legend: OO – Orenburg region of Russia, KO – Karaganda region of Kazakhstan, ASR – Altai-Sayan region of Russia, f – female, m – male.

Имя Name	Пол Sex	Дистанция до гнезда, в котором птица появилась на свет, км Distance to the natal nest, km			
		от края МСР from the edge of the MCP	от центроида from the cen- troid of MCP	от центра ближайшего ядра (Kernel 95%) from the center of the nearest core (Kernel 95%)	от центра ближайшего ядра (Kernel 50%) from the center of the nearest core (Kernel 50%)
Ураган / Uragan	m	281.5	1314.5	403.7	444.7
Мин / Min	m	2014.0	2379.4	2250.3	2524.0
Син / Sin	m	1645.5	2315.7	1674.0	3045.2
Хакас / Khakas	m	714.6	1172.1	915.5	1301.8
Аман / Aman	m	29.7	332.6	482	548
Кенжык / Kenzhyk	m	-6.3	321.8	376.6	766.6
Ева / Eva	f	596.6	1524.5	706.3	913.0
Ада / Ada	f	1416.8	1565.6	1445.8	1445.8
Айна / Ayna	f	-15.5	835.6	526.3	1370.5
Сарыгуль / Sarygul	f	-61.6	217.7	57	393.8
Самки / Females (n=3)		484.1±690.4	1035.9±640.0	683.9±577.0	1030.8±485.6
Самцы / Males (n=6)		779.8±860.9	1306.0±906.2	1017.0±779.2	1438.4±1096.4
ОО (n=2)		1006.7±580.0	1545.1±29.1	1076.1±522.9	1179.4±376.8
КО (n=4)		-13.4±37.6	426.9±277.3	360.5±211.8	769.7±428.7
АСР (n=4)		1163.9±803.1	1795.4±640.7	1310.9±815.2	1828.9±1177.1
СРЕДНЕЕ / AVERAGE (n=10)		661.5±770.7	1197.9± 782.4	883.8±691.3	1275.3±889.2

гнездами – т.е. гнёзда попадают внутрь территорий, рассчитанных как МСР 100% (диапазон дистанций от гнёзд до края МСР варьировал от 6 до 62 км). Но основная зона перемещений, рассчитанная как Kernel 50%, лежит далее 300 км от родительских гнёзд (394 км у Сарыгуль и 1370 км у Айна). В этот же диапазон вписываются и показатели Амана, натальное гнездо которого находится в 30 км от края его индивидуальной территории, но сам Аман перемещался в основном далее чем в 500 км от родительского гнездового участка. Для остальных орлов, происходящих из Оренбургской области и Алтай-Саянского региона, дистанции от родительского гнезда до края зоны летних перемещений (МСР 100%) варьировали от 281 (Ураган) до 2014 км (Мин), составив в среднем $1111,5 \pm 678,9$ км, а до зоны основных летних перемещений (Kernel 50%) варьировали от 445 (Ураган) до 3045 км (Син), составив в среднем $1612,4 \pm 986,0$ км (табл. 15). Разница между дистанциями от родительских гнёзд до края индивидуальных участков, рассчитанных как МСР 100%, у казахстанских степных орлов и орлов, гнездящихся севернее, недостаточно надёжна из-за малой выборки ($T=0$, $Z=1,83$, $p=0,07$), тем не менее, она очевидна (рис. 58).

birds (Kenzhyk, Ayna and Sarygul, see fig. 50–52) the natal nests fell into the range of individual summer territories of 2CY eagles calculated as MCP 100% (distance from the nests to the edge of MCP 100% varied from 6 to 62 km). However, the main range of summer movements calculated as Kernel 50% lies further than 300 km from the natal nests (394 km for Sarygul, and 1370 km in Ayna). In the case of Aman, his natal nest is located 30 km from the edge of his individual summer territory but Aman himself moved mainly further than 500 km from his parents' breeding territory, thus it fits the same pattern as in Ayna and Sarygul. For the remaining eagles from the Orenburg and the Altai-Sayan regions, the distances from the natal nest to the edge of the individual summer territories (MCP 100%) varied from 281 km (Uragan) to 2,014 km (Min), $1,111.5 \pm 678.9$ km on average, and to the zone of the main summer movements (Kernel 50%), varied from 445 (Uragan) to 3,045 km (Sin), $1,612.4 \pm 986.0$ km on average (table 15). The difference in the distances from the natal nests to the edge of the individual summer territories calculated as MCP 100% in Eagles originated from different populations (Kazakhstan, Orenburg and ASR) is not significant probably due to the small sample set (fig. 58).

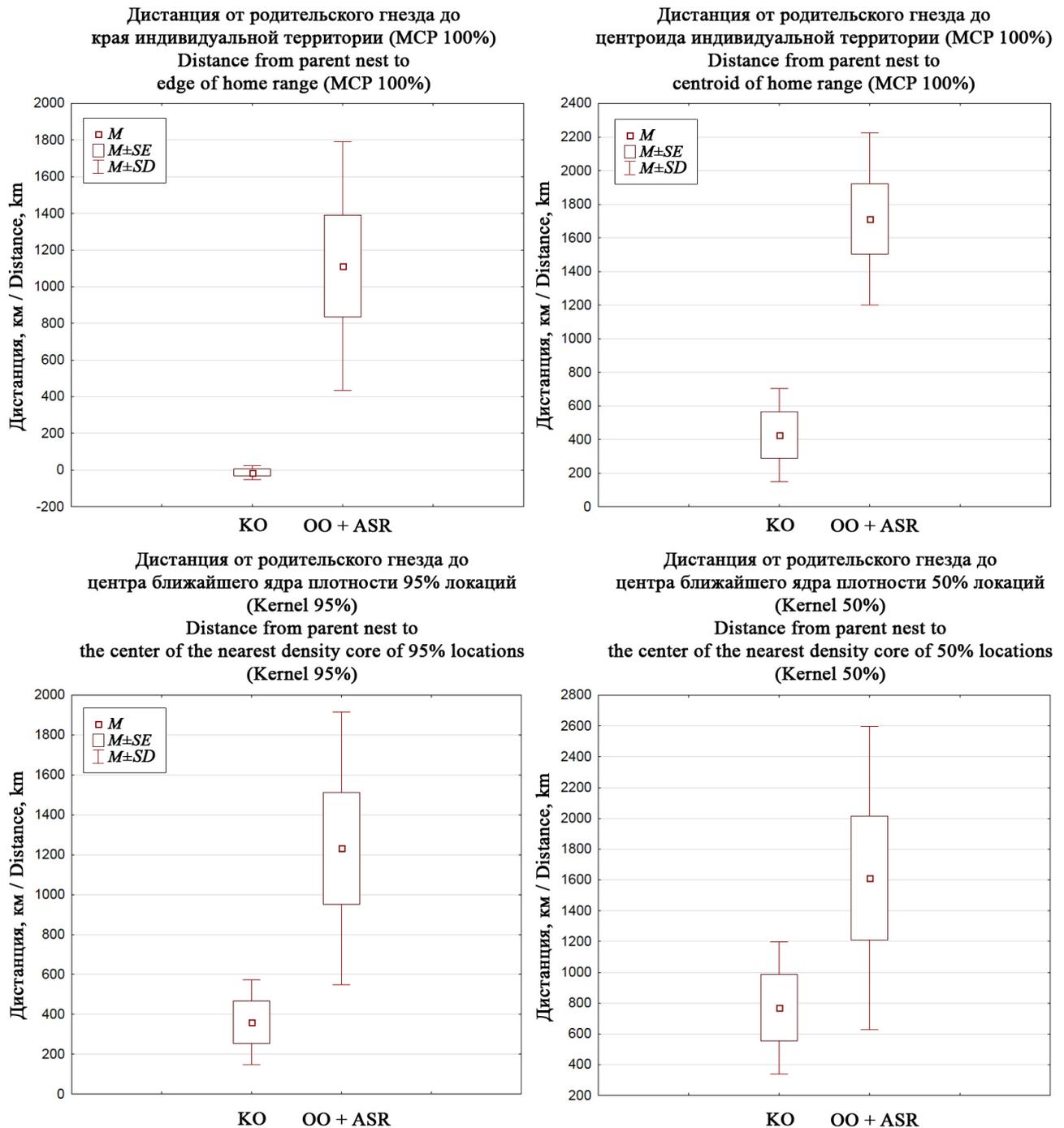


Рис. 58. Диаграммы размаха дистанций от родительских гнёзд до индивидуальных территорий молодых степных орлов в летний период. Сокращения мест рождения орлов: ОО – Оренбургская область России, КО – Карагандинская область Казахстана, ASR – Алтай-Саянский регион России.

Fig. 58. Box-and-whiskers plots of distances from the natal nest to the summer home range of the 2CY Steppe Eagles. Legend: OO – Orenburg region of Russia, KO – Karaganda region of Kazakhstan, ASR – Altai-Sayan region of Russia.

Годовой цикл

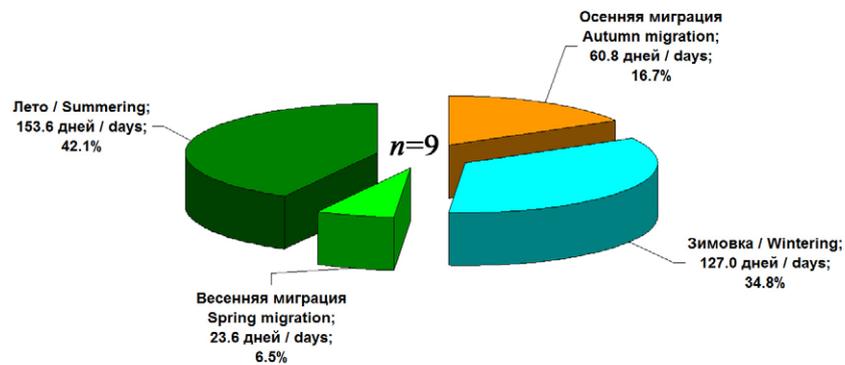
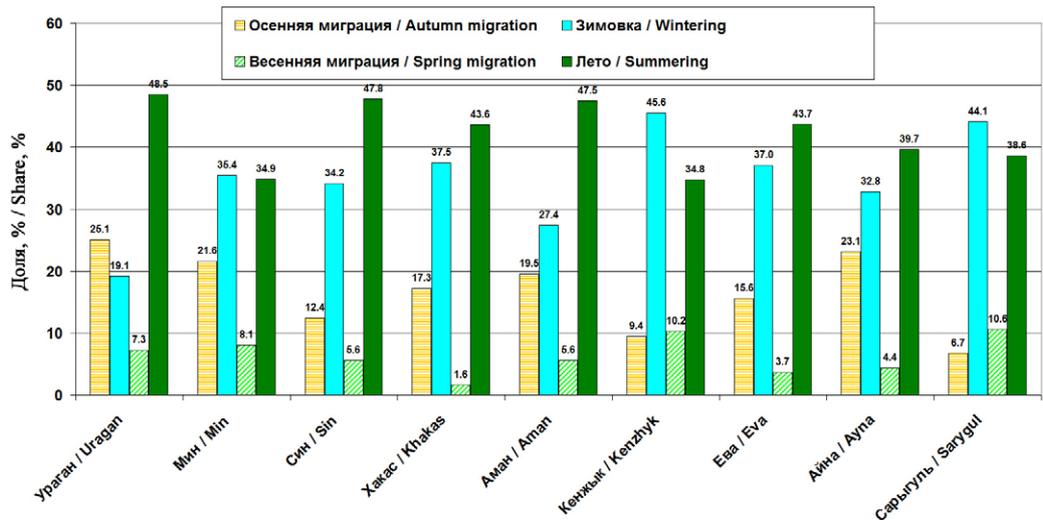
Ювенильные степные орлы, которых удалось проследить от начала первой осенней до начала второй осенней миграции, затратили на полный цикл от 307 дней (Хакас) до 405 дней (Ева), в среднем $365 \pm 34,6$ дней ($n=9$). В том числе $60,8 \pm 23,31$ дней (16,65%) – на первую осеннюю миграцию, $127,0 \pm 33,36$ дней (34,79%) – на зимовку,

The Full-year cycle

The juvenile Steppe Eagles, which were tracked from the beginning of the first autumn to the beginning of the second autumn migration spent on the full cycle from 307 (Khakas) to 405 (Eva) days, 365 ± 34.6 days on average ($n=9$). From the total, 60.8 ± 23.31 days (16.65%) were spent for the first autumn migration, 127.0 ± 33.36 days (34.79%)

Рис. 59. Годовой цикл ювенильных степных орлов (средние показатели по всем прослеженным в течение года орлам – внизу).

Fig. 59. Annual life cycle of the juvenile Steppe Eagles (below – the average values for all eagles tracked during the year).



23,6±11,86 дня (6,45%) – на весеннюю миграцию и 153,6±23,74 дня (42,07%) – на летовку (рис. 59). Ранее полный годовой цикл был прослежен для взрослого самца степного орла в 1998 году. Этот орёл провёл 31,5% года (115 дней) на зимовке в Эфиопии и Судане, 41,9% (153 дня) – в гнездовом ареале в Казахстане (к северу от Арала) и 26,6% – на миграции, из которых 12,1% (45 дней) пришлось на весеннюю миграцию и 14,5% (53 дня) – на осеннюю (Meyburg et al., 2012).

Вторая осенняя миграция

Учитывая то, что ни один из орлов не вернулся в натальную область и все, кроме Урагана, были на значительном удалении от мест начала первой осенней миграции, для большинства орлов как сроки, так и пути второй осенней миграции оказались отличными от таковых в первую.

Вторая осенняя миграция степных орлов начиналась в период с 8 августа по 8 октября. Рано и в сжатые сроки ушли в миграцию орлы, летовавшие в степной зоне Казахстана и крайнего северо-востока Китая (8 августа – 8 сентября, в среднем 31 августа ± 12 дней, n=8), а на месяц позже их начал миграцию Ураган, завершивший

for the wintering, 23.6±11.86 days (6.45%) for spring migration and 153.6±23.74 days (42.07%) for the summering (fig. 59). Previously, the full-year cycle was tracked for an adult male Steppe Eagle in 1998. That male spent 31.5% of the year (115 days) for wintering in Ethiopia and Sudan, 41.9% (153 days) in the breeding range in Kazakhstan (north of the Aral Sea), and 26.6% on migration, 12.1% (45 days) of which were spring migration and 14.5% (53 days) the autumn migration (Meyburg et al., 2012).

The second autumn migration

Given that none of the eagles returned to the natal area and all but the Uragan were at a considerable distance from the places where they started their first autumn migration, for most eagles both the dates and the routes of the second autumn migration were different from those in the first migration.

The second autumn migration of Steppe Eagles began in the period from August 8th to October 8th. Eagles, summering in the steppe zone of Kazakhstan and the extreme north-east of China, migrated early and within short timeframes (August 8th – September 8th, August 31st±12 days on average, n=8). A month later, Uragan start-

Табл. 16. Пространственные характеристики второй осенней миграции молодых степных орлов. Принятые сокращения: f – самка, m – самец.

Table 16. Spatial characteristics of 2CY Steppe Eagles' autumn migration. Legend: f – female, m – male.

Имя Name	Пол Sex	Число локалий Number of locations	Дата начала миграции Date of migration onset	Дата окончания миграции Date of migration ending	Продолжительность миграции Duration of migration	Генеральное направление маршрута в градусах General migration azimuth (in degrees)	Линейная протяжённость маршрута, км Linear distance, km	Длина трека, км Track length, km	Длина трека, км/100 лок. Normalized track length, km/100 loc	Прямолнейность миграционного маршрута Straightforwardness of migra- tion	Скорость движения вместе с остановками, км/сутки, M±SD (min – max) Daily covered distance (in- cluding stopovers), km/day, M±SD (min – max)
Ураган Uragan	m	513	08/10	29/11	53	232.5	4032.7	4839.9	943.5	0.83	96.0±93.02 (0.55–395.4)
Хакас Khakas	m	252	18/08	06/09	20	246.1	1669.1	2560.8	1016.2	0.65	128.1±103.4 (2.08–291.2)
Мин Min	m	528	29/08	25/10	58	195.2	3350.9	7714.8	1461.1	0.43	131.6±142.85 (0.42–493.3)
Син Sin	m	41	08/08	11/08	4	203.6	1423.9	1532.9	3738.8	0.93	391.5±210.3 (115.5–627.3)
Ева Eva	f	61	10/09	10/10	31	227.0	3004.9	4570.8	7493.1	0.66	147.45±137.8 (0.02–394.1)
Аман Aman	m	534	08/09	17/11	71	219.3	4244.1	6876.1	1287.7	0.62	98.35±115.4 (0.11–432.6)
Айна Ayna	f	253	04/09	09/10	36	195.6	3640.3	6177.1	2441.5	0.59	174.2±81.0 (0.23–403.5)
Сарыгуль Sarygul	f	55	07/09	18/09	12	178.5	2415.2	3631.6	6602.9	0.67	319.1±77.4 (213.7–423.9)
Кенжык Kenzhyk	m	117	05/09	18/09	14	155.6	2418.9	3477.2	2972.0	0.70	247.7±140.4 (21.6–480.4)
Самки / Females (n=3)			07/09± 3.0	02/10± 12.4	26.3± 12.7	200.4± 24.6	3020.1± 612.7	4793.2± 1287.2	5512.5± 2696.5	0.64± 0.04	185.7±120.3 (0.02–423.9)
Самцы / Males (n=6)			02/09± 21.0	08/10± 43.3	36.7± 27.4	208.7± 32.0	2856.6± 1200.6	4500.3± 2437.5	1903.2± 1165.7	0.69± 0.17	124.1±130.6 (0.11–627.3)
Самцы / Males (n=5) ^a			07/09± 19.0	19/10± 36.6	43.2± 24.9	209.7± 35.6	3143.1± 1089.0	5093.8± 2187.5	1536.1± 829.2	0.65± 0.14	119.1±124.1 (0.11–493.3)
СРЕДНЕЕ / AVERAGE (n=9)			04/09± 16.9	06/10± 34.9	33.2± 23.2	205.9± 28.4	2911.1± 1000.7	4597.9± 2036.9	3106.3± 2433.9	0.67± 0.14	140.4±130.6 (0.02–627.3)
СРЕДНЕЕ / AVERAGE (n=8) ^a			07/09± 14.5	13/10± 29.8	36.9± 21.8	206.2± 30.35	3097.0± 888.3	4981.0± 1797.8	3027.2± 2598.6	0.64± 0.11	137.0±126.4 (0.02–493.3)

Примечание / Note:

^a – без учёта Сина / excluding Sin.

летние кочёвки на севере Алтае-Саянского региона – в Хакасии (табл. 16). Таким образом, уже годовалые орлы снова подтвердили наличие двух волн миграции для птиц, проводящих лето в Казахстане и в Алтае-Саянском регионе.

Маршруты орлов во вторую осеннюю миграцию показаны на рисунке 60. Ева, начав миграцию на Южном Алтае, пересекла большую часть Казахстана до Устьурта и ушла на юг вдоль западного берега Аральского моря, но уже в Туркмении повернула на юго-восток и ушла на зимовку на юго-запад Ирана, к границе с

the migration. He completed summer movements north of the Altai-Sayan region, in Khakassia (table 16). Thus, 2CY eagles confirmed the presence of two waves of migration for eagles spending summer in Kazakhstan and in the Altai-Sayan region.

The routes of the 2CY eagles during the autumn migration are shown in figure 60.

Eva started the migration in the Southern Altai, crossed most of Kazakhstan to Ustyurt and flew south along the western coast of the Aral Sea, but in Turkmenistan she turned south-east and went wintering in the south-west of Iran to the border with Pakistan.

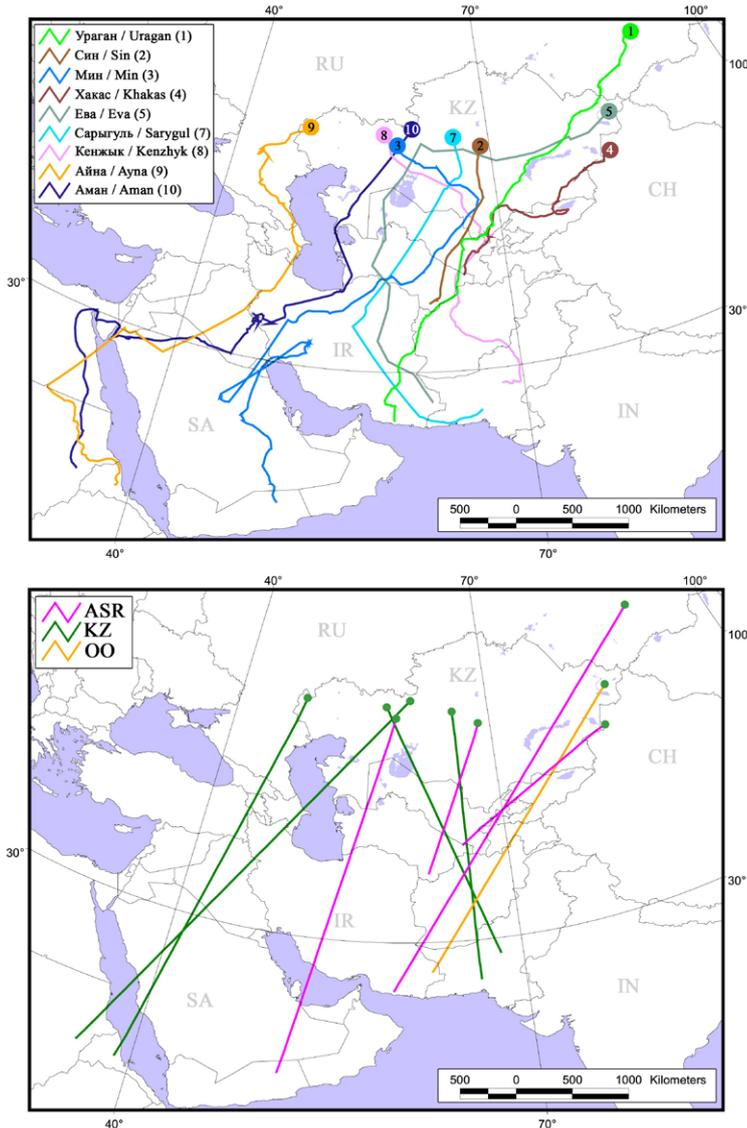


Рис. 60. Треки второй осенней миграции 9 степных орлов из России и Казахстана (вверху) и линейные дистанции от мест летовки к местам зимовки (внизу). Имена птиц соответствуют таковым в табл. 16. Сокращения мест рождения орлов: ОО – Оренбургская область России, КО – Карагандинская область Казахстана, ASR – Алтае-Саянский регион России. Сокращения названий стран: RU – Россия, CH – Китай, IR – Иран, IN – Индия, KZ – Казахстан, SA – Саудовская Аравия.

Fig. 60. Second autumn migration tracks of 9 Steppe Eagles from Russia and Kazakhstan (upper) and linear distances from the summering areas to the wintering places of 2CY Steppe Eagles tagged with tracking devices (bottom). The names of the birds correspond to those in the table. 16. Abbreviation of homeland regions of the eagles: OO – Orenburg region of Russia, KO – Karaganda region of Kazakhstan, ASR – Altai-Sayan region of Russia. Legend: RU – Russia, CH – China, IR – Iran, IN – India, KZ – Kazakhstan, SA – Saudi Arabia.

Ayna migrated through the Caucasus again, but closer to the Caspian Sea. This time she flew beyond the Arabian Peninsula, passed through Eilat and Suez (the track is not detailed in the map due to the lack of several locations), crossed the Ethiopian Highlands and ended her migration in Eritrea.

Sarygul crossed Uzbekistan and Turkmenistan almost in a straight line, flew to the center of Iran, and then headed to the traditional wintering ground in southern Pakistan.

Kenzhyk crossed Kazakhstan, and at the mountains in the very south-east of the country fit into the migration corridor, and crossed the east of Uzbekistan and Turkmenistan, then Afghanistan, and completed migration in the southern Pakistan.

Uragan almost repeated his route of the first autumn migration, passing from Khakassia to the coast of the Arabian Sea.

Khakas passed the Tien Shan and went to Kyrgyzstan through the Almaty region of Kazakhstan, where, looping around the western part of Terskey Alatau, headed west along the Kyrgyz Ridge to Taraz and returned to his previous wintering ground in Turkmenistan along the old route through Karatau.

Sin returned to his previous wintering ground in Turkmenistan from Kazakhstan almost in a straight line (straightforwardness 0.93).

Aman migrated east of the Caspian Sea through Ustyurt and Kora-Bogaz-Gol, Iran and Iraq, and just like Ayna went to the Ethiopian Highlands through Eilat and Suez, completing the migration in Sudan.

Min chose the most extraordinary route. From the Aktobe region, he traveled south-

Пакистаном. Айна снова мигрировала через Кавказ, но уже ближе к Каспийскому морю, и в этот раз она не ограничилась Аравийским полуостровом, а через Эйлат и Суэц (на карте не прорисован детально трек из-за отсутствия части локаций) ушла в Эфиопское нагорье, закончив миграцию в Эритрее. Сарыгуль практически по прямой стремительно пересекла Узбекистан и Туркменистан, долетела до центра Ирана, откуда ушла на традиционное место зимовки на юге Пакистана. Кенжык через Казахстан пролетел до гор на самом юго-востоке страны, «встал» в русло пролёта и в нём прошёл через восток Узбекистана и Туркмении, далее пересёк Афганистан и закончил миграцию в южной части Пакистана. Ураган практически повторил свой маршрут первой осенней миграции, пройдя из Хакасии до побережья Аравийского моря. Хакас прошёл Тянь-Шань и через Алматинскую область Казахстана ушёл в

Киргизию, где, заложив петлю вокруг западной части Терской Алатау, прошёл на запад вдоль Киргизского хребта к Таразу и по старому маршруту через Каратау вернулся на прежнюю зимовку в Туркмении. Син практически по прямой (прямолинейность 0,93) из Казахстана вернулся на прежнюю зимовку в Туркмении. Аман мигрировал восточнее Каспия через Устюрт и Кора-Богаз-Гол, Иран и Ирак, и так же как и Айна, ушёл в Эфиопское нагорье через Эйлат и Суэц, завершив миграцию в Судане.

Наиболее неординарный маршрут выбрал Мин. Из Актюбинской области он прошёл на юго-восток вдоль Сырдарьи (летел параллельно Кенжыку), ещё на подлёте к Каракуру пересёк Каратау и резко повернул на юго-запад, пройдя через Узбекистан, Туркмению, Ирак, Кувейт, достиг практически центра Саудовской Аравии. Но здесь орёл развернулся и вернулся в Иран, где сделал длительную остановку. После он вернулся в Саудовскую Аравию к Эр-Рияду и, пройдя над его окраиной, не задерживаясь ушёл на юг, где 25 октября пересёк границу Йемена и остался там на зимовку.

Мин и Аман сделали в юго-западной части Ирана длительные остановки, продолжительность которых составила 28 дней и 31 день соответственно. Согласно методике можно было бы отнести все остальные перемещения этих орлов к зимним, если бы после этих остановок они не продолжили бы стремительную миграцию на довольно длинное расстояние: Мин пролетел до места зимних перемещений (по прямой) ещё 1453 км, а Аман – 2101 км, причём большой петлёй через Суэц. Поэтому, несмотря на то, что птицы провели на местах остановки в зоне потенциальной зимовки более 20 дней, мы отнесли их к остановкам на миграционном маршруте, а не к зимним перемещениям.

Продолжительность второй осенней миграции степных орлов (учитывая вышеописанные допущения для Мина и Амана) варьировала от 4 (Син) до 71 (Аман) дней, составив в среднем ($n=9$) 33 ± 23 дня (табл. 16). Т.е. сроки второй осенней миграции оказались в 1,5 раза короче, чем первой, с достаточно высокой степенью надёжности ($T=0$, $Z=2,67$, $p=0,008$). Это можно объяснить накопленным орлами опытом миграции, т.к. при этом дистанции от мест летовки до мест зимовки на втором году жизни орлов не были меньше настолько, чтобы заметно снизить продолжительность миграции: линейные дистанции первой осенней миграции для тех же 9 орлов составили



Степной орёл по имени Мин. Фото Н. Бхатта.

Steppe Eagle named Min. Photo by N. Bhatt.

east along the Syr Darya (flew parallel to Kenzhyk), while approaching Karakur he crossed Karatau and turned sharply southwest, passing through Uzbekistan, Turkmenistan, Iraq, Kuwait, reaching almost the center of Saudi Arabia. However, here he turned back and returned to Iran, where he made a long stop. Then he returned to Saudi Arabia to Riyadh, skirted the city without stops, and headed south where he crossed the Yemen border on October 25th and stayed there for wintering.

Min and Aman made long stops in the southwestern part of Iran, the duration of which was 28 days and 31 days respectively. In accordance with the methods, all further movements of these eagles could be attributed to the winter ones but after these stops both eagles continued the rapid migration over a rather long distance: Min flew another 1,453 km to his wintering area, and Aman – 2,101 km, with a large loop through the Suez. Therefore, despite the fact that the birds spent more than 20 days at stops in the potential wintering area, we attributed these stops to migration stopovers, not to winter movements.

The duration of the autumn migration of 2CY Steppe Eagles varied from 4 (Sin) to 71 (Aman) days, 33 ± 23 days on average ($n=9$) (table 16). Thus, the terms of the second autumn migration were 1.5 times shorter than of the first one ($T=0$, $Z=2.67$, $p=0.008$). This is primarily due to the migration experience gained by the eagles, since the distances from the summering to the wintering grounds in the 2CY were not much shorter than in 1CY to noticeably reduce the duration of migration: for the same set of 9 eagles the linear distances of the first autumn

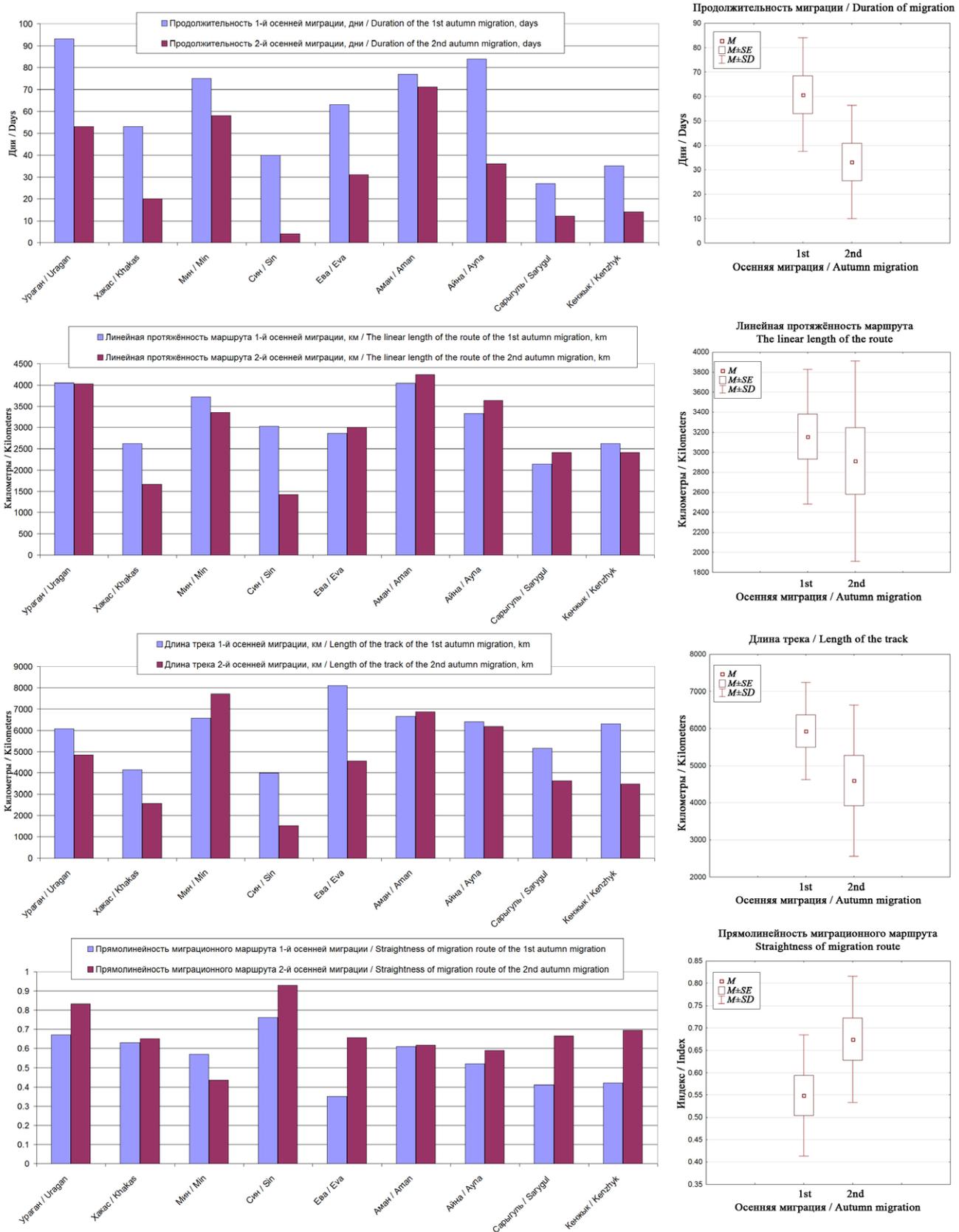


Рис. 61. Сравнение разных параметров первой и второй осенней миграции степных орлов.

Fig. 61. Comparison of parameters of the first and the second autumn migration of the Steppe Eagles.

2139–4037 км, в среднем 3044,5±624,3 км (n=9), второй – 1424–4244 км, в среднем (n=9) 2911,1±1000,7 км, и надёж-

migration were 2,139–4,037 km, mean 3,044.5±624,3 km (n=9), of the second – 1,424–4,244 km, mean 2,911.1±1,000.7 km

ной разницы не выявлено: $T=16$, $Z=0,65$, $p=0,5$.

Разница в продолжительности и протяжённости миграции (линейной и по треку), а также прямолинейности маршрута одного и тех же орлов показана на рисунке 61.

Несмотря на сокращение продолжительности миграции в 1,5 раза, разница между полами по этому показателю сохранилась (рис. 62), что говорит об устойчивости признака. Как и в первую осеннюю миграцию, где были найдены достоверные различия в её продолжительности между самками и самцами (самки – в среднем $43 \pm 22,3$ дня, диапазон 25–84 дня; самцы – в среднем $61 \pm 20,1$ день, диапазон 35–93 дня), во вторую осеннюю миграцию самки также проявили тенденцию к более короткой продолжительности миграции ($n=3$, $26,3 \pm 12,7$ дней, диапазон 12–36 дней), нежели у самцов ($n=6$, $36,7 \pm 27,4$ дней, диапазон 4–71 день), хотя эти различия и не надёжны статистически. Если из выборки самцов исключить Сина, который демонстрировал во все сезоны нестандартное миграционное поведение, то разница будет ещё больше ($n=5$, $43,2 \pm 24,9$ дней, диапазон 14–71 день), но остаётся ненадёжной.

($n=9$), and no reliable difference was found ($T=16$, $Z=0.65$, $p=0.5$).

The differences in the duration and the linear distance / track length, as well as the straightforwardness between the first and the second autumn migrations are shown in fig. 61.

No significant difference is found between sexes in the value of the duration of autumn migration of the 2CY, however, 2CY females are tended to spend less time for autumn migration on average (26.3 ± 12.7 days, $n=3$, lim 12–36 days) than 2CY males (36.7 ± 27.4 days, $n=6$, lim 4–71 days). Meanwhile in the autumn migration of the 1CY we found a significant difference in the duration of migration between sexes (see above). Thus, despite the shortening of the duration of autumn migration of the 2CY eagles by 1.5 times compared to the 1CY, the tendency observed in 2CY eagles repeats the differences found in 1CY (fig. 62), which indicates the stability of the feature.

The general azimuth of the 2CY Steppe Eagles movements during the autumn migration was $156-246^\circ$, $206 \pm 28.4^\circ$ on average ($n=9$) (fig. 60, table 16), which is close to the values of the first autumn migration.

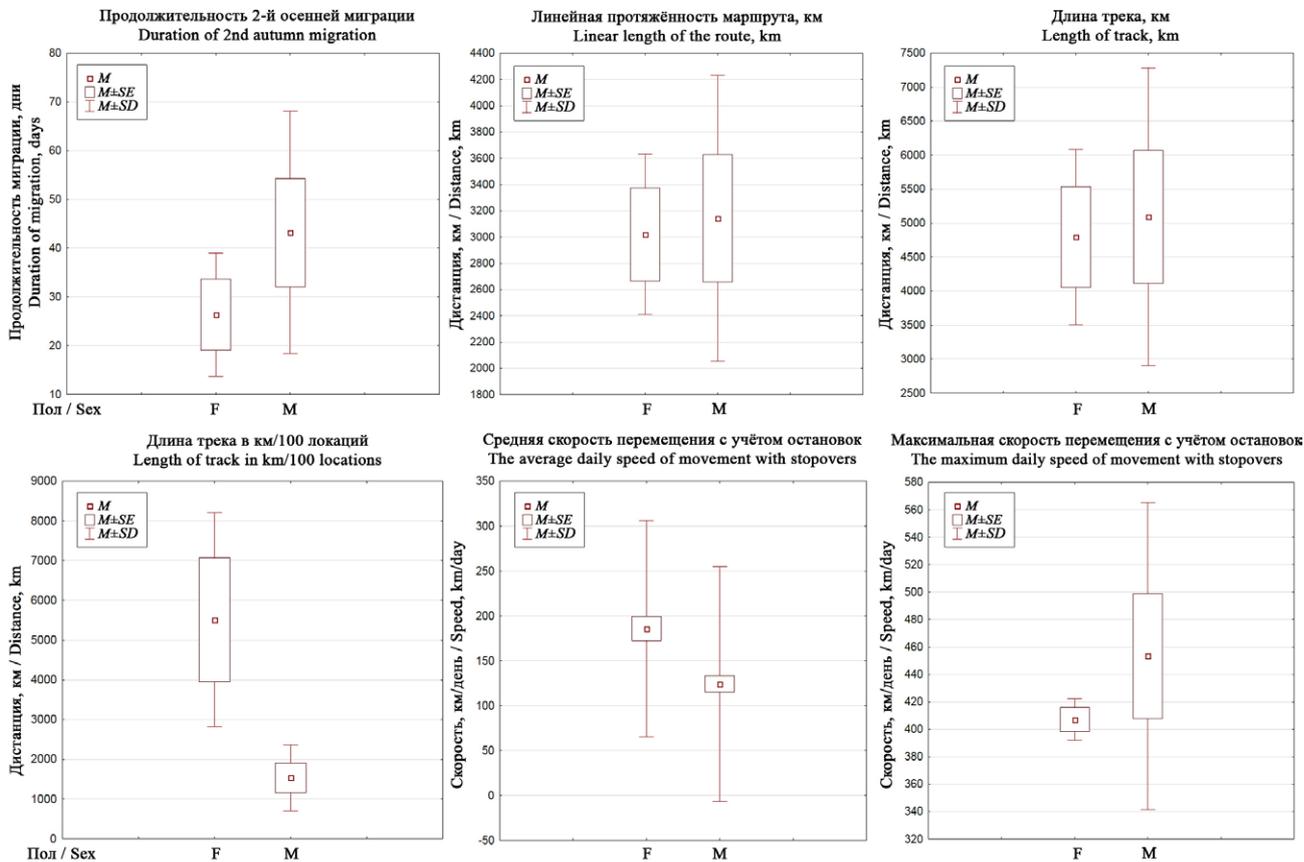


Рис. 62. Диаграммы размаха пространственных характеристик перемещений степных орлов в ходе второй осенней миграции.

Fig. 62. Box-and-whiskers plots of spatial characteristics of the 2CY Steppe Eagles' autumn migration.

Генеральный азимут перемещений степных орлов на второй осенней миграции составил $156\text{--}246^\circ$, в среднем ($n=9$) $206\pm 28,4^\circ$ (рис. 60, табл. 16), что близко к показателям первой осенней миграции.

Средняя протяжённость трека от места летовки до места зимовки во вторую осеннюю миграцию оказалась меньше ($n=9$, $4598\pm 2036,9$ км, от 1533 до 7715 км), чем в первую ($n=9$, $5935\pm 1305,7$ км, от 3984 до 8104 км) (рис. 61), с надёжной разницей по 9 орлам, прослеженным в обе миграции ($T=4$, $Z=2,19$, $p=0,03$). Этот же показатель на 100 локаций во вторую осень варьировал от 944 до 7493 км/100 локаций, составляя в среднем ($n=9$) $3106\pm 2433,9$ км/100 локаций, что оказалось в 2,5 раза больше, чем в первую осень (по тем же 9 орлам в среднем $1240\pm 906,1$ км/100 локаций, $619\text{--}3524$ км/100 локаций) с высокой степенью надёжности разницы ($T=0$, $Z=2,67$, $p=0,008$). Самки, в отличие от самцов, имели тенденцию пролетать большие расстояния как в ходе первой осенней миграции (см. табл. 7), так и в ходе второй (табл. 16). Причём в ходе второй осенней миграции эта тенденция была более выраженной для протяжённости трека, нормализованного на 100 локаций (самки: $2442\text{--}7493$, в среднем $5513\pm 2696,5$ км/100 локаций, $n=3$, самцы: $944\text{--}3739$, в среднем $1903\pm 1165,7$ км/100 локаций, $n=5$) (табл. 16, рис. 62).

В результате сокращения продолжительности миграции при сохранении её протяжённости, во вторую осень вырос индекс прямолинейности миграции. Если в первую осень он варьировал от 0,35 до 0,76, составив в среднем (по 9 орлам, прослеженным в обе миграции) $0,55\pm 0,14$, то во вторую – от 0,43 до 0,93, составив в среднем $0,67\pm 0,14$ (надёжность разницы достаточно высокая: $T=4$, $Z=2,19$, $p=0,03$) (табл. 16, рис. 61).

Во время второй осенней миграции степные орлы в день пролетали (с учётом всех остановок) в среднем от 96 ± 93 км/день (Ураган) до 392 ± 210 км/день (Син). По всей выборке из 9 орлов средняя дистанция, пройденная в день, составила $140,4\pm 130,6$ км/день (табл. 16). Определённо, во вторую осеннюю миграцию орлы проходили в день в среднем больше километров ($140,4\pm 130,6$ км/день, от 0 до 627 км/день, $n=9$), чем в первую ($97,9\pm 94,8$ км/день, от 0 до 495 км/день, $n=9$), с достаточно высокой надёжностью разницы ($T=18726$, $Z=2,47$, $p=0,01$). Во вторую осеннюю миграцию (см. табл. 16,



Мигрирующий степной орёл. Фото И. Карякина.
Migrating Steppe Eagle. Photo by I. Karyakina.

The average track length from the summering to the wintering grounds during the second autumn migration turned out to be shorter (mean $4,598\pm 2,036.9$ km, *lim* $1,533\text{--}7,715$ km, $n=9$) than in the first one (mean $5,935\pm 1,305.7$ km, *lim* $3,984\text{--}8,104$ km, $n=9$) (fig. 61), with a reliable difference in 9 eagles tracked in both migrations ($T=4$, $Z=2.19$, $p=0.03$). The same parameter normalized by the number of locations (*n-t-length*) varied from 944 to 7,493 km/100 locations, $3,106\pm 2,433.9$ km/100 locations on average ($n=9$) in the second autumn which is 2.5 times higher than in the first autumn migration for the same 9 eagles (*lim* $619\text{--}3,524$ km/100 locations, mean $1,240\pm 906.1$ km/100 locations, $n=9$) ($T=0$, $Z=2.67$, $p=0.008$). *N-t-length* tended to be higher for females both for the first (see table 7) and the second autumn migrations (table 16) than for males. Moreover, during the second autumn migration this tendency was even stronger (females: *lim* $2,442\text{--}7,493$ km/100 locations, mean $5,513\pm 2,696.5$ km/100 locations, $n=3$; males: *lim* $944\text{--}3,739$ km/100 locations, mean $1,903\pm 1,165.7$ km/100 locations, $n=5$) (table 16, fig. 62).

As a result of the reduction in the duration of migration, while maintaining its length, the migration straightforwardness index increased in the second autumn. If in the first autumn for 9 eagles tracked in both migrations it varied from 0.35 to 0.76, $0,55\pm 0,14$ on average, then in the second – from 0.43 to 0.93, $0,67\pm 0,14$ on average ($T=4$, $Z=2.19$, $p=0.03$) (table 16, fig. 61).

The average distances covered daily by the 2CY eagles in autumn migration vary from 96 ± 93 km/day (Ураган) to 392 ± 210 km/day (Син). The mean value across 9 eagles is

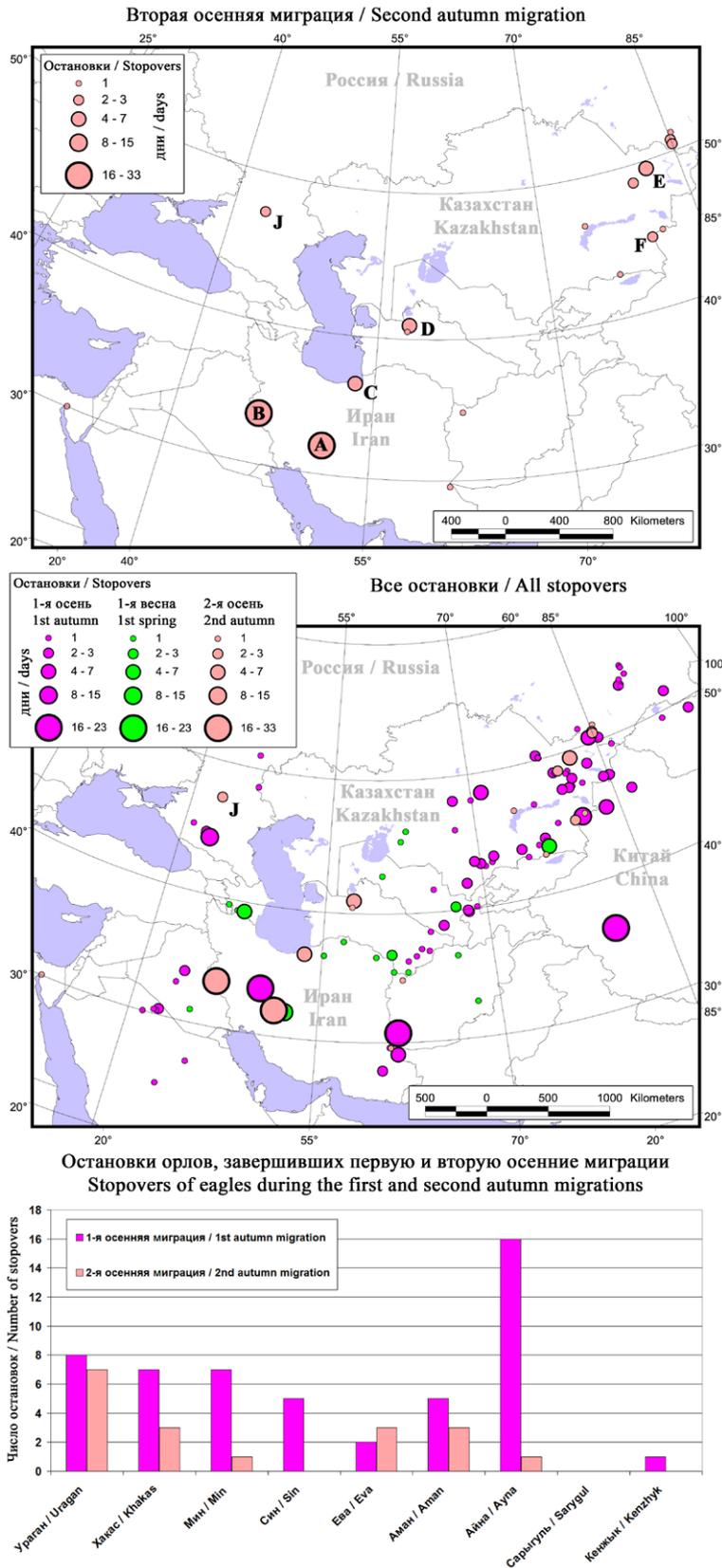


Рис. 63. Распределение точек остановки степных орлов во время второй осенней миграции (вверху), во все миграции, включая весеннюю (в центре) и диаграмма количества остановок в первую и вторую осеннюю миграцию орлов (внизу).

Fig. 63. Distribution of stopover locations during the second autumn migration of the Steppe Eagles (upper), during all migrations including the spring one (at the center), and the diagram of the number of stopovers during the first and second autumn migration of the Steppe Eagles (bottom).

140.4±130.6 km/day (table 16). In the autumn migration, 2CY eagles traveled more kilometers a day on average (140.4±130.6 km/day, *lim* 0–627 km/day, *n*=9) than same eagles on their 1CY (97.9±94.8 km/day, *lim* 0–495 km/day, *n*=9) ($T=18,726$, $Z=2.47$, $p=0.01$). Average distances covered daily by females (185.7±120.3 km/day, *lim* 0.02–423.9 km/day, *n*=79) were higher than males' ones (124.1±130.6 km/day, *lim* 0.11–627.3 km/day, *n*=220) in second autumn migration ($T=880$, $Z=3.42$, $p=0.0006$) (table 16, fig. 62), as well as in the first autumn migration as we showed above. At the same time, males showed a high maximum value for daily covered distances in second autumn migration – up to 627 km/day (Sin) and 493 km/day (Min), in contrast to females, which flew no more than 424 km/day (Sarygul).

In the second autumn migration, eagles beat speed records. If in the first autumn the maximum speeds were shown by Kenzhyk and Tes – 72.0–75.9 km/h, then in the second autumn this speed range was reached by Sarygul, Min, and Uragan, and Sin moved at a speed of up to 82.1 km/h. Moreover, Sin surprised us a lot by reaching speed over 80 km/h four times on August 8th and 9th. On August 9th, he moved between the mountains of Karatau (Kazakhstan) and Bukhara (Uzbekistan) continuously for 8 hours at speeds from 58 to 82 km/h.

During the second autumn migration, only 5 out of 9 eagles made long stopovers (fig. 63: above). The number of stopovers made varies from 1 (Min and Ayna) to 7 (Uragan) and Eva, Khakas, and Aman made three stops, 3.0±2.19 stops on average (*n*=5). The duration of stopovers varied from 1 to 31 days, 5.17±8.98 days on average, *n*=5. As noted above, the two longest stops for 28 and 31 days were made by Min and Aman respectively at landfills in Iran. From September 16th to October 13th, 2019, Min kept 10 km northeast of the city of Borujen (fig. 63: A), and Aman –

рис. 62), так же как и в первую, средние дистанции, покрываемые самками за световой день (185,7±120,3 км/день, от 0,02 до 423,9 км/день, *n*=79), были больше, чем таковые самцов (124,1±130,6 км/день, от 0,11 до 627,3 км/день, *n*=220) с надёжной

Длительные остановки степных орлов во время второй осенней миграции: нумерация точек остановки соответствует таковой на рис. 63 (А – Мин, В, С – Аман, D – Ева, E – Ураган, F – Хакас, J – Айна).

Long stopovers of the 2CY Steppe Eagles during the autumn migration: the numbering of stopover locations corresponds to numbers in fig. 63 (A – Min, B, C – Aman, D – Eva, E – Uragan, F – Khakas, J – Ayna).



разницей ($T=880$, $Z=3,42$, $p=0,0006$). При этом самцы продемонстрировали большие максимальные показатели для дневных перелётов – до 627 км/день (Син) и 493 км/день (Мин), в отличие от самок, которые во вторую осеннюю миграцию в день пролетали не более 424 км/день (Сарыгуль).

Во вторую осеннюю миграцию орлами также были побиты рекорды скорости. Если в первую осень максимальные показатели были у Кенжыка и Тэс – 72,0–75,9 км/ч, то

from September 28th to October 28th, 6 km southwest of the city of Ilam (fig. 63: B). The whole month Aman stayed on a local territory of about 2 km² in a landfill. Min, on the contrary, moved along a triangle with sides of 4, 5 and 6 km between a large landfill, where he stayed most of the time, recultivated small landfill and desert mountains. The shorter stopovers of the Steppe Eagles were in more diverse habitats. Aman stayed 4 days at a landfill south from town Rostam

во вторую осень скорости в этом диапазоне не достигали Сарыгуль, Мин, Ураган, а Син летел со скоростью до 82,1 км/ч. Причём Син сильно удивил тем, что достигал скоростей свыше 80 км/ч четырежды 8 и 9 августа, причём 9 августа он двигался между хр. Каратау (Казахстан) и Бухарой (Узбекистан) непрерывно в течение 8 часов со скоростями от 58 до 82 км/ч.

Во вторую осеннюю миграцию только 5 орлов из 9 делали длительные остановки (рис. 63: вверху): от 1 (Мин и Айна) до 7 (Ураган), в среднем ($n=5$) $3,0 \pm 2,19$ (Ева, Хакас и Аман сделали по три остановки). Продолжительность остановок варьировала от 1 до 31 дня, составив в среднем ($n=5$) $5,17 \pm 8,98$ дней. Как уже было отмечено выше, две самые длительные остановки в 28 и 31 день сделали Мин и Аман на свалках в Иране: Мин с 16 сентября по 13 октября 2019 г. держался в 10 км к северо-востоку от г. Боруджен (в 52 км от места остановки Амана около Шехреза во время весенней миграции) (рис. 63: А), Аман – с 28 сентября по 28 октября в 6 км к юго-западу от г. Илам (рис. 63: В). Аман весь месяц держался на локальной территории площадью около 2 км² на свалке, Мин, наоборот, перемещался по треугольнику со сторонами 4, 5 и 6 км между крупной свалкой, на которой держался большую часть времени, рекультивируемой небольшой свалкой и пустынными горами. Другие, менее продолжительные остановки степных орлов были в более разнообразных местах. Аман останавливался на 4 дня (16–19 сентября 2019 г.) на свалке на южной окраине г. Ростам Кола в Иране, на юге Каспийского моря (рис. 63: С), Ева провела 4 дня (23–26 сентября 2017 г.) в Капланкырском заповеднике, в 70 км к югу от Сарыкамыша в Туркменистане (рис. 63: D); Ураган 6 дней (с 24 по 29 октября 2019 г.) держался в мелкосопочнике левобережья Иртыша (северо-восток Казахстана) на развалинах д. Батуринка рядом с действующим летним лагерем скота (рис. 63: Е), а перед этим делал две суточные остановки в верховьях Чарыша и Абая в Республике Алтай; Хакас провёл 3 дня (21–23 августа 2019 г.) в горном распадке Тянь-Шаня, у деревни Казан в Китае близ границы с Казахстаном (рис. 63: F).

Обращает на себя внимание то, что во вторую осеннюю миграцию число остановок для тех же 9 орлов было в 3 раза меньше, чем в первую осень (рис. 63: внизу). Орлы, которые в первую осень летели на зимовку без остановок, продолжали при-



Мигрирующие степные орлы. Фото И. Карякина.

Migrating Steppe Eagles. Photo by I. Karyakin.

Kola in Iran by the south of the Caspian Sea (September 16th–19th, 2019) (fig. 63: C). Eva spent 4 days (September 23rd–26th, 2017) in the Kaplankyr Nature Reserve 70 km south of Sarykamysh in Turkmenistan (fig. 63: D). Uragan spent 6 days (October 24th–29th, 2019) in the hummocks of the left bank of the Irtysh River (northeast of Kazakhstan) on the ruins of the village of Baturinka near the existing summer cattle farm (fig. 63: E), and before he made two day-long stops in the upper stream of rivers Charysh and Abay in the Altai Republic. Khakas spent 3 days (August 21th–23rd, 2019) in a glen of the Tien Shan mountains near the village Kazan in China at the border with Kazakhstan (fig. 63: F).

It is noteworthy that in the second autumn migration, the number of stops for the same 9 eagles was 3 times less than in the first autumn (fig. 63: below). Eagles, which migrated non-stop in the first autumn, kept the same trend in the second autumn.

The match of the stopover locations for 1st and 2nd autumn migrations was observed only once: female Ayna used the same stopover site in the Pre-Caucasian region on September 23rd, 2018, and on September 16th–19th, 2019, which located in the valley of the Sal River between villages Andreevskaya and Gureev in the east of the Rostov region of Russia (fig. 63: J).

The repetition of the migration routes (± 1 km) of the same eagles in the first and the second autumn migrations was low – less than 5% (fig. 64–65). However, 8 out of 9 eagles passed fairly long distances in

держиваться этой же тенденции и во вторую осень.

Совпадение мест остановки наблюдалось один раз: Айна в Предкавказье во время второй осенней миграции остановилась 16–19 сентября 2019 г. там же, где и в первую осень 23 сентября 2018 г. – в долине р. Сал, между ст. Андреевская и пос. Гуреев на востоке Ростовской области России (рис. 63: J).

Повторяемость маршрутов (± 1 км) миграции у одних и тех же орлов в первую и вторую осенние миграции была низкой – менее 5% (рис. 64–65), тем не менее, 8 из 9 орлов прошли в одних и тех же индивидуальных 100-километровых коридорах достаточно длинные дистанции (рис. 66) – от 842,2 до 2165,5 км, в среднем ($n=8$) $1445,6 \pm 539,7$ км. Максимальные дистанции прошли Айна (2165,5 км) и Кенжык (2090,3 км), остальные орлы пролетели в своих коридорах менее 2 тыс. км. Только Ева обе осенних миграции прошла разными маршрутами, хотя и в одну и ту же область зимовки. У 8 орлов, которые повторили вторую осеннюю миграцию в том же 100-километровом коридоре, доля протяжённости маршрута в этом коридоре от средней дистанции за обе осенних миграции варьировала от 11,8% (Мин) до 42,7% (Кенжык), составив в среднем, $29,7 \pm 10,3\%$ (рис. 66). Айна прошла тем же коридором, что и предыдущей осенью через Нижнюю Волгу и Предкавказье, а также через Ирак, а Аман пересёк Иран и часть Ирака. Сарыгуль двигалась в одном и том же 100-км коридоре в первую и вторую осеннюю миграцию: от юго-востока Казахского мелкосопочника до юга Заунгуских Каракумов и через северные предгорья Копетдага. Остальные 5 орлов продемонстрировали движение в одном и том же коридоре в обе осенние миграции на участке от гор Каратау в Казахстане до западного (Ураган) и восточного (Кенжык) обходов пустыни Регистан на юге Афганистана.

Вторая зимовка

К моменту написания статьи вторая зимовка орлов 2018 г. мечения ещё не завершилась, но уже можно сделать определённые заключения. Орлы распределились, как и в первую зимовку, от северо-востока Африки (Эфиопское нагорье) до запада Индии (Раджастан), и на север – до востока Туркменистана. Но только 6 орлов (66,7%) из 9 вернулись на прежние места зимовки – это Хакас и Син (в восточную Туркмению), Сарыгуль и Кенжык (на Ин-



Мигрирующий степной орёл и белоголовые сипы (Gyps fulvus). Фото И. Карякина.

Migrating Steppe Eagle and Gyps Vulture (Gyps fulvus). Photo by I. Karyakin.

the same individual 100-kilometer corridors (fig. 66) – from 842.2 km to 2,165.5 km, $1,445.6 \pm 539.7$ km on average ($n=8$). The maximum distances were observed for Ayna (2,165.5 km) and Kenzhyk (2,090.3 km). The other eagles flew less than 2 thousand km in their corridors. Eva was the only one who used completely different migration routes for both autumn migrations, although she arrived at the same wintering area. Ayna passed in the same corridor as before through the Lower Volga and Pre-Caucasian region, as well as through Iraq. Aman crossed Iran and part of Iraq. Sarygul used the same 100-km corridor in both autumn migrations to pass from the southeast of the Kazakhstan Hummocks to the south of the Northern Karakum, and through the northern foothills of Kopetdag. The remaining 5 eagles moved in the same corridor during both autumn migrations in the area from the Karatau Mountains in Kazakhstan to the northern reaches of the Registan Desert in the south of Afghanistan.

The second wintering

By the time of writing this article, the second wintering of the eagles of 2018 tagging has not yet ended, but certain conclusions can already be made. As in the first wintering, Eagles distributed from northeast Africa (Ethiopian Highlands) to the west of India (Rajasthan), and north limits of the wintering grounds are at the east of Turkmenistan.

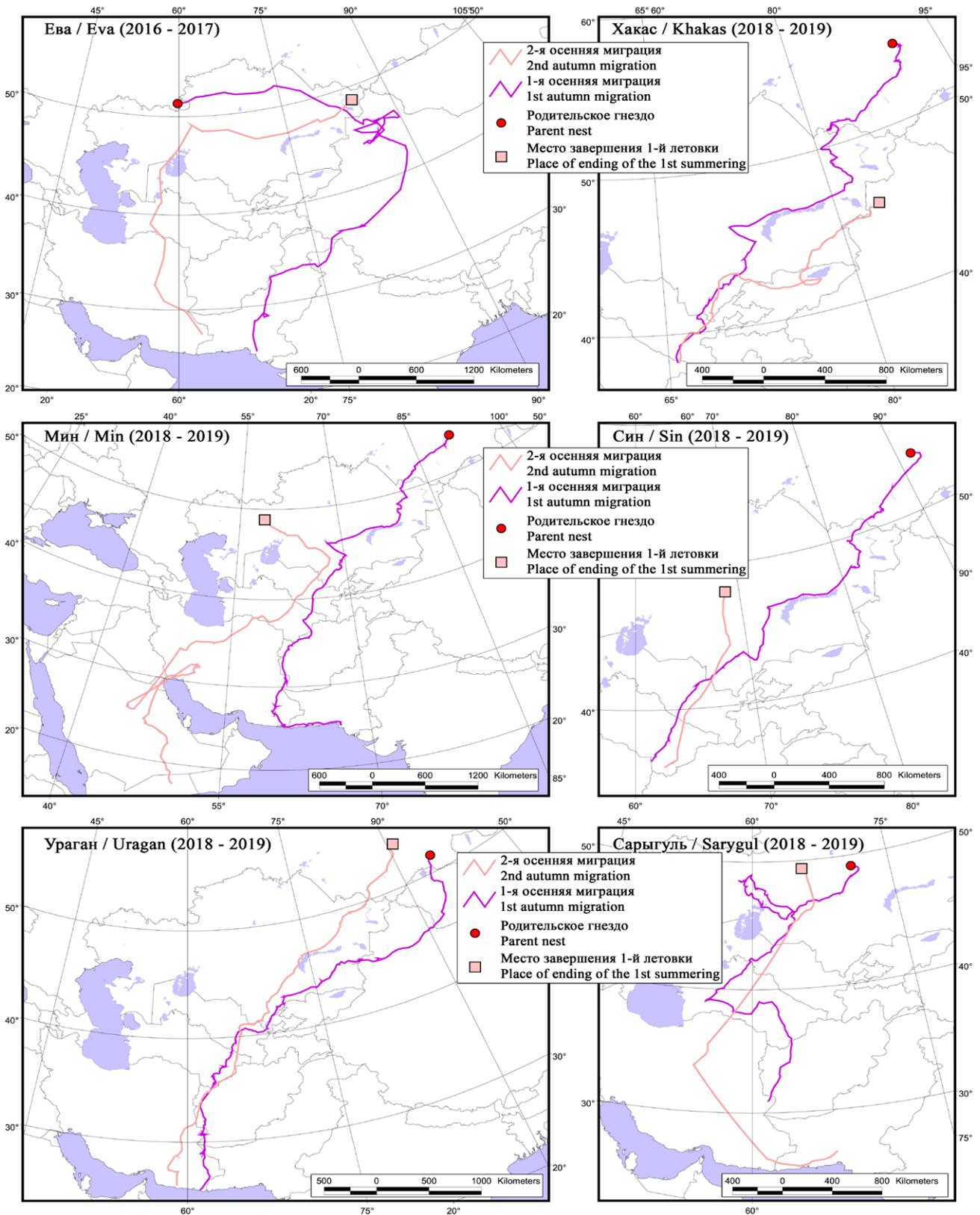


Рис. 64. Треки первой и второй осенней миграции степных орлов из России и Казахстана (Ева, Хакас, Мин, Син, Ураган и Сарыгуль).

Fig. 64. First and second autumn migration tracks of Steppe Eagles from Russia and Kazakhstan (Eva, Khakas, Min, Sin, Uragan and Sarygul).

до-Пакистанские зимовки), Ураган (на юг Ирана) (рис. 67), а также Ева, которая погибла на Ирано-Пакистанской границе, в непосредственной близости от места первой зимовки.

However, only 6 eagles (66.7%) out of 9 that survived returned to the same wintering grounds as before: these eagles are Khakas and Sin (eastern Turkmenistan), Sarygul and Kenzhyk (Indo-Pakistan), Uragan (south

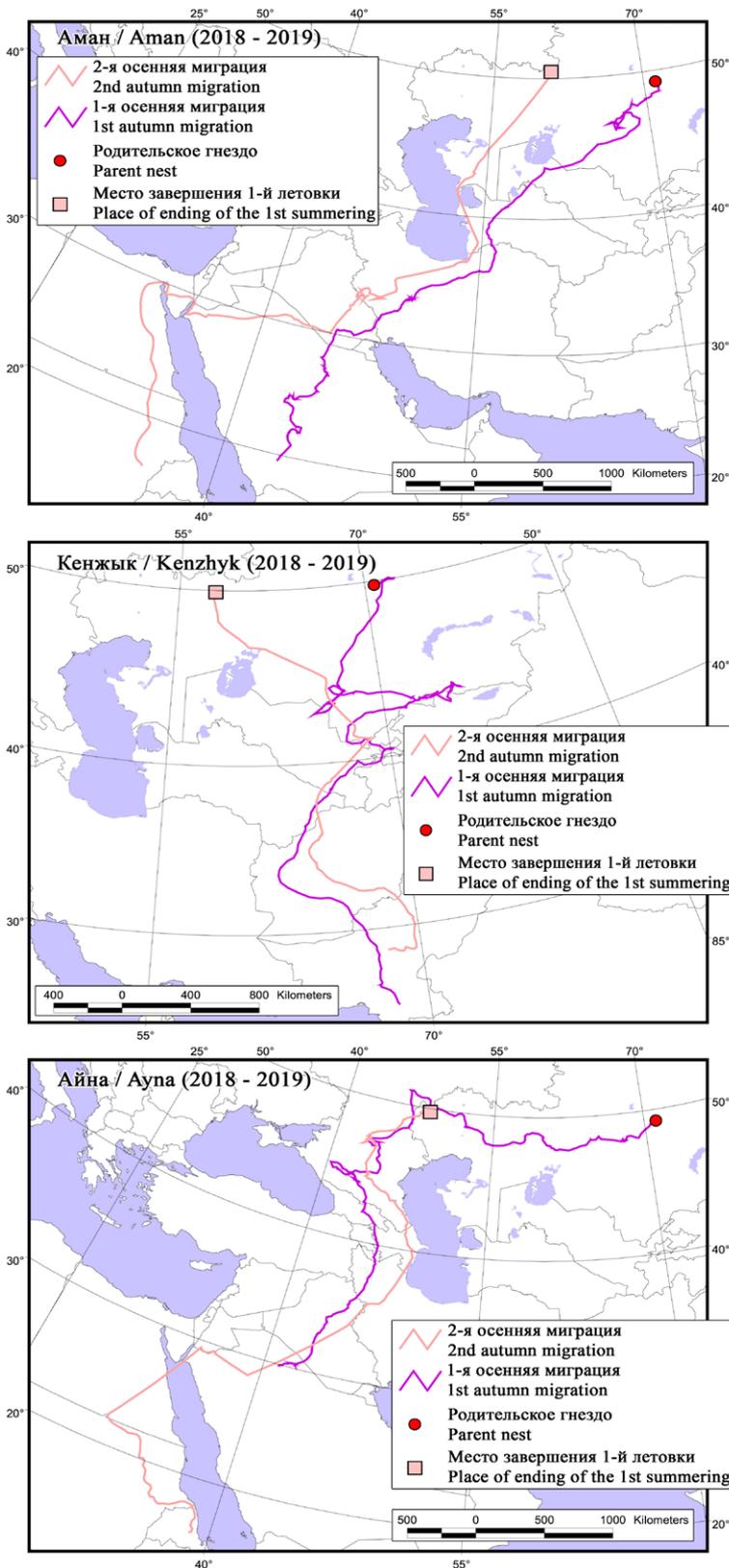


Рис. 65. Треки первой и второй осенней миграции степных орлов из Казахстана (Аман, Кенжык и Айна).

Fig. 65. First and second autumn migration tracks of Steppe Eagles from Kazakhstan (Aman, Kenzhyk and Ayna).

of Iran) (fig. 67), and Eva who died on the Iran-Pakistan border in the immediate vicinity of the place of her first wintering.

Ayna and Aman changed the wintering area from the Arabian Peninsula to the Ethiopian Highlands in northeast Africa and Min switched from the lower stream of the river Indus to the mountains of Yemen on the Arabian Peninsula. The distances between the extreme points of MCP in the first and the second winterings for Min makes 1,946.8 km, for Aman – 764.5 km, and for Ayna – 947.6 km (1,219.6±636.4 km on average, n=3).

Male Khakas showed outstanding behavior. Twelve days after he arrived to his wintering area (on September 19th, 2019) in Turkmenistan – the same as a year ago, he made a 17-day flight through the north of Afghanistan, Tajikistan, Kyrgyzstan to southeastern Kazakhstan and returned to his usual wintering ground again. On the way, Khakas passed along the Darvaz Range on the border of Afghanistan and Tajikistan passing the Fuchik Mountain (4,573 m), crossed the Peter the Great Range near the peak of the same name (4,744 m), the Alai Range, the Turkestan Range through the massif of the Skalisty Peak (5,621 m), the Ferghana Valley almost through its center, Chatkal and Pskem Ranges, Talas Alatau in its highest part on the border of Kyrgyzstan and Uzbekistan, made two stops at the fields and a landfill on the edges of the city Taraz, and on October 3, 2019, he turned back and headed in the opposite direction, crossed Karatau in the Taskomirsay area, and skirted the Nuratau Range from the west. On October 5th, 2019, he returned to the same wintering area as in the previous winter – in Turkmenistan between Kerki and Talimarjan.

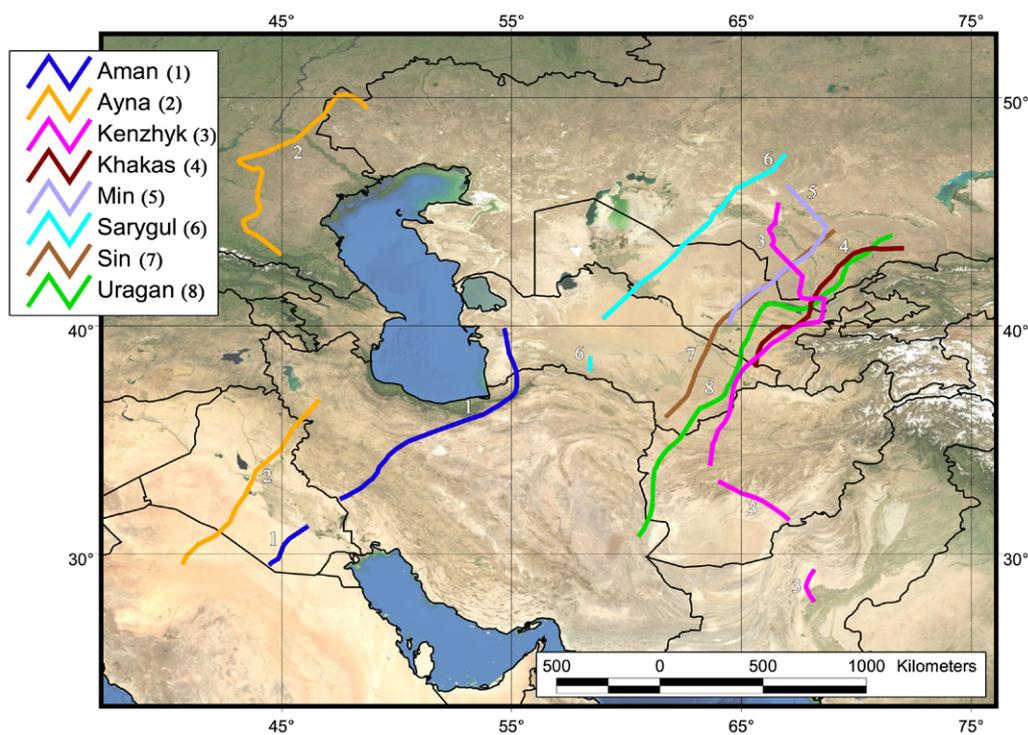
Сменили зимовки Мин (низовья Инда на горы Йемена на Аравийском полуострове), Айна и Аман (Аравийский полуостров на Эфиопское нагорье в северо-восточной Африке). Дистанция между крайними точками MCP в первую и вторую зимовки у Мина составила 1946,8 км, у Амана –

Survival rate

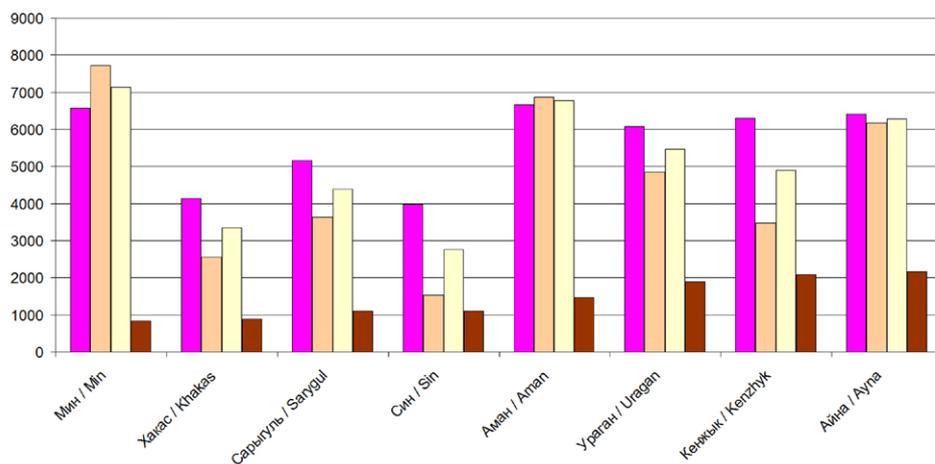
We lost contact with the first three birds even before they start the migration. In one case it was due to the tracker's failure – we lost signal after a strong gale in the Altai Republic and made a visit to the nest. We found the tagged male Steppe Eagle still in

Рис. 66. Маршруты степных орлов в 100-километровых коридорах в первую и вторую осенние миграции.

Fig. 66. Routes of the Steppe Eagles in the individual 100-kilometer corridors during the first and second autumn migrations.



- Протяжённость маршрута 1-й осенней миграции / The length of the route of the 1st autumn migration
- Протяжённость маршрута 2-й осенней миграции / The length of the route of the 2nd autumn migration
- Средняя протяжённость маршрута осенней миграции / The average length of the autumn migration route
- Протяжённость маршрута в одних и тех же 100-километровых коридорах в обе осенние миграции / The length of the route in the same 100-kilometer corridors in both autumn migrations



764,5 км, у Аины – 947,6 км (в среднем $1219,6 \pm 636,4$ км, $n=3$).

Хакас отличился неординарным поведением. Через 12 дней (19 сентября 2019 г.), после того как он вернулся на место первой зимовки в Туркменистане, орёл совершил 17-дневный вылет через север Афганистана, Таджикистан, Киргизию до юго-восточного Казахстана и снова вернулся на прежнее место зимовки. По пути Хакас прошёл вдоль Дарвазского хребта на границе Афганистана и Таджикистана мимо горы имени Фучика (4573 м), пересёк хр. Петра Первого мимо одноименной вершины (4744 м), Алайский хребет, Туркестанский хребет практически через

the nest and removed the broken tracker a few days before nestling fledged. The tracker was shattered, and younger sibling of the tagged male was dead caused by hypothermia. We are not sure what broke the tracker’s case – maybe rockfall during heavy rainfall or hail. Two other Steppe Eagles were lost before migration (a male from the Samara region and a female from Central Kazakhstan) successfully fledged, but the trackers never appeared online. Thus, three eagles dropped out from our project before the onset of migration due to tracker failures, and the fate of two of them (90.5% from the total number of tagged nestlings) is unknown.

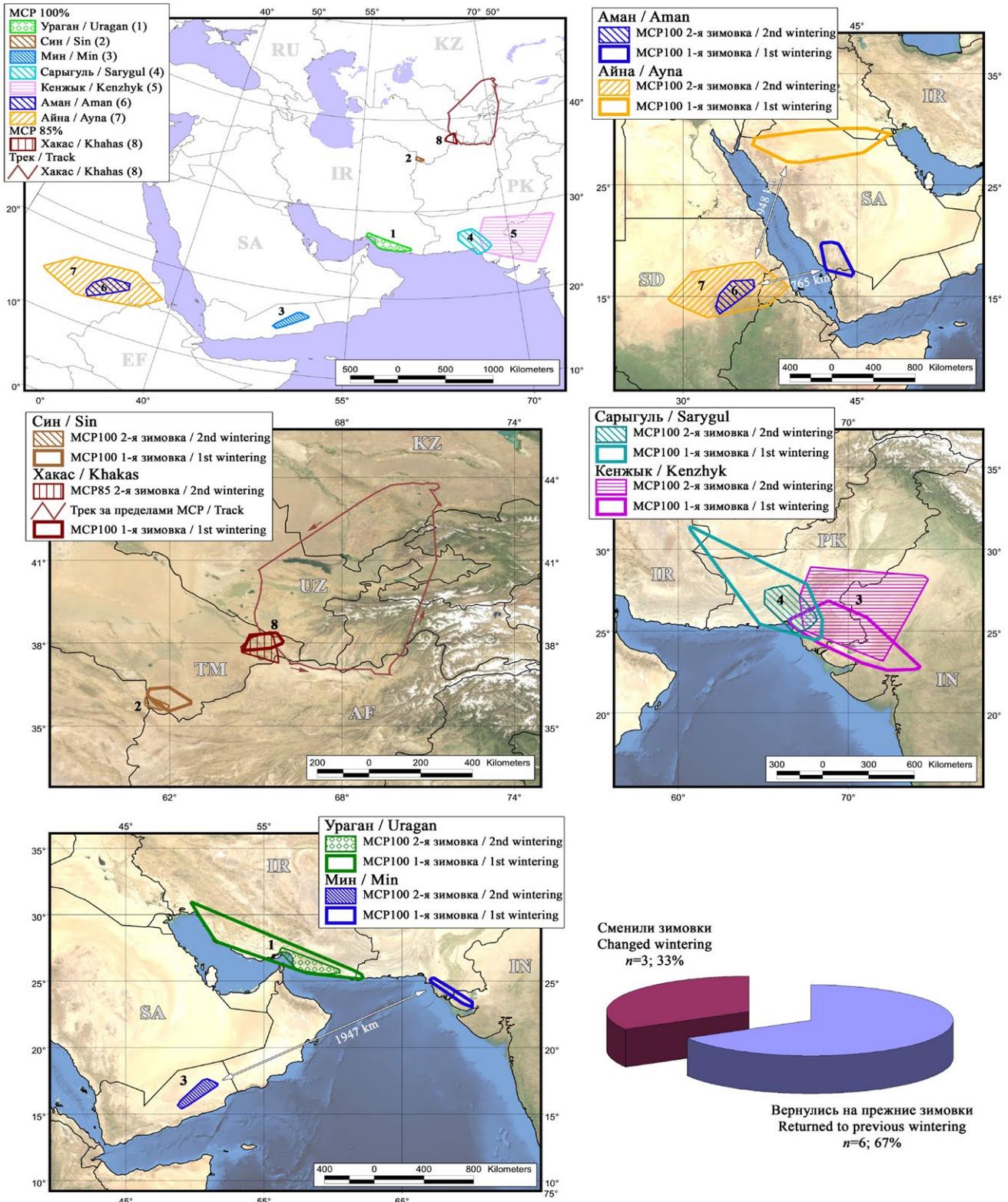


Рис. 67. Места первой и второй зимовки степных орлов. Нумерация орлов: 1 – Ураган, 2 – Син, 3 – Мин, 4 – Сарыгуль, 5 – Кенжык, 6 – Аман, 7 – Айна, 8 – Хакас.

Fig. 67. First and second wintering areas of the Steppe Eagles. Numbering of eagles: 1 – Uragan, 2 – Sin, 3 – Min, 4 – Sarygul, 5 – Kenzhyk, 6 – Aman, 7 – Ayna, 8 – Khakas.

массив пика Скалистый (5621 м), Ферганскую долину фактически по центру, Чаткальский и Пскемский хребты, Таласский Алатау в районе его высокогорной части

During PFDP we lost contact with one more female named Nochka from the Altai Republic. Later this eagle was observed by A. Gribkov in the natal area, but her tracker was inop-

на границе Киргизии и Узбекистана, сделала две остановки на полях и свалке на окраине Тараза, 3 октября полетел в обратном направлении, пересёк Каратау в районе Таскомирсая, обогнул с запада Нуратинский хребет и 5 октября 2019 г. вернулся на место своей постоянной зимовки в Туркмении, между Керки и Талимарджаном.

Выживаемость

На этапе до начала миграции был потерян контакт с тремя птицами. На одном самце из Республики Алтай достоверно вышел из строя трекер, который был снят за несколько дней до вылета птенца из гнезда. У трекера был разбит корпус, но что стало причиной такой поломки, камнепад во время ливня или град, неизвестно. Впрочем, младший сибс из этого выводка погиб во время длительного ненастья от переохлаждения, поэтому нельзя исключать град как причину поломки трекера и гибели младшего птенца в выводке. Два других степных орла (самец из Самарской области и самка из Центрального Казахстана) успешно покинули гнёзда, но на связи трекеры не появились. Есть вероятность, что трекеры вышли из строя. Но если потерю 2-х птиц, помеченных трекерами, которые так и не появились на связи, приравнять к гибели, то выживаемость слётков степного орла в период до начала миграции составила 90,5% ($n=21$ без учёта орла из Республики Алтай, на котором трекер достоверно вышел из строя).

В течение ЗПП был потерян контакт с Ночкой, которая была позже встречена и сфотографирована Алексеем Грибковым на гнездовом участке, но её трекер уже не работал, поэтому осеннюю миграцию начали только 18 птиц.

Во время первой осенней миграции ($n=18$) были потеряны ещё 3 птицы (16,7%), причём все три достоверно погибли: Степаша погиб на птицеопасной ЛЭП в Прибалхашье в результате поражения электротоком, сигналы других двух орлов (Дуся и Тувин) остановились, трекеры длительное время присылали координаты из одной точки и замолчали только после обильных снегопадов: трекер Дуся слал СМС из тростниковых займиш на берегу водоёма (Северо-Восточный Казахстан), трекер Тувина – сначала с фермы (Юго-Восточный Казахстан), затем из ущелья в нескольких десятках метров от фермы. По всем признакам Дуся была застрелена в сезон охоты в охотничьих угодьях, а Тувин мог погибнуть как в результате отравле-



Самка степного орла по имени Ночка.
Фото А. Грибкова.

Female of the Steppe Eagle named Nochka.
Photo by A. Gribkov.

erative by unknown reasons. So the migration was tracked for only 18 1CY eagles.

During the first autumn migration ($n=18$), 3 more birds were lost (16.7%) due to their death. Stepasha died from electrocution on a power line dangerous to birds in the Balkhash region. Two other eagles (Dusya and Tuvin) died from unknown reasons, we can only speculate about it. Their trackers were sending coordinates from their last locations for a long time and connection was lost only after abundant snowfalls. Dusya's tracker was transmitting a signal from reedbeds in the hunting area in the north-eastern Kazakhstan and we suppose she was shot dead during the hunting season. Tuvin's tracker was transmitting first from the farm, then from the gorge a several tens of meters from the farm in the south-eastern Kazakhstan. Tuvin could have died as a result of either poisoning or shooting. Since we do not have absolute certainty on these



Останки самки степного орла по имени Ева. Фото предоставлено погранслужбой Ирана.

The remains of the female Steppe Eagle named Eva.
Photo from of Iranian border service.

ния, так и отстрела, так как потеря птицы произошла на жилой ферме. Однако доподлинно это не установлено, поэтому мы считаем этих орлов погибшими по неизвестным причинам. На основании потери трёх птиц, выживаемость отслеживаемых орлов в ходе первой осенней миграции оказалась 83,3%.

На первой зимовке была потеряна ещё 1 птица из 15. Орёл по имени Шойгу погиб в результате поражения электротоком на ЛЭП в Туркменистане около г. Керки, где успешно зимуют ещё 2 орла – Хакас и Ита, причём Хакас – уже два сезона подряд. Следовательно, выживаемость к концу первой зимовки составила 77,8% от числа птиц, начавших миграцию ($n=18$), и 66,7% от числа успешно вылетевших из гнёзд ($n=19$).

Весенняя миграция прошла успешно, но в ходе летних перемещений был утерян контакт с Адой в Азербайджане. Известно, что в районе, где был потерян её сигнал, практикуется стрельба по хищным птицам, поэтому весьма вероятно, что Ада была отстрелена, однако доказать это не удалось.

В конце второй осенней миграции, уже в зоне потенциальной зимовки степных орлов на Ирано-Пакистанской границе, погибла Ева. Причина гибели осталась неизвестной, но весьма вероятно – отравление. Трекер удалось вернуть через контакт Венгерского консульства с погранслужбой Ирана.

За 1,5 года наблюдений отход орлов, начавших миграцию, составил 29,4% (33,3%, если учитывать пропавшую без вести Аду); с учётом слётков, покинувших гнёзда, но не вышедших на связь во время миграции – 40% (42,9% с Адой). Следовательно, выживаемость оценена в диапазоне от 66,7% (с

cases, therefore, we consider these eagles dead for unknown reasons. The survival rate of the tagged eagles during the first autumn migration was 83.3%.

In the first wintering, another bird out of 15 was lost. The male eagle named Shoygu died as a result of electrocution on a power line in Turkmenistan near the city of Kerki, where 2 more eagles, Khakas and Ita, winter successfully, Khakas winters here for 2 seasons in a row. Consequently, the survival rate by the end of the first wintering was 77.8% of the number of birds that started migration ($n=18$) and 66.7% of the number of birds that successfully left the nests ($n=19$).

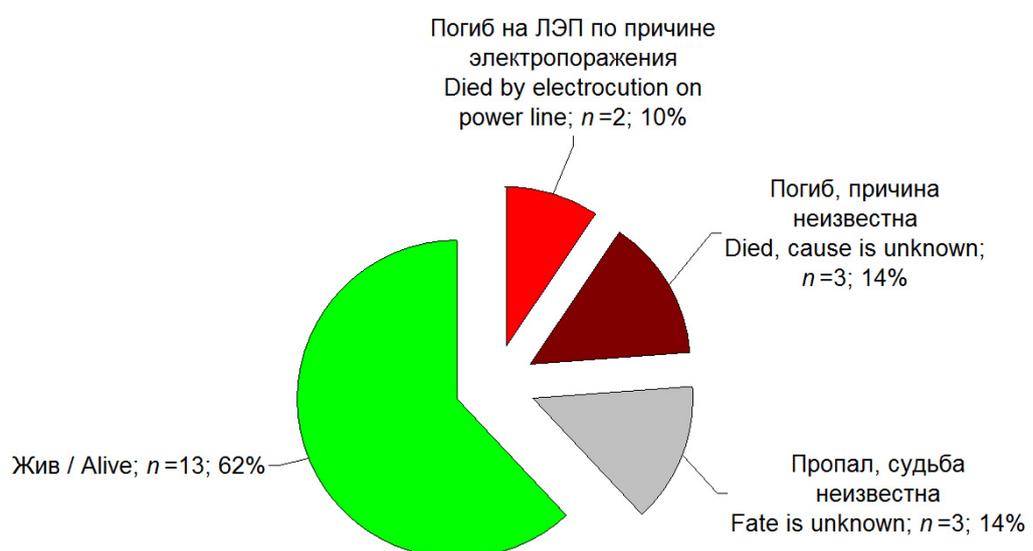
Spring migration was successful, but during the summer movements, we lost the contact with female Ada in Azerbaijan in an area where shooting at birds of prey on migrations is of usual practice, so it is very likely that Ada was shot, but it was impossible to prove this. There is still possibility that she is alive, but her tracker failed.

Female Eva died at the end of the second autumn migration, already in the wintering area of Steppe Eagles on the Iran-Pakistan border. The cause of death remains undetermined, but it is quite likely because of poisoning. We managed to return the tracker thanks to contacts with the Iranian Border Service through the Hungarian Consulate.

For 1.5 years of observations, the death of eagles who started migration amounted to 29.4% (33.3% if we take on the missing Ada), taking into account fledglings that left their nests but their trackers failed before migration – 40% (42.9% with Ada). Therefore, the survival rate was estimated in the

Рис. 68. Выживаемость птенцов степного орла и причины их отхода в первые 1,5 года жизни.

Fig. 68. The survival rate of juvenile Steppe Eagles and the main causes of death during the first 1.5 years of life.



учётом Ады) до 70,6% (без Ады) для птиц, начавших миграцию, и от 57,1% до 60% – для успешно покинувших гнёзда (рис. 68).

Среди факторов отхода птиц идентифицирована гибель на ЛЭП в результате электропоражения (две погибшие птицы из пяти, 40%). Браконьерство и отравление не идентифицированы, но предполагается, что они явились причиной отхода остальных 60% прекративших перемещение птиц. К сожалению, данных по причинам гибели птиц мало из-за трудности их получения (не во всех регионах, где погибли птицы, можно оперативно выехать на место, произвести поиск птицы и сделать соответствующие анализы) и недостаточности выборки.

Половой состав погибших птиц – 3 самца и 2 самки, но если относить к отходу и Аду, то количество погибших самцов и самок одинаково – по 3.

Обсуждение

В зависимый послегнездовой период (ЗПП) слётки активно нарабатывают лётную практику, учатся самостоятельно добывать пищу, в этот период закладываются основы поведения, которые позволят им выживать в дальнейшем (Bowler, Benton, 2005). Но до сих пор точно не известно, какие критерии в течение ЗПП являются определяющими дальнейшую успешность степных орлов. Мы можем достаточно чётко определить продолжительность ЗПП, лётную активность слётков во время ЗПП, площади индивидуальных территорий, характер их освоения, а также частоту и продолжительность ознакомительных вылетов за пределы гнездовых участков в течение ЗПП. Однако на малых выборках меченых птиц достаточно сложно выявить какие-либо закономерности поведенческих реакций в течение ЗПП, сказывающихся на выживаемости, особенно учитывая то, что смертность степных орлов носит элемент случайности, причём

range from 66.7% (with Ada) to 70.6% (without Ada) for birds that started migration, and from 57.1 to 60% for birds that left nests successfully (fig. 68).

In total, we have 5 proven death cases. The death from electrocution was identified in 2 cases (40%). Poaching and poisoning have not been identified, but it is assumed that they caused the death of the other 3 eagles (60%). Unfortunately, it is difficult to obtain data on the causes of death – we cannot promptly visit the site, make a search for the bird and conduct appropriate tests in all regions where the birds died.

The sex composition of dead birds is 3 males and 2 females, but if we consider Ada as dead, that sexes would be divided equally 3+3.

Discussion

During PFDP fledglings actively train their flying skills and learn to prey independently. They attain crucial habits that will allow them to survive in the future (Bowler, Benton, 2005). However, during PFDP the determining criteria of further success of the Steppe Eagles are still unknown. Our sample set is also too small to find any behavior patterns that significantly influence the eagle's survival. However, generally, it is accepted that the duration of stay of juvenile eagles with parents positively correlates with their survival in the future.

The duration of PFDP, as well as the intensity of movements of fledglings before they leave the breeding territories, is influenced by many factors, for example, the date of leaving the nest (Frumkin, 1994; Pomarol, 1994; Amar *et al.*, 2000), the size of broods (Rahman *et al.*, 2015), the quality of nestlings nutrition, that depend on both – the overall feeding conditions, and the efforts of parents in foraging (Vergara *et al.*, 2010), and of fledglings' fatness (Ferrer, 1992; Frumkin, 1994; Barbraud *et al.*, 2003; Boileau, Bretagnolle, 2014). The sex of the fledgling also turned out to be a decisive feature in the duration of PFDP in some species (Newton, 1979; Frumkin, 1994; Seaton *et al.*, 2008; Karyakin *et al.*, 2018d).



Выводок степного орла. Фото И. Карякина.

Brood of the Steppe Eagle. Photo by I. Karyakin.

Молодой степной орёл. Фото И. Карякина.

Young Steppe Eagle. Photo by I. Karyakin.



по причинам практически исключительно антропогенной природы (ЛЭП, браконьерство, отравление и т.п.). Тем не менее, считается, что чем дольше птицы держатся на гнездовом участке под патронажем родителей, тем выше шансы у них выжить в дальнейшем, так как за более длинный период ЗПП они приобретут больше навыков, при этом с минимальным риском для жизни из-за более крупных хищников и антропогенных причин.

На продолжительность ЗПП, а также интенсивность разлёта молодёжи до оставления ими гнездовых участков влияет множество факторов, например, даты вылета из гнезда (Frumkin, 1994; Pomarol, 1994; Amar *et al.*, 2000), размер выводков (Rahman *et al.*, 2015), качество питания птенцов как по причине кормовых условий сезона, так и в связи с усилиями родителей по кормодобыче (Vergara *et al.*, 2010) и упитанность слётков (Ferrer, 1992; Frumkin, 1994; Barbraud *et al.*, 2003; Voileau, Bretagnolle, 2014). Принадлежность к тому или иному полу также оказалась определяющей в продолжительности ЗПП у ряда видов (Newton, 1979; Frumkin, 1994; Seaton *et al.*, 2008; Карякин и др., 2018d).

На многих видах, в том числе и на орлах, показано, что продолжительность ЗПП балансирует между началом самостоятельной добычи пропитания молодыми и прекращением обеспечения пропитанием их родителями (Alonso *et al.*, 1987; Ferrer 1992; Bustamante, 1993; Kenward *et al.*, 1993; Kitowski, 2005), но механизмы, определяющие распад выводков, точно неизвестны, потому что их сложно наблюдать и интерпретировать после вылета птенцов, да ещё и в результате нелинейного влияния целого комплекса факторов, которые часто сложно отметить (Travis *et al.*, 2012). Большинство исследователей склоняются к тому, что основным фактором, влияющим на продолжительность ЗПП, является постепенное прекращение кормления слётков родителями (Bustamante, Hiraldo, 1990; Ferrer, 1992; Arroyo *et al.*, 2002; Eldegard *et al.*, 2003), и чем дольше и интенсивнее кормление, тем дольше слётки не покидают гнездовые участки

In many species, including eagles, it has been shown that the duration of PFDP balances between the beginning of independent feeding of young birds and the cessation of the provision of food by their parents (Alonso *et al.*, 1987; Ferrer, 1992; Bustamante, 1993; Kenward *et al.*, 1993; Kitowski, 2005). However, the exact mechanisms that determine the break-up of broods are unknown because they are difficult to observe and interpret after the nestlings fledged, and as a result of the nonlinear influence of a whole complex of factors that are often difficult to record (Travis *et al.*, 2012). Most researchers tend to believe that the main factor influencing the duration of PFDP is a gradual decrease in the rate of feeding of the fledglings by parents (Bustamante, Hiraldo, 1990; Ferrer, 1992; Arroyo *et al.*, 2002; Eldegard *et al.*, 2003) and the longer and more intensive the feeding is, the longer the fledglings do not leave breeding territories (Bustamante, 1994; Sunde, 2008; Vergara *et al.*, 2010; Muriel *et al.*, 2015). However, it is not so univocal as some studies show, in which nestlings left breeding territories regardless of the abundance of killed prey, naturally provisioned by parents or delivered into the nest by scientists (Bustamante, 1994; Kennedy, Ward, 2003; Karyakin *et al.*, 2018d; Shnayder *et al.*, 2018).

As our studies of the Steppe Eagle in the Altai-Sayan region have shown, the prey provisioning by parents plays no significant role in dispersing of fledglings from the breeding territories. Thus, for example, Jeanne left the breeding territory and started independent wanderings during the period of intensive feeding of her younger brother by their parents. On the contrary, despite his frequent returns to the nest during the second half of PFDP, Uragan has been stopped feeding by his parents early enough but did not leave the territory.

(Bustamante, 1994; Sunde, 2008; Vergara *et al.*, 2010; Muriel *et al.*, 2015). Но не всё так однозначно, как показывает ряд исследований, в которых слётки оставляли гнездовые участки вне зависимости от обилия дополнительной пищи, естественным образом доставляемой родителями или подкормываемой в гнёзда учёными (Bustamante, 1994; Kennedy, Ward, 2003; Карякин и др., 2018d; Шнайдер и др., 2018).

Как показали наши исследования степного орла в Алтае-Саянском регионе, наличие пищи, доставляемой на гнездовой участок родителями, не играет особой роли в оставлении слётками гнездовых территорий. Так, например, Жанна покинула гнездовой участок и начала кочевать ещё в период докармливания родителями её младшего брата. Ураган, несмотря на его частые возвраты на гнездо в течение второй половины ЗПП, наоборот, достаточно рано перестал докармливаться родителями, но не покидал участок.

Видимо, особенности региона, определяющие питание орлов, играют ключевую роль в продолжительности зависимого послегнездового периода (см. рис. 4). В частности, в Оренбургской области, где основу питания орлов составляет малый суслик и, в меньшей степени, большой суслик, которые в августе уже уходят в спячку, орлы покидают территории гнездовых участков раньше – к концу августа, в возрасте до 100 дней, т.е. по сути, через 5–10 дней после того, как начинают активно летать. Причём участки оставляют практически одновременно как молодые, так и взрослые птицы. Такая же ситуация с датами распада выводков складывается и в Центральном Казахстане, с той лишь разницей, что здесь орлы могут дольше держаться на гнездовых участках в связи с более ранними сроками размножения, чем в Оренбуржье. В Алтае-Саянском регионе, где базовый объект питания орлов (длиннохвостый суслик) активен до октября включительно, а второстепенные (пищухи *Ochotona* sp.) доступны круглогодично, наблюдается наиболее позднее оставление орлами гнездовых участков, и здесь уже проявляются как половые, так и внутривыводковые различия, так как лимит пищи отходит на второй план.

В ряде исследований (на примере луговых луней *Circus pygargus* и пустельг *Falco tinnunculus*) описано, что доминирующие слётки пытаются монополизировать еду, доставляемую родителями (Arroyo *et al.*,



Птенцы степного орла с добытым длиннохвостым сусликом (*Spermophilus undulatus*).
Фото И. Карякина.

Nestlings of the Steppe Eagle with prey – Long-Tailed Sauslik (*Spermophilus undulatus*).
Photo by I. Karyakin.

It seems that the feeding quality of the region plays a key role in the duration of the PFDP (see fig. 4). In particular, in the Orenburg region, where the eagles prey mainly on the Little Sauslik and, to a lesser extent, the Russet Sauslik, both of which hibernate in August, eagles leave the breeding territories earlier, by the end of August at the age of up to 100 days, 5–10 days after they begin to fly actively. Moreover, both young and adult birds leave the territories almost at the same time. The same situation is observed in Central Kazakhstan, with the only difference that here eagles can stay longer in the breeding territories, due to earlier terms of the breeding season than in the Orenburg region. In the Altai-Sayan region, where the main prey item of the eagles (Long-Tailed Sauslik) is active until October and the other important prey species (*Pikas Ochotona* sp.) are available all year round, the latest departure of eagles from the breeding territories is observed here, and differences in both sex and brood sizes became prominent here since the limit of prey is fading into the background.

Several studies, by the example of Montagu's Harriers (*Circus pygargus*) and Kestrels (*Falco tinnunculus*), described that the dominant fledglings tried to monopolize the food brought by their parents (Arroyo *et al.*, 2002; Vergara, Fargallo, 2008). Thus, the competition for feeding between siblings after fledging can determine the behavior and consequently the disperse of young birds from the breeding territory, especially the weakest ones. However, our studies of Saker Falcons in the Altai-Sayan region (Karyakin *et al.*, 2018d) and stud-

2002; Vergara, Fargallo, 2008). Таким образом, конкуренция за ресурсы между sibсами после вылета из гнезда может определять поведение и, следовательно, отлёт молодых с гнездовой территории, причём в первую очередь – наиболее слабым. Но наши исследования балобанов (*Falco cherrug*) в Алтае-Саянском регионе (Карякин и др., 2018d) и исследования коллегами пустельг во Франции (Boileau, Bretagnolle, 2014) не подтвердили данную гипотезу, что говорит о том, что в различных условиях среды разные виды по-разному проявляют внутривыводковую конкуренцию. И степные орлы это ярко демонстрируют. Слётки из выводков с двумя птенцами более активно летали, чем птенцы, являющиеся единственными отпрысками, по причине конкуренции за пищу, как приносимую родителями, так и добываемую самостоятельно. Вероятно, чтобы стать единственным потребителем добычи, а не делить её с sibсом, они были вынуждены больше перемещаться и контролировать как прилёты родителей, так и близость sibса. По крайней мере, на это указывает анализ лётной активности слётков, Kernel и визуальные наблюдения.

Как показал анализ перемещений орлов из разноразмерных выводков в течение ЗПП, самцы из 2-х птенцовых выводков дольше сидели на гнезде, медленнее разлётывались и позже покидали гнездовые участки, нежели одиночки. Можно было бы объяснить это обилием пищи у одиночек и недостатком у sibсов, однако это предположение полностью ломается самками, которые поступают ровно наоборот – самки из 2-х птенцовых выводков разлётывались и покидали гнездовые участки быстрее, нежели одиночки. К тому же, измерения самцов sibсов, помеченных трекерами, показали их лучшую кондицию относительно таковой одиночек, а визуальные наблюдения и анализ лётной активности никак не указывают на то, что они менее развиты из-за недостатка добычи. В случае с минусинскими sibсами (Мин и Син) можно говорить об избытке у них добычи в связи с обилием недоеденных останков на их присадах. Пока такую разницу в поведении самцов и самок из разноразмерных выводков можно объяснить только с точки зрения разного ответа разнополых птенцов на внутривыводковую конкуренцию: самки стараются избежать конкуренции и, приобретая навыки полёта, быстро уходят с участка, а самцы, наобо-

роть, остаются в France by our colleagues (Boileau, Bretagnolle, 2014) did not verify this hypothesis, which suggests that under different environmental conditions species exhibit internal breeding competition in different ways. Besides, in the case of Steppe Eagles, this is clearly demonstrated. Fledglings in broods with two nestlings flew more actively than the nestlings which are the only ones in the brood because of competition for food, both killed by parents and preyed independently. We assume it is related to the intention of each fledgling to get the prey for its own and not to share it with the sibling, so juvenile eagles were forced to move more and control both the returns of their parents and the proximity of the sibling. At least this is indicated by the analysis of the flight activity of the fledglings, Kernel, and visual observations.

As an analysis of the movements of eagles from different-sized broods during PFDP showed, males from the broods with 2 nestlings stayed on the nest longer, acquired flight skills slowly, and left the breeding territories later than males that have no siblings. This could be explained by the abundance of food received by single nestlings, and the lack of it in siblings. However, the assumption is completely broken by females who do exactly the opposite thing: females from the broods with 2 nestlings flew away and left breeding territories earlier than one nestling in the brood. Moreover, measurements of body parameters of sibling males tagged with trackers showed their better condition relative to that of single individuals. Visual observations and analysis of flight activity in no way indicate that they



Выводок степного орла из двух птенцов.
Фото И. Карякина.

Brood of the Steppe Eagle with two nestlings.
Photo by I. Karyakin.

рот, активно конкурируют друг с другом сначала за пищу в гнезде, затем за территорию вокруг гнезда и добычу, поэтому сначала дольше сидят в гнезде, а потом как можно дольше остаются на участке.

Продолжительность ЗПП оренбургских птиц наглядно продемонстрировала тот «экологический» предел, в котором может гнездиться степной орёл. Оптимальные условия для него обеспечиваются наличием массового и доступного корма в виде роющих грызунов и зайцеобразных в течение 155–185 дней в гнездовой сезон (40–45 дней кладка, 65–75 дней – выкармливание птенцов в гнезде до слёта, 50–65 дней – ЗПП). Условия севера степной зоны России приближаются к критическим для размножения степного орла, так как уход сусликов в спячку практически полностью лишает его пищи здесь, и орлы вынуждены покидать гнездовые участки. Как показывают наши исследования, степные орлы могут сокращать период ЗПП до 30 дней (см. сроки ЗПП у Евы и Ады в табл. 2), но если период активности сусликов будет меньше, то полноценное выкармливание уже вылетевшего потомства становится проблематичным. Видимо поэтому, несмотря на свою пластичность и гнездование в Южной Сибири на высотах до 3 тыс. м над уровнем моря (Важов и др., 2011), степной орёл отсутствует на гнездовании в Якутии, где есть его кормовая база и гнездовые биотопы, но периода активности сусликов не хватает для успешного выкармливания птенцов до конца даже самого короткого ЗПП.

Малая доля птиц, показавших предмиграционные кочёвки, указывает на то, что они не характерны для вида, как, например, для соколов-балобанов (*Falco cherrug*), у которых все ювенильные особи после оставления гнездовых участков демонстрируют классические кочёвки с чётко выраженными «индивидуальными участками» до начала стремительной миграции (см. Карякин и др., 2018d).

Нет никаких оснований относить к родственникам ювенильных орлов, мигрирующих группами по 2–3 слётка, которые часто прибывают к взрослым мигрирующим птицам. Телеметрия показала, что сибсы уходят в миграцию автономно друг от друга. Весьма вероятно, что в ходе миграции ювенильные птицы ориентируются на себе подобных, как молодых, так и взрослых птиц, видя их на достаточно большом расстоянии, и объединяются с ними в группы.

are less developed due to lack of prey. In the case of the Minusinsk's siblings (Min and Sin), we can even speak of an excess of prey judging by the abundance of leftovers by their perches. So far, such a difference in the behavior of males and females from different-sized broods can be explained only from different responses of the nestlings of different sex to the intra-brood competition: females try to avoid competition and, having acquired flying skills, leave the territory earlier; males, on the contrary, actively compete with each other first for food in the nest, then for territory around the nest and prey, so at first, they stay in the nest longer and then stay on the territory as long as possible.

The duration of PFDP of Orenburg eagles clearly demonstrated the “ecological” limit in which the steppe eagle can nest. The optimal conditions for it are enabled by the presence of mass and available prey in the form of burrowing rodents and pikas for 155–185 days in the breeding season (40–45 days – incubating, 65–75 days – feeding the nestling in the nest, 50–65 days – PFDP). The conditions of the north of the steppe zone of Russia are approaching critical state for the Steppe Eagle breeding since the souslik's early hibernation almost completely deprives them of food and the eagles are forced to leave the breeding territories. As our studies show, Steppe Eagles can shorten the PFDP period to 30 days (see the PFDP periods for Eva and Ada in table 2). However, if the period of sousliks' activity is shorter, then the sufficient feeding of already fledged juveniles becomes problematic. Therefore, despite its breeding adaptability and adapting for nesting in Southern Siberia at altitudes of up to 3 thousand meters a.s.l. (Vazhov et al., 2011), the Steppe Eagle does not nest in Yakutia – with a good abundance of prey species and nice nesting biotopes, the period of souslik's activity here is too short to allow Steppe Eagles successfully feed the nestlings to the end of even the shortest PFDP.

A small number of Steppe Eagles that showed PFIP indicates that it is not characteristic of the species, unlike, for example, the Saker Falcon (*Falco cherrug*) whose juveniles after leaving the breeding territories always demonstrate classical PFIP movements with clearly defined “individual home ranges” before the start of the rapid migration (see Karyakin et al., 2018d).

Наблюдения в «бутылочных горлышках» и на миграционных путях показывают, что на миграции орлы стягиваются к «воронкам» из птиц, формирующихся в термиках, причём не только моновидовым, но и поливидовым, часто состоящим из ястребиных хищников среднего размерного класса (канюки *Buteo* sp., коршуны *Milvus* sp.) или аистов (*Ciconia* sp.). Именно ориентация друг на друга и на «воронки» парителей определяет то, что орлы мигрируют в более или менее стабильных коридорах, особенно в обход гор или, наоборот, через высокогорные районы. Хотя ориентация парителей друг на друга не объясняет, почему в этих же коридорах идёт миграция большинства видов птиц, включая мелких воробьиных, как дневных, так и ночных мигрантов. Визуальные наблюдения на территории Средней Азии ещё в советский период показали, что дневной пролёт птиц идёт на небольшой высоте; роль направляющих линий в формировании пролёта очень велика из-за большой расчленённости рельефа; есть несколько

Observations in the “bottlenecks” and on the migration routes show that on migration eagles join the flocks of birds that form in updrafts of warm air – kettles, not only single-species but also poly-species, often consisting of medium-sized raptors (*Buzzards Buteo* sp., *Kites Milvus* sp.) or *Storks (Ciconia* sp.). The orientation toward each other and the kettles determines that eagles migrate in more or less stable migration flyways, especially skirting mountains or vice versa through high mountain regions. Although the orientation of the soaring birds to each other does not explain why most of the other species of birds, including small passerines, day and night migrants, also migrate in the same flyways. Visual observations in Central Asia back in the Soviet period showed that the in the day-time birds migrate at a low altitude. The role of the directional lines in the formation of the flyway is very big due to the large ruggedness of relief. There are several rather winding paths along which birds migrate, flying around mountain systems or overcoming them through passes. The intensity of migration and even its direction are very dependent on the weather (Dolnik, 1982; Savchenko, 2014). Later, within the project “Asia” (see Dolnik, 1990; Savchenko, 2014), seasonal migration flyways were identified. In spring, more birds migrate through the flat deserts and avoid crossing Tien Shan and Pamir Ridges. In autumn, migrants fly in both landscapes, but mainly above the mountains (fig. 69). A detailed scheme of bird migrations through Kazakhstan was made by E. Gavrilov and A. Gavrilov (2014) based on the ringing data (fig. 70), which substantially clarifies previous knowledge about migrations and shows an almost complete match of the main flyways of many non-raptors bird species with those of birds of prey.

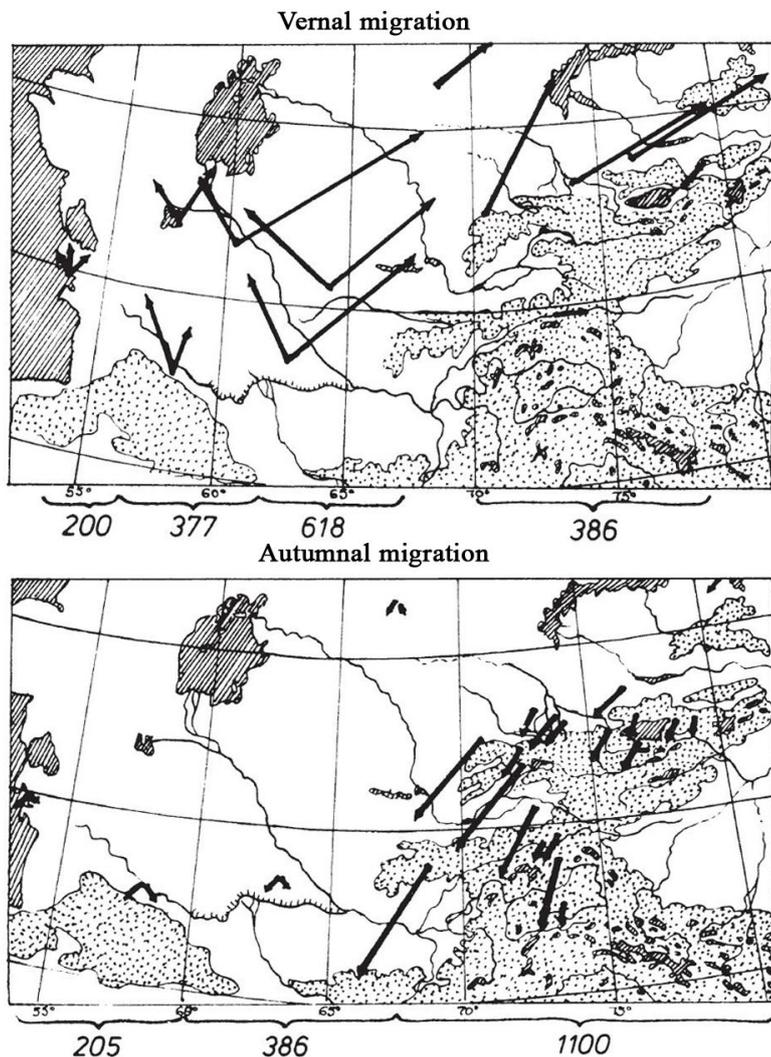


Рис. 69. Миграционные коридоры птиц через аридные и горные районы Средней Азии из: Dolnik, 1990. Плотность (длина стрелки) и основное направление (азимут стрелки) ночной миграции на точках. Цифры под картами показывают общее количество мигрантов (в миллионах), которые прошли в каждом сезоне через ограниченный фронт.

Fig. 69. Bird Migration Across Arid and Mountainous Regions of Middle Asia from: Dolnik, 1990. Density (length of arrow) and main direction (azimuth of arrow) of nocturnal bird migration above moon-watch sites indicated by the origins of the arrows. The numbers beneath the maps show the total number of migrants (in millions) that passed in each season through the fronts delimited by the brackets.

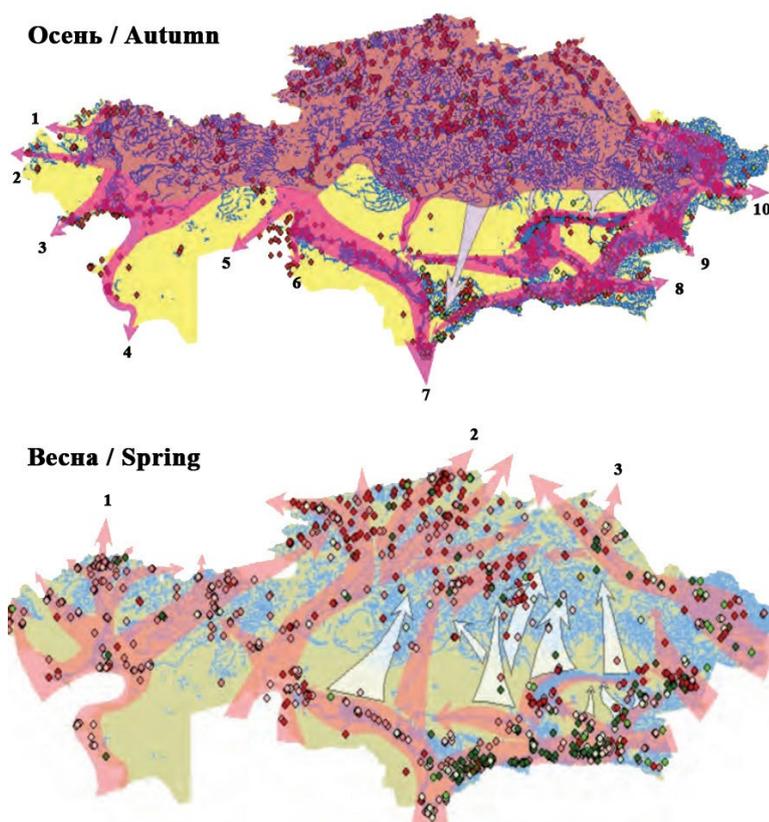


Рис. 70. Основные пути миграции птиц на территории Казахстана осенью (вверху) и весной (внизу) из: Гаврилов, Гаврилов, 2014. Цифрами обозначены направления миграционных потоков. На верхнем рисунке: 1–2 – Европа, 3–6 – Африка, Ближний Восток, Средняя Азия, 7–8 – Южная и Юго-Восточная Азия, 9–10 – Восточная Азия; на нижнем рисунке: 1 – Восточно-Европейская равнина, 2 – Западно-Сибирская равнина, 3 – Среднесибирское плоскогорье.

Fig. 70. The main migration routes in Kazakhstan in autumn (above) and spring (below) from: Gavrilov, Gavrilov, 2014. The numbers indicate the directions of migration. In the upper figure: 1–2 – Europe, 3–6 – Africa, the Middle East, Middle Asia, 7–8 – South and Southeast Asia, 9–10 – East Asia; in the bottom picture: 1 – East European Plain, 2 – West Siberian Plain, 3 – Middle Siberia.

довольно извилистых путей, по которым мигрируют птицы, облетая горные системы или преодолевая их через перевалы; интенсивность миграции и даже её направление очень зависят от погоды (Дольник, 1982; Савченко, 2014). Позже в рамках программы «Азия» (см. Dolnik, 1990; Савченко, 2014) были выявлены сезонные русла пролёта, в которых весной больше птиц мигрирует по равнинным пустыням и меньше пересекает хребты Тянь-Шаня и Памира, а осенью мигранты летят в обеих ландшафтных зонах, но преимущественно над горами (рис. 69). Подробная схема миграций птиц через Казахстан была построена Э.И. и А.Э. Гавриловыми (2014) на основе данных кольцевания птиц (рис. 70), которая существенно уточняет предыдущие знания о миграциях и показывает практически полное совпадение основных русел пролёта у многих видов птиц с таковыми хищных.

Равнинные среднеазиатские пустыни более благоприятны для мигрантов весной, чем осенью. Горы же (предгорья и среднегорья), напротив, более благоприятны осенью, а весной имеют резкий и непредсказуемый климат с сильными снегопадами. Это и определяет основные миграционные потоки птиц в обход гор в весенний период и наличие двух генеральных миграционных векторов между Сибирью и Индостаном и между Сибирью и Африкой

The plain deserts of Central Asia are more favorable for migrants in spring than in autumn. The mountains (foothills and midlands), on the contrary, are more favorable in autumn but have a rough and unpredictable climate with heavy snowfalls in spring. This determines the main migration flows of birds bypassing the mountains in spring, and the presence of two general migration vectors between Siberia and Hindustan, between Siberia and Africa (Dolnik, 1990), which we see, among other things, with the example of Steppe Eagles tagged with trackers.

Ada showed the classic loop migration described back in the 80s of the XX century based on visual observations (Welch, Welch, 1988) and confirmed by the telemetry of birds tagged in the 90s of the XX century (Meyburg et al., 2012). Eagles that crossed the Red Sea in autumn through the Bab el Mandeb flew in spring through Suez (Egypt) and Eilat (Israel). This is explained by favorable winds during this period in these territories (Meyburg et al., 2003). Then it seemed that such migration was characteristic of most of the Steppe Eagles wintering in Ethiopia, although a small number of eagles wintered in Ethiopia were still recorded in Israel on autumn migration (Christensen, Sorensen, 1989; Shirihai et al., 2000; Alon et al., 2004) and 2 birds that migrated to Africa through Israel were tracked using transmitters (Meyburg et al., 2003). Aman and Ayna, tracked in the second year, migrated to Africa also not along the classical loop migration route, but in the opposite direction – through Eilat. Perhaps autumn migration to Ethiopia through Eilat and Suez, rather than through Bab el Mandeb, may be

(Dolnik, 1990), что мы видим в том числе и на примере степных орлов, помеченных трекерами.

Ада показала классическую петлевую миграцию, описанную ещё в 80-х гг. XX столетия на основании визуальных наблюдений (Welch, Welch, 1988) и подтверждённую телеметрией птиц, помеченных в 90-х гг. XX столетия (Meu burg et al., 2012). Орлы, пересекавшие осенью Красное море через пролив Баб-Эль-Мандеб, весной летели через Суэц (Египет) и Эйлат (Израиль). Это объясняется благоприятными ветрами в этот период на данных территориях (Meu burg et al., 2003). Тогда казалось, что такая миграция характерна для большей части степных орлов, зимующих в Эфиопии, хотя незначительное количество орлов на осенней миграции всё же регистрировалось в Израиле (Christensen, Sorensen, 1989; Shirihai et al., 2000; Alon et al., 2004), и 2 птицы, мигрировавшие в Африку через Израиль, были прослежены с помощью транзиттеров (Meu burg et al., 2003). Прослеживаемые нами на второй год Аман и Айна мигрировали в Африку также не по классическому маршруту петлевой миграции, а в обратном направлении – через Эйлат. Возможно, миграция осенью в Эфиопию через Эйлат и Суэц, а не через Баб-Эль-Мандеб может быть существенно более распространённым явлением, чем предполагается. Таким образом, можно говорить о том, что даже на Афро-Евразийском миграционном пути, где многие птицы показывают классическую петлевую миграцию (Klaassen et al., 2010; Agostini et al., 2012; 2019; Melone et al., 2013; Willemoes et al., 2014; Katzner et al., 2016; Klvaňa et al., 2018; Buechley et al., 2018), отдельные степные орлы достаточно гибко подходят к выбору маршрута и летят в одном коридоре как осенью, так и весной. И что определяет их выбор, пока не понятно.

Более высокая скорость перемещения птиц во время весенней миграции, чем во время осенней, была отмечена для многих видов хищников-парителей (Schmaljohann, 2018; Phipps et al., 2019). В большинстве исследований по прослеживанию птиц с трекерами (см. Nilsson et al., 2013; Schmaljohann, 2018) сезонные различия в скорости непосредственного движения были намного меньше, чем в частоте и продолжительности остановок на миграции. Это объясняло то, что именно остановки определяют большую часть сезонных колебаний общей скорости миграции раз-

а much more commonplace than it is expected. Thus, it can be said that even on the Afro-Eurasian migration route, where many birds show classical loop migration (Klaassen et al., 2010; Agostini et al., 2012; 2019; Melone et al., 2013; Willemoes et al., 2014; Katzner et al., 2016; Klvaňa et al., 2018; Buechley et al., 2018), individual Steppe Eagles are quite flexible in their choice of route and can use the same flyway both in autumn and spring. It is not yet clear what determines their choice.

A higher speed of bird movements during spring migration than during autumn migration was observed for many species of soaring raptors (Schmaljohann, 2018; Phipps et al., 2019). In most studies of tracking tagged birds (see Nilsson et al., 2013; Schmaljohann, 2018), seasonal differences in the flying speed were not so crucial than in the frequency and duration of stops on migration. Thus, stops have a key role in determining most of the seasonal fluctuations in the overall duration of migration of different bird species. During migration, birds usually spend more time on the ground (rest, feed, overnight) than in the air (Green et al., 2002; Schmaljohann et al., 2012; Schmaljohann, 2018). This means they replenish energy costs at stops. The rate of energy accumulation is much lower than the rate



Степные орлы и орёл-могильник (*Aquila heliaca*) на отдыхе. Фото Н. Бхатта.

Steppe Eagles and Imperial Eagle (*Aquila heliaca*) on the roosting site. Photo by N. Bhatt.

ных видов птиц. Во время миграции птицы обычно проводят больше времени на земле (отдыхают, кормятся, ночуют), чем в воздухе (Green *et al.*, 2002; Schmaljohann *et al.*, 2012; Schmaljohann, 2018), а значит, восполняют энергетические затраты именно на остановках. По идее, скорость накопления энергии намного ниже, чем скорость её расходования, особенно во время активного полёта (Alerstam, Lindstrom, 1990), а значит, остановки должны быть выгодны птицам как на осенней, так и на весенней миграции. Но есть сведения, что некоторые виды, например певчие птицы, тратят вдвое больше энергии во время остановок, а не во время активного движения в период миграции (Wikelski *et al.*, 2003). Более быстрые весенние миграции объясняются усиленным желанием птиц раньше прибыть на места размножения (Alerstam, 2003; Nilsson *et al.*, 2013) или следствием использования попутного ветра (Bauchinger, Klaassen, 2005; Kemp *et al.*, 2010), но если следовать логике исследования М. Викельского с соавторами (Wikelski *et al.*, 2003), то и простой экономией энергетических затрат на миграцию. В случае с молодыми степными орлами, которые весной летят с достоверно большими скоростями, чем осенью, но ещё ни разу не приступали к размножению, более реалистичной выглядит причина, связанная с ветром. К тому же сильное влияние гор и ветровой обстановки на поведение мигрантов в предгорной зоне Средней Азии установлено уже достаточно давно (Пулатов, 1987). Тем не менее, вопрос остаётся дискуссионным, так как анализ почасовых характеристик перемещения степных орлов показывает, что ветер отчасти имеет значение, но в основном более высокие скорости весенней миграции, нежели осенней, достигаются большим количеством ходовых часов и меньшим количеством остановок. В научной среде продолжают дебаты об относительной важности врождённой мотивации и внешних факторов (например, того же ветра), которые вызывают сезонные различия в скорости миграции (Lindström *et al.*, 2019), но до окончательной точки в этом вопросе ещё очень далеко.

Считается, что у птиц к большему рассеиванию из натальных областей склонны особи женского пола (Greenwood, 1980), они же совершают более дальние миграции. Это подтверждено для сапсанов (*Falco peregrinus*) (Tordoff, Reding, 1997; Zuberogoitia *et al.*, 2009; Faccio *et*

of its spending, especially during the active flight (Alerstam, Lindstrom, 1990). This means that stops should be beneficial for birds in both autumn and spring migration. However, there is evidence that some species, such as songbirds, spend twice as much energy during stops, and not during active movement in the migration period (Wikelski *et al.*, 2003). Faster spring migrations are explained by an increased desire of birds to arrive at breeding sites earlier (Alerstam, 2003; Nilsson *et al.*, 2013) or due to the use of tailwind (Bauchinger, Klaassen, 2005; Kemp *et al.*, 2010), but, if we follow the logic of the researcher M. Wikelski *et al.* (2003), then a simple saving of energy costs for migration is also an explanation. In the case of immature Steppe Eagles, which fly at significantly higher speeds in spring than in autumn, but have not yet begun breeding, the reason associated with the wind looks more realistic. Moreover, the strong influence of mountains and wind conditions on the behavior of migrants in the submontane area of Central Asia was established long ago (Pulatov, 1987). Nevertheless, the issue remains controversial, since an analysis of the hourly characteristics of the movement of the Steppe Eagles shows that the wind is partly important, but basically higher speed of spring migration is achieved by more migrating hours and fewer stops. There are ongoing debates in the scientific community about the relative importance of innate motivation and external factors (e.g., the wind) that cause seasonal differences in migration speed (Lindström *et al.*, 2019), but are still very far from the final point in this issue.

It is believed that in birds, females are more prone to disperse from natal areas (Greenwood, 1980), they also make longer migrations. This is confirmed for Peregrine Falcons (*Falco peregrinus*) (Tordoff, Reding, 1997; Zuberogoitia *et al.*, 2009; Faccio *et al.*, 2014; Katzner *et al.*, 2012; Bondi *et al.*, 2018) and the Pannonian Saker Falcon population, for which on a sufficiently large material with significant difference ($p=0.05$) it was shown that females migrate further and longer in winter than males and, in particular, only young females migrated to the Sahel (Africa) for wintering (Prommer *et al.*, 2012). However, already in Southern Siberia, the farther migration of female Saker Falcons becomes not so obvious. In the Altai-Sayan region, it was shown that the migration distances of males turned out to be on average shorter than those of females, but the difference in means was not reliable

al., 2014; Katzner et al., 2012; Bondi et al., 2018) и паннонской популяции балобана, для которой на достаточно большом материале при надёжной разнице ($p=0,05$) показано, что самки зимой мигрируют дальше и дольше, чем самцы и, в частности, в Сахель (Африка) мигрировали на зимовку только молодые самки (Prommer et al., 2012). Но уже в Южной Сибири более дальняя миграция самок балобана становится не столь очевидной. В Алтае-Саянском регионе показано, что дистанции миграции самцов оказались в среднем меньше, чем таковые самок, но разница средних оказалась не надёжна (Карякин и др., 2018d). А для новозеландского сокола (*Falco novaeseelandiae*) не было выявлено существенных различий в дистанциях рассеивания между особями разного пола, хотя самцы кочевали обычно дальше, чем самки (Seaton et al., 2008). В последние годы правило более дальнего рассеивания и миграции самок находит всё меньшее подтверждение среди разных исследуемых видов и, скорее всего, ограничено не только набором видов, но и даже набором отдельных популяций среди видов, для которых такое «правило» считалось типичным. С орлами ситуация обстоит совершенно иначе, чем с сапсанами и балобанами. Показано, что все самки белорусских больших подорликов (*Aquila clanga*) зимовали на Балканском полуострове, а на зимовку в Африку отправилось 80% самцов (Домбровский и др., 2018); аналогичная картина наблюдалась и для птиц, помеченных в Польше и Эстонии, откуда большинство самок зимовало в Средиземноморье (Meyburg et al., 1998; Maciorowski et al., 2014). Для степных орлов не обнаружена разница в дальности миграции между птицами разного пола (табл. 7), но лето самки проводили определённее ближе к natalной области, чем самцы (табл. 15).

Уже 50 лет назад было отмечено, что до достижения половой зрелости степные орлы могут летовать далеко за пределами области гнездования (Cramp, Simmons, 1979; Михельсон, 1982), однако оставалось неясным, насколько это явление было распространённым. На основании прослеживания Ады и Сина можно предположить, что около 20% молодых степных орлов большую часть первого лета своей жизни проводят южнее гнездового ареала.

Отсутствие филопатрии как минимум в первый год жизни является нормой для степных орлов. Данные прослеживания



Степной орёл по имени Мин. Фото Н. Бхатта.

Steppe Eagle named Min. Photo by N. Bhatt.

(Karyakin et al., 2018d). For the New Zealand Falcon (*Falco novaeseelandiae*), there were no significant differences in the dispersal distances between individuals of different sexes, although males usually moved further during wanderings than females (Seaton et al., 2008). In recent years, the tendency of further dispersion and migration of females is finding less and less confirmation among the different species studied and, most likely, is limited not only by the set of species but even by the set of breeding populations within species for which such a tendency was considered typical. With eagles, the situation is completely different from Peregrine Falcons, and Saker Falcons. It was shown that all females of the Belarusian Greater Spotted Eagles (*Aquila clanga*) wintered on the Balkan Peninsula and 80% of the males went wintering in Africa (Dombrowski et al., 2018). A similar pattern was observed for birds tagged in Poland and Estonia, where the majority of females wintered in the Mediterranean (Meyburg et al., 1998; Maciorowski et al., 2014). For Steppe Eagles, no difference was found in the distance of migration between birds of different sexes (table 7), but females spent summer definitively closer to the natal area than males (table 15).

Already 50 years ago, it was recorded that before maturity, Steppe Eagles can summer far beyond the nesting area (Cramp, Simmons, 1979; Michelson, 1982). However,

орлов в первое лето на втором году жизни показывают, что степная и полупустынная зона Казахстана является основной территорией летних кочёвок степных орлов, происходящих из совершенно разных гнездовых группировок на пространстве от Калмыкии до Тувы, как минимум, а может и шире, вплоть до Центральной Монголии. Возможно, часть птиц, происходящих из российских группировок, не только проводит летние периоды до половой зрелости, но и остаётся для размножения в Казахстане, однако такие факты до сих пор не установлены. Пока не ясно, какова доля молодых, которые возвращаются для продолжения рода в те регионы, в которых они появились на свет, в северной части ареала вида, но она определённо низкая. За период с 2000 по 2019 г. от 1313 окольцованных орлов получено только 35 возвратов (2,67%), в том числе 3 (0,23%) в гнездовой период из области, близкой к natalной (Карякин и др., 2015; Николенко и др., наст. сб.), но лишь для одной самки (0,08%) отмечено размножение в 2011 г. в нескольких километрах от места мечения в 2008 г. (птица размножалась первый раз в возрасте 3-х лет в зоне постоянного мониторинга на хр. Сайлюгем в Республике Алтай⁹⁶).

Ещё в 70-х гг. XX столетия озвучивалась идея о том, что «при выраженной тенденции степного орла концентрироваться в местах размножения их основного корма – сусликов – не исключена смена мест гнездования взрослыми птицами» (Михельсон, 1982). Однако даже по прошествии 50 лет эта идея так и не получила подтверждения ни методами кольцевания, ни генетическими методами. Наши популяционно-генетические исследования в локальных гнездовых группировках степных орлов показали стабильность пар в течение ряда лет до смерти одного из партнёров и отсутствие регистрации птиц с уже известными гапло-характеристиками на других гнездовых участках в этих же или в других группировках. Пока совершенно очевидно, что данных недостаточно для каких-либо серьёзных выводов, несмотря на то, что протипированны птицы на более чем 300 гнездовых участках. Но, тем не менее, мы можем утверждать, что для степных орлов характерна как социальная, так и генетическая моногамия (т.е. нет данных о генетическом происхождении потомства от «чужих» самцов), и не подтверждены даже

it remained unclear how widespread this phenomenon was. Based on the tracking of Ada and Sin, it can be assumed that about 20% of young Steppe Eagles spend most of the first summer of their lives south of the breeding range.

The absence of philopatry in at least the first year of life is obviously the norm for Steppe Eagles. Tracking data of the 2CY Eagle in summer show that the steppe and semi-desert area of Kazakhstan is the main territory of the summering of the Steppe Eagles, originating from completely different breeding groups in the area from Kalmykia to Tuva, probably even wider up to Central Mongolia. Perhaps some of the birds from Russian breeding groups not only spend summers until maturity but also remain for breeding in Kazakhstan, but such facts have not been established yet. The share of young birds, which return for breeding to the natal regions in the northern part of the species' range, is not yet clear, but it is definitely low. From 2000 to 2019, only 35 recoveries (2.67%) out of 1,313 ringed eagles were received, including 3 (0.23%) in the breeding period from the area close to the natal (Karyakin *et al.*, 2015; Nikolenko *et al.*, current issue). In 2011, only for one female (0.08%) breeding was recorded a few kilometers from her natal place where she was tagged in 2008 (the female bred for the first time at the age of 3 years in the area regularly checked by our research group on the Sailyugem Ridge in the Altai Republic⁹⁶).

Back in the 70s of the XX century, there was an idea that “with a pronounced tendency of the Steppe Eagle to concentrate in the breeding areas of their main prey item – sossuliks, it is possible that adult birds could change their breeding territories” (Michelson, 1982). However, even after 50 years, this idea has not been confirmed either by ringing methods or by genetic methods. Our population genetics studies in local nesting groups of Steppe Eagles showed that pairs remain stable for several years until the death of one of the partners and the absence of registration of birds with already known haplo-characteristics in other breeding territories in the same or other breeding groups. So far, it is clear that the data is not enough for any serious conclusions, although eagle's haplotypes have been checked in more than 300 breeding territories. Nevertheless, we can state that the Steppe Eagles are characterized by both

⁹⁶ <http://217.112.43.140/report/110>

единичные «разводы» партнёров и смена ими гнездовых участков, как это изредка наблюдается у орлов-могильников в Наурузуме (Брагин и др., 2008). Поэтому пока нет оснований даже предполагать возможность смены мест гнездования взрослыми птицами.

В то же время, популяционно-генетические исследования на основании анализа Д-петли митохондриальной ДНК и 9 ядерных микросателлитных локусов подтверждают предположение о том, что степные орлы достаточно мобильны в выборе мест гнездования и их связь с местом рождения может быть наименьшей среди настоящих орлов (*Aquila* sp.) (Карякин и др., 2016b; Зиневич и др., 2016; 2018; Зиневич и др., в печати). Т.е. на фоне консервативности взрослых птиц и их верности ранее выбранным гнездовым участкам, молодёжь крайне мобильна, благодаря чему обмен генами между популяциями происходит в масштабах всего современного сплошного ареала вида от Калмыкии до Даурии, что выражается в доминировании во всём ареале степного орла одного мажорного гаплотипа по линии самок.

Эти же популяционно-генетические исследования показали, что вид монотипичен и нет никаких оснований делить его на подвиды, что обнаружил ещё В. Кларк (Clark, 2005) на основании анализа музейных коллекций. Он предположил клинальную изменчивость в популяциях степного орла, в результате которой птицы становятся крупнее и более длиннокрылыми с запада на восток, что лишь отчасти подтверждено более поздними работами (Карякин и др., 2016b). Новейшие исследования позволяют утверждать разделение степного орла на две экологические группы, характеризующиеся размерами, с концентрацией крупных птиц в Алтае-Саянском горном узле (Карякин и др., 2017a), причины формирования которых достаточно дискуссионны. Именно это деление, видимо, и лежит в основе разных точек зрения: только ли западные (*orientalis*) степные орлы, или западные вместе с восточными (*nipalensis*) встречаются на зимовках в Восточной Африке и гнездятся в Западном и Центральном Казахстане. В сводке по птицам Европы, Ближнего Востока и Северной Африки проигнорирована русскоязычная информация о зимних регистрациях разных подвидов степного орла в Африке и постулируется, что в Восточной Африке, на юге Европы (Греция и Турция) и в Юго-Западной Азии (Ливан, Иран, Ирак,



Степной орёл. Фото И. Карякина.

Steppe Eagle. Photo by I. Karyakin.

social and genetic monogamy (that is, there is no genetic data on the origin of brood from other males). Even single cases of “divorce” of partners and change of breeding territories by them, as is rarely observed in Imperial Eagles in Naurzum, have not been confirmed in the Steppe Eagle (Bragin et al., 2008). Therefore, there is no reason even to assume the possibility of changing the breeding grounds by adult birds.

At the same time, the same population genetics studies based on the analysis of the D-loop of mitochondrial DNA and 9 nuclear microsatellite loci confirm the assumption that the Steppe Eagles are quite mobile in choosing the breeding grounds and their connection with the place of birth may be the smallest among true eagles (*Aquila* sp.) (Karyakin et al., 2016b; Zinevich et al., 2016; 2018; Zinevich et al., in print). That is, against the background of the conservatism of adult birds and their commitment to previously chosen breeding territories, young birds are extremely mobile, due to which gene exchange between populations occurs on the scale of the entire modern continuous range of the species from Kalmykia to Dauria, which is expressed in the dominance of one major haplotype in the entire range of the Steppe Eagle in the line of females.

The same population genetic studies have shown that the species is monotypic and there is no reason to divide it into subspecies, which was discovered by V. Clark (Clark, 2005) based on the analysis of museum collections. He suggests that the populations of the Steppe Eagle are characterized by a wedge variability, so the individuals become larger and longer-winged from west to east, which is only partially confirmed by later

Аравийский п-в) зимует только западный подвид степного орла, а в Южной Азии – восточный (Cramp, Simmons, 1979). Хотя почти за 30 лет до этой публикации Г.П. Деметьев (1951) писал, что восточный степной орёл зимует в Восточной Африке на юг вплоть до Намибии вместе с западным подвидом. Позже для запада Средней Азии указывалось, что, несмотря на гнездование здесь только западного степного орла, на миграциях преобладает восточный (Захидов, Мекленбургцев, 1969). В.С. Залетаев (1968) для Западного Устюрта и Мангышлака указывал восточного степного орла в качестве редкого не только на пролёте, но и на гнездовании. Но мнение М.Н. Корелова (1962) о том, что от Чёрного моря до Тянь-Шаня и Алтая гнездится только западный степной орёл, было настолько авторитетным, что сведения В.С. Залетаева были признаны ошибочными (Михельсон, 1982). Но современные данные его реабилитируют в том, что в Арало-Каспийском регионе действительно гнездятся отдельные пары крупных степных орлов, которые раньше идентифицировались как *A. nipalensis nipalensis*. Проследивание двух крупных самок из Оренбургской области показало, что они разошлись на Африканские и Индо-Пакистанские зимовки. Соответственно, Ада, улетевшая в северо-восточную Африку, будь она встречена там 50 лет назад, была бы идентифицирована как *A. n. nipalensis*, хоть и с отклонением в окраске в сторону отсутствия затылочного пятна, а Ева, попавшись она в бассейне Инда, была бы отнесена также к восточному подвиду, несмотря на её западное происхождение. Учитывая то, что часть степных орлов из Юго-Восточного Алтая мигрирует на Аравийский полуостров, а часть западных птиц – в бассейн Инда, орлы, не отличающиеся от та-

works (Karyakin et al., 2016b). Recent studies suggest the division of the Steppe Eagle into two ecological groups, characterized by size, with a concentration of large birds in the Altai-Sayan mountain cluster (Karyakin et al., 2017a). The reasons for the occurrence of these two groups are quite controversial. It is precisely this division that lies at the basis of the disagreement on the understanding of whether the Western (*orientalis*) Steppe Eagles or the Western together with the Eastern (*nipalensis*) meet in wintering grounds in East Africa and nest in Western and Central Kazakhstan. The summary of birds of Europe, the Middle East, and North Africa ignored Russian-language information about winter registrations of different subspecies of the Steppe Eagle in Africa and postulated that only the Western subspecies of the Steppe Eagle winter in East Africa, Southern Europe (Greece and Turkey) and South-West Asia (Lebanon, Iran, Iraq, the Arabian Peninsula), and the Eastern one in South Asia (Cramp, Simmons, 1979). Although almost 30 years before this publication, Dementiev (1951) wrote that the Eastern Steppe Eagle winter in East Africa south to Namibia along with the western subspecies. Later, for the west of Central Asia, it was indicated that despite only the Western Steppe Eagle nests here, the Eastern one prevails on migrations (Zakhidov, Meklenburtsev, 1969). For Western Ustyurt and Mangyshlak (Kazakhstan), Zaletaev (1968) indicated the Eastern Steppe Eagle as rare not only on migration but also on nesting. However, the opinion of Korelov (1962) that only the Western Steppe Eagles nest from the Black Sea to the Tien Shan and Altai was so authoritative that the data of V.S. Zaletaev were found to be erroneous (Michelson, 1982). Nevertheless, modern data rehabilitate him – some pairs of large Steppe Eagles, which were previously identified as *A. nipalensis nipalensis*, actually nest in the Aral-Caspian region. Tracking of two large females from the Orenburg region showed that they were distributed among the African and Indo-Pakistan wintering grounds. Accordingly, Ada, having flown to northeast Africa, had she been met there 50 years ago, would have been identified as *A. n. nipalensis*, although with a deviation in plumage to the absence of a golden spot at the back of the head. Eva, if she had been met in the Indus basin would also be attributed to the Eastern subspecies, despite her western origin. Given that a part of the Steppe Eagles from the Southeast Altai migrate to the Arabian Peninsula, and

Самка степного орла на гнезде с птенцами.
Фото И. Карякина.

Female of the Steppe Eagle with nestlings in the nest.
Photo by I. Karyakin.



ковых ранее выделяемого восточного подвида, дисперсно гнездятся везде в ареале т.н. западных степных орлов от Волги до Алтая, а на крайнем востоке ареала вида встречаются птицы в принципе не отличимые от западных степных орлов, в свете полученных доказательств монотипичности вида можно считать дискуссию о подвиговой принадлежности степных орлов на миграциях и зимовках закрытой.

Выживаемость степных орлов в нашем исследовании (57–60% от числа помеченных птиц к середине второй зимовки) кажется довольно высокой относительно темпов сокращения численности ряда гнездовых группировок в трансграничной зоне России и Западного Казахстана (-11,9% за 6 лет) (Карякин и др., 2013) и в Центральном Казахстане (-18,9% за 1 год) (Карякин и др., 2019b). Причём из Центрального Казахстана, в котором отмечены максимальные темпы сокращения числа занятых гнёзд степного орла, происходят 4 птицы, помеченные трекерами в 2018 г., которые остаются живыми к концу 2019 г. Если сравнивать отход степных орлов в нашем исследовании с таковым меченых трекерами орлов-могильников из Волго-Уральского и Алтае-Саянского регионов, потери которых в течение 1,5 лет составили 92% (Карякин и др., 2016с; 2018f), то может сложиться ложное впечатление о большем благополучии степного орла нежели орла-могильника, хотя на местах гнездования ситуация выглядит ровно наоборот – на пространстве от Калмыкии до Алтая численность степного орла методично падает (Карякин, 2018a), а орла-могильника, наоборот, растёт (Карякин, 2018b). Конечно, динамика по регионам различается. Так, например, при сокращении численности степного орла в Оренбургской области за 5 лет на 20,6% (Карякин и др., 2016a), Алтае-Саянские популяции этого вида либо остаются стабильными, либо наращивают численность после резкого спада в 2001–2002 гг. (Смелянский и др., 2018; Карякин и др., 2018b; 2019a), что говорит о запасе свободных особей, а значит, хорошем уровне выживания молодёжи. Но при этом в миграционном коридоре у подножия Гималаев в Непале, через который проходят птицы из самых крайних восточных гнездовых популяций вида (Центральная и Восточная Монголия, Даурия), тоже наблюдается сокращение численности на 22% за 8 лет (Gurung et al., 2019).

Вероятно, наблюдаемое сокращение численности степного орла на большей

some western birds to the Indus basin, eagles that do not differ from the previously distinguished Eastern subspecies dispersedly nest everywhere in the range of the so-called Western Steppe Eagles from the Volga to Altai. And in the extreme east of the species range, birds are basically indistinguishable from Western Steppe Eagle. In the light of the obtained evidence of the monotypic nature of the species, the discussion about the Steppe Eagle subspecies identification on migration and in wintering grounds should be considered closed.

The survival rate of Steppe Eagles in our study (57–60% of the number of tagged birds by the middle of the second wintering) seems rather high relative to the rate of decrease in the number of breeding groups in the transboundary zone of Russia and Western Kazakhstan (-11.9% over 6 years) (Karyakin et al., 2013) and in Central Kazakhstan (-18.9% over 1 year) (Karyakin et al., 2019b). Moreover, 4 eagles from Central Kazakhstan tagged in 2018 are still alive. If we compare the losses of the Steppe Eagles in our study with tracked Imperial Eagles from the Volga-Ural and Altai-Sayan regions, the losses of which over the course of 1.5 years were 92% (Karyakin et al., 2016c; 2018f), then we get a false impression of the greater well-being of the Steppe Eagle than the Imperial Eagle, although the situation at the breeding grounds looks exactly the opposite: the Steppe Eagle population decreases gradually in the area from Kalmykia to Altai (Karyakin, 2018a), and the Imperial Eagle population increases on the contrary in the same area (Karyakin, 2018a). Of course, regional dynamics vary between the regions. For example, with a decrease in the number of the Steppe Eagle in the Orenburg region over 5 years by 20.6% (Karyakin et al., 2016a), the Altai-Sayan populations of this species either remain stable or increase in numbers after a sharp decline in 2001–2002 (Smelansky et al., 2018; Karyakin et al., 2018b; 2019a), which indicates a stock of idle individuals, and hence a good survival rate of young birds. At the same time, there is an obvious decrease by 22% over 8 years in the migration flyway at the foot of the Himalayas in Nepal, through which birds from the most extreme eastern breeding populations of the species (Central and Eastern Mongolia, Dauria) pass (Gurung et al., 2019).

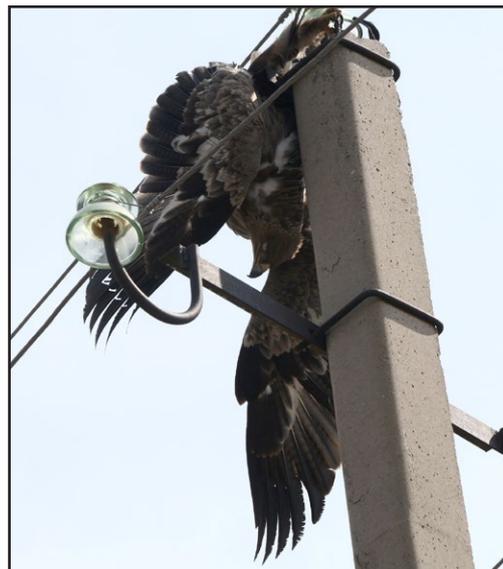
The observed Steppe Eagle population decrease over most of the range of the species is likely to be determined by bird mor-

Степной орёл, погибший от поражения
электротоком на ЛЭП 10 кВ в Казахстане.
Фото Г. Дякина.

*Steppe Eagle electrocuted on the power line 10 kV in
Kazakhstan. Photo by G. Dyakin.*

части ареала вида определяется ненормированной по годам смертностью птиц, которая происходит резкими всплесками в связи со склонностью вида образовывать крупные скопления на миграциях, зимовках и летовках, чего мы не наблюдаем у орла-могильника, который не формирует плотных скоплений. фактора (эпизоотия, вброс яда в окружающую среду, затяжные дожди в зоне развитой инфраструктуры птицепасных ЛЭП и пр.) приводит к гибели большого количества степных орлов одновременно именно в концентрированных группах, которые формируются в местообитаниях с богатым кормовым ресурсом. И такие трагедии чередуются с достаточно продолжительными периодами, когда уровень смертности незначителен и равномерно распределён во времени и пространстве. Хорошим примером подобных явлений может являться эпизоотия вакуолярной миелинопатии в популяциях белоголовых орланов (*Haliaeetus leucoserphalus*) на озере ДеГрэй (США, штат Арканзас) в 1994–1995 и 1996–1997 гг. (Thomas et al., 1998) или пик смертности от поражения электротоком степных орлов в Калмыкии в дождливую весну 2010 г. (Меджидов и др., 2011b).

Редкая, но масштабная смертность, возможно, оказывает более серьёзное негативное влияние на популяции орлов, чем планомерный ежегодный отход, «размазанный» равномерно по всему пространству ареала вида. Поэтому мы и наблюдаем такую разницу в динамике популяций степного орла и орла-могильника. Однако это до сих пор остаётся только гипотезой. На то, что разовая масштабная смертность степных орлов возможна в концентрированных группах на зимовках, указывает факт отравления 39 птиц в Иране в начале ноября 2018 г. (Kiamarzu, 2018), а также сам факт формирования концентрированных скоплений степных орлов на свалках, в которых в пик миграции может насчитываться до 10% от предполагаемой мировой численности, что было выявлено в Саудовской Аравии зимой 2019 г. Здесь на 2-х близко расположенных свалках в 200 км к северо-западу от Эр-Рияда в на-



tality unnormalized over the years, which occurs by outbreaks due to the tendency of the species to form large clusters on migrations, in wintering and summering grounds, which we do not observe in the Imperial Eagle that does not form dense clusters. Thus, the occurrence of any negative factor, such as epizootic, poisoning, prolonged rains in the area of a high density of dangerous power lines, leads to the simultaneous death of a large number of Steppe Eagles in concentrated groups that form in habitats with abundant source of nutrition. Such tragedies alternate with rather long periods when the mortality rate is insignificant and evenly distributed in time and space. A good example is the epizootic of vacuolar myelinopathy in populations of Bald Eagles (*Haliaeetus leucocephalus*) on Lake DeGray (USA, Arkansas) in 1994–1995 and 1996–1997 (Thomas et al., 1998) or a peak of Steppe Eagles mortality due to electrocution in Kalmykia in the rainy spring of 2010 (Medzhidov et al., 2011b).

Rare, but large-scale mortality may have a more serious negative impact on the eagle populations than the predictable annual mortality “spread out” evenly throughout the entire range of the species. Therefore, we observe such a difference in the dynamics of the Steppe Eagle and the Imperial Eagle populations. However, this remains only a hypothesis. The fact that one-time large-scale mortality of Steppe Eagles is possible in concentrated groups during wintering is indicated by the fact of poisoning of 39 birds in Iran in early November 2018 (Kiamarzu, 2018), as well as just the fact of the formation of concentrated clusters of Steppe Eagles in landfills, in which at the

чале ноября 2019 г. было учтено 6700 степных орлов (Keijmel, 2019).

То, что свалки привлекают степных орлов на миграциях и зимовках, было известно (Prohl, Baumgart, 2012; Shafaeipour *et al.*, 2018; МакГради, Мейбург, 2018), и это явление расценивалось даже как положительный фактор, позволяющий орлам сокращать протяжённость миграции и проводить зиму с меньшими энергетическими затратами на перемещения в поисках доступных кормов. Однако в последнее время роль свалок в качестве мест остановки орлов пересматривается от благоприятного фактора в сторону «экологических ловушек». Интересно то, что как минимум половина наших орлов избегала свалок как на остановках во время миграции, так и на зимовках, и для большинства свалки не являлись определяющими местами остановок на зимовке. Исключением можно считать территорию Аравийского полуострова и юго-западную часть Ирана, где свалки являются, по-видимому, основными местами концентрации орлов. Возможно, по причине избегания свалок орлами мы и наблюдаем высокий уровень их выживаемости.

В нашем проекте по отслеживанию степных орлов идентифицированные причины отхода птиц связаны исключительно с их гибелью на ЛЭП в результате поражения электротоком. Эта проблема для степного орла известна на всём протяжении его ареала уже очень давно (Шевченко, 1978; Перерва, Блохин, 1981; Harness *et al.*, 2008; Николенко, 2011; Николенко, Карякин, 2012; Машына и др., 2012; Карякин и др., 2009b; 2012b) и Казахстан занимает лидирующие позиции по уничтожению степных орлов на ЛЭП (Стариков, 1996/1997; Карякин, Новикова, 2006; Лаш и др., 2010; Сараев, Пестов, 2011; Воронова и др., 2012; Пестов и др., 2012; 2015; 2018; Левин, Куркин, 2013). Масштабная гибель степных орлов на ЛЭП в Казахстане происходит отчасти потому, что проблема слабо решается на государственном уровне как из-за отсутствия отдельных подзаконных актов (Пуликова, Воронова, 2018), так и отсутствия инициативы со стороны государственных органов охраны природы, и целого комплекса других причин, таких как отсутствие в компаниях, эксплуатирующих ЛЭП, орнитологических компетенций, внутренних регламентов, практики мероприятий по недопущению гибели птиц на ЛЭП, практики примене-

ния. В пике миграции там может быть до 10% от предполагаемой мировой популяции, что было выявлено в Саудовской Аравии в начале ноября 2019 г. Здесь, в начале ноября 2019 г. на 2 расположенных близко друг к другу свалках в 200 км к северо-западу от Рияда, 6,700 степных орлов были зафиксированы (Keijmel, 2019).

Факт того, что свалки привлекают степных орлов на миграциях и зимовках, было известно (Prohl, Baumgart, 2012; Shafaeipour *et al.*, 2018; McGrady, Meyburg, 2018), и это явление даже рассматривалось как положительный фактор, позволяющий орлам сокращать протяжённость миграции и проводить зиму с меньшими энергетическими затратами на перемещения в поисках доступных кормов. Однако в последнее время роль свалок в качестве мест остановки орлов пересматривается от благоприятного фактора в сторону «экологических ловушек». Интересно то, что как минимум половина наших орлов избегала свалок как на остановках во время миграции, так и на зимовках, и для большинства свалки не являлись определяющими местами остановок на зимовке. Исключением можно считать территорию Аравийского полуострова и юго-западную часть Ирана, где свалки являются, по-видимому, основными местами концентрации орлов. Возможно, по причине избегания свалок орлами мы и наблюдаем высокий уровень их выживаемости.

В нашем проекте по отслеживанию степных орлов идентифицированные причины отхода птиц связаны исключительно с их гибелью на ЛЭП в результате поражения электротоком. Эта проблема для степного орла известна на всём протяжении его ареала уже очень давно (Шевченко, 1978; Перерва, Блохин, 1981; Harness *et al.*, 2008; Николенко, 2011; Николенко, Карякин, 2012; Машына и др., 2012; Карякин и др., 2009b; 2012b) и Казахстан занимает лидирующие позиции по уничтожению степных орлов на ЛЭП (Стариков, 1996/1997; Карякин, Новикова, 2006; Лаш и др., 2010; Сараев, Пестов, 2011; Воронова и др., 2012; Пестов и др., 2012; 2015; 2018; Левин, Куркин, 2013). Масштабная гибель степных орлов на ЛЭП в Казахстане происходит отчасти потому, что проблема слабо решается на государственном уровне как из-за отсутствия отдельных подзаконных актов (Пуликова, Воронова, 2018), так и отсутствия инициативы со стороны государственных органов охраны природы, и целого комплекса других причин, таких как отсутствие в компаниях, эксплуатирующих ЛЭП, орнитологических компетенций, внутренних регламентов, практики мероприятий по недопущению гибели птиц на ЛЭП, практики примене-

ния современных технических решений для обеспечения безопасности птиц при проектировании и эксплуатации ЛЭП (Онгарбаев, 2018). Но в основе причин массовой гибели степных орлов на ЛЭП в Казахстане лежит тот факт, что в этой стране сосредоточен основной ресурс этого вида (Карякин, 2018a), и здесь, в районах с высокой плотностью птицепасных ЛЭП, аккумулируются неполовозрелые птицы, собирающиеся не только со всего Казахстана, но и с большей части России, что показано нашими исследованиями. Другие причины гибели орлов остаются неизученными, так как их сложно выявлять, хотя их вклад в сумме несколько выше гибели на ЛЭП (рис. 68).

Очень интересным является вопрос изменения миграционных маршрутов птиц и причин, лежащих в основе этого явления. И то, что мы наблюдаем в данный момент, прослеживая степных орлов с трекерами, наводит на определённые мысли. В Алтае-Саянском регионе наиболее мощный миграционный путь исторически проходил по западной окраине Алтая, на что обращал внимание П.П. Сушкин (1925; 1938). Именно этим маршрутом летят осенью степные орлы из Хакасии и Красноярского края. Но этот маршрут был не единственным – отмечалась миграция птиц через Туву и Монголию (Тугаринов, 1936), но её масштабы были неясны. Вероятно, что птицы, в том числе и степные орлы из Тувы, летели на юг, где пересекали Гобийский Алтай или огибали его восточную оконечность. По крайней мере, про факт миграции птиц из Восточной Сибири через Заалтайскую Гоби писал Г.П. Деметьев (1940) и орлы вряд ли игнорировали этот миграционный путь. К сожалению, доступных данных визуальных учётов птиц на этом миграционном пути нам не удалось найти, возможно, их попросту нет. В 1999–2000 г. нами наблюдалась миграция хищников, в том числе и степных орлов, вдоль восточного края хр. Хан-Хухий-Нуру и далее вдоль западной части Хангая, но продолжить наблюдения за миграцией степных орлов на этом участке мы не смогли. После масштабного применения

to ensure the safety of birds in the design and operation of power lines (Ongarbaev, 2018). However, the core of the issue for the mass death of Steppe Eagles on power lines in Kazakhstan is the fact that the main population resource of this species is concentrated in this country (Karyakin, 2018a), and immature birds originated not only from all over Kazakhstan but also from most of Russia, as shown by our studies, accumulate here in areas with a high density of bird-dangerous power lines. Other causes of death of eagles remain unstudied since they are difficult to identify, although their contribution to the total death rate is slightly higher than the death on power lines (fig. 68).

An issue of changing migration routes by eagles and the reasons underlying it is very interesting. What we observe now, tracking Steppe Eagles, leads to certain ideas. In the Altai-Sayan region, the strongest migration flyway historically passed through the western outskirts of Altai, to which Sushkin (1925; 1938) paid attention. Steppe Eagles fly this route from Khakassia and Krasnoyarsk Krai in autumn. However, this route is not the only one – bird migration through Tuva and Mongolia was also recorded (Tugarinov, 1936), but its scale was unclear. It is very likely that birds, including Steppe Eagles from Tuva, flew south, where they crossed the Gobi Altai or skirted its eastern extremity. At least, Dementiev (1940) wrote about the migration pathway from Eastern Siberia through the Altai Gobi, and the eagles hardly ignored this flyway. Unfortunately, we were not able to find the available data of visual registrations of birds on this migration route, perhaps they simply do not exist. In 1999–2000, we ob-

Самка степного орла с птенцами в гнезде на дереве.
Фото И. Карякина.

Female of the Steppe Eagle with nestlings in the nest
on the tree. Photo by I. Karyakin.



бромидиалона для борьбы с роющими мелкими млекопитающими в Монголии в 2001–2002 гг. и уничтожения степных орлов в бассейне Тес-Хема и на многих прилегающих территориях, включая Тувинскую котловину (Карякин, 2006; 2010), вид практически перестал мигрировать из Убсунурской котловины в юго-восточном направлении. В период с 2004 по 2019 гг. произошло восстановление гнездовых группировок степного орла в Туве, в том числе и в левобережье Тес-Хема (Карякин и др., 2018b; 2019a), и ожидалось, что миграционный поток в южном направлении восстановится, однако этого не произошло. Прямая миграция степного орла мимо Хангая на юг через Гобийский Алтай так и не восстановилась, при том что это самый короткий путь на Индийские зимовки, и здесь есть на кого ориентироваться степным орлам, так как миграция хищных птиц вдоль Хангая через Гобийский Алтай продолжается и в наше время, но, видимо, уже без степных орлов из Тувинской и Убсунурской котловин. Единственный из меченных нами степных орлов (самка по имени Тэс), начавший миграцию из Тувы в юго-восточном направлении и прошедший через восток Хан-Хухий-Нуру, развернулся перед Хангаем и, фактически обойдя Монгольский Алтай по югу, полетел в западном направлении, выйдя в русло пролёта сибирских птиц в Алма-Атинской области Казахстана (рис. 71). Единственная причина в прекращении миграции тувинских и убсунурских степных орлов через Хангай видится именно в восстановлении тувинских и убсунурских гнездовых группировок за счёт молодых птиц, происходящих из Алтая и Хакасии, а может быть, и шире – за счёт птиц из Казахстана. На последнее намекает появление нового стереотипа гнездования степного орла в Туве на деревьях в лесополосах, который был чужд популяциям Алтае-Саянского региона, и появился здесь лишь в последние 2 года на фоне восстановления гнездовых группировок вида. При этом данный стереотип гнездования типичен для гнездовых группировок степного орла на некоторых территориях Казахстана. Есть предположение, что орлы из восстановившихся гнездовых группировок выбирают миграцию на запад – юго-запад благодаря не только визуальной ориентации на собратьев, но и в силу того, что их миграционные стереотипы генетически детерминированы. Именно поэтому даже при начальной миграции тувинских птиц в южном

сerved the migration of raptors including Steppe Eagles along the eastern edge of the Khan-Khukhiy-Nuru Ridge and further along the western part of Khangai, but we could not continue monitoring the migration of Steppe Eagles in this region. After the widespread of bromadiolone use for the control of small burrowing mammals in Mongolia in 2001–2002, which eradicated Steppe Eagles from the Tes-Khem Basin and many adjacent territories, including the Tuva Hollow (Karyakin, 2006; 2010), the species almost ceased to migrate from the Ubsunur Basin in a south-east direction. Between 2004 and 2019, we observed a restoration of the breeding groups of the Steppe Eagle in the Tuva Republic, Russia, including the left bank of the Tes-Khem river (Karyakin *et al.*, 2018b; 2019a). It was expected that the migration flow to the south would recover, but this did not happen – the direct migration of the Steppe Eagle past Khangai to the south through the Gobi Altai has not yet recovered, although this is the shortest way to the Indian wintering grounds and Steppe Eagles can obviously see the passage since the migration of other birds of prey along the Khangai through the Gobi Altai continues, but already without the Steppe Eagles from Tuva Hollow and Ubsunur Basin. The only Steppe Eagle that we tagged (a female named Tes), which started migration from Tuva in the south-east direction and passed through the east Khan-Khukhiy-Nuru but turned near Khangai, skirted the Mongolian Altai from the south, and headed westward to join the migration flyway of Siberian birds in the Almaty region of Kazakhstan (fig. 71). The only reason for ceasing the migration of Tuva and Ubsunur Steppe Eagles through Khangai Mountains is seen in the resettlement of Tuva and Ubsunur with young birds originated from Altai and Khakassia, or maybe even wider – up to Kazakhstan, which is hinted by the emergence of a new tree-nesting stereotype in Tuva, which is extraneous for the Altai-Sayan region, and appeared here only in the last 2 years against the restoration of breeding groups. Wherein, this nesting stereotype is typical for the Steppe Eagle in some breeding groups of Kazakhstan. There is an assumption that eagles from the restored breeding groups choose migration to the west-southwest direction not only due to visual orientation towards conspecifics but also because their migra-

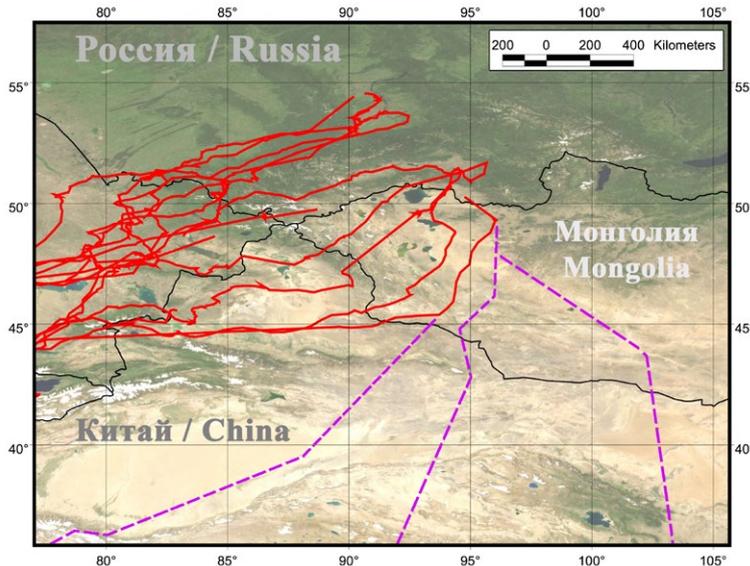


Рис. 71. Осенняя миграция степных орлов с трекерами в Алтае-Саянском регионе. Пунктирными линиями показаны миграционные пути, по которым перестали перемещаться степные орлы из восстановившихся гнездовых группировок Тувы.

Fig. 71. Autumn migration of Steppe Eagles with trackers in the Altai-Sayan region. Dotted lines show the former migration routes which are no longer used by the Steppe Eagles from the recovered breeding population in the Tuva Republic.

(или даже в юго-восточном) направлении, они уходят через Монгольский Алтай и далее вдоль Тянь-Шаня и Киргизского хребта через Каратау. Хотя эти орлы могли бы вливаться в миграционный поток вдоль Хангая и уходить на юг через Гоби, откуда лететь на индийские зимовки, пересекая Кунь-Лунь и Каракорум, как это сделала Ева, или же пересекать Тибет и Гималаи, вливаясь в поток птиц, проходящих мимо Анапурны (см. Subedi et al., 2017). К сожалению, пока не существует достоверных методов, по которым можно подтвердить генетическую детерминацию мигрантов к тому или иному типу миграционного поведения, а тем более связать с выбором маршрутов. И пока такие методы не появятся, придётся строить гипотезы, связывая иррациональность миграционных маршрутов птиц с их недавно произошедшим расселением из других регионов. Благо такие примеры имеются по другим видам. Так, широконоски (*Anas clypeata*) и обыкновенные скворцы (*Sturnus vulgaris*) осенью летят из Тувы вначале на север, пересекая Саяны, и лишь затем, обогнув менее приподнятый Кузнецкий Алатау, поворачивают на юго-запад, что объясняется их сравнительно недавним проникновением в Туву и Северо-Западную Монголию (Савченко, 2014).

Заклучение

Анализ осенних перемещений степных орлов, помеченных трекерами, существенно улучшил понимание общей картины осенней миграции этого вида, полученной на основании визуальных наблюдений (Гаврилов, Гисцов, 1985; Leshem, 1985; Shirihai, Christie, 1992; Гаврилов, 1996/1997; den Besten, 2004; De Candido

et al., 2017). Unfortunately, so far there are no reliable methods, by which it is possible to confirm the genetic determination of a particular type of migration behavior, or even to relate genetics to the choice of migration routes. Until such methods appear, we can only speculate about the links between the irrationality of migration routes of birds with their recent resettlement from other regions. Fortunately, such examples are available for other species. Thus, Shovelers (*Anas clypeata*) and Common Starlings (*Sturnus vulgaris*) fly in autumn from Tuva first to the north, crossing the Sayans, and only then turn to the south-west, skirting less elevated Kuznetsk Alatau, which is explained by their relatively recent expansion into Tuva and Northwest Mongolia (Savchenko, 2014).

Conclusion

Analysis of autumn movements of the Steppe Eagles tagged with trackers significantly improved the understanding of the overall picture of the autumn migration of this species, based on visual observations (Gavrilov, Gistsov, 1985; Leshem, 1985; Shirihai, Christie, 1992; Gavrilov, 1996/1997; den Besten, 2004; De Candido et al., 2001; 2013; Gavrilov, 2006; Zduniak et al., 2010; Subedi, 2015; Weiss, 2018; Weiss et al., 2019) and ringing data (Michelson, 1982; Gavrilov, Gavrilov, 2014; Bekmansurov et al., 2012; 2016; 2017; Karyakin et al., 2015; 2018c; Al-Sheikhly et al., 2017).

Across the entire set of the latest data, including the results of tracking Imperial Eagles (Poessel et al., 2018; Korepov, Kovalev, 2018; Karyakin et al., 2018d; Korepov et al., 2019) that often use the same flyways together with Steppe Eagles, we have built a scheme (fig. 72) that reflects the modern picture of the main flyways of the Steppe Eagles. Considering that about

et al., 2001; 2013; Гаврилов, 2006; Zduniak et al., 2010; Subedi, 2015; Вейс, 2018; Вейс и др., 2019) и данных кольцевания (Михельсон, 1982; Гаврилов, Гаврилов, 2014; Бекмансуров и др., 2012; 2016; 2017; Карякин и др., 2015; 2018с; Аль-Шейхли и др., 2017).

По всему своду новейших данных, включая результаты прослеживания орлов-могильников (Poessel et al., 2018; Корепов, Ковалев, 2018; Карякин и др., 2018d; Корепов и др., 2019), с которыми степные орлы часто летят вместе, нами построена схема (рис. 72), которая отражает современную картину основных русел пролёта степных орлов. Учитывая то, что около 82% всей мировой популяции степного орла в настоящее время гнездится в Западном Казахстане (Карякин, 2018а), наибольшую важность для вида играют его миграционные потоки через Арало-Каспийский регион на Аравийские зимовки, которые к тому же оттягивают на себя и некоторое количество птиц из восточных популяций. Именно на этих путях миграции в Казахстане регистрируется масштабная гибель орлов от поражения электротоком на ЛЭП (см. Карякин и др., 2005; Карякин, Новикова, 2006; Левин, Куркин, 2013; Пестов и др., 2012; 2015; 2018) и возможно она происходит во всём русле пролёта, однако южнее целевые работы по мониторингу птицепасных ЛЭП не ведутся, и масштаб этой проблемы остаётся неизвестен. В Иране к гибели на ЛЭП (Shafaeipour et al., 2018) добавляются случаи отравления орлов (Kiamarzy, 2018), а в Ираке – ещё и нелегальный отлов с целью продажи в основном для нужд таксидермии (Аль-Шейхли и др., 2017). Поэтому усилия по выявлению негативных для вида факто-

82% of the total world Steppe Eagle population currently nests in Western Kazakhstan (Karyakin, 2018a), the migration flows through the Aral-Caspian region to the Arabian wintering grounds play the most important role for the species, which also draw some number of birds from eastern populations. On these migration routes in Kazakhstan, a large-scale death of eagles on power lines from electrocution is recorded (see Karyakin et al., 2005; Karyakin, Novikova, 2006; Levin, Kurkin, 2013; Pestov et al., 2012; 2015; 2018). This may occur along the entire flight corridor – the target work on monitoring of bird-dangerous power lines is not carried out southward, the extent of this problem remains unknown. In Iran, deaths on power lines (Shafaeipour et al., 2018) are supplemented by cases of eagle poisoning (Kiamarzy, 2018), and in Iraq also the illegal capture for sale mainly for taxidermy (Al-Sheikhli et al., 2017). Therefore, efforts to identify factors negative for the species and neutralize them should be concentrated in the flight corridor of eagles from Western Kazakhstan, as well as in Arabian wintering grounds. Unfortunately, we practically do not have data on the tracking of birds from Western Kazakhstan, and this gap must be closed.

Based on the tracking of tagged birds, regular wintering grounds of the species in East Turkmenistan, which until recently remained unknown, have been identified. According to telemetry data, a correction has been made to the species range map (fig. 73). Apparently, the east of Turkmenistan is an important region for the wintering of steppe eagles from the Altai-Sayan region, that is why close attention should be paid to it to protect the species. First of all, work should be started on the retrofitting of power lines dangerous to birds. Their network looks threatening especially in the wintering range of some eagles with trackers in the vicinity of the city of Kerki (one of these lines has already killed male named Shoygu).

Given the scale of movements of the Steppe Eagles, it is impossible to solve the problem of protecting this species within the borders of one state. The International Ac-

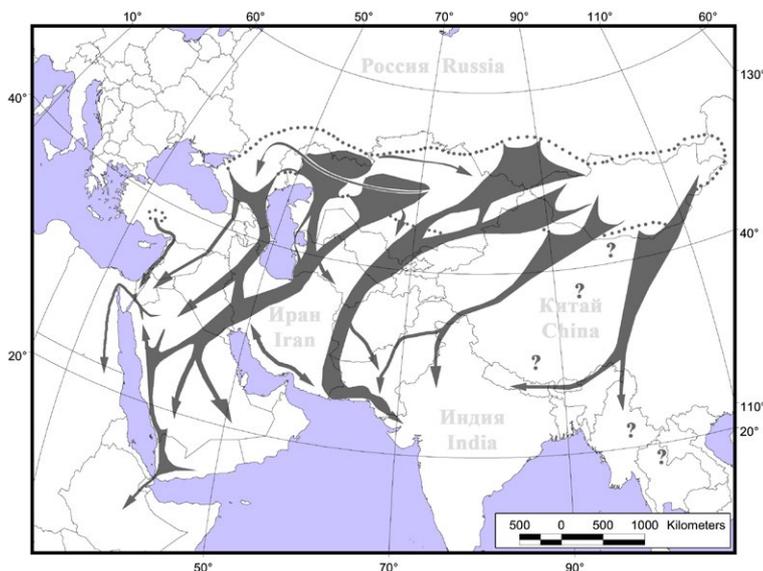


Рис. 72. Основные русла пролёта степных орлов по данным телеметрии и визуальных наблюдений.

Fig. 72. Main flyways of the Steppe Eagles according to telemetry and visual observations.

ров и их нейтрализация должны быть сконцентрированы в русле пролёта орлов из Западного Казахстана, а также на Аравийских зимовках. К сожалению, именно для птиц из Западного Казахстана у нас практически отсутствуют данные их прослеживания с помощью трекеров, и этот пробел обязательно должен быть заполнен.

На основании прослеживания птиц, помеченных трекерами, выявлены места регулярной зимовки вида в Восточном Туркменистане, которые до последнего времени оставались неизвестными. По данным телеметрии внесена коррекция в карту ареала вида (рис. 73). Судя по всему, восток Туркмении является важным регионом для зимовки степных орлов из Алтае-Саянского региона, поэтому на него должно быть обращено пристальное внимание с целью охраны вида. В первую очередь здесь следует начать работы по реконструкции птицепасных ЛЭП, сеть которых, особенно в зоне зимовки некоторых орлов с трекерами в районе города Керки, выглядит угрожающей (одна из таких линий уже привела к гибели Шойгу).

Учитывая масштабы перемещений степных орлов, невозможно решить проблему охраны этого вида в границах одного государства. Насушно необходим Международный план действий по этому виду, который бы сконцентрировал усилия разных государств на предотвращении основных угроз степному орлу. Задел для реализации такого плана уже был сделан на II Международной конференции «Орлы Палеарктики: изучение и охрана», где была сформирована рабочая группа из специалистов по этому виду (Итоги..., 2019) и подготовлено письмо-предложение в Raptors MOU CMS о необходимости создания глобального плана действий для степного орла⁹⁷.

Из первоочередных мер охраны степного орла видится:

1. Запрет на строительство в ареале вида птицепасных ЛЭП (6–35 кВ с железобетонными или стальными опорами, оснащёнными металлическими траверсами со штыревыми изоляторами и неизолированным проводом).

2. В местах формирования негнездовых скоплений и гнездовых группировок – оснащение всех птицепасных ЛЭП советского и пост-советского периода эффективными птицезащитными устройствами в виде пластиковых кожухов на изоляторы, а в идеале – реконструкция таких ЛЭП и

tion Plan for this species is urgently needed. It would concentrate the efforts of various states on preventing the main threats to the Steppe Eagle. The groundwork for the implementation of such a plan has already been made at the II International Conference “Eagles of Palearctic: Study and Conservation”, where a workgroup of specialists for this species was formed (Outcomes..., 2019) and a letter of proposal for the Raptors MoU was prepared on the need to create a Global Action Plan for the Steppe Eagle⁹⁷.

The priority measures for the protection of the Steppe Eagle are the following:

1. Prohibition on the construction of power lines dangerous to birds (6–35 kV with reinforced concrete or steel poles equipped with metal cross-supports with pin insulators and uninsulated wire) in the range of the species.

2. In areas of a dense concentration of non-breeding individuals and in breeding groups – to retrofit all power lines dangerous to birds of the Soviet and post-Soviet period with effective bird-protection devices in the form of plastic covers for insulators or better to reconstruct such power lines with insulated wire without using arresters on supports or even their reposition by underground cable lines.

3. To ban the construction of wind-power stations in the areas preserving breeding groups of the Steppe Eagle, on migration flyways and in wintering grounds of this species.

4. A total ban using non-steroidal anti-inflammatory drugs in veterinary medicine and poisons of cumulative and other effects for rodent pest control outside settlements, including summer cattle camps, farms, border outposts and other isolated locations within the range of the Steppe Eagle.

5. Escalation of measures to stop poaching in “bottlenecks” of the flyways by creating mobile ranger teams by official state environmental authorities with the involvement of the general public.

Acknowledgments

The implementation of this project was made possible thanks to the cooperation of the Russian Raptor Research and Conservation Network with Sibecocenter LLC (Novosibirsk, Russia) and the Association for the Conservation of Biodiversity of Kazakhstan, which organized expeditions in Russia and Kazakhstan. The project was supported fi-

⁹⁷ <http://irrcn.ru/wp-content/uploads/2018/12/Letter-for-website.pdf>

перевод их на СИП-3 без использования на опорах разрядников, либо перевод их в подземные кабельные линии.

3. Отказ от строительства ветро-электро-станций (ВЭС) в местах сохранения гнездовых группировок степного орла, в миграционных коридорах этого вида и на местах зимовок.

4. Полный запрет применения нестероидных противовоспалительных препаратов в ветеринарии и ядов кумулятивного и иного действия для целей дератизации за пределами населённых пунктов, включая летние стоянки, фермы, пограничные заставы и иные изолированные поселения человека, не являющиеся населёнными пунктами, в местах обитания степного орла.

5. Усиление мер по пресечению браконьерства в «бутылочных горлышках» путём создания постоянных выездных бригад официальными государственными природоохранными органами с привлечением сил общественности.

Благодарности

Реализация данного проекта стала возможной благодаря сотрудничеству Российской сети изучения и охраны пернатых хищников (RRRCN) с ООО «Сибэкоцентр» (Новосибирск, Россия) и Ассоциацией сохранения биоразнообразия Казахстана (АСБК), взявшими на себя организацию экспедиций в России и Казахстане. Поддержали проект финансово: Алтае-Саянское отделение WWF-России, фонд «Мир вокруг тебя» корпорации «Сибирское здоровье», Русское географическое общество (проект «Орлы России»), Rufford Foundation, Global Green-

nancially by the Altai-Sayan Branch of WWF-Russia, the Foundation “The World Around You” of the Corporation “Siberian Health”, the Russian Geographical Society (the project “Eagles of Russia”), the Rufford Foundation, the Global Greengrants Fund, The Altai Project/Earth Island Institute, and TNK “Kazchrome”, Aquila (provided 2 trackers for free), MME/BirdLife Hungary, Megafon, as well as private sponsors M.M. Plakhota and E.A. Pavlova within the project “Passport for Eagle.” A huge number of people responded to the call to financially support the tracking of eagles during the event “Top up the eagle’s mobile!”, which was organized with the help of the Wild Animal Rehabilitation Center (Novosibirsk, Russia). The Reserves “Ubsunur Depression”, “Khakasskiy” and the National Park “Saylugemsky” helped make field arrangements. In this regard, the authors thank all the organizations supporting the project, as well as private sponsors, many of which were unknown. Special thanks to Jennifer Kastner, Vera Voronova and Sergey Sklyarenko for their help in search of sources of financing, Victoria Shurkina, Vladislav Kanzai, Aleksandr Kuksin, Denis Malikov and Erkin Tadyrov for comprehensive assistance in fieldwork in the Altai-Sayan region, Anna Barashkova, Roman Bachtin, Aleksey Vagin, Sergey Vazhov, Alexey Gribkov, Baurzhan Isakov, Premasagar Mestri, Anna Panzhina, Oleg Shiryayev and Aleksandr Milezhik for participation in the expeditions and Nirav Bhatt for monitoring Kenzhyk and Ming wintering in India and beautiful photographs of these birds.

The work on eagle sex determination by molecular biological methods was supported by the program No. 41 of the Presidium of the Russian Academy of Sciences “Biodiversity of Natural Systems and Biological Resources of Russia” and the program of basic scientific research (project 0310-2019-0003).

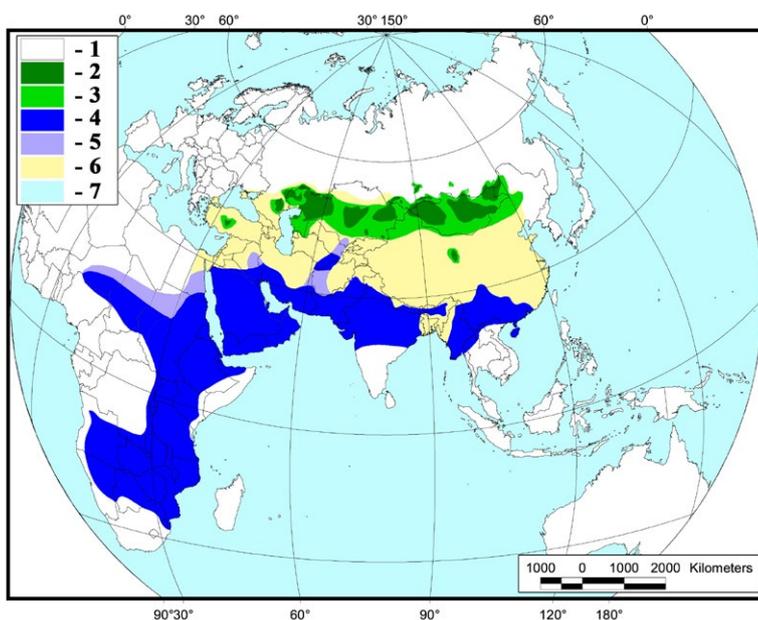


Рис. 73. Ареал степного орла. Условные обозначения: 1 – границы стран, 2 – популяционные группировки, 3 – гнездовой ареал, 4 – регулярные зимовки, 5 – нерегулярные зимовки, 6 – зона кочёвок, 7 – моря и океаны.

Fig. 73. The areal of the steppe eagle. Legend: 1 – Borders of Countries, 2 – Populations, 3 – Breeding range, 4 – Regular wintering areas, 5 – Irregular wintering areas, 6 – Summering area, 7 – Seas and Oceans.

grants Fund, The Altai Project / Earth Island Institute, ТНК «Казхром», компания Aquila (предоставила 2 трекера бесплатно), ММЕ / BirdLife Hungary, компания «Мегафон», а также частные спонсоры М.М. Плахота и Е.А. Павлова в рамках проекта «Паспорт для орла». Огромное число людей откликнулось на призыв финансово поддержать прослеживание орлов во время акции «Закинь орлу на мобилку!», которая была организована с помощью Центра реабилитации диких животных (Новосибирск, Россия). В организации работ на местах помогли заповедники «Убсунурская котловина», «Хакасский» и нацпарк «Сайлюгемский». В связи с этим, авторы благодарят все поддерживавшие проект организации, а также частных спонсоров, многие из которых остались неизвестными. Отдельная благодарность Дженнифер Кастнер, Вере Вороновой и Сергею Складенко за помощь в поиске источников финансирования, Виктории Шуркиной, Владиславу Канзаю, Александру Куксину, Денису Маликову и Эркину Тадырову за всестороннюю помощь в полевой работе в Алтае-Саянском регионе, Анне Барашковой, Роману Бахтину, Алексею Вагину, Сергею Важову, Алексею Грибкову, Бауржану Искакову, Премсагару Местри (Premtsagar Mestri), Анне Панжиной, Олегу Ширяеву и Александру Милежику за участие в экспедициях и Нираву Бхатту за наблюдение за зимовкой Кенжыка и Мина в Индии и красивые фотографии этих птиц.

Работа по определению пола орлов молекулярно-биологическими методами была поддержана программой № 41 Президиума РАН «Биоразнообразие природных систем и биологические ресурсы России» и программой фундаментальных научных исследований (проект 0310-2019-0003).

Литература

Аль-Шейхли О.Ф., Аль-Баразанги А.Н., Хаба М.К., Фазаа Н.А., Абдулзахра Х.К., Тураб М.К.А., Аль-Азави А.Дж. Возвраты колец от степных орлов и орлов-могильников из гнездовых популяций России и Казахстана и обзор основных угроз орлам в Ираке. – Пернатые хищники и их охрана. 2017. № 35. С. 51–61. [Al-Sheikhly O.F., Al-Barazangi A.N., Haba M.K., Faza'a N.A., Abdulzahra H.K., Turab M.K.A., Al-Azawi A.J. Ring Recoveries from Steppe Eagles and Eastern Imperial Eagles from the Russian and Kazakhstan Breeding Populations and a Review of Major Threats to Eagles in Iraq. – Raptors Conservation. 2017. 35: 51–61.] DOI: 10.19074/1814-8654-2017-35-51-61 URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/30045> Дата обращения: 20.12.2019.

Барашкова А.Н., Горошко О.А., Смелянский И.Э. Результаты мониторинга популяции степного орла в Забайкальском крае в 2015 г., Россия. – Пернатые хищники и их охрана. 2016. № 32. С. 89–111. [Barashkova A.N., Goroshko O.A., Smelansky I.E. Results of the Monitoring of the Steppe Eagle Population in Trans-Baikal Territory (Zabaikalsky Krai) in 2015, Russia. – Raptors Conservation. 2016. 32: 89–111.] DOI: 10.19074/1814-8654-2016-32-89-111 URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/26948> Дата обращения: 20.12.2019.

Бекмансуров Р.Х., Карякин И.В., Бабушкин М.В., Важов С.В., Левашкин А.П., Пименов В.Н., Пчелинцев В.Г.

Результаты работы Центра кольцевания хищных птиц Российской сети изучения и охраны пернатых хищников в 2015 году. – Пернатые хищники и их охрана. 2016. № 33. С. 24–45. [Bekmansurov R.H., Karyakin I.V., Babushkin M.V., Vazhov S.V., Levashkin A.P., Pimenov V.N., Pchelintsev V.G. Results of work of the Raptor Ringing Center of the Russian Raptor Research and Conservation Network in 2015. – Raptors Conservation. 2016. 33: 24–45.] DOI: 10.19074/1814-8654-2016-33-24-45 URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/28148> Дата обращения: 20.12.2019.

Бекмансуров Р.Х., Карякин И.В., Бабушкин М.В., Левашкин А.П., Пчелинцев В.Г. Результаты работы Центра кольцевания хищных птиц Российской сети изучения и охраны пернатых хищников в 2016 году. – Пернатые хищники и их охрана. 2017. № 35. С. 26–50. [Bekmansurov R.H., Karyakin I.V., Babushkin M.V., Levashkin A.P., Pchelintsev V.G. Results of Work of the Raptor Ringing Center of the Russian Raptor Research and Conservation Network in 2016. – Raptors Conservation. 2017. 35: 26–50.] DOI: 10.19074/1814-8654-2017-35-26-50 URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/30040> Дата обращения: 20.12.2019.

Бекмансуров Р.Х., Карякин И.В., Коваленко А.В., Карпов А.Г., Важов С.В., Шашкин М.М., Левашкин А.П. Программа цветного мечения хищных птиц Российской сети изучения и охраны пернатых хищников (RRRCN): результаты 2012 года и перспективы. – Пернатые хищники и их охрана. 2012. № 25. С. 38–55. [Bekmansurov R.H., Karyakin I.V., Kovalenko A.V., Karpov A.G., Vazhov S.V., Shashkin M.M., Levashkin A.P. Programme on the Colour Ringing of Raptors of the Russian Raptor Research and Conservation Network (RRRCN): Results of 2012 and Prospects. – Raptors Conservation. 2012. 25: 38–55.] URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/19097> Дата обращения: 20.12.2019.

Белик В.П., Гугуева Е.В., Милобог Ю.В., Ветров В.В., Пименов В.Н. Степной орёл (Accipitridae, Aves) в Волгоградском Заволжье. – Поволжский экологический журнал. 2015. № 4. С. 363–380. [Belik V.P., Gugueva E.V., Milobog Yu.V., Vetrov V.V., Pimenov V.N. Steppe Eagle (Accipitridae, Aves) in the Volgograd Trans-Volga Region. – Povolzhskiy Journal of Ecology. 2015. 4: 363–380. (in Russian.)] URL: http://www.sevin.ru/volecomag/issues/2015_4/PEJ_2015_4_363-380.pdf Дата обращения: 20.12.2019.

Брагин Е.А., Рудник Д., Катинер Т., Де-Вуди Э. Новые методы в изучении крупных пернатых хищников: результаты исследований орла-могильника в Северном Казахстане. – Изучение и охрана хищных птиц Северной Евразии: материалы V международной конференции по хищным птицам Северной Евразии. Иваново, 4–7 февраля 2008 г. Иваново: Иван. гос. ун-т, 2008. С. 19–21. [Bragin E.A., Rudnik D., Katzner T., De-Woody E. New methods for raptors research: results of researches of the Imperial Eagle in North Kazakhstan. – Research and Conservation of the Raptors in Northern Eurasia: Materials of the 5th Conference on Raptors of Northern Eurasia. Ivanovo, 4–7 February 2008. Ivanovo, 2008: 19–21.] URL: http://docs.sibecocenter.ru/programs/raptors/Publ/Ivanovo_2008.pdf Дата обращения: 20.12.2019.

Важов С.В., Карякин И.В., Николенко Э.Г., Барашкова А.Н., Смелянский И.Э., Томиленко А.А., Бекмансуров Р.Х. Пернатые хищники плато Укок, Россия. – Пернатые хищники

и их охрана. 2011. № 22. С. 153–175. [Vazhov S.V., Karyakin I.V., Nikolenko E.G., Barashkova A.N., Smelansky I.E., Tomilenko A.A., Bekmansurov R.H. Raptors of the Ukok Plateau, Russia. – *Raptors Conservation*. 2011. 22: 153–175.] URL: <http://rrcn.ru/ru/archives/12748> Дата обращения: 20.12.2019.

Вейсс Н. Как быстро вымирает популяция степного орла?: результаты наблюдений в Эйлате, Израиль. – *Пернатые хищники и их охрана*. 2018. Спецвып. 1. С. 92–93. [Weiss N. How Fast Does the Steppe Eagle Population Decline?: Survey Results from Eilat, Israel. – *Raptors Conservation*. 2019. Suppl. 1: 92–93.] URL: <http://rrcn.ru/ru/archives/32545> Дата обращения: 20.12.2019.

Вейсс Н., Хавив Е., Алон Д., Перлман Й., Шэкерманн Дж. Как быстро снижается численность популяции степного орла? Результаты наблюдений в Эйлате, Израиль. – *Пернатые хищники и их охрана*. 2019. № 38. С. 59–67. [Weiss N., Haviv E., Alon D., Perlman Yo., Schäckermann J. How Fast Does the Steppe Eagle Population Decline? Survey Results from Eilat, Israel. – *Raptors Conservation*. 2019. 38: 59–67.] DOI: 10.19074/1814-8654-2019-38-59-67 URL: <http://rrcn.ru/ru/archives/31992> Дата обращения: 20.12.2019.

Воронова В.В., Пуликова Г.И., Ким К.К., Андреева Е.В., Беккер В.Р., Айтбаев Т. Влияние различных типов линий электропередачи на гибель птиц в Центральном Казахстане. – *Пернатые хищники и их охрана*. 2012. № 24. С. 52–60. [Voronova V.V., Pulikova G.I., Kim K.K., Andreeva E.V., Bekker V.R., Aitbaev T. The Impact of Power Lines on Bird Mortality in Central Kazakhstan. – *Raptors Conservation*. 2012. 24: 52–60.] URL: <http://rrcn.ru/ru/archives/12306> Дата обращения: 20.12.2019.

Гаврилов А.Э. Перевал Чокпак. – Исследования по ключевым орнитологическим территориям в Казахстане и Средней Азии. / Ред. С.А. Склярченко. Алматы, 2006. С. 60–63. [Gavrilov A.E. Chokpak Pass. – *Research on Important Bird Areas in Kazakhstan and Middle Asia*. / S.L. Sklyarenko (Ed.). Almaty, 2006: 60–63. (in Russian).] URL: <https://www.acbk.kz/elfinder/files/library/ornithology/Issledovaniya%20po%20IBA%20Kazakhstana%20i%20Sredney%20Asii.pdf> Дата обращения: 20.12.2019.

Гаврилов Э.И. Мониторинг численности некоторых видов хищных птиц на осеннем пролете в предгорьях Западного Тянь-Шаня. – *Selevinia*. 1996/1997. С. 134–142. [Gavrilov, E.I. Monitoring of number of some species of birds of prey during autumn passage at foothills of Western Tien Shan. – *Selevinia*. 1996/1997: 134–142. (in Russian).]

Гаврилов Э.И., Гаврилов А.Э. Основные результаты кольцевания птиц в Казахстане (195–2012 гг.). – *Орнитологический вестник Казахстана и Средней Азии*. Выпуск 3. Алматы, 2014. С. 9–25. [Gavrilov E.I., Gavrilov A.E. The main results of bird ringing in Kazakhstan (1951–2012). – *Ornithological News of Kazakhstan and Middle Asia*. Volume 3. Almaty, 2014: 9–25. (in Russian).] URL: <https://zomet.ru/zhurnal/Ornit-vestn-Kz-SA-3-2014.pdf> Дата обращения: 20.12.2019.

Гаврилов Э.И., Гисцов А.П. Сезонные перелеты птиц в предгорьях Западного Тянь-Шаня. Алма-Ата, 1985. 224 с. [Gavrilov E.I., Gistsov A.P. Seasonal bird flights in the foothills of the Western Tien Shan. Alma-Ata, 1985: 1–224. (in Russian).]

Дементьев Г.П. Птицы. – *Руководство по зоологии*. Т. 6: Позвоночные. М.–Л.: АН СССР, 1940. 856 с. [Dementiev G.P. Birds. – *Guide to Zoology*. Vol. 6: Vertebrates. Moscow–Leningrad, 1940: 1–856. (in Russian).]

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: 20.12.2019.

Дольник В.Р. Проблемы миграции птиц через аридные и горные пространства Средней Азии. – *Орнитология*. М.: МГУ, 1982. Вып. 17. С. 13–17. [Dolnik V.R. Problems of bird migration through arid and mountainous landscapes of Central Asia. – *Ornithology*. Moscow, 1982. 17: 13–17. (in Russian).]

Домбровский В.Ч., Вяли Ю., Селлис У., Фенчук В.А. Миграция и зимовка белорусских больших подорликов в 2017–2018 гг.: первые результаты GPS-GSM слежения. – *Актуальные проблемы охраны животного мира в Беларуси и сопредельных регионах: материалы I Международной научно-практической конференции*, Минск, Беларусь, 15–18 октября 2018 г. / Ред. А.В. Кулак и др. Минск: ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», 2018. С. 144–149. [Dombrovski V.Ch., Väli Ü., Sellis U., Fenchuk V.A. Migration and Wintering of Greater Spotted Eagles of Belarus in 2017–2018: The First Results of GSM-GPS Tracking. – *Current Challenges in Belarus and Adjacent Regions Wildlife Protection: Proceedings of the I International scientific and practical conference* Minsk, Belarus, 15–18 October, 2018. Minsk, 2018: 144–149. (in Russian).] URL: <https://www.researchgate.net/publication/328542380> Дата обращения: 20.12.2019.

Залетаев В.С. Природная среда и птицы северных пустынь Закаспия. М.: Наука, 1968. 256 с. [Zaletaev V.S. The natural environment and birds of the northern deserts of Transcaspien. Moscow, 1968: 1–256. (in Russian).]

Захидов Т.З., Мекленбурцев Р.Н. Природа и животный мир Средней Азии: Позвоночные животные. Т. 1: Птицы. 1969. 426 с. [Zakhidov T.Z., Meklenburtsev R.N. Nature and fauna of Middle Asia: Vertebrates. Vol. 1: Birds. 1969: 1–426. (in Russian).]

Зиневич Л.С., Карякин И.В., Николенко Э.Г., Шепетов Д.М., Девятко Т.Н., Пуликова Г.И., Витер С.Г., Сорокина С.Ю. Генетическое разнообразие и популяционно-подвидовая структура степного орла. – *Первый Всероссийский орнитологический конгресс* (г. Тверь, Россия, 29 января – 4 февраля 2018 г.). Тезисы докладов / Ред. А.Б. Поповкина, С.П. Харитонов. Тверь, 2018 а. С. 119–120. [Zinevich L.S., Karyakin I.V., Nikolenko E.G., Schepetov D.M., Devyatko T.N., Pulikova G.I., Viter S.G., Sorokina S.Yu. Genetic diversity and population-subspecific structure of the Steppe Eagle. – *The First All-Russian Ornithological Congress* (Tver, Russia, January 29 – February 4, 2018). Abstract Book / A.B. Popovkina, S.P. Kharitonov (Eds.). Tver, 2018 a: 119–120. (in Russian).] URL: <http://rrcn.ru/wp-content/uploads/2018/02/Abstracts-book-raptors.pdf> Дата обращения: 20.12.2019.

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 б. Спецвып. 1. С. 208–210. [Zi-

nevich L.S., Rozhkova D.N., Nikolenko E.G., Shnayder E.P., Karyakin I.V. Molecular Sexing and Other PCR Routines in Raptors Research. – Raptors Conservation. 2018 b. Suppl. 1: 208–210.] URL: <http://rrcn.ru/ru/archives/32734> Дата обращения: 20.12.2019.

Зиневич Л.С., Шепетов Д.М., Сорокина С.Ю., Карякин И.В. Генетическое разнообразие популяций степного орла в условиях быстрого сокращения численности вида. – 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. 251–256. [Zinevich L.S., Schepetov D.M., Sorokina S.Yu., Karyakin I.V. Genetic diversity of rapidly vanishing Steppe Eagle populations. – Birds of Prey in the Northern Eurasia: Problems and adaptations in current environment: Proceedings of the VII International Conference on Birds of Prey and Owls of Northern Eurasia, Sochi, 19–24 September 2016 / V.P. Belik Ed. Rostov-on-Don, 2016: 251–256. (in Russian).] URL: <http://rrcn.ru/wp-content/uploads/reports/sochi2016/Zinevich-et-al2016.pdf> Дата обращения: 20.12.2019.

Ильях М.П. О гнездовании степного орла *Aquila nipalensis* в Калмыкии. – Русский орнитологический журнал. 2015. Т. 24. Вып. 1221. С. 4321–4338. [Ilyukh M.P. About breeding of the Steppe Eagle *Aquila nipalensis* in Kalmykia. – Russian Ornithological Journal. 2015. 24(1221): 4321–4338. (in Russian).] URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/o-gnezdovanii-stepnogo-orla-aquila-nipalensis-v-kalmykii> Дата обращения: 20.12.2019.

Итоги II Международной научно-практической конференции «Орлы Палеарктики: изучение и охрана». с. Катунь, Алтайский край, Россия, 09.09.2018 г. – Пернатые хищники и их охрана. 2019. № 38. С. 7–14. [Outcomes of the II International Scientific and Practical Conference “Eagles of Palearctic: Study and Conservation”. Katun village, Altai Krai, Russia, 09.09.2018. – Raptors Conservation. 2019. 38: 7–14.] URL: <http://rrcn.ru/ru/archives/31975> Дата обращения: 20.12.2019.

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). Nizhny Novgorod: Publishing House “Povolzhie”, 2004: 1–351. (in Russian).] URL: <http://rrcn.ru/ru/archives/11151> Дата обращения: 20.12.2019.

Карякин И.В. Кризис популяций степного орла в Туве. – Степной Бюллетень. 2006. № 20. С. 61–64. [Karyakin I.V. The crisis of the Steppe Eagle populations in Tuva. – Steppe Bulletin. 2006. 20: 61–64. (in Russian).] URL: <http://savesteppe.org/ru/archives/2640> Дата обращения: 20.12.2019.

Карякин И.В. Катастрофические последствия дератизации с использованием бромадиолона в Монголии в 2001–2003 гг. – Пест-менеджмент. 2010. № 1. С. 20–26. [Karyakin I.V. Catastrophic consequences of deratization with use of bromadiolone in Mongolia in 2001–2003. – Pest-Management. 2010. 1: 20–26. (in Russian).] URL: <http://pest-management.ru/journal/2010-1-03.pdf> Дата обращения: 20.12.2019.

Карякин И.В. Методические рекомендации по организации мониторинга популяций степного орла в России и Ка-

захстане. Новосибирск, 2012 а. 89 с. [Karyakin I.V. Manuals for organizing the monitoring of the Steppe Eagle populations in Russia and Kazakhstan. Novosibirsk, 2012 a: 1–89. (in Russian).] URL: <http://rrcn.ru/ru/archives/12822> Дата обращения: 20.12.2019.

Карякин И.В. Пернатые хищники в электросетевой среде Северной Евразии: каковы перспективы выживания? – Пернатые хищники и их охрана. 2012 б. № 24. С. 69–85. [Karyakin I.V. Birds of Prey and Power Lines in Northern Eurasia: What are the Prospects for Survival? – Raptors Conservation. 2012 b. 24: 69–85.] URL: <http://rrcn.ru/ru/archives/12320> Дата обращения: 20.12.2019.

Карякин И.В. Статус степного орла в Мире: «белые пятна» в распространении, численности, экологии и угрозах. – Пернатые хищники и их охрана. 2018 а. Спецвып. 1. С. 81–84. [Karyakin I.V. Status of the Steppe Eagle in the World: “White Spots” in Distribution, Population Numbers, Ecology and Threats. – Raptors Conservation. 2018 a. Suppl. 1: 81–84.] URL: <http://rrcn.ru/ru/archives/32535> Дата обращения: 20.12.2019.

Карякин И.В. Распространение, численность и статус орла-могильника в России и Казахстане. – Пернатые хищники и их охрана. 2018 б. Спецвып. 1. С. 115–117. [Karyakin I.V. Distribution, Population Number and Status of the Eastern Imperial Eagle in Russia and Kazakhstan. – Raptors Conservation. 2018 b. Suppl. 1: 115–117.] URL: <http://rrcn.ru/ru/archives/32583> Дата обращения: 20.12.2019.

Карякин И.В., Бекмансуров Р.Х., Бабушкин М.В., Важов С.В., Бахтин Р.Ф., Николенко Э.Г., Шнайдер Е.П., Пименов В.Н. Результаты работы Центра кольцевания хищных птиц Российской сети изучения и охраны пернатых хищников в 2014 году. – Пернатые хищники и их охрана. 2015. № 30. С. 31–61. [Karyakin I.V., Bekmansurov R.H., Babushkin M.V., Vazhov S.V., Bachtin R.F., Nikolenko E.G., Shnayder E.P., Pimenov V.N. Results of Work of the Raptor Ringing Center of the Russian Raptor Research and Conservation Network in 2014. – Raptors Conservation. 2015. 30: 31–61.] DOI: 10.19074/1814-8654-2015-30-31-61 URL: <http://rrcn.ru/ru/archives/25960> Дата обращения: 20.12.2019.

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 а. № 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 a. 36: 108–135.] DOI: 10.19074/1814-8654-2018-36-108-135 URL: <http://rrcn.ru/ru/archives/30527> Дата обращения: 20.12.2019.

Карякин И.В., Зиневич Л.С., Николенко Э.Г. Современное состояние популяции степного орла в Оренбургской области, Россия. – Пернатые хищники и их охрана. 2016 а. № 33. С. 90–119. [Karyakin I.V., Zinevich L.S., Nikolenko E.G. Modern Status of the Steppe Eagle Population in the Orenburg Region, Russia. – Raptors Conservation. 2016 a. 33: 90–119.] DOI: 10.19074/1814-8654-

2016-33-90-119 URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/28162>
Дата обращения: 20.12.2019.

Карякин И.В., Зиневич Л.С., Шнайдер Е.П. Возможно ли морфометрическое определение пола птенцов степных орлов из западных и восточных популяций вида? – Пернатые хищники и их охрана. 2017 а. № 35. С. 194–218. [Karyakin I.V., Zinevich L.S., Shnayder E.P. A Possibility of Morphometrical Determining of Sex of Steppe Eagle Nestlings from Western and Eastern Populations? – Raptors Conservation. 2017 а. 35: 194–218.] DOI: 10.19074/1814-8654-2017-35-194-218 URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/30107> Дата обращения: 20.12.2019.

Карякин И.В., Зиневич Л.С., Шепетов Д.М., Сорокина С.Ю. Популяционная структура ареала степного орла и предварительные данные по генетическому разнообразию его популяций и статусу подвидов. – Пернатые хищники и их охрана. 2016 б. № 32. С. 67–88. [Karyakin I.V., Zinevich L.S., Schepetov D.M., Sorokina S.Yu. Population Structure of the Steppe Eagle Range and Preliminary Data on the Population Genetic Diversity and Status of Subspecies. – Raptors Conservation. 2016 б. 32: 67–88.] DOI: 10.19074/1814-8654-2016-32-67-88 URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/26941> Дата обращения: 20.12.2019.

Карякин И.В., Коваленко А.В., Барашкова А.Н. Мониторинг гнездовых группировок степного орла в трансграничной зоне России и Казахстана в 2012 году. – Пернатые хищники и их охрана. 2013. № 26. С. 61–83. [Karyakin I.V., Kovalenko A.V., Barashkova A.N. Monitoring of the Steppe Eagle Populations in the Trans-Border Zone of Russia and Kazakhstan in 2012. – Raptors Conservation. 2013. 26: 61–83.] URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/19591> Дата обращения: 20.12.2019.

Карякин И.В., Коваленко А.В., Левин А.С., Паженков А.С. Орлы Арало-Каспийского региона, Казахстан. – Пернатые хищники и их охрана. 2011. № 22. С. 92–152. [Karyakin I.V., Kovalenko A.V., Levin A.S., Pazhenkov A.S. Eagles of the Aral-Caspian Region, Kazakhstan. – Raptors Conservation. 2011. 22: 92–152.] URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/12738> Дата обращения: 20.12.2019.

Карякин И.В., Лапшин Р.Д., Шестакова А.А. ArcView GIS для экологов. Инструктивно-методическое пособие. Н. Новгород, 2009 а. 543 с. [Karyakin I.V., Lapshin R.D., Shestakova A.A. ArcView GIS for ecologists. Инструктивно-методическое пособие. Guide. Nizhny Novgorod, 2009 а: 1–543. (in Russian).] URL: <http://rrrcn.ru/arcview-gis-dlya-ekologov> Дата обращения: 20.12.2019.

Карякин И.В., Машына А.И., Николенко Э.Г. Современное состояние популяции степного орла в Калмыкии, Россия. – Пернатые хищники и их охрана. 2016 с. № 33. С. 61–89. [Karyakin I.V., Matsyna A.I., Nikolenko E.G. Modern Status of the Steppe Eagle Population in Kalmykia, Russia. – Raptors Conservation. 2016 с. 33: 61–89.] DOI: 10.19074/1814-8654-2016-33-61-89 URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/28160> Дата обращения: 20.12.2019.

Карякин И.В., Николенко Э.Г., Барашкова А.Н. Орлы Даурии, Россия. – Пернатые хищники и их охрана. 2012. № 25. С. 97–114. [Karyakin I.V., Nikolenko E.G., Barashkova A.N. The Eagles in Dauria, Russia. – Raptors Conservation. 2012. 25: 97–114.] URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/19116> Дата обращения: 20.12.2019.

Карякин И.В., Николенко Э.Г., Важов С.В., Бекмансуров Р.Х. Гибель пернатых хищников на ЛЭП на Алтае: результаты исследований 2009 года, Россия. – Пернатые хищники и их охрана. 2009 б. № 16. С. 45–64. [Karyakin I.V., Nikolenko E.G., Vazhov S.V., Bekmansurov R.H. Raptor Electrocution in the Altai Region: Results of Surveys in 2009, Russia. – Raptors Conservation. 2009 б. 16: 45–64.] URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/19496> Дата обращения: 20.12.2019.

Карякин И.В., Николенко Э.Г., Зиневич Л.С., Пуликова Г.И. Степной орёл в Карагандинской области, Казахстан. – Пернатые хищники и их охрана. 2017 б. № 35. С. 219–251. [Karyakin I.V., Nikolenko E.G., Zinevich L.S., Pulikova G.I. Steppe Eagle in the Karaganda Region, Kazakhstan. – Raptors Conservation. 2017 б. 35: 219–251.] DOI: 10.19074/1814-8654-2017-35-219-251 URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/30112> Дата обращения: 20.12.2019.

Карякин И.В., Николенко Э.Г., Шнайдер Е.П. Распространение, численность и успех размножения степного орла в Алтае-Саянском регионе. – Пернатые хищники и их охрана. 2018 б. Спецвып. 1. С. 86–88. [Karyakin I.V., Nikolenko E.G., Shnayder E.P. Distribution, Population Number and Breeding Success of the Steppe Eagle in the Altai-Sayan Region. – Raptors Conservation. 2018 б. Suppl. 1: 86–88.] URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/32541> Дата обращения: 20.12.2019.

Карякин И.В., Николенко Э.Г., Шнайдер Е.П. Результаты учётов степного орла в Республиках Тыва, Хакасия и Красноярском крае в 2018 году, Россия. – Пернатые хищники и их охрана. 2019 а. № 38. С. 68–82. [Karyakin I.V., Nikolenko E.G., Shnayder E.P. Results of account of the Steppe Eagle in the Republics of Tyva, Khakassia and the Krasnoyarsk Krai in 2018, Russia. – Raptors Conservation. 2019 а. 38: 68–82.] DOI: 10.19074/1814-8654-2019-38-68-82 URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/31994> Дата обращения: 20.12.2019.

Карякин И.В., Николенко Э.Г., Шнайдер Е.П., Бабушкин М.В., Бекмансуров Р.Х., Китель Д.А., Пименов В.Н., Пчелинцев В.Г., Хлопотова А.В., Шершнева М.Ю. Результаты работы Центра кольцевания хищных птиц Российской сети изучения и охраны пернатых хищников в 2017 году. – Пернатые хищники и их охрана. 2018 с. № 37. С. 15–48. [Karyakin I.V., Nikolenko E.G., Shnayder E.P., Babushkin M.V., Bekmansurov R.H., Kitel D.A., Pimenov V.N., Pchelintsev V.G., Khlopotova A.V., Shershnev M.Yu. Results of Work of the Raptor Ringing Center of the Russian Raptor Research and Conservation Network in 2017. – Raptors Conservation. 2018 с. 37: 15–48.] DOI: 10.19074/1814-8654-2018-37-15-48 URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/31198> Дата обращения: 20.12.2019.

Карякин И.В., Николенко Э.Г., Шнайдер Е.П., Бабушкин М.В., Бекмансуров Р.Х., Корепов М.В., Зиневич Л.С., Паженков А.С., Бартошук К.П., Проммер М., Пуликова Г.И., Сейн Г., Селлис У., Хорват М., Юхаш Т. Телеметрия хищных птиц как прогрессивный метод для их исследования и охраны, а также для экообразования населения. – Экологическое образование для устойчивого развития: теория и педагогическая реальность: сборник статей по материалам XV Международной научно-практической конференции. Н. Новгород: Мининский университет, 2019 б. С. 336–344. [Karyakin I.V., Nikolenko E.G., Shnayder E.P., Babushkin M.V., Bekmansurov R.H., Korepov M.V., Zinevich L.S., Pa-

zhenkov A.S., Bartoszuk K.P., Prommer M., Pulikova G.I., Sein G., Sellis U., Horváth M., Juhász T. Telemetry – a Modern Method for Raptors Conservation, Research, and Public Ecological Education. – Proceeding of the 15th International Conference “Ecological Education for Sustainable Development: Theory and Pedagogical Reality”. Nizhny Novgorod: Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University, 2019 b: 336–344. (in Russian.) URL: <http://rrrcn.ru/wp-content/uploads/2019/12/Karyakin-et-al2019-telemetry.pdf> Дата обращения: 20.12.2019.

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 d. № 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 d. 37: 166–229.] DOI: 10.19074/1814-8654-2018-37-166-229 URL: <http://rrrcn.ru/archives/31240> Дата обращения: 20.12.2019.

Карякин И.В., Николенко Э.Г., Шнайдер Е.П., Хорват М., Проммер М., Юхаш Т., Бартошук К., Зиневич Л.С. Направление, характер и сроки миграции степных орлов из Волго-Уральского и Алтае-Саянского регионов (Россия) по данным GSM/GPS и Argos/GPS-телеметрии. – Пернатые хищники и их охрана. 2018 e. Спецвып. 1. С. 96–99. [Karyakin I.V., Nikolenko E.G., Shnayder E.P., Horváth M., Prommer M., Juhász T., Zinevich L.S. Direction, Nature and Timing of Migration of the Steppe Eagles from the Volga-Ural and Altai-Sayan Regions (Russia) on Data of the GSM/GPS and Argos/GPS-telemetry. – Raptors Conservation. 2018 e. Suppl. 1: 96–99.] URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/32553> Дата обращения: 20.12.2019.

Карякин И.В., Николенко Э.Г., Шнайдер Е.П., Хорват М., Проммер М., Юхаш Т., Паженков А.С., Зиневич Л.С. Направление, характер и сроки миграции орлов-могильников из Волго-уральского региона и Русского Алтая (Россия) по данным GSM/GPS и Argos/GPS-телеметрии. – Пернатые хищники и их охрана. 2018 f. Спецвып. 1. С. 140–143. [Karyakin I.V., Nikolenko E.G., Shnayder E.P., Horváth M., Prommer M., Juhász T., Pazhenkov A.S., Zinevich L.S. Direction, Nature and Timing of Migration of the Imperial Eagles from the Volga-Ural Region and Russian Altai (Russia) on Data of the GSM/GPS and Argos/GPS-telemetry. – Raptors Conservation. 2018 f. Suppl. 1: 140–143.] URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/32636> Дата обращения: 20.12.2019.

Карякин И.В., Новикова Л.М. Степной орёл и инфраструктура ЛЭП в Западном Казахстане. Есть ли перспектива сосуществования? – Пернатые хищники и их охрана. 2006. № 6. С. 48–57. [Karyakin I.V., Novikova L.M. The Steppe Eagle and power lines in Western Kazakhstan. Is coexistence have any chance? – Raptors Conservation. 2006. 6: 48–57.] URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/31679> Дата обращения: 20.12.2019.

Карякин И.В., Новикова Л.М., Паженков А.С. Гибель хищных птиц на ЛЭП в Приаралье, Казахстан. – Пернатые хищники и их охрана. 2005. № 2. С. 31–32. [Karyakin I.V., Novikova L.M., Pazhenkov A.S. Electrocutions of birds of prey on power lines in the Aral Sea region, Kazakhstan. – Raptors Conservation. 2005. 2: 31–32.] URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/31390> Дата обращения: 20.12.2019.

Карякин И.В., Пуликова Г.И., Зиневич Л.С. Результаты мониторинга гнездовых группировок степного орла в Карагандинской области, Казахстан. – Пернатые хищники и их охрана. 2019 c. № 38. С. 214–229. [Karyakin I.V., Pulikova G.I., Zinevich L.S. The Results of Monitoring the Breeding Groups of the Steppe Eagle in the Karaganda Region, Kazakhstan. – Raptors Conservation. 2019 c. 38: 214–229.] DOI: 10.19074/1814-8654-2019-38-214-229 URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/32028> Дата обращения: 20.12.2019.

Карякин И.В., Хорват М., Проммер М., Николенко Э.Г., Юхаш Т., Шнайдер Е.П. Направление, характер и сроки миграции орлов-могильников из Российского Алтая по данным GSM/GPS и ARGOS/GPS-телеметрии. – 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 c. С. 259–264. [Karyakin I.V., Horváth M., Prommer M., Nikolenko E.G., Juhász T., Shnayder E.P. Direction, patterns and timing of migration of the Imperial Eagles from the Russian Altai according to data of the GSM/GPS and Argos/GPS-telemetry – Birds of Prey in the Northern Eurasia: Problems and adaptations in current environment: Proceedings of the VII International Conference on Birds of Prey and Owls of Northern Eurasia, Sochi, 19–24 September 2016 / V.P. Belik Ed. Rostov-on-Don, 2016 c: 259–264. (in Russian.)] URL: <http://rrrcn.ru/wp-content/uploads/reports/sochi2016/Karyakin-et-al2016.pdf> Дата обращения: 20.12.2019.

Корелов М.Н. Отряд Хищные птицы. – Птицы Казахстана. Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1962. С. 488–707. [Korelov M.N. Birds of prey. – Birds of Kazakhstan. Alma-Ata, 1962: 488–707. (in Russian.)]

Корепов М.В., Ковалёв В.В. Изучение путей миграции и мест зимовок повожского популяции орла-могильника с помощью GPS/GSM-трекеров. – Пернатые хищники и их охрана. 2019. Спецвып. 1. С. 137–139. [Korepov M.V., Kovalev V.V. Studying of Migrations and Wintering Sites of Imperial Eagle from Volga Region Using GPS/GSM-trackers. – Raptors Conservation. 2019. Suppl. 1: 137–139.] URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/32633> Дата обращения: 20.12.2019.

Корепов М.В., Ковалёв В.В., Ерохина М.М., Адамов С.Г., Корепова Д.А., Стрюков С.А., Турок Е.С., Зюзина Е.И. Миграции, зимовки и летние кочёвки молодых орлов-могильников из Поволжья, Россия. – Пернатые хищники и их охрана. 2019. № 38. С. 83–92. [Korepov M.V., Kovalev V.V., Erokhina M.M., Adamov S.G., Korepova D.A., Strukov S.A., Turok E.S., Zuzina E.I. Migrations, Wintering and Summering Sites of Juvenile Imperial Eagles from the Volga Region, Russia. – Raptors Conservation. 2019. 38: 83–92.] DOI: 10.19074/1814-8654-2019-38-83-92 URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/31997> Дата обращения: 20.12.2019.

Красная книга Республики Казахстан. Изд. 4-е, переработанное и дополненное. Том I: Животные, Часть 1: Позвоночные. Алматы, 2010. 324 с. [Red Data Book of the Republic of Kazakhstan. 4th edition. Volume I: Animals; Part 1: Vertebrates. Almaty, 2010: 1–324. (in Russian.)]

Красная книга Российской Федерации. Т. 2. Животные. М., 2001. 860 с. [Red Data Book of Russian Federation. Vol. 2. Animals. Moscow, 2001: 1–860. (in Russian.)]

Лаш У., Зербе Ш., Ленк М. Гибель пернатых хищников от поражения электротоком на линиях электропередачи в Центральном Казахстане. – Пернатые хищники и их охрана. 2010. № 18. С. 35–45. [Lasch U., Zerbe S., Lenk M. Electrocutation of Raptors at Power Lines in Central Kazakhstan. – Raptors Conservation. 2010. 18: 35–45.] URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/19375> Дата обращения: 20.12.2019.

Левин А.С., Куркин Г.А. Масштабы гибели орлов на линиях электропередачи в Западном Казахстане. – Пернатые хищники и их охрана. 2013. № 27. С. 240–244. [Levin A.S., Kurkin G.A. The Scope of Death of Eagles on Power Lines in Western Kazakhstan. – Raptors Conservation. 2013. 27: 240–244.] URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/21230> Дата обращения: 20.12.2019.

МакГради М.Дж., Мейбург Б.-У. Ежегодные перемещения двух степных орлов и использование ими свалок во время зимовок на Аравийском полуострове. – Пернатые хищники и их охрана. 2018. Спецвып. 1. С. 95. [McGrady M.J., Meyburg B.-U. Annual Movements of Two Steppe Eagles, and Their Use of Rubbish Dumps in Arabia During the Winter. – Raptors Conservation. 2018, Suppl. 1: 95.] URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/32551> Дата обращения: 20.12.2019.

Мацына А.И., Мацына Е.Л., Корольков М.А., Бадмаев В.Э., Бадмаев В.Б. Оценка масштабов ежегодной гибели птиц в результате поражения электрическим током на воздушных линиях электропередачи 6–10 кВ в Калмыкии, Россия. – Пернатые хищники и их охрана. 2012. № 24. С. 186–201. [Matsyna A.I., Matsyna E.L., Korolkov M.A., Badmaev V.E., Badmaev V.B. Estimation of Sizes of the Annual Rate of Bird Mortality Caused by Electrocutation on Power Lines 6–10 kV in Kalmykia, Russia. – Raptors Conservation. 2012. 24: 186–201.] URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/12386> Дата обращения: 20.12.2019.

Меджидов Р.А., Музаев В.М., Бадмаев В.Б. О состоянии популяции степного орла в Калмыкии. – Степной бюллетень. 2011 а. № 32. С. 33–37. [Medzhidov R.A., Muzaev V.M., Badmaev V.B. On the state of the Steppe Eagle population in Kalmykia. – Steppe Bulletin. 2011 а. 32: 33–37. (in Russian).] URL: <http://savesteppe.org/ru/archives/6215> Дата обращения: 20.12.2019.

Меджидов Р.А., Музаев В.М., Убушаев Б.С., Бадмаев В.Б., Эрденов Г.И. Технический отчет о результатах выполнения работ «По оценке численности и основных экологических факторов, влияющих на состояние популяций степного орла в пилотном степном регионе России (Республика Калмыкия)». Элиста, 2011 б. 60 с. [Medzhidov R.A., Muzaev V.M., Ubushaev B.S., Badmaev V.B., Erdenov G.I. Report about results of Project “Estimation of the Steppe Eagle populations and basic ecological impact factors their populations in the Republic of Kalmykia”. Elista, 2011 б: 1–60. (in Russian).] URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/9835> Дата обращения: 20.12.2019.

Михельсон Х.А. Степной орёл – *Aquila nipalensis* (Hodgs.). – Миграции птиц Восточной Европы и Северной Азии: Хищные – журавлеобразные / Отв. ред. В.Д. Ильичев. М.: Наука, 1982. С. 92–96. [Michelson H.A. Steppe Eagle – *Aquila nipalensis* (Hodgs.). – Migrations of birds of Eastern Europe and Northern Asia: Falconiformes – Gruiformes / V.D. Ilichev. Ed. Moscow, 1982: 92–96. (in Russian).]

Музаев В.М., Меджидов Р.А., Эрденов Г.И. Степной орёл *Aquila nipalensis* (rapax) в Калмыкии. Презентация доклада на Международной научно-практической конференции «Орлы Палеарктики: изучение и охрана», Елабуга, Республика Татарстан, Россия, 20–22 сентября 2013 г. – Российская сеть изучения и охраны пернатых хищников. 2013. [Muzaev V.M., Medzhidov R.A., Erdnenov G.I. Steppe Eagle *Aquila nipalensis* (rapax) in Kalmykia. Report presented on the International Conference “Eagles of Palearctic: Study and Conservation”, Elabuga, Republic of Tatarstan, Russia, 20–22 September, 2013. – Russian Raptor Research and Conservation Network. 2013. (in Russian).] URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/20055/11> Дата обращения: 20.12.2019.

Музаев В.М., Эрденов Г.И. Материалы по численности и биологии размножения степного орла (*Aquila nipalensis*) на северо-востоке Калмыкии. – Орлы Палеарктики: изучение и охрана: тезисы международной научно-практической конференции, Елабуга (Татарстан, Россия), 20–23 сентября 2013 г. / ред. А.А. Каюмов, И.В. Карякин, Э.Г. Николенко, Е.П. Шнайдер. – Елабуга, 2013. С. 40. [Muzaev V.M., Erdnenov G.I. Materials on the Numbers and Breeding Biology of the Steppe Eagle *Aquila nipalensis* in the North-East of Kalmykia. – Eagles of Palearctic: Study and Conservation: Abstracts of the International Scientific and Practical Conference, Elabuga, Tatarstan Republic, Russia, 20–23 September 2013 / Eds. A.A. Kayumov, I.V. Karyakin, E.G. Nikolenko, E.P. Shnyder. Elabuga, 2013: 40.] URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/19978> Дата обращения: 20.12.2019.

Николенко Э.Г. Проблема гибели птиц на ЛЭП в Хакасии: негативный вклад инфраструктуры сотовой связи. – Пернатые хищники и их охрана. 2011. № 22. С. 60–71. [Nikolenko E.G. Problem of Raptor Electrocutation in the Republic of Khakassia: Negative Impact of Developing the Infrastructure of the Mobile Phone Service – Raptors Conservation. 2011. 22: 60–71.] URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/12726> Дата обращения: 20.12.2019.

Николенко Э.Г., Карякин И.В. Птицы и ЛЭП в Алтае-Саянском регионе: масштаб проблемы и пути решения. – Пернатые хищники и их охрана. 2012. № 24. С. 88–97. [Nikolenko E.G., Karyakin I.V. Birds and Power Lines in the Altai-Sayan Region: The Scale of the Problem and Ways to Address it. – Raptors Conservation. 2012. 24: 88–97.] URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/12326> Дата обращения: 20.12.2019.

Онгарбаев Н.Х. Признание факта проблемы массовой гибели хищных птиц на ВЛЭ как начало ее решения. Презентация доклада на круглом столе «Гибель редких видов хищных птиц на воздушных линиях электропередачи: проблемы и возможные пути их решения», Казахстан, Астана, 6 ноября 2018 г. – Российская сеть изучения и охраны пернатых хищников. 2018. [Ongarbaev N.Kh. The recognition of the fact of the problem of the mass death of birds of prey on the power lines as the beginning of its solution. Presentation of the report at the round table “The death of rare species of birds of prey on power lines: problems and possible solutions”, Kazakhstan, Astana, 6 November 2018. – Russian Raptor Research and Conservation Network. 2018. (in Russian).] URL: <http://rrrcn.ru/wp-content/uploads/2019/01/Ongarbayev.pdf>

Перерва В.И., Блохин А.Ю. Оценка гибели редких видов хищных птиц на линиях электропередач. – Биологические

аспекты охраны редких животных: сборник научных трудов. М.: ВНИИ охраны природы и заповедного дела. 1981. С. 36–39. [Pererva V.I., Blokhin A.Yu. Assessment of the death of rare species of birds of prey on power lines. – Biological aspects of the protection of rare animals: a collection of scientific papers. Moscow, 1981: 36–39. (in Russian).]

Пестов М., Онгарбаев Н., Нурмухамбетов Ж., Мухашов А. Оценка влияния воздушных линий электропередачи средней мощности на орнитофауну Мангистауской области (Республика Казахстан) в 2018 г. Презентация доклада на круглом столе «Гибель редких видов хищных птиц на воздушных линиях электропередачи: проблемы и возможные пути их решения», Казахстан, Астана, 6 ноября 2018 г. 2018. – Российская сеть изучения и охраны пернатых хищников. 2018. [Pestov M., Ongarbaev N., Nurmukhambetov Zh., Mukhashov A. Evaluation of the effect of medium voltage power lines on the avifauna of the Mangystau region (Republic of Kazakhstan) in 2018. Presentation of the report at the round table “The death of rare species of birds of prey on power lines: problems and possible solutions”, Kazakhstan, Astana, 6 November 2018. – Russian Raptor Research and Conservation Network. 2018. (in Russian).] URL: http://rrrcn.ru/wp-content/uploads/2019/01/Pestov-et-al-Mangistau_2018.pdf Дата обращения: 20.12.2019.

Пестов М.В., Сараев Ф.А., Терентьев В.А., Нурмухамбетов Ж.Э. Итоги проекта «Оценка влияния воздушных линий электропередачи средней мощности на орнитофауну Мангистауской области (Республика Казахстан)». – Пернатые хищники и их охрана. 2015. № 31. С. 64–74. [Pestov M.V., Saraev F.A., Terentiev V.A., Nurmukhambetov Zh.E. The Project Outcome “Assessment of the Impact of Medium Voltage Power Lines on Avifauna in Mangistau Region (Kazakhstan)”. – Raptors Conservation. 2015. 31: 64–74.] DOI: 10.19074/1814-8654-2015-31-64-74 URL: <http://rrrcn.ru/archives/26094> Дата обращения: 20.12.2019.

Пестов М.В., Сараев Ф.А., Шалхаров М.К. Оценка влияния воздушных линий электропередачи средней мощности на орнитофауну Атырауской области, Казахстан. – Пернатые хищники и их охрана. 2012. № 24. С. 104–117. [Pestov M.V., Saraev F.A., Shalharov M.K. Assessing the Impact of Power Lines in the Medium Voltage Range on Birds of the Atyrau District in Kazakhstan. – Raptors Conservation. 2012. 24: 104–117.] URL: <http://rrrcn.ru/archives/12337> Дата обращения: 20.12.2019.

Пулатов В.С. Ночной пролет птиц в восточной части Памира (долина Кошагыл) осенью 1985 г. – Исследование миграции птиц в аридных и горных районах Средней Азии и Казахстана. Тр. ЗИН АН СССР. 1987. Т. 174. С. 97–111. [Pulatov V.S. Night flight of birds in the eastern part of the Pamirs (Koshagyl Valley) in the fall of 1985. – Study of bird migration in arid and mountainous regions of Central Asia and Kazakhstan. Proceedings of the Zoological Academy of Sciences of the USSR. 1987. 174: 97–111. (in Russian).]

Пуликова Г.И., Воронова В.В. Гибель орлов на воздушных линиях электропередачи в Казахстане: обзор актуального состояния проблемы. – Пернатые хищники и их охрана. 2018. Спецвып. 1. С. 189–191. [Pulikova G.I., Voronova V.V. Death of Eagles on Overhead Power-lines in Kazakhstan: Review of the Actual State of the Issue. – Raptors Conservation. 2018.

Suppl. 1: 182–183.] URL: <http://rrrcn.ru/archives/32711> Дата обращения: 20.12.2019.

Савченко А.П. Изучение миграций птиц в континентальной Азии. Орнитологический вестник Казахстана и Средней Азии. Выпуск 3. 2014. С. 60–72. [Savchenko A.P. The studying of birds' migration in continental Asia. – Ornithological News of Kazakhstan and Middle Asia. Volume 3. Almaty, 2014: 60–72. (in Russian).] URL: <https://zoomet.ru/zurnal/Ornit-vestn-Kz-SA-3-2014.pdf> Дата обращения: 20.12.2019.

Савченко А.П., Савченко П.А. Миграции птиц Центральной Сибири и распространение вирусов гриппа А: монография. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. 256 с. [Savchenko A.P., Savchenko P.A. Bird migration in Central Siberia and spreading of influenza viruses subtype A: monograph. Krasnoyarsk: Siberian Federal University, 2014: 1–256. (in Russian).] URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23885460> Дата обращения: 20.12.2019.

Сараев Ф.А., Пестов М.В. Результаты двукратных учётов гибели хищных птиц на линиях электропередачи в южной части Урало-Эмбинского междуречья весной и осенью 2010 года, Казахстан. – Пернатые хищники и их охрана. 2011. № 21. С. 106–110. [Saraev F.A., Pestov M.V. The Results of Counts of Raptors Died through Electrocutation Carried out Twice in the South Part of Ural-Emba Interfluvium in Spring and Autumn on 2010, Kazakhstan – Raptors Conservation. 21: 106–110.] URL: <http://rrrcn.ru/archives/17586> Дата обращения: 20.12.2019.

Смелянский И.Э., Барашкова А.Н., Карякин И.В. О состоянии гнездовой группировки степного орла в западных предгорьях (результаты мониторинга в Алтайском крае). – Пернатые хищники и их охрана. 2018. Спецвып. 1. С. 85. [Smelansky I.E., Barashkova A.N., Karyakin I.V. On the State of the Steppe Eagle Nesting Population in the Western Foothills of Altai (Results of the Monitoring Work in Altai Kray, Russia). – Raptors Conservation. 2018. Suppl. 1: 85.] URL: <http://rrrcn.ru/archives/32537> Дата обращения: 20.12.2019.

Соколов Л.В. Современная телеметрия: новые возможности в орнитологии. – Зоологический журнал. 2011. Т. 90, № 7. С. 861–882. [Sokolov L.V. Modern telemetry: new possibilities in ornithology. – Zoological Journal. 2011. 90(7): 861–882. (in Russian).] URL: <https://www.zin.ru/rybachy/sokolov-pdf/2011a.pdf> Дата обращения: 20.12.2019.

Стариков С.В. Массовая гибель хищных птиц на линиях электропередач в Зайсанской котловине (Восточный Казахстан). – Selevinia. 1996/1997. С. 233–234. [Starikov S.V. Mass deaths of birds of prey on the power lines in the Zaisan depression (East Kazakhstan). – Selevinia. 1996/1997: 233–234. (in Russian).] URL: <http://rrrcn.ru/wp-content/uploads/2014/12/Starikov.pdf> Дата обращения: 20.12.2019.

Сушкин П.П. Зоологические области Средней Сибири и ближайших частей нагорной Азии и опыт истории современной фауны Палеарктической Азии. – Бюллетень МОИП. Отдел биологический. М., 1925. Т. 34. С. 7–86. [Sushkin P.P. Zoological regions of Central Siberia and the nearest parts of mountainous Asia and experience of the history of the modern fauna of Palearctic Asia. – Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological series. 1925. 34: 7–86. (in

Russian).] URL: http://herba.msu.ru/russian/journals/bmsn/archive/moip_1925_034.djvu Дата обращения 20.12.2019.

Сушкин П.П. Птицы Советского Алтая. Т. 1. М.; Л.: АН СССР, 1938. 316 с. [Sushkin P.P. Birds of the Soviet Altai. Vol. 1. Moscow–Leningrad, 1938: 1–316. (in Russian).]

Тугаринов А.Я. Перелеты птиц на территории Союза. – Животный мир СССР. М.–Л., 1936. 632 с. [Tugarinov A.Ya. Migration of birds on the territory of the Soviet Union. – Animals of the USSR. Moscow–Leningrad, 1936: 1–632. (in Russian).]

Шевченко В.Л. Гибель птиц в Волжско-Уральском междуречье из-за контакта с проводами. – Биология птиц в Казахстане. Алма-Ата: Наука Каз. ССР, 1978. С. 154–155. [Shevchenko V.L. The death of birds in the Volga-Ural interfluvium due to contact with wires. – Bird biology in Kazakhstan. Alma-Ata, 1978: 154–155. (in Russian).]

Шнайдер Е.П., Николенко Э.Г., Карякин И.В., Проммер М., Сарычев Е.И., Рожкова Д.Н., Зиневич Л.С. Результаты апробирования методики восстановления популяции балобана путём подсадки в естественные гнёзда птенцов, выращенных в питомнике (с результатами GPS/GSM-трекинга слётков). – Пернатые хищники и их охрана. 2018. № 37. С. 66–94. [Shnayder E.P., Nikolenko E.G., Karyakin I.V., Prommer M., Sarychev E.I., Rozhkova D.N., Zinevich L.S. The Results Implementation of a Foster Parents Adoption Method for Restoration of the Saker Falcon Population in Russia (With the Results of GPS/GSM Tracking of Fledglings). – Raptors Conservation. 2018. 37: 66–94.] DOI: 10.19074/1814-8654-2018-37-66-94 URL: <http://rrcn.ru/archives/31222> Дата обращения: 20.12.2019.

Agostini N., Lucia G., Mellone U., Panuccio M., Von Hardenberg J., Evangelidis A., Kominos T. Loop migration of adult European Honey Buzzards (*Pernis apivorus* Linnaeus, 1758) through the Central-Eastern Mediterranean. – Italian Journal of Zoology. 2012. 79(2): 280–286. DOI: 10.1080/11250003.2011.623245 URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/11250003.2011.623245> Дата обращения: 20.12.2019.

Agostini N., Prommer M., Vácz M., Panuccio M. Repeated large scale loop migrations of an adult European Honey Buzzard. – Avocetta. 2019. 43: 13–21. DOI: 10.30456/AVO.2019103 URL: <https://www.researchgate.net/publication/334761473> Дата обращения: 20.12.2019.

Alarcon P.A.E., Lambertucci S.A. A three-decade review of telemetry studies on vultures and condors. – Movement Ecology. 2018. 6: 13. DOI: 10.1186/s40462-018-0133-5 URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6122777> Дата обращения: 20.12.2019.

Alerstam T. Bird migration speed. – Avian Migration / P. Berthold, E. Gwinner, and E. Sonnenschein (Eds.). Berlin: Springer-Verlag, 2003: 253–267. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-05957-9_17 Дата обращения: 20.12.2019.

Alerstam T., Lindström A. Optimal Bird Migration: The Relative Importance of Time, Energy, and Safety. – Bird Migration: Physiology and Ecophysiology. Springer, 1990: 331–351. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-74542-3_22 Дата обращения: 20.12.2019.

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://britishbirds.co.uk/wp-content/uploads/article_files/V97/V97_N04/V97_N04_P160_182_A001.pdf Дата обращения: 20.12.2019.

Alonso J.C., Gonzalez L.M., Heredia B., Gonzalez J.L. Parental care and the transition to independence of Spanish Imperial Eagles *Aquila heliaca* in Donana National Park, southwest Spain. – Ibis. 1987. 129(S1): 212–224. DOI: 10.1111/j.1474-919X.1987.tb03202.x URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1474-919X.1987.tb03202.x> Дата обращения: 20.12.2019.

Amar A., Arroyo B., Bretagnolle V. Post-fledging dependence and dispersal in hacked and wild Montagu's Harriers *Circus pygargus*. – Ibis. 2000. 142: 21–28. DOI: 10.1111/j.1474-919X.2000.tb07679.x URL: <https://www.researchgate.net/publication/229934973> Дата обращения 20.12.2019.

ArcView GIS 3.3. Руководство пользователя. Москва: Data+, 1999. 380 с. [ArcView GIS 3.3. User guide. Moscow, 1999: 1–380. (in Russian).]

ArcView Spatial Analyst. Руководство пользователя. Москва: Data+, 1999. 146 с. [ArcView Spatial Analyst. User guide. Moscow, 1999: 1–146. (in Russian).]

Arroyo B.E., De Cornulier Th., Bretagnolle V. Parental investment and parent-offspring conflicts during the postfledging period in Montagu's harriers. – Anim Behav. 2002. 63: 235–244. DOI: 10.1006/anbe.2001.1899 URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003347201918998> Дата обращения: 20.12.2019.

Barbraud C., Johnson A.R., Bertault G. Phenotypic correlates of post-fledging dispersal in a population of greater flamingos: the importance of body condition. – Journal of Animal Ecology. 2003. 72: 246–257. DOI: 10.1046/j.1365-2656.2003.00695.x URL: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1046/j.1365-2656.2003.00695.x> Дата обращения: 20.12.2019.

Bauchinger U., Klaassen M. Longer days in spring than in autumn accelerate migration speed of passerine birds. – Journal of Avian Biology. 2005. 36(1): 3–5. DOI: 10.1111/j.0908-8857.2005.03444.x

BirdLife International. *Aquila nipalensis* (amended version of 2016 assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T22696038A118576408. 2017. DOI: 10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T22696038A118576408.en. URL: <https://www.iucnredlist.org/species/22696038/118576408> Дата обращения: 20.12.2019.

Bondi S., Guzzo E., Mascara R., Sara M. Onset of natal dispersal in Peregrine Falcon from Mediterranean islands (Italy). – Ornis Hungarica. 2018. 26(2): 201–221. DOI: 10.1515/orhu-2018-0029 URL: <https://www.researchgate.net/publication/330881164> Дата обращения: 20.12.2019.

Bowler D.E., Benton T.G. Causes and consequences of animal dispersal strategies: relating individual behaviour to spatial dynamics. – Biological Reviews. 2005. 80(2): 205–225. DOI: 10.1017/S1464793104006645 URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1017/S1464793104006645> Дата обращения: 20.12.2019.

Bridge E.S., Thorup K., Bowlin M.S., Chilson P.B., Diehl R.H., Fléron R.W., Hartl P., Kays R., Kelly J.F., Robinson W.D., Wikel-

- ski M. Technology on the Move: Recent and Forthcoming Innovations for Tracking Migratory Birds. – *BioScience*. 2011. 61(9): 689–698. DOI: 10.1525/bio.2011.61.9.7
- Buechley E.R., Oppel S., Beatty W.S., Nikolov S.C., Dobrev V., Arkumarev V., Saravia V., Bougain C., Bounas A., Kret E., Skartsis 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*. 2018. DOI: 10.1111/jav.01629 URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/jav.01629> Дата обращения: 20.12.2019.
- 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: 20.12.2019.
- Bustamante J. The post-fledging dependence period of the Black-shouldered kite (*Elanus caeruleus*). – *The Journal of Raptor Research*. 1993. 27(4): 185–190. URL: http://www.ebd.csic.es/bustamante/publicaciones/Bustamante_%281993%29_J_Raptor_Res_27_185-190.PDF Дата обращения: 20.12.2019.
- Bustamante J. Family break-up in Black and Red Kites *Milvus migrans* and *M. milvus*: is time of independence an offspring decision? – *Ibis*. 1994. 136(2): 176–184. DOI: 10.1111/j.1474-919X.1994.tb01082.x URL: <https://www.researchgate.net/publication/236586577> Дата обращения: 20.12.2019.
- Bustamante J., Hiraldo F. Post-fledging dependence period and maturation of flight skills in the Black Kite *Milvus migrans*. – *Bird Study*. 1989. 36(3): 199–204. DOI: 10.1080/00063658909477025 URL: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00063658909477025> Дата обращения: 20.12.2019.
- Caccamise D.F., Hedin R.S. An aerodynamic basis for selectivity 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: 20.12.2019.
- Clark W.S. Steppe Eagle *Aquila nipalensis* is monotypic. – *Bulletin of the British Ornithologists' Club*. 2005. 125(2): 149–153. URL: <http://www.globalraptors.org/grin/researchers/uploads/155/semono.pdf> Дата обращения: 20.12.2019.
- Clobert J., Le Galliard J.F., Cote J., Meylan S., Massot M. Informed dispersal, heterogeneity in animal dispersal syndromes and the dynamics of spatially structured populations. – *Ecology Letters*. 2009. 12(3): 197–209. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2008.01267.x URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1461-0248.2008.01267.x> Дата обращения: 20.12.2019.
- Christensen S., Sorensen U.G. A review of the migration and wintering of *Aquila pomarina* and *Aquila nipalensis orientalis*. – *Raptors in the Modern World* / B.-U. Meyburg and R.D. Chancellor (Eds.). Berlin: World Working Group on Birds of Prey, 1989: 139–150. URL: http://www.raptors-international.org/book/raptors_in_the_modern_world/Christensen_1989_139-150.pdf Дата обращения: 20.12.2019.
- Cramp S., Simmons K.E.L. (Eds.) *Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa*. Vol. II: Hawks and Bustards Oxford, 1979: 1–695.
- De Candido R., Allen D., Bildstein K.L. The migration of steppe eagles (*Aquila nipalensis*) and other raptors in central Nepal, autumn 1999. – *The Journal of Raptor Research*. 2001. 35(1): 35–39. URL: <https://sora.unm.edu/sites/default/files/journals/jrr/v035n01/p00035-p00039.pdf> Дата обращения: 20.12.2019.
- De Candido R., Gurung S., Subedi T., Allen D. The east-west migration of Steppe Eagle *Aquila nipalensis* and other raptors in Nepal and India. – *BirdingASIA*. 2013. 19: 18–25. URL: <http://stgeorgebirdfest.com/wp-content/uploads/2017/04/Nepal.SteppeEagle.BirdingASIA.2013.pdf> Дата обращения: 20.12.2019.
- den Besten J.W. Migration of Steppe Eagles *Aquila nipalensis* and other raptors along the Himalayas past Dharamsala, India, in autumn 2001 and spring 2002. – *Forktail*. 2004. 20: 9–13. URL: <https://www.researchgate.net/publication/238797087> Дата обращения: 20.12.2019.
- Dolnik V.R. Optimal Bird Migration Across Arid and Mountainous Regions of Middle Asia and Kazakhstan. – *Bird Migration: Physiology and Ecophysiology*. Springer, 1990: 368–386. URL: https://link.springer.com/character/10.1007/978-3-642-74542-3_24 Дата обращения: 20.12.2019.
- Eldegard K., Seles V., Sonerud G.A., Steel C., Rafoss T. The effect of parent sex on prey deliveries to fledgling Eurasian Sparrowhawks, *Accipiter nisus*. – *Ibis*. 2003. 145(4): 667–672. DOI: 10.1046/j.1474-919X.2003.00229.x URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1474-919X.2003.00229.x> Дата обращения: 20.12.2019.
- Ellis D.H., Moon S.L., Robinson J.W. Annual movements of a steppe eagle (*Aquila nipalensis*) summering in Mongolia and wintering in Tibet. – *Journal, Bombay Natural History Society*. 2001. 98(3): 335–340. URL: [https://www.semanticscholar.org/paper/Annual-movements-of-a-steppe-eagle-\(Aquila-in-and-Ellis-Moon/b00e69a934fce08d52ba0a895ba7d-2092873fbaf](https://www.semanticscholar.org/paper/Annual-movements-of-a-steppe-eagle-(Aquila-in-and-Ellis-Moon/b00e69a934fce08d52ba0a895ba7d-2092873fbaf) Дата обращения: 20.12.2019.
- Faccio S.D., Amaral M., Martin C.J., Lloyd J.D., French T.W., Tur A. Movement patterns, natal dispersal, and survival of Peregrine Falcons banded in New England. – *Journal of Raptor Research*. 2013. 47(3): 246–261. DOI: 10.3356/JRR-12-21.1 URL: <https://www.researchgate.net/publication/256485447> Дата обращения: 20.12.2019.
- Ferrer M. Regulation of the period of postfledging dependence in the Spanish Imperial Eagle *Aquila adalberti*. – *Ibis*. 1992. 134(2): 128–133. DOI: 10.1111/j.1474-919X.1992.tb08389.x URL: <https://www.researchgate.net/publication/230272352> Дата обращения: 20.12.2019.
- Fiedler W. New technologies for monitoring bird migration and behaviour. – *Ringling & Migration*. 2009. 24(3): 175–179. DOI: 10.1080/03078698.2009.9674389 URL: <https://doi.org/10.1080/03078698.2009.9674389> Дата обращения: 20.12.2019.
- Flack A., Fiedler W., Blas J., Pokrovsky I., Kaatz M., Mitropolsky M., Aghababayan K., Fakriadis I., Makrigianni E., Jerzak L., Azafzah H., Feltrup-Azafzah 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: 20.12.2019.

- 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: 20.12.2019.
- Frumkin R. Intraspecific brood parasitism and dispersal in fledgling Sparrowhawks *Accipiter nisus*. – *Ibis*. 1994. 136(4): 426–433. DOI: 10.1111/j.1474-919X.1994.tb01117.x
- Gadgil M. Dispersal: population consequences and evolution. – *Ecology*. 1971. 52(2): 253–261. DOI: 10.2307/1934583. URL: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2307/1934583> Дата обращения: 20.12.2019.
- Gombobaatar S., Yosef R., Odkhuu B., Sumiya D. Breeding ecology of the Steppe Eagle (*Aquila nipalensis*) in Mongolia. – *Ornis Mongolica*. 2012. 1: 13–19. URL: <https://www.researchgate.net/publication/258278480> Дата обращения: 20.12.2019.
- Green M., Alerstam T., Clausen P., Drent R., Ebbinge B.S. Dark-bellied Brent Geese *Branta bernicla bernicla*, as recorded by satellite telemetry, do not minimize flight distance during spring migration. – *Ibis*. 2002. 144: 106–121. DOI: 10.1046/j.0019-1019.2001.00017.x
- Greenwood P.J. Mating systems, philopatry and dispersal in birds and mammals. – *Animal Behaviour*. 1980. 28(4): 1140–1162. DOI: 10.1016/s0003-3472(80)80103-5
- Gurung S., Sabin K.C., Baniya S., Subedi T.R. East-West Migration of Endangered Steppe Eagle and other raptors in Thoolakharka watch site, Nepal: Migration count summary – autumn 2019. Technical Report 1/2019, Himalayan Nature and Nepalese Ornithological Union, Kathmandu, 2019: 1–19. DOI: 10.13140/RG.2.2.10159.28325/1 URL: <https://www.researchgate.net/publication/338169365> Дата обращения: 20.12.2019.
- Harness R., Gombobaatar S., Yosef R. Mongolia distribution power lines and raptor electrocutions. – *Institute of Electrical and Electronics Engineers*. 2008. 52: 1–6. URL: <https://www.researchgate.net/publication/4335437> Дата обращения: 20.12.2019.
- 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: 20.12.2019.
- 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://gcmd.nasa.gov/records/USGS_animal_mvmt.html Дата обращения: 20.12.2019.
- 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: ftp://ftp.unine.ch/Bouzelboudjen/cisarovsky/Cisarovsky/Extension_AV_HRE_AnimalMovement2/AnimalMovement2/anim_mov_useme.pdf Дата обращения: 20.12.2019.
- Javed S., Khan Sh., Nazeer J., Ahmed Sh., Al Hammadi A., Al Hammadi E. Satellite tracking of a young Steppe Eagle from the United Arab Emirates during two spring and autumn migrations. – *Ostrich*. 2014. 85(2): 131–138. DOI: 10.2989/00306525.2014.956833
- 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: 20.12.2019.
- 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: 20.12.2019.
- Katzner T.E., Bragin E.A., Bragin A.E., McGrady M., Miller T.A., Bildstein K.L. Unusual clockwise loop migration lengthens travel distances and increases potential risks for a central Asian, long distance, trans-equatorial migrant, the Red-footed Falcon *Falco vespertinus*. – *Bird Study*. 2016. 63(3): 406–412. DOI: 10.1080/00063657.2016.1214107 URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00063657.2016.1214107> Дата обращения: 20.12.2019.
- Katzner T., Winton J.D., McMorris F.A., Brauning D. Dispersal, band encounters, and causes of death in a reintroduced and rapidly growing population of Peregrine Falcons. – *Journal of Raptor Research*. 2012. 46: 75–83. DOI: 10.3356/JRR-10-93.1
- Keijmel M. Globally important number of Steppe Eagles discovered in Saudi Arabia. – *Ornithological Society of the Middle East the Caucasus and Central Asia*. 2019. URL: <https://www.osme.org/2019/11/globally-important-number-of-steppe-eagles-discovered-in-saudi-arabia> Дата обращения: 20.12.2019.
- Kemp M.U., Shamoun-Baranes J., Van Gasteren H., Bouten W., Van Loon E.E. Can wind help explain seasonal differences in avian migration speed? – *Journal of Avian Biology*. 2010. 41(6): 672–677. DOI: 10.1111/j.1600-048X.2010.05053.x
- Kennedy P.L., Ward J.M. Effect of experimental food supplementation on movements of juvenile northern goshawks (*Accipiter gentilis atricapillus*). – *Oecologia*. 2003. 134(2): 284–291. DOI: 10.1007/s00442-002-1108-0 URL: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00442-002-1108-0> Дата обращения: 20.12.2019.
- Kenward R. A manual of wildlife radio-tagging. Academic Press, London, 2001: 1–311.
- Kenward R.E., Pfeffer R.H., Al-Bowardi M.A., Fox N.C., Riddle K.E., Bragin E.A., Levin E.A., Walls S.S., Hodder K.H. Setting harness sizes and other marking techniques for a falcon with strong sexual dimorphism. – *Journal of Field Ornithology*. 2001. 72(2): 244–257. DOI: 10.1648/0273-8570-72.2.244
- Kiamarzy R. Post from 05/11/2018. – Facebook. 2018. URL: <https://www.facebook.com/reza.kiamarzy/posts/2079952642065077> Дата обращения: 20.12.2019.
- Kitowski I. Play behavior and active training of Montagu's Harrier (*Circus pygargus*) offspring in the post-fledging period. – *Journal of Ethology*. 2005. 23(1): 3–8. DOI: 10.1007/s10164-004-0120-8 URL: <https://www.researchgate.net/publication/226460212> Дата обращения: 20.12.2019.
- Klaassen R.H.G., Strandberg R., Hake M., Olofsson P., Tøttrup A.P., Alerstam T. Loop migration in adult marsh harriers *Circus aeruginosus*, as revealed by satellite telemetry. – *Journal of Avian Biology*. 2010. 41(2): 200–207. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1600-048X.2010.05058.x>

- Klvaňa P., Sepák., Munclinger P., Micháľková R., Tomášek O., Albrecht T. Around the Mediterranean: an extreme example of loop migration in a long-distance migratory passerine. – *Journal of Avian Biology*. 2018. 49(2): jav-01595. DOI: 10.1111/jav.01595
- Leshem Y. Israel: an International axis of raptor migration. – ICBP Technical Publication No. 5, 1985: 243–250. URL: http://www.raptors-international.org/book/conservation_studies_on_raptors_1985/Leshem_1985_243-250.pdf Дата обращения: 20.12.2019.
- Lindström A., Alerstam T., Hedenström A. Faster fueling is the key to faster migration. – *Nature Climate Change*. 2019. 9: 288–289. DOI: 10.1038/s41558-019-0443-7 URL: <https://www.nature.com/articles/s41558-019-0443-7> Дата обращения: 20.12.2019.
- López-López P. Individual-Based Tracking Systems in Ornithology: Welcome to the Era of Big Data. – *Ardeola*. 2016. 63(1): 103–136. DOI: 10.13157/arla.63.1.2016.rp5
- Maciorowski G., Lontkowski J., Mizera T. The Spotted Eagle – Vanishing Bird of the Marshes. Poznan, 2014: 1–303. URL: https://issuu.com/ptakipolskie/docs/orlik_grubodzio_by_monografia Дата обращения: 20.12.2019.
- McGrady M., Meyburg B.-U., Al Lamki F., Spalton A. Steppe Eagles in Oman. 2019. URL: <http://steppeeaglesoman.blogspot.com> Дата обращения: 20.12.2019.
- Mellone U., López-López P., Limicana R., Piasevoli G., Urios V. The trans-equatorial loop migration system of Eleonora's falcon: Differences in migration patterns between age classes, regions and seasons. – *Journal of Avian Biology*. 2013. 44(5): 417–426. DOI: 10.1111/j.1600-048X.2013.00139.x URL: <https://www.researchgate.net/publication/236132896> Дата обращения: 20.12.2019.
- Meyburg B.-U., Meyburg C., Mizera T., Maciorowski G., Kowalski J. Greater Spotted Eagle wintering in Zambia. – *Africa – Birds & Birding*. 1998. 3: 62–68. URL: <https://www.researchgate.net/publication/276284637> Дата обращения: 20.12.2019.
- Meyburg B.-U., Meyburg C., Paillat P. Steppe Eagle migration strategies – revealed by satellite telemetry. – *British Birds*. 2012. 105: 506–519. URL: <https://www.researchgate.net/publication/289205056> Дата обращения: 20.12.2019.
- Meyburg B.-U., Paillat P., Meyburg C. Migration routes of Steppe Eagles between Asia and Africa: a study by means of satellite telemetry. – *The Condor*. 2003. 105: 219–227. URL: http://nwr.gov.sa/NWRC_ENG/Raptors_publications_files/1-2003-002.pdf Дата обращения: 20.12.2019.
- Muriel R., Ferrer M., Balbontin J., Cabrera L., Calabuig C.P. Disentangling the effect of parental care, food supply, and offspring decisions on the duration of the postfledging period. – *Behavioral Ecology*. 2015. 26(6): 1587–1596. DOI: 10.1093/beheco/arv114 URL: <https://academic.oup.com/beheco/article/26/6/1587/205420> Дата обращения: 20.12.2019.
- Newton I. Population ecology of raptors. Poyser, Berkhamsted, 1979: 1–432.
- Nilsson C., Klaassen R.H.G., Alerstam T. Differences in speed and duration of bird migration between spring and autumn. – *The American Naturalist*. 2013. 181(6): 837–845. DOI: 10.1086/670335 URL: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/10.1086/670335> Дата обращения: 20.12.2019.
- 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: http://old.lifeneophron.eu/files/docs/1455988483_251.pdf Дата обращения: 20.12.2019.
- Penteriani V., Delgado M. Thoughts on natal dispersal. – *The Journal of Raptor Research*. 2009. 43(2): 90–98. DOI: 10.3356/JRR-08-39.1 URL: <http://www.bioone.org/doi/full/10.3356/JRR-08-39.1> Дата обращения: 20.12.2019.
- 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., Teodysio 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: 20.12.2019.
- Poessel S.A., Bragin E.A., Sharpe P.B., Garcelon D.K., Bartoszek K., Katzner T.E. Movements and landscape use of Eastern Imperial Eagles *Aquila heliaca* in Central Asia. – *Bird Study*. 2018. 65(2): 208–218. DOI: 10.1080/00063657.2018.1447907
- Pomarol M. Releasing Montagu's Harrier (*Circus pygargus*) by the method of hacking. – *The Journal of Raptor Research*. 1994. 28(1): 19–22. URL: <https://sora.unm.edu/sites/default/files/journals/jrr/v028n01/p00019-p00022.pdf>. Дата обращения: 20.12.2019.
- Prohl T., Baumgart W. An Überwinterungsplatz des Steppenadlers (*Aquila nipalensis*) und anderer großer aasverwertender Greifvogel im Oman. – *Greifvogel und Falknerrei* 2012. Melsungen, 2012: 47–72. [Prohl T., Baumgart W. About wintering places of the steppe eagle (*Aquila nipalensis*) and other large raptor scavenger in Oman. – *Birds of Prey and Falconry* 2012. Melsungen, 2012: 47–72. (in German).] URL: <http://rrcn.ru/ru/archives/15340> Дата обращения: 20.12.2019.
- Prommer M., Bagyura J., Chavko J., Uhrin M. Migratory movements of Central and Eastern European Saker Falcons (*Falco cherrug*) from juvenile dispersal to adulthood. – *Aquila*. 2012. 119: 111–134. URL: <http://www.sakerlife2.mme.hu/sites/default/files/Aquila-119-110-Prommer.pdf> Дата обращения: 20.12.2019.
- Rahman M., Batbayar N., Purev-Ochir G., Etheridge M., Dixon A. Influence of Nesting Location on Movements and Survival of Juvenile Saker Falcons *Falco cherrug* During the Post-Fledging Dependence Period. – *Ardeola*. 2015. 62(1): 125–138. DOI: 10.13157/arla.62.1.2015.125
- Schmaljohann H. Proximate mechanisms affecting seasonal differences in migration speed of avian species. – *Scientific Reports*. 2018. 8: 4106. DOI: 10.1038/s41598-018-22421-7 URL: <https://www.nature.com/articles/s41598-018-22421-7> Дата обращения: 20.12.2019.

- Schmaljohann H., Fox J.W., Bairlein F. Phenotypic response to environmental cues, orientation and migration costs in songbirds flying halfway around the world. – *Animal Behaviour*. 2012. 84(3): 623–640. URL: <https://www.researchgate.net/publication/230785215> Дата обращения: 20.12.2019.
- Seaton, R., Holland, J.D., Minot, E.O. & Springett, B.P. Natal dispersal of New Zealand Falcon (*Falco novaeseelandiae*) in plantation forests. – *Notornis*. 2008. 55(3): 140–145. URL: <https://www.notornis.osnz.org.nz/natal-dispersal-new-zealand-falcon-falco-novaeseelandiae-plantation-forests> Дата обращения: 20.12.2019.
- Shafaeipour A., Fathinia B., Khanjani F. Population survey of wintering Steppe (*Aquila nipalensis*) and Imperial Eagles (*Aquila heliaca*) around slaughterhouse and landfill site of Yasouj city from fall 2014 to winter 2017. – *Journal of Animal Environment*. 2018. 10(3): 101–106. (in Persian). URL: http://www.aejournal.ir/article_80661.html Дата обращения: 20.12.2019.
- Shirihai H., Christie D.A. Raptor migration at Eilat. – *British Birds*. 1992. 85(4): 141–186. URL: https://www.birds.org.il/Data/Docs/Species%20Data/RaptormigrationinEilat-HadoramShirihai_1591371027.pdf Дата обращения: 20.12.2019.
- Shirihai H., Yosef R., Alon D., Kirwan G.M., Spaar R. Raptor migration in Israel and the Middle East: a summary of 30 years of field research. *International Birding and Research Center, Eilat, Israel*. 2000: 1–191.
- Subedi T.R. East to west migration of Steppe Eagle (*Aquila nipalensis*) and other raptors in Nepal; abundance, timing and age class determination. *NOU Research Report No. 1. Nepalese Ornithological Union, Kathmandu, Nepal*, 2015: 1–38. DOI: 10.13140/RG.2.2.26813.46565 URL: <https://www.researchgate.net/publication/313256156> Дата обращения: 20.12.2019.
- Subedi T.R., DeCandido R., Baral H.S., Gurung S., Gurung S., Puan Ch.L., Sah S.A.M. Population Structure and Annual Migration Pattern of Steppe Eagles at Thoolakharka Watch Site, Nepal, 2012–2014. – *The Journal of Raptor Research*. 2017. 51(2): 165–171. DOI: 10.3356/JRR-16-70.1 URL: [https://www.rufford.org/files/J.%20Raptor%20Res.%2051\(2\).165%E2%80%93171.pdf](https://www.rufford.org/files/J.%20Raptor%20Res.%2051(2).165%E2%80%93171.pdf) Дата обращения: 20.12.2019.
- Sunde P. Parent-offspring conflict over duration of parental care and its consequences in tawny owls *Strix aluco*. – *Journal of Avian Biology*. 2008. 39(2): 242–246. DOI: 10.1111/j.2008.0908-8857.04194.x URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.2008.0908-8857.04194.x> Дата обращения: 20.12.2019.
- Thomas N.J., Meteyer C.U., Sileo L. Epizootic Vacuolar Myelinopathy of the Central Nervous System of Bald Eagles (*Haliaeetus leucocephalus*) and American Coots (*Fulica americana*). – *Veterinary Pathology*. 1998. 35(6): 479–487. DOI: 10.1177/030098589803500602
- Tordoff H.B., Redig P.T. Midwest Peregrine Falcon demography, 1982–1995. – *Journal of Raptor Research*. 1997. 31(4): 339–346. URL: http://globalraptors.org/grin/researchers/uploads/266/midwest_demography_1997.pdf Дата обращения: 20.12.2019.
- Travis J.M.J., Mustin K., Bartoń K.A., Benton T.G., Clobert J., Delgado M.M., Dytham C., Hovestadt T., Palmer S.C.F., Van Dyck H., Bonte D. Modelling dispersal: an eco-evolutionary framework incorporating emigration, movement, settlement behaviour and the multiple costs involved. – *Methods in Ecology and Evolution*. 2012. 3(4): 628–641. DOI: 10.1111/j.2041-210X.2012.00193.x URL: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.2041-210X.2012.00193.x> Дата обращения: 20.12.2019.
- Vansteelant 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. 86(2): 179–191. DOI: 10.1111/1365-2656.12593 URL: <https://www.researchgate.net/publication/309266279> Дата обращения: 20.12.2019.
- Vergara P., Fargallo J.A., Martinez-Padill J. Reaching independence: food supply, parent quality, and offspring phenotypic characters in kestrels. – *Behavioral Ecology*. 2010. 21(3): 507–512. DOI: 10.1093/beheco/arq011 URL: <https://academic.oup.com/beheco/article/21/3/507/219290> Дата обращения: 20.12.2019.
- 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: 20.12.2019.
- Wikelski M., Kays R.W., Kasdin N. J., Thorup K., Smith J.A., Swenson G.W., Jr. Going wild: what a global small-animal tracking system could do for experimental biologists. – *Journal of Experimental Biology*. 2007. 210: 181–186. DOI: 10.1242/jeb.02629
- Wikelski M., Tarlow E.M., Raim A., Diehl R.H., Larkin R.P., Visser G.H. Costs of migration in free-flying songbirds. – *Nature*. 2003. 423: 704. URL: <https://www.nature.com/articles/423704a> Дата обращения: 20.12.2019.
- Willemoes M., Strandberg R., Klaassen R.H.G., Tøttrup A.P., Vardanis Y., Howey P.W., Thorup K., Wikelski M., Alerstam T. Narrow-Front Loop Migration in a Population of the Common Cuckoo *Cuculus canorus*, as Revealed by Satellite Telemetry. – *PlosOne*. 2014. 9(1): e83515. DOI: 10.1371/journal.pone.0083515 URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0083515> Дата обращения: 20.12.2019.
- 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: 20.12.2019.
- Zduniak P., Yosef R., Sparks T.H., Smith H., Tryjanowski P. Rapid advances in the timing of the spring passage migration through Israel of the Steppe Eagle *Aquila nipalensis*. – *Climate Research*. 2010. 42: 217–222. DOI: 10.3354/cr00900 URL: <https://www.int-res.com/articles/cr2010/42/c042p217.pdf> Дата обращения: 20.12.2019.
- Zuberogotia I., Martínez J.A., Azkona A., Martínez J.E., Castillo I., Zabala J. Using recruitment age, territorial fidelity and dispersal as decisive tools in the conservation and management of Peregrine Falcon (*Falco peregrinus*) populations: the case of a healthy population in Northern Spain. – *Journal of Ornithology*. 2009. 150: 95–101. DOI: 10.1007/s10336-008-0321-y URL: <https://www.researchgate.net/publication/230646570> Дата обращения: 20.12.2019.