

Birds of Prey and Power Lines in Northern Eurasia: What are the Prospects for Survival?

ПЕРНАТЫЕ ХИЩНИКИ В ЭЛЕКТРОСЕТЕВОЙ СРЕДЕ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ: КАКОВЫ ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫЖИВАНИЯ?

Karyakin I.V. (Center of Field Studies, N. Novgorod, Russia)

Карякин И.В. (Центр полевых исследований, Н. Новгород, Россия)

Контакт:

Игорь Карякин
Центр полевых исследований
603000, Россия,
Нижний Новгород,
ул. Короленко, 17а–17
тел.: +7 831 433 38 47
ikar_research@mail.ru

Contact:

Igor Karyakin
Center of Field Studies
Korolenko str., 17a–17
Nizhniy Novgorod,
Russia, 603000
tel.: +7 831 433 38 47
ikar_research@mail.ru

Резюме

Статья обобщает данные автора по изучению проблемы гибели птиц на птицепасных ЛЭП (ПО ЛЭП) и их влияния на популяции пернатых хищников в России, Казахстане и Монголии, а также литературный материал. С учётом литературных источников анализ основан на результатах осмотра более чем 3 тыс. км ЛЭП и более чем 2 тыс. погибших пернатых хищников. Средние показатели частоты гибели пернатых хищников на ПО ЛЭП (в ос./10 км) по исследованиям в России и Казахстане составляют: в равнинной полупустыне – 9,66, в равнинной степи – 9,55, в равнинной лесостепи – 3,23, в открытых и полукрытых местообитаниях горных районов – 5,09. На ПО ЛЭП гибнет практически весь видовой состав соколообразных и совообразных Северной Евразии, а порог в 3% от общего числа погибших птиц во всех природных зонах преодолевают коршуны (*Milvus migrans*) (31,48%), степной орёл (*Aquila nipalensis*) (14,19%), канюки (*Buteo buteo*) (13,59%), пустельга (*Falco tinnunculus*) (12,77%), курганник (*Buteo rufinus*) (8,39%), балобан (*Falco cherrug*) (3,51%). Наиболее уязвимые виды: степной орёл, балобан и курганник. Массовая гибель пернатых хищников (93,3%) происходит в тех местообитаниях, где сконцентрированы корма, максимально доступные для добычи: степные и полупустынные сообщества с колониями роющих грызунов и зайцеобразных (35,3%), окраины свалок и животноводческих комплексов (22,2%), опушки лесов и лесополос (18,5%), побережья водоёмов (17,3%).

Ключевые слова: хищные птицы, пернатые хищники, гибель птиц на ЛЭП.

Поступила в редакцию: 01.12.2011 г. **Принята к публикации:** 01.02.2012 г.

Abstract

This article summarizes the author's data on the study of bird deaths on power lines dangerous to birds and their impact on populations of the birds of prey in Russia, Kazakhstan and Mongolia, as well as includes the published data. Considering the published data, the analysis is based on the results of surveys of more than 300 km of power lines and more than two thousand dead raptors. The average frequency of raptor deaths on power lines dangerous to birds (ind./10 km) according to research in Russia and Kazakhstan is as follows: in the semi-desert plains – 9.66, in the flat steppe – 9.55, in the flat forest steppe – 3.23, and in open and semi-open mountainous regions – 5.09. Nearly every type of *Falconiformes* and *Strigiformes* in Northern Eurasia has been killed on power lines dangerous to birds, and Kites (*Milvus migrans*) (31.48%), Steppe Eagle (*Aquila nipalensis*) (14.19%), Buzzards (*Buteo buteo*) (13.59%), Kestrels (*Falco tinnunculus*) (12.77%), Long-Legged Buzzards (*Buteo rufinus*) (8.39%) and Saker (*Falco cherrug*) (3.51%) have all crossed the 3% threshold of the total number of dead birds in all natural zones. The most endangered species are the Steppe Eagle, Saker Falcon and the Long-Legged Buzzard. Many birds of prey (93.3%) die in habitats where food is concentrated, i.e. where there is most prey, for example, in steppe and semi-desert communities with colonies of rodents and hares (35.3%), in suburbs of landfills and livestock farms (22.2%), edges of forests and forest belts (18.5%) and coastal waters (17.3%).

Keywords: birds of prey, raptors, electrocution.

Received: 01/12/2011. **Accepted:** 01/02/2012.

Введение

Длительное время птицы адаптировались к условиям обитания, сформировавшимся на нашей планете. Однако, с некоторых пор человек быстро стал вносить коррективы в этот процесс, существенно меняя условия обитания птиц. Один из мощных факторов, давший толчок к освоению птицами новых местообитаний, и, в то же время, повлекший за собой угрожающие масштабы гибели, – развитие инфраструктуры воздушных линий электропередачи (ЛЭП). Многие густонаселённые людьми районы степной и лесостепной зоны опутала плотная сеть многочисленных ЛЭП 6–10 кВ, железобетонные опоры которых, оснащённые штыревыми изоляторами, являются настоящими убийцами птиц. Разви-

Introduction

The development of infrastructure of overhead power lines (PL) is one of the most powerful factors giving impetus to birds of prey to occupy new habitats, and, at the same time, bringing about alarming proportions of bird deaths. Birds of prey simply did not have time to adjust to the rapidly changing conditions of the developing grid of PL. At present, many species of raptors of completely vanished in areas with a developed infrastructure of PL dangerous to birds. Some are gradually adapting to these habitat conditions, but in different populations these adaptive processes occur at different intensities. The purpose of the article is to assess the survival prospects of different species of raptors in the modern grid of

тие сети подобных птицеопасных ЛЭП (ПО ЛЭП) стало фактором, угрожающим выживанию многих видов, в первую очередь – пернатых хищников. Имея биологически обусловленный низкий успех размножения и большую продолжительность жизни, хищные птицы просто не стали успевать адаптироваться к быстро меняющимся условиям развивающейся электросетевой среды обитания. В настоящее время можно констатировать тот факт, что многие виды пернатых хищников полностью вымерли на территориях с хорошо развитой инфраструктурой ПО ЛЭП, некоторые постепенно адаптируются к этим условиям обитания, однако в разных популяциях эти адаптационные процессы идут с разной интенсивностью. Цель данной статьи – оценить перспективы выживания разных видов пернатых хищников в современной электросетевой среде на пост-советском пространстве и выявить наиболее уязвимые виды.

Материал и методика

Проблема гибели птиц на ЛЭП изучалась автором в России (в Нижегородской, Пермской, Самарской, Челябинской областях, республиках Алтай, Башкортостан, Тыва, Хакасия, Алтайском, Красноярском и Забайкальском краях), в Казахстане (в Актюбинской, Атырауской, Восточно-Казахстанской, Западно-Казахстанской, Карагандинской, Костанайской, Кызылординской, Мангистауской и Южно-Казахстанской областях), а также в некоторых аймаках Монголии. В общей сложности осмотрено более 1 тыс.

км ПО ЛЭП и собрано более 600 останков погибших птиц. Осмотр ЛЭП и фиксация наблюдений осуществлялись в соответствии с опубликованными рекомендациями (Машина, Замазкин, 2010). Параллельно учёту погибших на ЛЭП птиц на модельных территориях осуществлялся учёт обитающих в зоне влияния ЛЭП пернатых хищников, ориентированный на выявление гнездящихся пар. Выявление и учёт пернатых хищников осуществлялись в соответствии с опубликованными рекомендациями (Карякин, 2004). Оценка уровня гибели пернатых хищников на ПО ЛЭП и влияния этих линий на различные виды гнездящихся и пролётных хищных птиц

PL in the countries of the former USSR and to identify the most vulnerable species.

Materials and Methods

The problem of bird mortality from electrocution has been studied by the author in Russia (in Nizhny Novgorod, Perm, Samara, Chelyabinsk districts, Republics of Altai, Bashkortostan, Tyva, Khakassia, Altai, Krasnoyarsk, and Trans-Baikal Krays), in Kazakhstan (Aktobe, Atyrau, East Kazakhstan, West Kazakhstan, Karaganda, Kostanay, Kyzylorda, Mangystau and the South Kazakhstan districts), as well as in some aimags of Mongolia. In total, more than 1,000 km of PL have been examined and more than 600 bird carcasses have been collected using the technique offered by Matsyna and Zamazkin (2011). Parallel to this, census of birds living in a zone, where PL have an impact on raptors, that focused on the identification of breeding pairs, was conducted using the methods of Karyakin (2004). The results were processed with use of GIS-software (ArcView 3.3 ESRI). Taking into account the published data, this analysis is based on the results of the examination of more than 3,000 km of PL and more than 2,000 dead birds of prey (fig. 1).

Results and Discussion

The list of species of the birds of prey died from electrocution, along with the level of mortality for each species over the past 20 years in Russia and Kazakhstan, compiled by the results of author's surveys and analysis of published data, is presented in table 1. There are almost all species of raptors breeding in Northern Eurasia. A similar situation is observed in Mongolia; the rate of bird deaths from electrocution is up to 7.32 ind./km (Boldbaatar, 2006; Zvonov et al., 2009; Harness, Gombobaatar, 2008; Amartuvshin et al., 2010; Dixon, 2011). The species with the highest rate of deaths include the Black-Eared Kite (*Milvus migrans lineatus*), with an average of 3.89 ind./10 km in all natural zones of the species' habitat; the Steppe Eagle (*Aquila nipalensis*), 1.49 ind./10 km; the Common Buzzard (*Buteo buteo vulpinus*), 0.97 ind./10 km; Kestrel (*Falco tinnuculus*), 0.91 ind./10 km, Long-Legged Buzzard (*Buteo rufinus*), 0.88 ind./10 km, and the Saker Falcon (*Falco cherrug*), 0.43 ind./10 km (fig. 2). From the listed group, the kite, buzzard and kestrel are becoming the most common species of birds of prey, both in breeding grounds and migration, whilst the Steppe Eagle and Saker Falcon are rare, and, in recent

Пара степных орлов (*Aquila nipalensis*) на частично изолированной присаде, установленной на птицеопасной ЛЭП 10 кВ. Этот вид – один из самых страдающих от гибели на ЛЭП. Фото И. Смелянского.

Pair of the Steppe Eagle (*Aquila nipalensis*) on the partly insulated perch installed on an electric pole of PL-10 kV dangerous for birds. This species is one of raptors that are the most suffered from electrocution. Photo by I. Smelyanskiy.



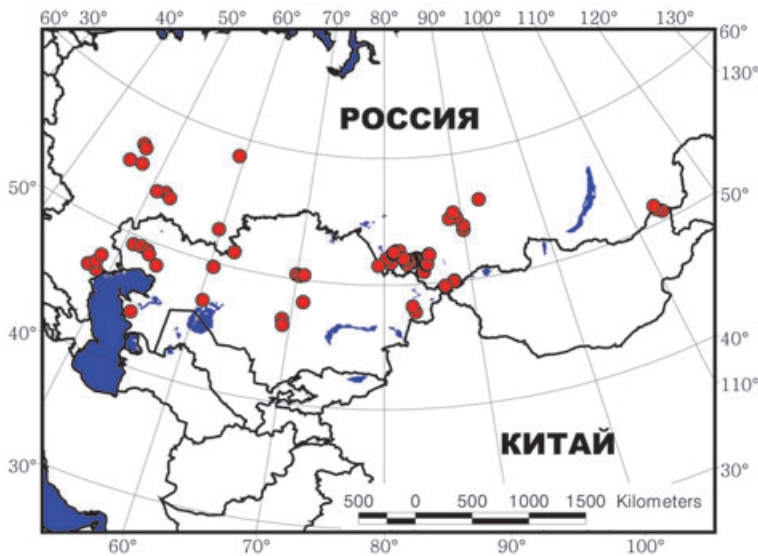


Рис. 1. Точки сбора информации о птицах, погибших на ПО ЛЭП, данные по которым обобщены в таблице 1.

Fig. 1. Locations of areas, where the census of bird deaths through electrocution was carried out, the results of which are summarized in table 1.

осуществлялась в ГИС с использованием программного продукта ArcView 3.3 ESRI в соответствии с методикой, апробированной на примере Самарской области (Карякин и др., 2008; 2009а). Для более глубокого анализа перспектив выживания разных видов пернатых хищников в электросетевой среде привлекались доступные литературные данные других исследователей и коллег. В итоге в анализ включены данные по результатам осмотра более чем 3 тыс. км ЛЭП и более чем 2 тыс. погибших пернатых хищников (рис. 1).

Результаты исследований и их обсуждение

В ходе работы выявлен видовой состав хищных птиц, гибнущих на ПО ЛЭП, и определён уровень гибели для каждого вида. Результаты собственных исследований и анализа публикаций за последние 20 лет по России и Казахстану представлены в таблице 1. Как видно из таблицы, в России и Казахстане в результате поражения электротоком гибнут практически все виды пернатых хищников, гнездящиеся на территории Северной Евразии. Аналогичным образом выглядит ситуация с гибелью пернатых хищников в Монголии, где сравнимым является как видовой состав, так и частота гибели птиц на ПО ЛЭП – до 7,32 ос./10 км по учёту птиц, погибших в течение недели в конце миграционного периода в середине мая (Болдбаатар, 2006; Звонов и др., 2009; Harness, Gombobaatar, 2008; Amartuvshin et al., 2010; Dixon, 2011).

years, the numbers of both species have been rapidly decreasing.

All of the above figures on bird mortality are, for the most part, based on the single or double examinations of PL during the snowless period. Quite a substantial proportion of dead birds is disposed of by predators and scavengers as well, resulting in some carcasses not being covered in the surveys, so the actual level of bird mortality is much higher. Average coefficients of utilisation have been calculated for different regions of Russia, and range from 2.5 in the Nizhny Novgorod district (Matsyna, Zamazkin, 2010) to 3.1 in the Altai (Karyakin et al., 2009b). However the figures for different species and different regions require further investigation.

Breeding and migratory species are the most affected in the semi-desert and steppe zones of Northern Eurasia and the steppe depressions in mountainous areas, where there is intensive development of power line infrastructure. In the forest areas birds are less killed through electrocution, as the abundance of trees provide a wide selection of convenient perches, and, given the choice, the birds prefer to sit in the trees, rather than on electric poles. In tundra zones, the raptor mortality is minimal due to the lack of power line infrastructure, although in recent years, due to the intensification of oil extraction, this factor is definitely growing.

The results of the analysis of raptor mortality in different habitats in Russia and Kazakhstan show that mass death occurs primarily where food is concentrated, i.e. where there is most prey, for example, in steppe and semi-desert communities with colonies of rodents and hares (35.3%), in suburbs of landfills and livestock farms (22.2%), edges of forests and artificial forest lines (18.5%) and coastal waters (17.3%). Thus 93.3% of raptors are killed through electrocution in those habitats.

According to Matsyna (2005) in the Nizhny Novgorod region, with the density of power lines at 30 km/100 km², the most vulnerable species are the Common Buzzard and the Kestrel, for which the scale of mortality on power lines is comparable with the species numbers at the beginning of the breeding season: the expected annual number of deaths of Buzzards is 7360 individuals when there are 3800–4100 breeding pairs; Kestrel deaths are around 3680 individuals when the number of breeding pair is 1200–1600, so while the number of

Табл. 1. Видовой состав и уровень гибели пернатых хищников на птицеопасных линиях электропередачи в России и Казахстане в 1990–2010 гг. (неопубликованные данные автора, а также: Стариков, 1996/1997; Карякин, 1998; 2008; Карякин и др., 2008; 2009б; Малына, Гришуткин, 2009; Барбазюк и др., 2010; Горшко, 2011; Малына, Замазкин, 2010; Машына и др., 2011; Междидов и др., 2005а; Николенко, 2011; Сараев, Пестов, 2011; Спиридонов, Арянов, 2011).

Table 1. The list of raptor species died from electrocution and the level of mortality for each species in Russia in Kazakhstan in 1990–2010. (according to the author's unpublished data, Starikov, 1996/1997; Karyakin, 1998; 2008; Karyakin et al., 2008; 2009b; Matsyna, Grishutkin, 2009; Barbazyuk et al., 2010; Gorshko, 2011; Matsyna, Zamazkin, 2010; Matsyna et al., 2011; Mejidov et al., 2005a; Nikolenko, 2011; Saraev, Pestov, 2011; Spiridonov, Aryanov, 2011).

№ Вид N° Species	Природная зона / Nature zone		Частота гибели, особи (ос./10 км) Frequency of bird deaths, individuals (ind./10 km)										Доля среди гибнущих на ПО ЛЭП хищных птиц (%) Portion of species deaths from electrocution per total number of all raptors (%)
	в которой сосредоточен на гнездовании основной ресурс вида were the main part of breeding population is located	в которой происходит массовая гибель вида на ПО ЛЭП were the highest mor- tality of the species caused by electrocu- tion is observed	Период, в который происходит массовая гибель вида на ПО ЛЭП Season of the high- est mortality of the species caused by electrocution	Полупустыня Semidesert (1277,0 km)	Степь Steppe (526,8 km)	Горы Mountains (279,0 km)	Лесостепь Forest-steppe (873,0 km)	Лесная зона Forest (116,3 km)	ВСЕГО / TOTAL BSETO / TOTAL (3049,2 km)	К	Л		
1 Скопа <i>Pandion haliaetus</i>	Лесная / Forest	Полупустынная Semidesert	Миграции Migrations	7 (0.05)	1 (0.02)		1 (0.09)	9 (0.029)				0.41	
2 Осоед <i>Pernis apivorus</i>	Лесная / Forest	Полупустынная Semidesert	Миграции Migrations	15 (0.12)			1 (0.01)	16 (0.052)				0.73	
3 Хохлатый осоед <i>P. ptilorhynchus</i>	Лесная / Forest	Лесная / Forest	Гнездование Breeding season				1 (0.09)	1 (0.003)				0.05	
4 Чёрный коршун <i>Milvius migrans migrans</i>	Лесная, лесостепная Forest, forest-steppe	Степная, полупустынная Steppe, semidesert	Миграции и гнездование Migration and breed- ing seasons	24 (0.19)	8 (0.15)		7 (0.08)	39 (0.127)				1.78	
5 Черноухий коршун <i>M. m. lineatus</i>	Лесная, лесостепная, горы Forest, forest-steppe, mountains	Полупустынная, горы Semidesert, mountains	Миграции и гнездование Migration and breed- ing seasons	601 (4.71)		47 (1.68)		3 (0.26)	651 (2.119)			29.70	
6 Полевой лунь <i>Circus cyaneus</i>	Лесная / Forest	Степная, полупустынная Steppe, semidesert	Миграции Migrations				7 (0.08)	1 (0.026)				0.36	
7 Степной лунь <i>C. macrourus</i>	Степная / Steppe	Степная / Steppe	Гнездование Breeding season		12 (0.23)							0.55	
8 Луговой лунь <i>C. rufargus</i>	Лесостепная Forest-steppe	Степная, лесостепная Steppe, forest-steppe	Миграции Migrations		8 (0.15)		1 (0.01)	9 (0.029)				0.41	
9 Болотный лунь <i>C. aeruginosus</i>	Лесная, лесостепная Forest, forest-steppe	Степная, лесостепная Steppe, forest-steppe	Миграции Migrations		x		x					x	
10 Восточный болотный лунь <i>C. spilonotus</i>	Лесная, лесостепная Forest, forest-steppe	Степная / Steppe	Миграции Migrations		1 (0.02)			1 (0.003)				0.05	

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
11	Тетеревятник <i>Accipiter gentilis</i>	Лесная, горы Forest, mountains	Все зоны, кроме тундровой All zones excluding tundra	Гнездование и миграции Breeding and migration seasons	7 (0.05)	1 (0.02)	18 (0.65)	13 (0.15)	6 (0.52)	45 (0.146)	2.05
12	Перепелятник <i>A. nisus</i>	Лесная / Forest	Все зоны, кроме тундровой All zones excluding tundra	Гнездование и миграции Breeding and migration seasons	x	1 (0.02)	2 (0.07)	2 (0.02)	2 (0.17)	7 (0.023)	0.32
13	Европейский повик <i>A. brevipes</i>	Лесостепная Forest-steppe	Степная, полупустынная Steppe, semidesert	Миграции и гнездование Migration and breeding seasons				x			x
14	Зимняк <i>Buteo lagopus</i>	Тундровая, лесотундровая Tundra, forest-tundra	Степная, полупустынная Steppe, semidesert	Миграции Migrations	7 (0.05)	4 (0.08)		2 (0.02)		13 (0.042)	0.59
15	Мохноногий курганник <i>B. hemilasius</i>	Горы, степная Mountains, steppe	Степная, полупустынная, горы Steppe, semidesert, mountains	Миграции и гнездование Migration and breeding seasons	15 (0.12)	10 (0.19)	1 (0.04)			26 (0.085)	1.19
16	Курганник <i>B. rufinus</i>	Степная, лесо-степная, полу-пустынная Steppe, forest-steppe, semidesert	Степная, полупустынная, горы Steppe, semidesert, mountains	Гнездование и миграции Breeding and migration seasons	74 (0.58)	109 (2.07)	1 (0.04)			184 (0.599)	8.39
17	Канюк <i>B. buteo vulpinus</i>	Лесная, лесо-степная Forest, forest-steppe	Все зоны, кроме тундровой All zones excluding tundra	Гнездование и миграции Breeding and migration seasons	77 (0.60)	28 (0.53)	13 (0.47)	173 (1.98)	6 (0.52)	297 (0.967)	13.55
18	Японский канюк <i>B. b. japonicus</i>	Лесная / Forest	Лесная / Forest	Гнездование Breeding season					1 (0.09)	1 (0.003)	0.05
19	Змееяд <i>Circus gallicus</i>	Лесная, лесо-степная Forest, forest-steppe	Степная, полупустынная Steppe, semidesert	Миграции Migrations	8 (0.06)	1 (0.02)				9 (0.029)	0.41
20	Орёл-карлик <i>Hieraaetus pennatus</i>	Лесостепная Forest-steppe	Степная, полупустынная Steppe, semidesert	Миграции Migrations		x					x
21	Степной орёл <i>Aquila nipalensis</i>	Степная, полупустынная, горы Steppe, semidesert, mountains	Степная, полупустынная, горы Steppe, semidesert, mountains	Гнездование и миграции Breeding and migration seasons	193 (1.51)	103 (1.96)	15 (0.54)			311 (1.012)	14.19

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
22	Большой подорлик <i>Aquila clanga</i>	Лесная, лесостепная Forest, forest-steppe	Степная, полупустынная, горы, лесостепная Steppe, semidesert, mountains, forest-steppe	Миграции и гнездование Migration and breeding seasons	3 (0.02)	1 (0.02)	2 (0.07)	x		6 (0.020)	0.27
23	Могильник <i>A. heliaca</i>	Лесостепная, степная, горы Forest-steppe, steppe, mountains	Лесостепная, степная, полупустынная, горы Forest-steppe, steppe, semidesert, mountains	Гнездование и миграции Breeding and migration seasons	8 (0.06)	5 (0.09)	5 (0.18)	x		18 (0.059)	0.82
24	Беркут <i>A. chrysaetos</i>	Лесная, горы Forest, mountains	Полупустынная, горы, степная, лесная Semidesert, mountains, steppe, forest	Миграции и гнездование Migration and breeding seasons	59 (0.46)	1 (0.02)	x	x	1 (0.09)	61 (0.199)	2.78
25	Орлан-белохвост <i>Haliaeetus leucorhynchus</i>	-	Степная, полупустынная Steppe, semidesert	Миграции Migrations				x			x
26	Орлан-белохвост <i>H. albicilla</i>	Лесная, лесостепная Forest, forest-steppe	Степная, полупустынная Steppe, semidesert	Миграции Migrations	4 (0.03)	1 (0.02)				5 (0.016)	0.23
27	Чёрный гриф <i>Aegypius monachus</i>	Горы / Mountains	Полупустынная, степная Semidesert, steppe	Миграции Migrations	8 (0.06)	1 (0.02)				9 (0.029)	0.41
28	Белоголовый сып <i>Bufo fulvus</i>	Горы / Mountains	Полупустынная Semidesert	Миграции Migrations	6 (0.05)					6 (0.020)	0.27
29	Стервятник <i>Neorhion persoprotetus</i>	Горы / Mountains	Полупустынная Semidesert	Миграции Migrations	1 (0.01)					1 (0.003)	0.05
30	Кречет <i>Falco rusticolus</i>	Тундровая, лесотундровая Tundra, forest-tundra	Горы / Mountains	Миграции Migrations			x				x
31	Балобан <i>F. cherrug</i>	Полупустынная, степная, лесостепная, горы Semidesert, steppe, forest-steppe, mountains	Степная, полупустынная, горы Steppe, semidesert, mountains	Гнездование и миграции Breeding and migration seasons	69 (0.54)	8 (0.15)	x			77 (0.251)	3.51
32	Сапсан <i>F. peregrinus</i>	Лесная, горы Forest, mountains	Горы / Mountains	Гнездование и миграции Breeding and migration seasons			1 (0.04)			1 (0.003)	0.05
33	Чеглок <i>F. subbuteo</i>	Лесная, лесостепная Forest, forest-steppe	Лесная, лесостепная, степная Forest, forest-steppe, steppe	Миграции и гнездование Migration and breeding seasons		1 (0.02)		1 (0.01)	1 (0.09)	3 (0.010)	0.14

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
34	Дербник <i>F. columbarius</i>	Лесотундровая, лесная, степная, горы Forest-tundra, forest, steppe, mountains	Лесная, лесостепная, степная Forest, forest-steppe, steppe	Миграции и гнездование Migration and breeding seasons	3	14	3	x	1	2	0.91
					(0.02)	(0.27)	(0.03)		(0.09)	(0.007)	
35	Кобчик <i>F. vespertinus</i>	Степная, лесостепная Steppe, forest-steppe	Степная, лесостепная, полупустынная Steppe, forest-steppe, semidesert	Гнездование и миграции Breeding and migration seasons	3	14	3	x	1	20	0.91
					(0.02)	(0.27)	(0.03)			(0.065)	
36	Амурский кобчик <i>F. amurensis</i>	Степная, лесостепная Steppe, forest-steppe	Степная, лесостепная Steppe, forest-steppe	Гнездование и миграции / Breeding and migration seasons	2	20		x		6	0.27
					(0.02)	(0.38)				(0.020)	
37	Степная пустельга <i>F. palmarum</i>	Степная, горы Steppe, mountains	Степная, полупустынная Steppe, semidesert	Гнездование и миграции / Breeding and migration seasons	2	20				22	1.00
					(0.02)	(0.38)				(0.072)	
38	Пустельга <i>F. tinnunculus</i>	Степная, лесостепная, горы Steppe, forest-steppe, mountains	Степная, лесостепная, полупустынная, горы Steppe, forest-steppe, semidesert, mountains	Гнездование и миграции Breeding and migration seasons	31	152	34	63		280	12.77
					(0.24)	(2.89)	(1.22)	(0.72)		(0.911)	
39	Белая сова <i>Nyctea scandiaca</i>	Тундровая / Tundra	Степная, лесостепная Steppe, forest-steppe	Миграции Migrations				x			x
40	Филин <i>Bubo bubo</i>	Все зоны, кроме тундровой / All zones excluding tundra	Все зоны, кроме тундровой / All zones excluding tundra	Гнездование и миграции / Breeding and migration seasons	11	4	2	1	x	18	0.82
					(0.09)	(0.08)	(0.07)	(0.01)		(0.059)	
41	Ушастая сова <i>Asio otus</i>	Лесостепная, степная Forest-steppe, steppe	Все зоны, кроме тундровой / All zones excluding tundra	Гнездование и миграции / Breeding and migration seasons	1	1	1	1	x	4	0.18
					(0.01)	(0.02)	(0.04)	(0.01)		(0.013)	
42	Болотная сова <i>A. flammeus</i>	Тундровая, лесостепная, степная Tundra, forest-steppe, steppe	Степная, лесостепная Steppe, forest-steppe	Миграции и гнездование Migration and breeding seasons				1		1	0.05
								(0.01)		(0.003)	
43	Домовый сыч <i>Athene noctua</i>	Степная, горы Steppe, mountains	Степная / Steppe	Гнездование Breeding season							x
44	Ястребиная сова <i>Surnia ulula</i>	Лесотундровая, горы Forest-tundra, mountains	Лесостепная Forest-steppe	Миграции Migrations	1				1	1	0.05
					(0.09)				(0.09)	(0.003)	
45	Серая неясыть <i>Strix aluco</i>	Лесостепная Forest-steppe	Лесостепная Forest-steppe	Гнездование Breeding season				x			x
46	Длиннохвостая неясыть <i>S. uralensis</i>	Лесная, лесостепная Forest, forest-steppe	Лесная, лесостепная Forest, forest-steppe	Гнездование Breeding season			6		4	10	0.46
							(0.07)	(0.34)	(0.033)		
47	Бородатая неясыть <i>S. nebulosa</i>	Лесная / Forest	Лесная / Forest	Гнездование Breeding season					2	2	0.09
									(0.17)	(0.007)	
ВСЕГО / TOTAL					1234	503	142	282	31	2192	100
					(9.66)	(9.55)	(5.09)	(3.23)	(2.67)	(7.135)	

Частота гибели хищных птиц на ЛЭП варьирует от 1,3 ос./10 км (лесная зона Среднего Урала, Пермская область, Россия) до 108,4 ос./10 км (полупустыня Волго-Уральского междуречья, Западный Казахстан) и максимальна в аридных зонах. Если сравнивать показатели гибели пернатых хищников в целом по зонам, то абсолютно лидируют полупустынная – 9,66 ос./10 км, степная – 9,55 ос./10 км и горные районы – 5,09 ос./10 км (табл. 1), где гибнут не только гнездящиеся птицы, но и масса мигрантов.

Максимальные показатели частоты гибели на протяжённость ПО ЛЭП имеют такие виды, как **черноухий коршун (*Milvus migrans lineatus*)** – в среднем 3,89 ос./10 км по всем природным зонам в ареале вида (в среднем 4,71 ос./10 км – в полупустынях, где вид вообще не гнездится, а лишь мигрирует; преимущественно в полупустынях Восточного Казахстана – до 12,14 ос./10 км по: Стариков, 1996/97), **степной орёл (*Aquila nipalensis*)** – в среднем 1,49 ос./10 км по всем природным зонам в ареале вида (в среднем 1,96 ос./10 км в степной и 1,51 ос./10 км в полупустынной зонах России и Казахстана), **канюк (*Buteo buteo vulpinus*)** – в среднем 0,97 ос./10 км по всем природным зонам в ареале вида, **обыкновенная пустельга (*Falco tinnunculus*)** – в среднем 0,91 ос./10 км по всем природным зонам в ареале вида, **курганник (*Buteo rufinus*)** – в среднем 0,88 ос./10 км по всем природным зонам в ареале вида, **балобан (*Falco cherrug*)** – в среднем 0,43 ос./10 км по всем природным зонам в ареале вида (рис. 2). Из перечисленной группы видов коршун, канюк и пустельга являются наиболее обычными видами хищных птиц как на местах гнездования, так и на миграциях,

Buzzards remains fairly stable for several years, the number of Kestrels seems to decrease (Bakka, Kiseleva, 2007).

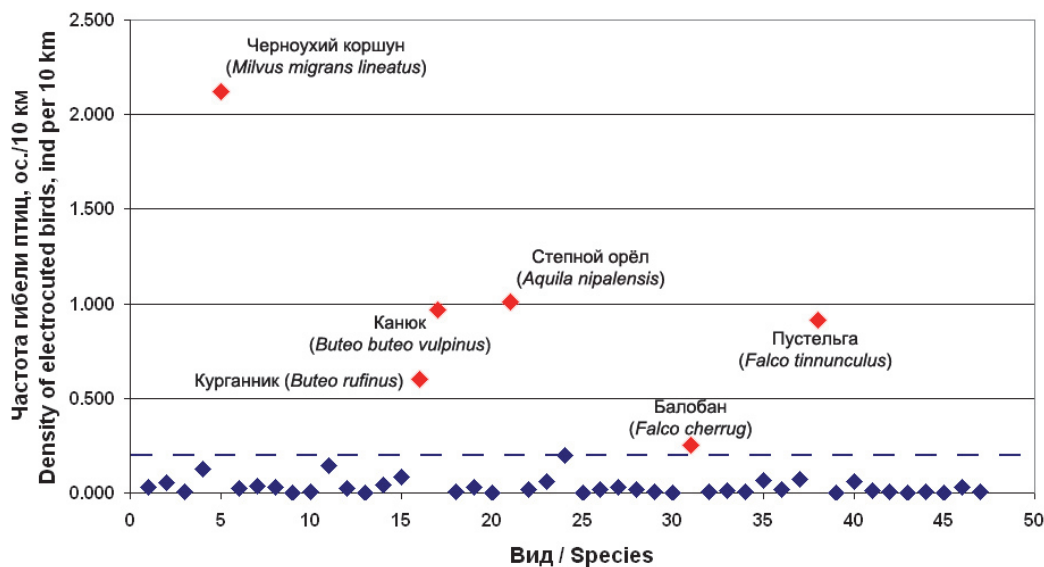
In Western Kazakhstan, with a density of power lines at 12 km/100 km², the number of expected annual mortality of Steppe Eagles is 1635 breeding pairs, or 8% of the species population in Western Kazakhstan. Due to this, deaths of 1–2 year old birds, which do not yet have their own breeding territories, significantly exceed death rates of birds, having already bred. Thus, in Western Kazakhstan it turns out that at least 10% of the Steppe Eagle population is killed through electrocution just in the spring period with annual loss of 25–30% (Karyakin, Novikova, 2006).

Under the conditions of a density of power lines of 11.5 km/100 km² in the steppe and forest-steppe habitats of the Altai, there is an expected annual mortality of Steppe Eagles of approximately 997 individuals, or 45% of the Altai breeding population, 452 Imperial Eagles (*Aquila heliaca*) or 25%, and 89 Peregrine Falcons (*Falco peregrinus*) or 8% (Karyakin et al., 2009b).

The resulting figures clearly illustrate that a density of PL of more than 10 km/100 km² gives birds of prey breeding in open habitats and at the edge of forested areas a low chance of survival. At worst, 'population holes' are being formed in such habitats through regular and an almost complete loss of birds that are beginning to explore breeding. This is clearly illustrated in the data obtained in the Betpak-Dala desert (Kazakhstan) (Karyakin, Barabashin, 2005) and in the Altai mountains (Russia) (Karyakin et al., 2009b). PL dangerous to birds located close to nesting sites transform them into 'environmental traps'. In this situation, the

Рис. 2. Частота гибели пернатых хищников на ПО ЛЭП в России и Казахстане.

Fig. 2. Frequency of raptor deaths from electrocution in Russia and Kazakhstan.



а степной орёл и балобан редки, причём численность обоих видов в последнее время стремительно сокращается.

Следует заметить, что все вышеприведённые показатели гибели птиц основываются большей частью на однократных или двукратных осмотрах ЛЭП в течение бесснежного периода. Довольно существенную долю погибших птиц утилизируют хищные млекопитающие и птицы-падальщики, в результате чего часть трупов не попадает в учёт, поэтому реальный уровень гибели птиц существенно выше. Для оценки коэффициента утилизации погибших на ЛЭП птиц Феррер и др. (Ferrer et al., 1991) использовали трупы кроликов (*Oryctolagus cuniculus*) и определили, что падальщики утилизировали 63% трупов, когда учёт проводился ежемесячно, и 78% – когда учёт проводился каждые два месяца. Согласно этим оценкам, реальная смертность должна быть выше в 2,7 или 4,5 раза, соответственно. Однако эксперимент, поставленный на кроликах, несколько не показателен из-за большей величины трупов пернатых хищников. В частности, норма утилизации падальщиками трупов орлов (приблизительно 3 кг) значительно меньше, чем трупов кроликов (0,85 кг) (Ferrer et al., 1991; Bevanger et al., 1994). Усреднённые коэффициенты утилизации вычислены для разных регионов России и варьируют от 2,5 в Нижегородской области (Машина, Замазкин, 2010) до 3,1 – на Алтае (Карякин и др., 2009б). Но очевидно, что трупы птиц различных размерных классов утилизируются с разной скоростью (см. выше), поэтому для каждого размерного класса надо вводить свой коэффициент утилизации, чтобы корректно оценивать уровень его изъятия из популяции, чего до сих пор не сделано даже в модельных регионах.

Наибольший урон гнездящимся и мигрирующим популяциям пернатых хищников развивающейся инфраструктурой ПО ЛЭП нанесён в аридных зонах Северной Евразии, преимущественно в полупустынной и степной зонах, а также в степных котловинах горных районов. Здесь существует лимит мест, пригодных для присад (в ряде случаев – гнёзд), а хищники, как известно, для охоты или отдыха стараются выбирать возвышенные элементы местности. В этой связи их привлекают опоры ЛЭП, располагающиеся среди открытого ландшафта. В лесной зоне птицы реже гибнут на ЛЭП, так как обилие деревьев обеспечивают богатый выбор удобных присад, и, при равных возможностях, птицы предпочитают сидеть на деревьях, а не на опорах ЛЭП. В тундровой зоне гибель

популяций видов поддерживается почти полностью территориями, расположенными вдали от ЛЭП (Matsyna, Zamazkin, 2010).

Conclusions

I. In Northern Eurasia, in the territories where there is an active development of infrastructure of overhead power lines 6–10 kV, deaths of raptors are occurring on a mass scale. The average frequency of raptor deaths on power lines dangerous to birds (ind./10 km) according to research in Russia and Kazakhstan is as follows: in the semi-desert plains – 9.66, in the flat steppe – 9.55, in the flat forest steppe – 3.23, and in open and semi-open mountainous regions – 5.09.

II. Almost all species of *Falconiformes* and *Strigiformes* of Northern Eurasia are killed through electrocution, and Kites (31.48%), Steppe Eagle (14.19%), Common Buzzard (13.59%), Kestrel (12.77%), Long-Legged Buzzard (8.39%) and Saker (3.51%) have exceeded the 3% threshold of the total number of dead birds in all natural zones. However, the following are among the most threatened species:

1. Steppe Eagle (*Aquila nipalensis*) – The highest level of mortality with moderate population numbers, but rapid rates of decrease; low level of adaptation.

2. Saker Falcon (*Falco cherrug*) – A high level of bird mortality with extremely low population numbers and a sharp rate of decline; low level of adaptation.

3. Long-legged Buzzard (*Buteo rufinus*) – A high level of bird mortality (the population numbers are still quite high); adaptation occurs in some populations.

The level of the removal of individuals from the populations of these three bird species, caused by electrocution, is so high that their survival becomes problematic (fig.3).

The Steppe Eagle, considering the limit of food supply in the steppe zone, is unable to survive in habitats with a density of PL higher than 12 km/100 km² (Karyakin, Novikova, 2006). Death from electrocution has become the most important factor, along with the scarcity of food supply and springtime grass and forest fires (Belik, 2004; Karyakin et al., 2010; Mejidov et al., 2010). Prospects for survival of the species are low without the implementation of mitigation activities, at least for half of its breeding range.

The Saker Falcon remains now almost exclusively in areas where there is no de-

Хищные птицы, присаживающиеся на незащищённые опоры ЛЭП 10 кВ, выживают достаточно редко.
Фото С. Бакки.

Birds of prey perching on the non-insulated crossarms of electric poles of PL-10 kV stay alive very rare.
Photo by S. Bakka.

пернатых хищников от поражения электротоком минимальна из-за отсутствия развитой инфраструктуры ПО ЛЭП, хотя в последние годы, в связи с активизацией нефтедобычи, этот фактор определённо растёт.

В различных природных зонах уровень гибели пернатых хищников различен и изменяется не только в пространстве, но и во времени, причём и в течение одного сезона. На это влияет целый ряд особенностей биологии пернатых хищников и в первую очередь их связь с ландшафтом и кормовой базой как на местах гнездования, так и на путях миграций. Влияние типов ландшафта и плотности видов-жертв на уровень гибели хищных птиц обсуждались неоднократно в публикациях зарубежных исследователей (Benson, 1981; Kochert, 1980; Ferrer et al., 1991). В частности, в США максимальная гибель белоголовых орланов (*Haliaeetus leucoscephalus*) приходилась на ЛЭП, расположенных в километровой зоне побережий на безлесных территориях, где орланы успешно охотились, но сталкивались с недостатком естественных присад (Baule, 1999; Mojica et al., 2009); в Испании 57,9% от ожидаемой гибели испанских могильников (*Aquila adalberti*) приходилось на ЛЭП, проходящих через естественные пастбища (Janss, Ferrer, 2001), в то же время в Мексике максимальный уровень гибели пернатых хищников наблюдался на ЛЭП, проходящих через территории, лежащие в удалении от колоний луговых собачек (*Cynomys ludovicianus*), но с низкорослыми зарослями эфедр, где хищники имели большую возможность успешно охотиться, несмотря на низкую численность видов-жертв (Картрон и др., 2006).

Результаты анализа гибели хищных птиц в разных типах местообитаний России и Казахстана показывают, что массовая гибель происходит в первую очередь там, где сконцентрированы корма, максимально доступные для добычи: степные и полупустынные сообщества с колониями роющих грызунов и зайцеобразных (35,3%), окраины свалок и животноводческих комплексов (22,2%), опушки лесов и лесополос (18,5%), побережья водоёмов (17,3%). На ПО ЛЭП в этих группах местообитаний сосредоточена гибель 93,3% пернатых хищников.



veloped infrastructure of PL. Deaths from electrocution is the second most important factor in the decline in the species population, after the removal of birds from the wild for falconry (Karyakin, Nikolenko, 2011). Prospects for survival of the species are low without the implementation of mitigation measures in all main areas of the breeding range (Ustyurt, Altai-Sayan region, Dauria, Mongolia).

III. The most important types of habitats, in which the PL cause the most damage to birds of prey, should be promptly and completely retrofitted:

1. Undisturbed semi-desert and steppe habitats with moderate grazing in uplands and intermountain depressions (width from 3 to 20 km).

2. Undisturbed semi-desert and steppe habitats in the 5 km zone of cliff-faces, table mountains and plateaus.

3. Open (more than 1 km to the nearest forests) shore waters and wetlands, mainly in the steppe, forest steppe and desert zones.

4. One kilometre zone along the edges of mosaic or belt forests in steppe and forest steppe zones.

IV. The scale of mortality of raptors in Northern Eurasia cannot be accurately assessed. The Russian Caucasus and the Far East are 'white spots', along with some Asian countries of the former Soviet Union. It is necessary to expand the target studies and to implement the mitigation activities in all countries of the former USSR, as well as in Mongolia and China.

На территориях с высокой численностью видов-жертв, но с плохими условиями для их добычи (например, высокотравные луга с поселениями длиннохвостого суслика *Spermophilus undulatus* или обширные сомкнутые заросли караганы с колониями даурской пищухи *Ochotona daurica*), уровень гибели пернатых хищников на ЛЭП снижается относительно территорий, на которых виды-жертвы доступны для добычи (например, низкотравные выпасные луга с поселениями длиннохвостого суслика и разреженные скотом заросли караганы с колониями даурской пищухи). Таким образом, антропогенный пресс на одни и те же типы местообитаний, в частности, пастбищная нагрузка, существенно влияет на уровень гибели пернатых хищников на ЛЭП, проходящих через эти местообитания. Если оценивать только такой фактор как выпас, то можно утверждать, что на ПО ЛЭП, проходящих через территории с ведущимся выпасом (степные и полупустынные сообщества, окраины свалок и животноводческих комплексов, опушки лесов и лесополос, побережья водоёмов), в условиях полупустынной, степной и лесостепной зон России и Казахстана гибнет 88% пернатых хищников.

На различных модельных площадях наблюдается очень высокий уровень гибели пернатых хищников некоторых видов относительно численности гнездящихся или мигрирующих популяций, который ставит под угрозу существование этих популяций. Так, гибель на ЛЭП была основной причиной сокращения численности филина (*Bubo bubo*), гнездящегося в горах Италии (Penteriani, Pinchera, 1990; Marchesi et al., 2001; Rubolini et al., 2001; Sergio et al., 2004) и скопы (*Pandion haliaetus*), мигрирующей через Италию, но гнездящейся в Скандинавии (Rubolini et al., 2005); мечение испанских могильников радиопередатчиками показало, что 42,1% помеченных птиц погибли на ПО ЛЭП (Ferrer, 2001); гибель от электротока является главной угрозой для наиболее процветающей венгерской популяции балобанов, что подтверждено как данными кольцевания, так и мечения спутниковыми передатчиками (Prommer, Vagyura, 2010).

В России и Казахстане ситуация выглядит аналогичным образом, с той лишь разницей, что исследований по влиянию такого фактора, как гибель птиц на ЛЭП, на популяции птиц крайне мало.

В Нижегородской области при плотности ПО ЛЭП 30 км/100 км², по оценке

А.И. Машины (2005), наиболее уязвимыми видами оказались канюк и пустельга, для которых масштабы гибели на ЛЭП вполне сопоставимы с численностью этих видов в начале сезона гнездования: ожидаемая ежегодная гибель канюка составляет 7360 особей при численности на гнездовании 3800–4100 пар (около 44% от численности гнездящейся популяции при среднем числе слётков в выводке 2,2), пустельги – 3680 особей при численности на гнездовании 1200–1600 пар (около 94% от численности гнездящейся популяции при среднем числе слётков в выводке 3,6), при этом численность канюка остаётся достаточно стабильной в течение ряда лет, а численность пустельги, вероятно, сокращается (Бакка, Киселёва, 2007). С учётом мигрантов и негнездящихся особей можно предполагать, что ежегодно на территории Нижегородской области гибель канюка и пустельги на ПО ЛЭП составляет, соответственно, 25% и 40% от послегнездовой численности этих видов в регионе (Машина, Замазкин, 2010).

В Западном Казахстане, при плотности ПО ЛЭП 12 км/100 км², ожидаемая ежегодная гибель степных орлов составляет 1635 гнездящихся пар или 8% от гнездящейся западноказахстанской популяции вида; при этом гибель птиц 1–2-го годов жизни, которые ещё не имеют своих гнездовых участков, существенно превышает показатели гибели приступивших к размножению птиц. Таким образом, для За-



Могильник (*Aquila heliaca*), сидящий на неизолированной присаде птицепасной ЛЭП 10 кВ. Фото А. Барашковой.

Imperial Eagle (*Aquila heliaca*) on the non-insulated perch installed on an electric pole of PL-10 kV dangerous for birds. Photo by A. Barashkova.

Балобан (*Falco cherrug*) – один из самых ЛЭП-уязвимых видов хищных птиц.
Фото И. Карякина.

Saker Falcon (*Falco cherrug*) is one of raptor species that are the most vulnerable regarding to electrocution.
Photo by I. Karyakin.



падного Казахстана можно говорить о ежегодной гибели степных орлов на ПО ЛЭП в размере, как минимум 10% от местной популяции только в весенний период и 25–30% в течение сезона (Карякин, Новикова, 2006).

В степных и лесостепных местообитаниях Алтая, при плотности ПО ЛЭП 11,5 км/100 км², ожидаемая ежегодная гибель степных орлов составила в среднем 997 особей или 45% от численности гнездящейся алтайской популяции, могильников (*Aquila heliaca*) – 452 особи или 25%, сапсанов (*Falco peregrinus*) – 89 особей или 8% (Карякин и др., 2009б).

Однако, в виду несовершенства оценок численности, многие показатели популяционного отхода в результате гибели на ЛЭП определённо завышены. При пропуске гнёзд и наличии на тех же территориях негнездящихся птиц, которые регулярно перемещаются по достаточно обширной территории, очень сложно установить реальную численность того или иного вида в особях в ходе простых визуальных учётов. Это наглядно показано на примере Наурзума в Костанайской области Казахстана генетическими исследованиями линных перьев орлов-могильников, собранных на местах скопления неполовозрелых птиц (Брагин и др., 2010).

В то же время ограниченный во времени учёт гибели птиц на ПО ЛЭП в гнездовой период, с параллельным учётом птиц, гнездящихся в зоне влияния этих ПО ЛЭП, несколько занижает оценки гибели. Так, в Кинельском районе Самарской области, при плотности ПО ЛЭП 20,61 км/100 км², около 80% гнездовых участков канюка и длиннохвостой неясыти прогнозировалось в зоне максимального влияния ПО ЛЭП (0,5 км), при этом ожидаемая ежегодная гибель этих видов только в гнездовой период, без учёта мигрантов, составила 10,65% и 5,41% от

их общей численности в районе (Карякин и др., 2008). Занижение уровня гибели связано с тем, что не на всех предполагаемых участках наблюдается успешное размножение – на многих взрослые птицы гибнут в течение лета и не производят потомства, хотя в расчётах их потенциальное потомство учитывается. По сути, уровень гибели канюка и длиннохвостой неясыти в условиях Кинельского района лежит внутри диапазона от 16% (оцениваемый уровень гибели по прямым наблюдениям) до 80% (возможный уровень гибели по доле гнездовых участков в зоне влияния ПО ЛЭП) от их общей численности на гнездовании в районе и, скорее всего, приближается к 25–45%.

Тем не менее, несмотря на такую серьёзную разницу в оценках уровня отхода птиц из популяций в результате их гибели на ПО ЛЭП, они могут быть некими стартовыми показателями в исследованиях, если есть крайне негативная ситуация с тем или иным видом на данной территории. Уже сейчас, при всех своих недочётах, эти показатели достаточно чётко иллюстрируют то, что в условиях развитой инфраструктуры ПО ЛЭП (плотность ПО ЛЭП более 10 км/100 км²) гнездящиеся пернатые хищники открытых местообитаний и опушечной зоны лесов имеют низкие шансы на выживание.

Даже для обычных видов, таких, как канюк и пустельга, имеющих достаточно высокий уровень размножения, оптимальные по гнездовым и кормовым условиям местообитания, через которые проходят ПО ЛЭП, становятся упадочными, даже при адаптации взрослых птиц к условиям существования в электросетевой среде. И становятся они упадочными в первую очередь за счёт ежегодной полной или практически полной гибели потомства на гнездовых участках в зонах влияния ПО ЛЭП (Ferrer, 2001; Карякин и др., 2009б; Машына, 2005; Машына, Замазкин, 2011). В худшем случае в таких местообитаниях формируются «популяционные дыры» за счёт регулярной и практически полной гибели птиц, которые их начинают осваивать для гнездования, что достаточно чётко проиллюстрировано на материале в Бетпак-Дале (Казахстан) (Карякин, Барабашин, 2005) и в горах Алтая (Россия) (Карякин и др., 2009б). Учитывая то, что гнездовые участки многих видов хищных птиц характеризуются высоким постоянством (гнезда используются в течение многих лет), находящиеся рядом ПО ЛЭП превращают их в долговременные «экологические ловушки». В такой ситуации по-

пуляционная численность видов поддерживается практически исключительно за счёт гнездовых участков, расположенных вдали от ПО ЛЭП (Машина, Замазкин, 2010).

Выводы

I. В Северной Евразии в зоне активного развития инфраструктуры воздушных линий электропередачи 6–10 кВ происходит массовая гибель пернатых хищников. Средние показатели частоты гибели пернатых хищников на ПО ЛЭП (в ос./10 км), по исследованиям в России и Казахстане, составляют: в равнинной полупустыне – 9,66, в равнинной степи – 9,55, в равнинной лесостепи – 3,23, в открытых и полуоткрытых местообитаниях горных районов – 5,09. Многие виды гибнут как на местах гнездования, так и на пролёте, что создает реальные проблемы для устойчивого существования их популяций.

II. Среди жертв электросетевой среды числится практически весь видовой состав соколообразных и совообразных, а порог в 3% от общего числа погибших птиц во всех природных зонах преодолевают коршуны (31,48%), степной орёл (14,19%), канюки (13,59%), пустельга (12,77%), курганник (8,39%), балобан (3,51%). Однако, среди наиболее угрожаемых видов можно выделить следующие:

1. Степной орёл (*Aquila nipalensis*) – максимальный уровень гибели птиц на всём пространстве ареала при умеренной численности, но высоких темпах её сокращения; низкий уровень адаптации.

2. Балобан (*Falco cherrug*) – высокий уровень гибели птиц на всём пространстве ареала при крайне низкой численности и высоких темпах её сокращения; низкий

уровень адаптации.

3. Курганник (*Buteo rufinus*) – высокий уровень гибели птиц на всём пространстве ареала (численность пока ещё достаточно высока); в некоторых популяциях происходит адаптация.

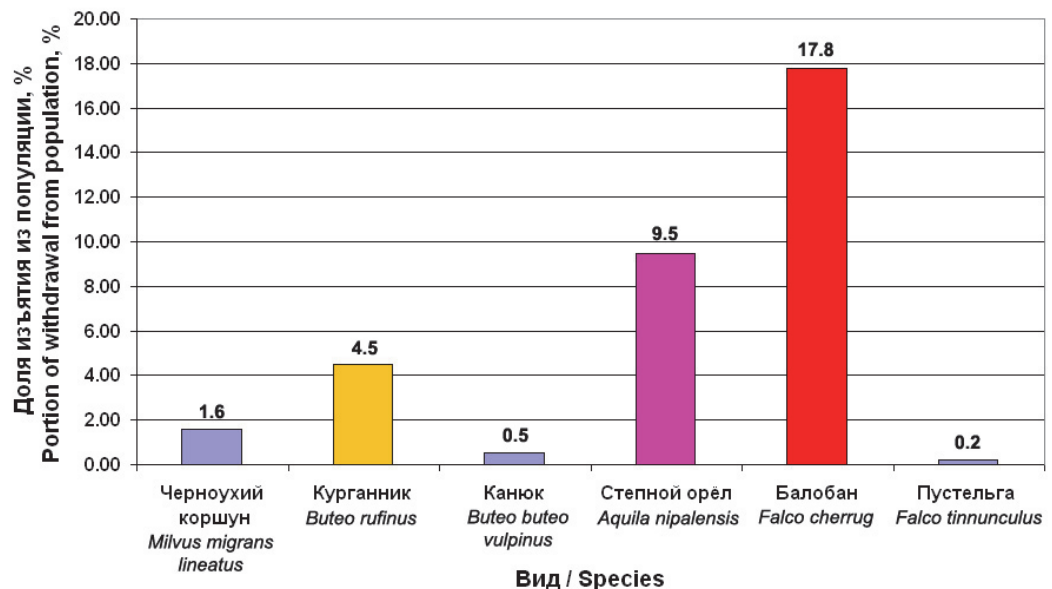
Уровень изъятия особей из гнездовых популяций этих трёх видов птиц в результате поражения электротоком настолько высок, что их выживание становится проблематичным (рис. 3).

Степной орёл, в условиях лимита кормовой базы в степной зоне, не в состоянии выживать в местообитаниях с плотностью ПО ЛЭП выше 12 км/100 км² (Карякин, Новикова, 2006). Сокращение численности степного орла в настоящее время происходит практически на всём юге Европейской части России, включая территории, где вплоть до конца XX столетия сохранялись крупнейшие популяции этого вида – Калмыкия, Астраханская, Волгоградская, Саратовская и Оренбургская области (Белик, 2004; Карякин и др., 2010; Меджидов и др., 2010). Гибель на ЛЭП является важнейшим по значимости фактором, наряду с оскудением кормовой базы и весенними палами травы (Белик, 2004; Карякин, Новикова, 2006; Карякин и др., 2010; Меджидов и др., 2010). Перспективы выживания вида низки без реализации мер по смягчению влияния на его популяции ПО ЛЭП хотя бы на половине гнездового ареала.

Балобан в настоящее время сохраняется практически исключительно на территориях, на которых отсутствует развитая инфраструктура ПО ЛЭП, и, при продолжающемся изъятии особей из дикой природы для нужд соколиной охоты, гибель на

Рис. 3. Уровень изъятия наиболее часто гибнущих на ПО ЛЭП пернатых хищников относительно предполагаемой численности их популяций в России и Казахстане.

Fig. 3. Portion of raptors that the most frequently died through electrocution of the projected numbers of their populations in Russia and Kazakhstan.





Анна Барашкова с самкой степного орла, погибшей на ЛЭП, проходящей среди пастбища.

Фото И. Карякина.

Anna Barashkova with a female Steppe Eagle killed by electrocution on the PL crossing a pasture.

Photo by I. Karyakin.

ЛЭП является вторым по значимости фактором, влияющим на сокращение численности вида (Карякин, Николенко, 2011), особенно в восточной части ареала (Горошко, 2011; Карякин и др., 2011). Перспективы выживания вида низки без реализации мер по смягчению влияния на его популяции ПО ЛЭП во всех ключевых регионах обитания (Устюрт, Алтае-Саянский регион, Даурия, Монголия).

III. На всём пространстве Северной Евразии можно выделить несколько типов местообитаний, в которых ПО ЛЭП наносят наибольший ущерб пернатым хищникам и должны быть незамедлительно и полностью реконструированы:

1. Ненарушенные полупустынные и степные местообитания с умеренным выпасом в мелкосопочниках и межгорных котловинах (шириной от 3 до 20 км).

2. Ненарушенные полупустынные и степные местообитания в 5-километровой зоне чинков столовых гор и плато.

3. Открытые (более 1 км до ближайших лесонасаждений) берега водоёмов и болот, преимущественно в степной, лесостепной и пустынной зонах.

4. Километровая зона вдоль опушек мозаичных или ленточных лесов в степной и лесостепной зонах.

IV. Масштабы гибели пернатых хищников в Северной Евразии не поддаются точной оценке. «Белыми пятнами» являются Российский Кавказ и Дальний Восток, а также ряд азиатских стран бывшего СССР. Необходимо расширение целевых исследований проблемы и реализации мероприятий по её решению во всех регионах на пост-советском пространстве, а также в Монголии и Китае.

Заключение

Проблема гибели птиц от поражения электротоком стала актуальной в конце XIX века, с тех пор, как появились ЛЭП.

Однако, самые ранние публикации о гибели птиц на ЛЭП появились, пожалуй, лишь в 20-х гг. XX века в США, а позже и в Западной Европе, и масштабы этой проблемы не признавались вплоть до 70-х гг. (Bevanger, 1994; 1998; Bayle, 1999; Ferrer, Janss, 1999; Manville, 2005). Именно в этот период Советским Союзом были импортированы из США и поставлены на вооружение электросетевого комплекса наиболее опасные для птиц конструкции бетонных опор с металлическими траверсами, оснащёнными штыревыми изоляторами, пришедшие на смену деревянным, практически безопасным для птиц. И спустя десятилетие (т.е. более чем 30 лет назад) проблема была поднята и в СССР (Гражданкин, Перерва, 1982; Звонов, Кривоносов, 1981; Перерва, Блохин, 1981). В 80-х гг. XX столетия был внедрён ряд неэффективных разработок ПЗУ, которые в дальнейшем начали демонтироваться (Мащина, 2008; Салтыков, 1999), но в основном в России, а в Казахстане продолжают не только оставаться на старых ЛЭП, но и устанавливаются при строительстве новых (Карякин, Барабашин, 2005; Карякин, 2008). Во многом ряд неудачных проектов по нейтрализации гибели птиц на ПО ЛЭП привёл к тому, что эта тема была закрыта на десятилетие.

Проблема гибели птиц на ЛЭП в современной России вновь стала озвучиваться с конца 90-х гг. XX столетия, с развитием общественного экологического движения при параллельном росте плотности ПО ЛЭП в результате развития нефтегазодобывающего комплекса и сотовой связи. В Казахстане и Монголии подобные процессы только начинаются. При этом, в России вплоть до конца 90-х гг. XX столетия отсутствовала судебная практика привлечения владельцев ПО ЛЭП к ответственности за гибель птиц, а в Казахстане и Монголии она отсутствует по сей день.

Примечательно то, что в США, где проблема была известна длительное время, первые полноценные предложения по методам защиты хищных птиц от гибели на ЛЭП, поддержанные на государственном уровне, были выпущены в 1996 г., а до 1999 г. по факту гибели хищных птиц на ЛЭП на электрические сервисные компании были наложены только два штрафа (один в 1993 г. и другой в 1998 г.), согласно Закону о мигрирующих птицах (Migratory Bird Treaty Act; 16 U.S.C. 703–712) и Закону о защите белоголового орлана и беркута (Bald and Golden Eagle Protection Act; 16 U.S.C. 668–668C) (Manville, 2005).

Стоит отметить, что актуальность проблемы гибели птиц на ПО ЛЭП и, в первую очередь, пернатых хищников, а также необходимость её незамедлительного решения, в 2002 г. была впервые замечена на международном правительственном уровне на конференции сторон Боннской конвенции по мигрирующим видам (CMS) и отражена в резолюции 7.4. *Electrocution of migratory birds* (2002). В апреле 2011 г. на европейской конференции «ЛЭП и гибель птиц от поражения электротоком в Европе» была принята «Будапештская декларация по защите птиц на линиях электропередачи» (2011), в которой предусматривается в срок до 2012 г. создать группу экспертов по безопасности птиц на ЛЭП, запустить стартовую программу решения проблемы, поддержать обмен опытом между странами ЕС по решению проблемы гибели птиц на ЛЭП, до 2015 г. выделить приоритетные ЛЭП и создать подробную среднесрочную стратегию по осуществлению смягчающих мер, разработать и утвердить национальные технические стандарты и перечень безопасных для птиц конструкций опор ЛЭП, меры по переоборудованию существующих ЛЭП, а к 2020 г. – реконструировать или заменить все ПО ЛЭП на безопасные для птиц.

В настоящее время в России, а отчасти и в Казахстане, имеется интерес к решению проблемы гибели птиц на ПО ЛЭП как в среде учёных и общественных деятелей, так и в среде владельцев и пользователей ПО ЛЭП; на рынке предлагаются российские разработки эффективных ПЗУ, соответствующие давно применяемым за рубежом конструкциям и мировым стандартам (Мащина, 2008; Мащина и др., 2008; Салтыков, 2009); широко стал применяться изолированный провод (СИП-3, СИП-4); а за последние 5 лет нарабатана практика реализации птицепрофилактических мероприятий в разных регионах Поволжья, Урала, Сибири и Западного Казахстана (Карякин и др., 2009б; Мащина и др., 2008; 2010; Мащина, Гришуткин, 2009; Меджидов и др., 2005а; 2005б; Салтыков, 2009; Сиденко, Рагонский, 2009). Тем не менее, тех позитивных подвижек, которые произошли в последнее время на бывшем пост-советском пространстве в решении проблемы гибели птиц на ПО ЛЭП, явно недостаточно для стабилизации ряда угасающих популяций пернатых хищников. Для степного орла и балобана уже существующая инфраструктура ПО ЛЭП оборачивается катастрофой. На многих территориях, где развитие сети

ПО ЛЭП началось недавно, образовались настоящие «чёрные дыры» в популяциях практически всех видов пернатых хищников.

Определённо, для решения проблемы необходимы гораздо большие усилия, чем принимаются сейчас, и понимание её остроты на уровне правительств. Необходимо в каждой стране на национальном уровне разработать и принять стратегию оптимизации электросетевой среды, в которой были бы чётко прописаны: а) правила и темпы реконструкции старых линий, б) правила строительства новых объектов электросетевого комплекса, учитывающие безопасность для птиц, в) конкретные обязанности и полномочия органов контроля и надзора (в России это Ростехнадзор, Росприроднадзор и пр.) в рамках реализации стратегии.

Литература

- Бакка С.В., Киселева Н.Ю. Орнитофауна Нижегородской области: динамика, антропогенная трансформация, пути сохранения. – Нижний Новгород, 2007. 124 с.
- Барбазюк Е.В., Бакка С.В., Барашкова А.Н., Семёнов А.Р., Смелянский И.Э. Итоги предварительного мониторинга гибели пернатых хищников и других видов птиц от поражения током на линиях электропередачи в Восточном Оренбуржье, Россия. – Пернатые хищники и их охрана. 2010. №20. С. 40–47.
- Белик В.П. Динамика Прикаспийской популяции степного орла и оценка лимитирующих факторов. – Стрепет. 2004. Т. 2, вып. 2. С. 116–133.
- Болдбаатар Ш. Проблемы охраны птиц Монголии и в сопредельных странах. – Тез. докл. конференции «Современные проблемы орнитологии Сибири и центральной Азии». Вып. 3. Ч. 1. Улан-Удэ, 2006. С. 22–27.
- Брагин Е.А., Катинер Т., Брагин А.Е. Летние скопления крупных пернатых хищников и проблема оценки их численности. Презентация доклада на XIII Международной орнитологической конференции Северной Евразии. Оренбург, 2010. <<http://raptors.org.ua/ru/wp-content/files/Orenb2010-Bragin-Katcner-Bragin.pps>>
- Будапештская декларация по защите птиц на линиях электропередачи. – Пернатые хищники и их охрана. 2011. №22. С. 12–15.
- Горошко О.А. Гибель птиц на ЛЭП в Даурской степи (Юго-Восточное Забайкалье), Россия. – Пернатые хищники и их охрана. 2011. №21. С. 84–99.
- Гражданкин А.В., Перерва В.И. Причины гибели степных орлов на опорах высоковольтных линий и пути их устранения. – Научные основы охраны и рационального использования животного мира. М., 1982. С. 3–9.
- Звонов Б.М., Ш. Болдбаатар, Поярко Н.Д., Букреев С.А., Дементьев М.Н. Взаимодействие птиц с линиями электропередачи и связи в

Монголии. – Экология, эволюция и систематика животных: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Рязань, 2009. С. 364–365.

Звонов Б.М., Кривоносов Г.А. Гибель хищных птиц на опорах ЛЭП в Калмыкии. – Биоповреждения: Тезисы докладов 2-й Всесоюзной конференции по биоповреждениям. Горький, 1981. С. 206–207.

Картрон Ж.-Л.Е., Корона Р.С., Гевара Э.П., Харнесс Р.Э., Мансано-Фишер П., Родригес-Эстрелья Р., Уэрта Г. Гибель птиц от электрического тока на линиях электропередачи в Северо-Западной Мексике: краткий обзор. – Пернатые хищники и их охрана. 2006. №7. С. 4–14.

Карякин И.В. Пернатые хищники (методические рекомендации по изучению соколообразных и совообразных). Нижний Новгород, 2004. 351 с.

Карякин И.В. Пернатые хищники Уральского региона. Соколообразные (*Falconiformes*), Совообразные (*Strigiformes*). Пермь, 1998. 483 с.

Карякин И.В. Линии смерти продолжают собирать свой «чёрный» урожай в Казахстане. – Пернатые хищники и их охрана. 2008. №11. С. 14–21.

Карякин И.В., Бакка С.В., Барашкова А.Н., Барбазюк Е.В., Горошко О.В., Лапшин Р.Д., Николенко Э.Г., Семёнов А.Р., Губин С.В. Окончательный технический отчёт по Контракту 104/2010 с ПРООН «Оценка численности и основных экологических факторов, влияющих на состояние популяций степного орла в пилотных степных регионах России (Оренбургская область, Забайкальский край)». Новосибирск, 2010. 29 с. <http://www.savesteppe.org/project/docs/report_steppeEagle.pdf>

Карякин И.В., Барабашин Т.О. Чёрные дыры в популяциях хищных птиц (гибель хищных птиц на ЛЭП в Западной Бетпак-Дале), Казахстан. – Пернатые хищники и их охрана. 2005. №4. С. 29–32.

Карякин И.В., Глыбина М.А., Левашкин А.П., Питерова Е.Н. Опыт оценки уровня гибели хищных птиц на линиях электропередачи с расчётом ущерба. – *ArgReview*. 2009а. №4 (51). С. 18–19.

Карякин И.В., Левашкин А.П., Глыбина М.А., Питерова Е.Н. Оценка уровня гибели хищных птиц на линиях электропередачи 6–10 кВ в Кинельском районе Самарской области ГИС-методами. – Пернатые хищники и их охрана. 2008. №14. С. 50–58.

Карякин И.В., Николенко Э.Г. Охрана балобана в Алтае-Саянском экорегионе: что сделано и что требуется? – Пернатые хищники и их охрана. 2011. №22. С. 24–59.

Карякин И.В., Николенко Э.Г., Барашкова А.Н. Балобан в Даурии, Россия. – Пернатые хищники и их охрана. 2011. №23. С. 168–181.

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. 2009б. №16. С. 45–64.

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.

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.

Мацына А.И. Оценка и прогнозирование масштабов гибели хищных птиц на ЛЭП в Нижегородской области (лесная и лесостепная зона Европейской части России). – Пернатые хищники и их охрана. 2005. №2. С. 33–41.

Мацына А.И. Краткий обзор методов защиты птиц от поражения электрическим током на линиях электропередачи. – Пернатые хищники и их охрана. 2008. №11. С. 10–13.

Мацына А.И., Гришуткин Г.Ф. Защита птиц на воздушных линиях электропередачи 6–10 кВ в государственном Национальном парке «Смольный», Россия. – Пернатые хищники и их охрана. 2009. №17. С. 22–23.

Мацына А.И., Замазкин А.Е. Рекомендации по обеспечению безопасности объектов животного мира при эксплуатации воздушных линий связи и электропередачи на территории Нижегородской области. Нижний Новгород, 2010. 60 с.

Мацына А.И., Мацына Е.Л., Мацына А.А., Гришуткин Г.Ф., Спиридонов С.Н. Оценка эффективности птицевозащитных мероприятий на ВЛ 6–10 кВ в национальном парке «Смольный», Россия. – Пернатые хищники и их охрана. 2010. №20. С. 35–39.

Мацына А.И., Мацына Е.Л., Корольков М.А. Первые итоги применения и оценка эффективности современных птицевозащитных устройств на линиях электропередачи 6–10 кВ в России. – Пернатые хищники и их охрана. 2008. №14. С. 59–62.

Мацына А.И., Мацына Е.Л., Пестов М.В., Иваненко А.М., Корольков М.А. Новые данные о гибели птиц на линиях электропередачи 6–10 кВ в Калмыкии, Россия. – Пернатые хищники и их охрана. 2011. №21. С. 100–105.

Меджидов Р.А., Музаев В.М., Убушаев Б.С., Бадмаев В.Б., Эрденов Г.И. Технический отчёт 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, 2010. 60 с. <http://www.savesteppe.org/project/docs/report_steppeEagle_kalmykia_sm.pdf>

Меджидов Р.А., Пестов М.В., Салтыков А.В. Хищные птицы и ЛЭП – итоги проекта в Калмыкии. – Пернатые хищники и их охрана. 2005а. №2. С. 25–30.

Меджидов Р.А., Пестов М.В., Салтыков А.В. Охрана хищных птиц семиаридных ландшафтов – итоги проекта в Калмыкии. – *Степной бюллетень*. 2005б. №17. С. 22–25.

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.

Перерва В.И., Блохин А.О. Оценка гибели редких видов хищных птиц на линиях электро-

- передач. – Биологические аспекты охраны редких животных. М., 1981. С. 36–39.
- Салтыков А.В. Руководство по предотвращению гибели птиц на линиях электропередачи 6–10 кВ. Методическое пособие. Ульяновск. 1999. 43 с.
- Салтыков А.В. Опыт внедрения птицевозащитного устройства «ПЗУ 6–10 кВ» в Ульяновской области, Россия. – Пернатые хищники и их охрана. 2009. №16. С. 65–67.
- 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.
- Сиденко М.В., Рагонский Г.В. Из опыта решения проблемы гибели птиц на линиях электропередачи в национальном парке «Смоленское Поозёрье». – Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. Самарская Лука. 2009. Т. 18, №4. С. 229–233.
- Спирidonov С.Н., Арянов К.А. Гибель пернатых хищников на линиях электропередачи в Краснослободском районе Республики Мордовия, Россия. – Пернатые хищники и их охрана. 2011. №22. С. 72–75.
- Стариков С.В. Массовая гибель хищных птиц на линиях электропередач в Зайсанской котловине (Восточный Казахстан). – Selevinia. 1996/1997. С. 233–234.
- Amartuvshin P., Gombobaatar S., Harness R. The assessment of high risk utility lines and conservation of globally threatened pole-nesting steppe raptors in Mongolia. – Asian Raptors: Science and Conservation for Present and Future. Proc. 6th Int. Conf. on Asian Raptors. Eds. S. Gombobaatar, R. Watson, M. Curti, R. Yosef, E. Potapov and M. Gilbert. Ulaanbaatar, 2010. P. 58.
- Bayle P. Preventing birds of prey problems at transmission lines in western Europe. – J. Raptor Res. 1999. №33. P. 43–48.
- Benson P.C. Large raptor electrocution and power pole utilization: a study in six western states. Ph.D. dissertation. Provo, UT: Brigham Young University, 1981.
- Bevanger K. Bird interactions with utility structures: collisions and electrocution, causes and mitigating measures. – Ibis 1994. №136. P. 412–425.
- Bevanger K. Biological and conservation aspects of bird mortality caused by electricity power lines: a review. – Biol. Conserv. 1998. №86. P. 67–76.
- Bevanger K., Bakke F.L., Engen S. Corpse removal experiments with the Willow Ptarmigan (*Lagopus lagopus*) in power-line corridors. – Kol. Gel. 1994. №16. P. 597–607.
- Dixon A. The problem of raptor electrocution at electricity distribution lines. – Falco. 2011. №37. P. 10–13.
- Ferrer M. The Spanish Imperial Eagle. Lynx Edicions, 2001. 224 p.
- Ferrer M., De La Riva M., Castroviejo J. Electrocution of raptors on power lines in southern Spain. – J. Field Ornithol. 1991. №62 (2). P. 54–69.
- Ferrer M., Janss G. eds. Birds and power lines: Collision, Electrocution and Breeding. Madrid: Quercus, 1999. 239 p.
- Janss G.F.E., Ferrer M. Avian electrocution mortality in relation to pole design and adjacent habitat in Spain. – Bird Conservation International. 2001. №11. P. 3–12.
- Harness R., Gombobaatar S. Raptor electrocutions in the Mongolia steppe. – Winging It. 2008. №20 (6). P. 1, 4–6.
- Kochert M.N. Golden Eagle reproduction and population changes in relation to jackrabbit cycles: implications for eagle electrocutions. – Proceedings of the workshop on raptors and energy developments. R.P. Howard and J.F. Gore, eds. Boise: Bonneville Power Administration, U.S. Fish and Wildlife Service, Idaho Power Committee, 1980. P. 71–86.
- Manville A.M. Bird Strikes and Electrocutions at Power Lines, Communication Towers, and Wind Turbines: State of the Art and State of the Science – Next Steps Toward Mitigation. – USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-191. 2005. P. 1051–1064.
- Marchesi L., Pedrini P., Sergio F., Garavaglia R. Impatto delle linee elettriche su una popolazione di Gufo reale *Bubo bubo*. – Avocetta. 2001. №25. P. 130.
- Mojica E.K., Watts B.D., Paul J.T., Voss S.T., Pottie J. Factors contributing to Bald Eagle electrocutions and line collisions on Aberdeen Proving Ground, Maryland. – J. Raptor Res. 2009. №43 (1). P. 57–61.
- Penteriani V., Pinchera F. Declino del Gufo reale *Bubo bubo* in tre aree montane dell'Appennino abruzzese dal 1960 al 1989. – Suppl. Ric. Biol. Selvaggina. 1990. XVII. P. 351–356.
- Prommer M., Bagyura J. Satellite-tracking Sakers (*Falco cherrug*) – evaluating Sakers' post-fledging dispersal, migration, roaming and habitat use from conservation point of view. – The proceedings of the International Conference "Conservation of the Saker Falcon (*Falco cherrug*) in Europe: Sharing the results of the LIFE06 NAT/H/000096 "Conservation of the Falco cherrug in the Carpathian Basin" Project". Bükk National Park Directorate, Eger, Hungary, 16–18 September 2010. P. 12–13.
- Resolution 7.4. Electrocution of migratory birds. Adopted by the Conference of the Parties «Convention on Migratory Species» at its Seventh Meeting (Bonn, 18–24 September 2002) <http://www.cms.int/bodies/COP/cop7/proceedings/pdf/en/part_1/Res_Rec/RES_7_04_Electrocution.pdf>
- Rubolini D., Bassi E., Bogliani G., Galeotti P., Garavaglia R. Eagle Owl *Bubo bubo* and power line interactions in the Italian Alps. – Bird Conservation International. 2001. №11. P. 319–324.
- Rubolini D., Gustin M., Bogliani G., Garavaglia R. Birds and powerlines in Italy: an assessment. – Bird Conservation International. 2005. №15. P. 131–145.
- Sergio F., Marchesi L., Pedrini P., Ferrer M., Penteriani V. Electrocution alters the distribution and density of a top predator, the Eagle Owl *Bubo bubo*. – J. Appl. Ecol. 2004. №41. P. 836–845.