

Raptor Conservation

ОХРАНА ПЕРНАТЫХ ХИЩНИКОВ

Electrocution of Raptors at Power Lines in Central Kazakhstan

ГИБЕЛЬ ПЕРНАТЫХ ХИЩНИКОВ ОТ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОТОКОМ НА ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ В ЦЕНТРАЛЬНОМ КАЗАХСТАНЕ

Lasch U. (Institute for Botany and Landscape Ecology, University of Greifswald, Germany)

Zerbe S. (Faculty of Science and Technology, Free University of Bozen-Bolzano, Italy)

Lenk M. (Institute for Botany and Landscape Ecology, University of Greifswald, Germany)

Лаш У. (Институт ботаники и ландшафтной экологии, университет Грайфсвальда, Германия)

Зербе Ш. (Факультет науки и технологии, свободный университет Боцен-Больцано, Италия)

Ленк М. (Институт ботаники и ландшафтной экологии, университет Грейфсвальда, Германия)

Contact:

Ulrike Lasch
Martin Lenk
Institute for Botany and
Landscape Ecology,
University of Greifswald,
Grimmer Straße 88,
D-17487 Greifswald,
Germany
tel.: +49 3834 86 4116
fax: +49 3834 86 4114
ulrike.lasch@
unigreifswald.de
lenk@uni-greifswald.de

Stefan Zerbe
Faculty of Science
and Technology
Free University
of Bozen-Bolzano
I-39100 Bozen, Italy
tel.: +39 0471 017150
fax: +39 0471 017099
stefan.zerbe@unibz.it

Абстракт

Изучение гибели птиц выполнено на трёх трансектах вдоль линий электропередачи среднего напряжения в степи Центрального Казахстана летом 2006 г. с целью оценить количественное и качественное воздействие линий электропередачи на смертность птиц в этой области. Обнаружено 409 мёртвых птиц 34-х видов. Пернатые хищники составили 44% общего количества погибших птиц (179 особей 10-ти видов). Большинство из них умерло в результате поражения электрическим током. Доля погибших хищников существенно изменялась в течение лета, и увеличение их гибели в августе предполагает, что молодые птицы более подвержены смерти от электрического тока, чем взрослые. Плотность погибших хищных птиц изменялась от 0,1 до 7,6 особей/км линий в месяц. Негативного влияния линий электропередачи на жизнь птиц можно было бы избежать, изменив конструкцию электрических опор (использование подвесных изоляторов) или применяя птицевозрастные устройства (например, колпаки).

Ключевые слова: хищные птицы, пернатые хищники, погибшие птицы, столкновение, поражение электро-током, Казахстан, степь.

Abstract

Along three transects of medium voltage power lines in the steppe of Central Kazakhstan, surveys for bird casualties were carried out in summer 2006 in order to estimate the quantitative and qualitative impact of power lines on bird mortality in this area. In total, 409 dead birds of 34 different species were found. Raptors represented 44% of the total (179 individuals, 10 species). Most of them died due to electrocution. The proportion of raptors strongly varied between early and late summer, the increase in August suggests that especially young birds are prone to electrocution. The density of raptor casualties varied from 0.1 to 7.6 birds per line km and month. Adverse effects of power lines on bird life could be avoided by changing the pole construction (use of suspended insulators) or protective measures (e.g. caps).

Keywords: birds of prey, raptors, bird casualties, collision, electrocution, Kazakhstan, steppe.

Введение

Во всём мире электрификация – одна из ключевых составляющих высокого уровня жизни. По пути от электростанций к конечным пользователям электричество транспортируется главным образом по воздушным линиям электропередачи (ЛЭП). Это «переплетение» ландшафтов и опасных сооружений ЛЭП среднего напряжения со штыревыми изоляторами подвергает птиц смертельной опасности (см. Haas, 1980, Bevanger, 1994, 1998, Lehman et al., 2007). Эти широко используемые кон-

Introduction

Throughout the world the availability of electricity is one of the key features of a high living standard. On its way from power plants to users, electricity is mainly transported via above-ground power lines. This “wiring” of the landscapes and dangerous construction of medium voltage power lines by using upright insulators (instead of suspended ones) exposes birds to deathly risks (e.g. Haas, 1980, Bevanger, 1994, 1998, Lehman et al., 2007). These widely used constructions of above-ground power



Птицеопасные ЛЭП среднего напряжения на исследуемой территории. Арыкты. Фото У. Лаш.

Medium voltage power lines dangerous for birds in surveyed area. Aрыкты.

Photos by U. Lasch.

струкции ЛЭП несут две главные угрозы птицам (Janss, 2000; Haas et al., 2003):

1) **Риск гибели от электрического тока** – птицы, садящиеся на опоры и/или провода, погибают в результате короткого замыкания (короткое замыкание между фазами или заземлением).

2) **Риск гибели в результате столкновения** – птицы в полёте сталкиваются с проводами ЛЭП, потому что не ассоциируют их с препятствием.

Очень большое количество птиц, погибших в результате поражения электротоком и столкновения с проводами, было зарегистрировано в открытых ландшафтах, таких, как водно-болотные и сельскохозяйственные угодья (Haas et al., 2003, Lehman et al., 2007). В этих местообитаниях, при отсутствии деревьев, птиц, особенно хищных, привлекают опоры ЛЭП. Они используются ими как присады во время охоты и отдыха, а также как места устройства гнёзд (Karyakin et al., 2005; Infante and Peris, 2003; Sanchez-Zapata et al., 2003). В различных исследованиях зафиксированы негативные последствия таких факторов, как гибель птиц в результате поражения электротоком и столкновение с проводами, на популяционном уровне, например для испанского могильника (*Aquila adalberti*) (Ferrer et al., 1991), филина (*Bubo bubo*) (Segio et al., 2004), а также куриных птиц

lines pose two major threats to birds (Janss, 2000; Haas et al., 2003):

1) the **risk of electrocution**, i.e. birds sitting on power poles and/or conducting cables are killed when they cause short circuits (short circuit between phases or short-to-ground);

2) the **risk of collision**, i.e. birds in flight collide with the cables of power lines because these are difficult to perceive as obstacles.

Particular high numbers of bird casualties related to electrocution and collision have been recorded in open landscapes such as wetlands or grassland (Haas et al., 2003, Lehman et al., 2007). In the absence of trees in these habitats, birds of prey are especially attracted by power poles. These are used as lookout points, perching, roosting, and nesting sites (Karyakin et al., 2005, Infante and Peris, 2003, Sanchez-Zapata et al., 2003). Various studies point out the negative consequences of electrocution respectively collision on a population level, e.g. for the Spanish Imperial Eagle (*Aquila adalberti*) (Ferrer et al., 1991), Eagle Owl (*Bubo bubo*) (Segio et al., 2004) and tetraonids (Bevanger, 1995). There is evidence that increased mortality and population declines in Steppe Eagle (*Aquila nipalensis*) might have been caused by electrocution in Kazakhstan (Moseikin, 2003). In our study, we focused on steppe habitats in Kazakhstan. We concentrated on the qualitative and quantitative assessment of the potential risk for birds which are exposed to power lines in this poorly studied area (Lehman et al., 2007). We used a transect count approach to gather baseline data for the development of strategies to minimize the risks for birds from power lines.

Study Area

The above described particularities of steppe habitats can be met throughout Central Asia. We chose the Korgalzhyn State Nature Reserve (Zapovednik) and its surroundings which are part of the Tengiz-Korgalzhyn Lake System (50°25'N 069°15'E) as a study plot (nearest town: Korgalzhyn). The Tengiz area represents one of the most important stop-over sites for waterbirds on the Central Asian Flyway (Schielzeth et al., 2008). A number of threatened raptor species such as Greater Spotted Eagle (*Aquila clanga*), Eastern Imperial Eagle (*Aquila heliaca*), Lesser Kestrel (*Falco naumanni*) and Saker Falcon (*Falco cherrug*) can be found in adjacent steppe areas, especially during migration (Gavrilov, 1999, Gavrilov and

(Bevanger, 1995). Есть сведения, что увеличение смертности и, как следствие, сокращение популяций степных орлов (*Aquila nipalensis*), возможно, вызваны гибелью птиц в результате поражения электротокком в Казахстане (Moseikin, 2003). В нашем исследовании мы сосредоточились на степных местообитаниях Казахстана. Особое внимание обращалось на качественную и количественную оценку потенциального риска для птиц, которому они подвергаются на ЛЭП на этой слабо изученной территории (Lehman et al., 2007). Мы использовали учёт на трансектах для получения первичных данных, на основе которых разрабатывалась стратегия по минимизации рисков для птиц на ЛЭП.

Район исследований

Вышеупомянутые степные местообитания встречаются повсюду в Средней Азии. Мы выбрали в качестве территории для исследований Кургальджинский государственный заповедник и его окрестности, которые являются частью системы озёр Тенгиз-Кургальджино (50°25' N 069°15' E). Эта система озёр является одним из самых важных мест остановки в пути для водно-болотных птиц на центрально-азиатском миграционном маршруте (Schielzeth et al., 2008). Множество видов угрожаемых хищных птиц, таких как большой подорлик (*Aquila clanga*), могильник (*Aquila heliaca*), степная пустельга (*Falco naumanni*) и балобан (*Falco cherrug*) могут быть встречены на прилегающих степных территориях, особенно в период миграции (Gavrilov, 1999, Gavrilov and Gavrilov, 2005). Мозаика многочисленных солёных и пресных озёр, расположенных в сухо-степном ландшафте, делает этот регион привлекательным

(Gavrilov, 2005). Its mosaic of numerous salt and fresh water lakes embedded in dry steppe landscape makes it a region of high public and conservation interest, particularly on an international scale. The area is protected since 1968, was declared a Ramsar Site in 1976, is part of the global "living lakes" network (GNF, 2008, Wetlands International, 2008), and was recently declared UNESCO World Heritage Site (Saryarka – UNESCO 2008).

Three different transects along medium voltage power lines (10–35 kV) with upright insulators, each around 14–15 km long, were chosen for our study. They run parallel to unpaved earth roads and are hereafter referred to as the nearest settlements, i.e. Arykty, Karazhar, and Korgalzhyn (fig. 1). The construction of the poles is the same at all three sites and the vegetation height and density is similar along the transects, so that the detectability of birds does not differ from site to site. In contrast to the more urban environment around Korgalzhyn, the area around Karazhar is characterised by pristine steppe habitats and many (salt) lakes whereas around Arykty fields and mainly fallow land are predominant.

Material and methods

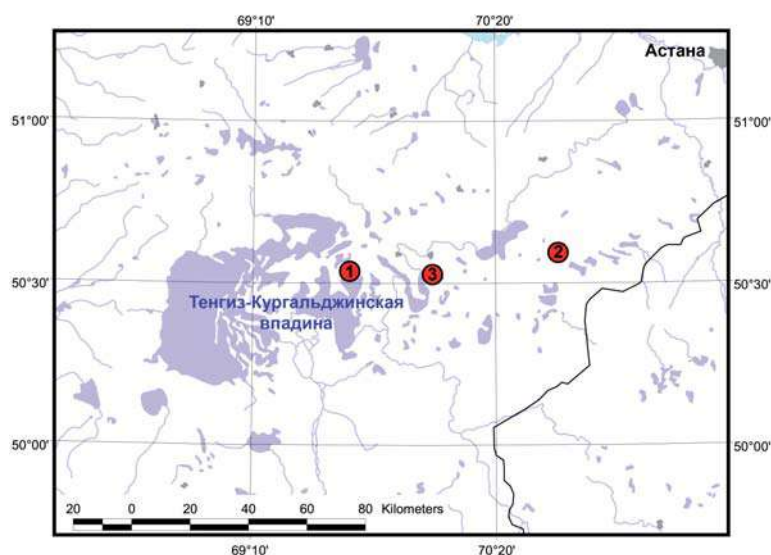
Field work was carried out in May and June 2006 (up to 5 surveys at each site) and additionally once again at the end of August 2006. During each survey, the whole length of the transect was examined by walking along the power line. Thus the bias of unequal detectability, depending on the size of the bird, was minimized. Every casualty found within a corridor of 10 metres width to both sides of the power line was marked with colour spray so that accidental double-counting during following visits was precluded. If possible, birds were aged and sexed according to their plumage features (Svensson et al., 1999). All birds classified as electrocution victims were found underneath or very close to the poles. Visual detectable injuries of the birds were carefully examined in order to identify electrocution.

Results

During all surveys combined, from May to August 2006, 409 casualties of 34 different species were recorded in total (electrocution and collision). Raptors accounted for 44% (table 1). Among these, especially falcons were affected, with 96 out of 179 individuals (54%). In August, only four Common Kestrels (*Falco tinnunculus*) out of 70

Рис. 1. Модельные участки в районе исследований: 1 – Каражар, 2 – Арыкты, 3 – Коргальжын.

Fig. 1. Study plots in surveyed area: 1 – Karazhar, 2 – Arykty, 3 – Korgalzhyn.



для реализации природоохранных проектов, особенно в международном масштабе. Данная территория охраняется с 1968 г., была объявлена водно-болотными угодьями международного значения в 1976 г., как часть глобальной сети «Озёра жизни» (GNF, 2008, Wetlands International, 2008), а совсем недавно включена в список объектов Всемирного природного наследия ЮНЕСКО (Saryarka – UNESCO 2008).

Для нашего исследования вдоль ЛЭП среднего напряжения (10–35 кВ) с траверсами, несущими штыревые изоляторы, были заложены три разных трансекты, каждая протяжённостью около 14–15 км. Они идут параллельно грунтовым дорогам к населённым пунктам Арыкты, Каражар и Коргалжын (рис. 1):

- (1) Каражар – граница охраняемой территории (14 км): ЛЭП среднего напряжения соединяют Уркендеу и Каражар, последние 15 км которых проходят прямо через заповедник. Потенциальный демонстрационный участок.
- (2) Арыкты – Екпинди (15 км): ЛЭП среднего напряжения, тянущиеся параллельно дороги, между Арыкты и Екпинди. Этот участок был выбран по рекомендации одного местного жителя, он был оценен им как особо опасный в результате наблюдения здесь большого количества погибших птиц.
- (3) Коргалжын – Биртабан (14 км): ЛЭП среднего и высокого напряжения, уходящие от Коргалжына на юг. Этот участок был выбран по практическим соображениям, так как он расположен в непосредственной близости и его можно было объезжать на велосипеде.

На всех трёх участках конструкции опор, а также высота и густота растительности одинаковы, что даёт также одинаковую вероятность пропуска трупов птиц. В отличие от более урбанизированных окрестностей села Коргалжын, окрестности Каражара представлены ненарушенными степными участками с массой солёных озёр, тогда как вокруг Арыкты доминируют главным образом сельскохозяйственные угодья.

Материал и методы

Полевая работа осуществлялась в мае и июне 2006 г. – участки посещались до пяти раз, дополнительно они осматривались ещё раз в конце августа 2006 г. В ходе каждого посещения выбранных трансект ЛЭП

individuals were adult males (the rest adult females and immature birds). Dead buzzards (*Buteo* sp.) were recorded quite frequently as well (32% of all birds found dead). Although Pallid and Montague's Harriers (*Circus macrourus* and *pygargus*) usually do not perch on poles, 19 remains of these harriers were found; at least 15 of them were first calendar-year birds. Furthermore, one immature Eastern Imperial Eagle was found (species listed as Vulnerable – IUCN 2007) as well as three other eagles – probably Steppe Eagles. Additionally, two Saker Falcons, one of them a first calendar-year bird, were discovered. This species is considered worldwide as endangered (IUCN, 2007).

There is a large regional variation in total numbers of casualties with 154 dead birds found near Atykty in May/June 2006 compared to 43 in Karazhar and 26 in Korgalzhyn, respectively (fig. 2). The results for August 2006 confirm this trend. Raptors, crows, and gulls together account for 93% of all casualties. They are, besides small Passerines, among the most abundant steppe species in this area, so the probability to find those is higher than in other species. But also, they tend towards resting on poles and are therefore more vulnerable in regard to electrocution. Almost all raptor casualties were found directly underneath the poles. Only one collided raptor, a first calendar-year Long-Legged Buzzard (*Buteo rufinus*), was recorded. Mainly nocturnal migrants such as waterfowl, waders, and song birds are especially prone to collide with power lines. For example two Baillon's Crakes (*Porzana pusilla*) were found dead. But their number plays only a minor role during our investigation since over 90% of all casualties were killed by electrocution (fig. 1). In May and June, a total of 223 casualties (44 raptors) were recorded. During only one census at each site in August, 186 casualties (135 raptors) were recorded.

Two important changes were perceived during the summer period: (1) a distinct increase of casualties during the summer months and (2) the proportion of killed raptors increased distinctly, especially due to high numbers of perished Common and Lesser Kestrels (table 1). These overall trends are documented for each investigated transect (fig. 2 and 3). Table 2 presents the correspondent densities of bird casualties per line km and month. In the Tengiz area, 0.1 (Korgalzhyn, May 2006) to 7.6 (Arykty, August 2006) raptors (0.9 to 8.6 birds in total) died per line km and month.

тщательно осматривались на пеших маршрутах, чтобы минимизировать вероятность пропуска трупов мелких птиц по сравнению с крупными. Каждый труп, найденный в пределах учётной полосы шириной 10 метров в обе стороны от ЛЭП, отмечался аэрозольной краской для того, чтобы случайно дважды не учесть одних и тех же погибших птиц в течение следующих посещений. Если это было возможно, у погибших птиц определяли возраст и пол (Svensson *et al.*, 1999). Все птицы, классифицированные как погибшие в результате поражения электрическим током, были найдены прямо под опорами или очень близко к ним. Визуально обнаруживаемые повреждения птиц тщательно исследовались на предмет поражений, доказывающих смерть от электрического тока.

Результаты

За период исследований в ходе осмотра ЛЭП с мая по август 2006 г. были обнаружены трупы 409-ти птиц 34-х видов (погибшие в результате поражения электрическим током и столкновения с проводами). Пернатые хищники составили 44% (табл. 1). Среди них доминировали соколы – 96 из 179 погибших птиц (54%). В августе только четыре обыкновенных пустельги (*Falco tinnunculus*) из 70-ти погибших птиц были взрослыми самцами, а остальные – взрослые самки и молодые птицы. Также часто регистрировались погибшие канюки (*Buteo* sp.) – 32% от общего количества погибших птиц. Несмотря на то, что степные и луговые луны (*Circus macrourus*, *C. pygargus*) обычно не присаживаются на опоры ЛЭП, под опорами были обнаружены 19 останков этих видов; по крайней мере 15 из них – птицы первого года. Кроме



Молодой степной лунь (*Circus macrourus*) – жертва поражения током на проводах между Арыкты и Екпинди. 06.09.2006. Фото У. Лаш.

Electrocuted juvenile of the Pallid Harrier (*Circus macrourus*). Aрыкты. 06/09/2006. Photo by U. Lasch.

Discussion

In our study, we confirmed that electrocution represents a serious risk to birds, in particular to raptors. In August, almost twice as many bird victims were detected than in the preceding months (table 1). This increase is mainly caused by raising numbers of electrocuted raptors and can probably be attributed to the dispersal of juveniles as well as to migration movements. Immature birds seem to be especially prone to electrocution. Not only single individuals but large numbers of young birds died by electrocution which is in accordance with the results of other studies (e.g. Janss and Ferrer, 2001, Rubolini *et al.*, 2001). Casualty densities averaged over all sites and the whole study period account for 1.3 raptors (3 birds in total) per km and month. This indicates an outstanding electrocution rate during the summer months. In other studies, much lower electrocution rates were stated. Rubolini *et al.* (2005) determined a median rate of 0.25 birds per km and month (3 birds per km and year) for different habitat types in Italy. Karyakin *et al.* (2005) reported densities of 0.56 raptors per km for one census carried out in May 2003 in Western Kazakhstan.

Our own observations show that the carcasses of killed birds remain for some time beneath or near the pole. Even after two to three weeks most of the carcasses were still there. Ferrer *et al.* (1990) also dealt with the problem of “disappearing” casualties and concluded that after one month only 40% of the original number are left. Since our census was carried out at least once a month probably an even higher proportion of the overall casualties was documented along the three transects.

We found that besides waterfowl also waders, passerines, etc. collide with power lines. These species are primarily small and therefore do not remain beneath the pole for a long time (Ferrer *et al.*, 1990); probably because they are prone to dislocation by mammals and carrion-eating birds and their decay rate is much faster. This could be confirmed by this study since most small birds encountered only died recently prior to detection. Thus, a potential underestimation of small-sized casualties should be taken into consideration.

Since there is no difference in pole construction (and thus also in the potential danger) our data suggest that the total number of casualties depends upon the surrounding habitat quality. The denser a local bird

Табл. 1. Число погибших птиц, найденных на трёх трансектах вдоль ЛЭП в течение всего периода исследования, с мая по август 2006 г.; основную массу погибших птиц, отнесённых к категории «другие», составляют, главным образом, врановые (*Corvus cornix* и *C. frugilegus*).

Table 1. Number of casualties found in total along the three investigated transects during the study period from May to August 2006; mainly crows (*Corvus cornix* and *C. frugilegus*) account for the casualties summarized as "others".

Вид / Species	Количество птиц, погибших от поражения электротоком / Number of electrocuted birds						Всего / Total
	Арыкты Arykty		Каражар Karazhar		Коргальжын Korgalzhyn		
	Май-Июнь May-June	Август August	Май-Июнь May-June	Август August	Май-Июнь May-June	Август August	
Перепелятник <i>Accipiter nisus</i>					1		1
Могильник <i>Aquila heliaca</i>	1						1
Орлы sp. <i>Aquila sp.</i>		3					3
Канюк <i>Buteo buteo vulpinus</i>	2						2
Зимняк <i>Buteo lagopus</i>	1						1
Курганник <i>Buteo rufinus</i>	7	26	1		1		35
Курганник и канюк <i>Buteo rufinus, B. buteo</i>	1	8	2		1	1	13
Канюк sp. <i>Buteo sp.</i>		4	1	2			7
Лунь степной <i>Circus macrourus</i>		7					7
Луни степной и луговой <i>Circus macrourus, C. pygargus</i>		12					12
Балобан <i>Falco cherrug</i>		2					2
Пустельга обыкновенная <i>Falco tinnunculus</i>	5	12	5	4		3	29
Пустельги обыкновенная и степная <i>Falco tinnunculus, F. naumanni</i>	10	40		9		2	61
Кобчик <i>Falco vespertinus</i>	4						4
Коршун <i>Milvus migrans</i>	1						1
Все пернатые хищники							
All raptors	32	114	9	15	3	6	179
Другие / Others	122	15	34	24	23	12	230
Всего / Total	154	129	43	39	26	18	409

population the higher the risk of electrocution of single individuals. Since the area around Karazhar and also Arykty is almost undisturbed, higher breeding densities of raptors e.g. Pallid Harrier and Short-Eared Owl (*Asio flammeus*) in those habitats are likely. Three dead Short-Eared Owls were found along the Arykty transect. Additionally, a colony of Rooks (*Corvus frugilegus*) about 300 breeding pairs and a falcon colony composed of Common Kestrel (6 pairs) and Red-Footed Falcon (*Falco vespertinus*) (about 10 pairs) were found 7 km north from Arykty. Thus, besides juvenile dispersal, another reason for high numbers of casualties in Arykty could be accounted for by the nearby falcon colony and a gradation year of voles in 2006 (J. Kamp, pers. comm.) leading to high breeding success of all raptor species.

On the population level, it has been revealed that electrocution can severely affect highly threatened bird species like the Saker Falcon. Tucker and Goriup (2005) suggest that losses due to electrocution have a significant impact on populations of this species.

Since reliable data on local raptor populations are not available, it is hardly possible to determine the impact of these high electrocution rates on a local level. It is however known that electrocution has a negative impact on the global populations of not yet globally endangered species, e.g. Steppe Eagle, Long-Legged Buzzard, and Common Kestrel (Tucker and Goriup, 2005). Large Raptors follow the k-strategy (Meyburg et al., 2004) and therefore increased mortality has a large impact on the composition and size of populations (Rubolini et al., 2005). For rare species, the death of only some birds may already have significant consequences for the whole population. Bevanger (1994) points out towards the possible cumulative effects of various negative impacts on bird populations. Considering the reported high power line mortality (which comprises only a small fraction of the total numbers of birds killed by electrocution worldwide), he calls for raised public awareness and activities to mitigate adverse effects on bird life despite not always available data about effects on local populations (Bevanger, 1998).

Conclusion

The investigated power lines (which belong to the most common construction

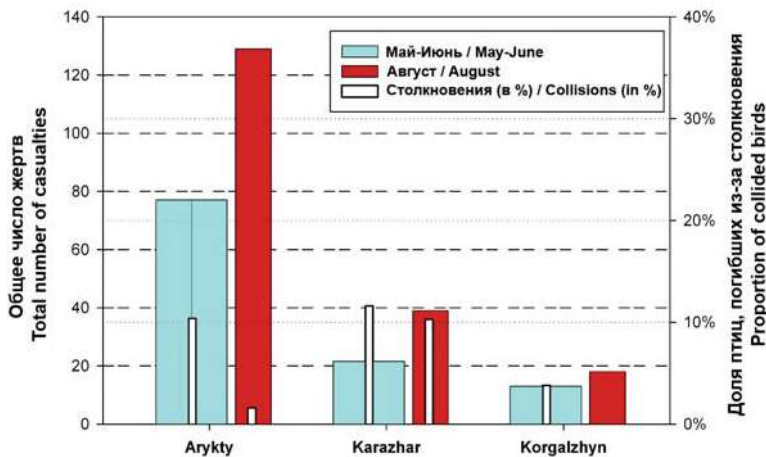


Рис. 2. Общее количество погибших на ЛЭП птиц и доля птиц, погибших в результате столкновения с проводами ЛЭП, по трём трансектам.

Fig. 2. Total number of casualties and proportion of collision along the three transects.

того, были обнаружены трупы одного неполовозрелого могильника (уязвимый вид, согласно списку МСОП 2007 г.) и трёх орлов, вероятно степных. В дополнение к этому были обнаружены трупы двух балобанов (угрожаемый вид, согласно IUCN, 2007), один из которых – молодая птица первого года.

Примечательно, что регионы сильно отличались по общему числу найденных трупов: в мае–июне 2006 г. вокруг Арыкты было найдено 154 трупа, тогда как в Каражаре и в Коргалжыне 43 и 26, соответственно (рис. 2). Исследования в августе 2006 г. подтвердили эту тенденцию.

Хищники, вороны и чайки составляют 93% от всех погибших птиц. Они, помимо мелких воробьиных птиц, одни из самых обычных видов степи в этом регионе, поэтому вероятность найти их трупы выше, чем трупы других видов. Они предпочитают отдыхать на опорах ЛЭП, и тем самым более уязвимы для поражения электрическим током. Почти все погибшие хищные птицы были найдены непосредственно под опорами. Гибель в результате столкновения с проводами была зарегистрирована только для одного хищника – им оказался курганник (*Buteo rufinus*). Особенно склонны к столкновению с проводами ЛЭП ночные мигранты, такие как водоплавающие птицы, кулики и певчие птицы. Так, найденные погоныши (*Porzana pusilla*) явно погибли от столкновения с проводами. Однако общее количество птиц, погибших по этой причине, в нашей выборке незначительно, так как более 90% всех птиц погибли в результате поражения электротоком (рис. 1). В мае и июне 2006 г., в общей сложности, были за-

type) pose a threat to birds. But it has to be pointed out that power lines are not necessarily dangerous to birds. It is the combination of badly engineered insulator and conductor constructions (which can be found especially on medium voltage power lines) on the one hand and of the attractiveness of power poles for many birds, especially raptors, on the other hand that explains the high risk posed to birds in our study area. On the short term, priority should be taken to apply safety measures (e.g. isolating caps) in sensible areas with high densities of breeding and migrating birds. On the long run, the overall aim should be to render all medium power lines safe in a feasible way. This can be achieved by different means which are outlined, e.g. by Haas and Schurenberg (2008) and Matsyna (2008):

- the modification of power lines (when they are reconstructed), e.g. by the use of suspended insulators,
- the cover of insulators with PVC caps, i.e. isolated tubing close to poles,
- the reduction of power lines, e.g. by the introduction of alternative, local energy sources (e.g. solar energy in immediate proximity to the consumers).

Engineers of power supply companies should be aware of this danger to avian fauna. Accordingly, bird safety has to be considered when new poles are erected and unnecessarily dangerous constructions, viz. upright insulators, should be banned. Karyakin (2008) suggests that in Kazakhstan measures should be implemented at the state level, e.g. as in Germany where the construction of new “killer poles” became generally prohibited



Взрослый грач (*Corvus frugilegus*), погибший на ЛЭП. Арыкты. 14.09.2006. Фото У. Лаш.

Electrocuted adult of the Rook (*Corvus frugilegus*). Arykty. 14/09/2006. Photo by U. Lasch.

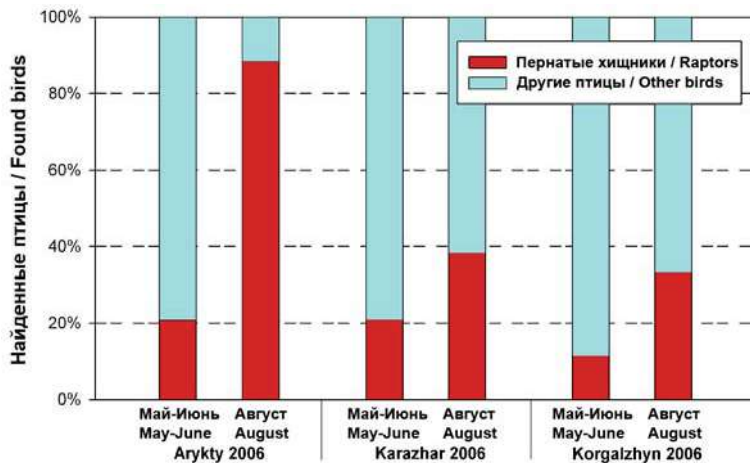


Рис. 3. Доля мёртвых хищных птиц, найденных на трёх трансектах воль ЛЭП.

Fig. 3. Proportion of dead raptors found along the three transects.

регистрированы 223 жертвы (в том числе 44 хищника). В течение только одного наблюдения в августе были зарегистрированы 186 жертв (в том числе 135 хищников).

С течением лета, с мая по август, отмечается два важных изменения: (1) заметное увеличение общего числа жертв и (2) отчетливое увеличение доли убитых хищников, особенно за счёт высокой численности трупов обыкновенных и степных пустельг (табл. 1). Эти тенденции зарегистрированы для каждого исследованного участка ЛЭП (рис. 2 и 3). Таблица 2 показывает соответствующую плотность погибших птиц на 1 км ЛЭП в месяц. В районе оз. Тенгиз количество погибших хищных птиц варьирует от 0,1 ос./км в месяц (Коргальжын, май 2006 г.) до 7,6 ос./км в месяц (Арыкты, август 2006 г.), а общее количество погибших птиц – от 0,9 до 8,6 ос./км в месяц.

Обсуждение

В результате наших исследований подтверждено, что смерть от электрического тока представляет серьёзный риск для птиц, в особенности хищных. В августе было обнаружено почти вдвое больше погибших птиц, чем в предыдущих месяцах

Табл. 2. Средняя плотность погибших птиц (ос./км в месяц).

Table 2. Dead birds found averaged per line km and month.

	Погибшие птицы (ос. /км ЛЭП в месяц) / Dead Birds (ind. per line km and per month)					
	Арыкты / Arykty		Каражар / Karazhar		Коргальжын / Korgalzhyn	
	Май-Июнь May-June	Август August	Май-Июнь May-June	Август August	Май-Июнь May-June	Август August
Хищные птицы / Raptors	1.1	7.6	0.3	1.0	0.1	0.4
Всего / Total	5.1	8.6	1.4	2.6	0.9	1.2

and all existing power poles have to be rendered safe until 2012 (Federal Nature Conservation Act 2002: BNatSchG §53).

Acknowledgements

We thank DAAD and NABU Germany for their financial support of this study. Field work would not have been possible without the logistic support of the Sociable Lapwing Project, especially M. Koshkin and R. Sheldon and the hospitality of our Kazakh friends. We are indebted to J. Kamp and T. Sacher for valuable comments on the manuscript. T. Zane kindly checked the English version. Special thanks to M. Himpel for improving the layout and continuous backing.

References

- Bevanger K. Bird interactions with utility structures: Collision and electrocution, causes and mitigating measures. – Ibis. 1994. 136. P. 412–425.
- Bevanger K. Estimates and population consequences of tetraonid mortality caused by collisions with high tension power lines in Norway. – J. Appl. Ecol. 1995. 32. P. 745–753.
- Bevanger K. Biological and conservation aspects of bird mortality caused by electricity power lines: a review. – Biol. Conserv. 1998. 86. P. 67–76.
- Ferrer M., De la Riva, M., Castroviejo, J. Electrocutions of raptors on power lines in southwestern Spain. – J. Field Ornithol. 1991. 62. P. 181–190.
- GNF. 2008. www.globalnature.org.
- Gavrilov E.I. Fauna and distribution of the birds of Kazakhstan. Almaty, 1999. 198 p. (in Russian)
- Gavrilov E.I. and Gavrilov A.E. The Birds of Kazakhstan (abridged edition). Tethys Ornithol. Res., Vol. II. Almaty. 2005. 226 p.
- Haas, D. Gefährdung unserer Großvögel durch Stromschlag – eine Dokumentation. Ökol. Vögel, Sonderheft 2, 1980. 7–57.
- Haas D., Nipkow M., Fiedler G., Schneider R., Haas W., Schurenberg B. Vogelschutz an Freileitungen: Tödliche Risiken für Vögel und was dagegen zu tun ist: ein internationales Kompendium, NABU. 2003. 50 p.
- Haas D., Schurenberg B. (Eds.) Stromtod von Vögeln. Grundlagen und Standards zum Vogelschutz an Freileitungen. Ökol. Vögel 26, 2008. 303 p.
- Infante O., Peris S. Bird nesting on electric power supports in northwestern Spain. – Ecol. Eng. 2003. 20. P. 321–326.
- IUCN Red List of Threatened Species. 2007.

(табл. 1). Такое увеличение уровня гибели вызвано, главным образом, за счёт гибнущих хищников и может быть связано с вылетом молодых из гнёзд и началом миграции. Как показывают исследования, молодые птицы более подвержены гибели от электрического тока – эти данные хорошо согласуются и с результатами других исследователей (Janss and Ferrer, 2001, Rubolini et al., 2001). Плотность погибших птиц, усреднённая по всем участкам и всему периоду исследования, составляет 3 ос./км в месяц (хищные птицы составляют 1,3 ос./км в месяц). Это очень высокий уровень гибели птиц от электрического тока в течение летних месяцев. В других работах опубликованы более низкие плотности гибели птиц на ЛЭП. Д. Руболини с соавторами (2005) приводит плотность погибших от поражения электротоком птиц 0,25 ос./км в месяц (3 ос./км в год) для различных местообитаний в Италии. И. Карякин с соавторами (2005) сообщает о плотности погибших хищных птиц 0,56 ос./км для разового наблюдения, выполненного в мае 2003 г. в Западном Казахстане.

Наши собственные наблюдения показывают, что тела убитых птиц остаются в течение некоторого времени под опорой или около неё. Даже после двух – трёх недель большинство останков всё ещё встречались под опорами на прежних местах. М. Феррер с соавторами (1990) наблюдал «исчезновение» трупов и заключил, что через месяц после гибели под опорами остаётся лежать только 40% птиц. Так как наш учёт выполнялся по крайней мере один раз в месяц, вероятно, что на трёх обследованных нами участках ЛЭП имела место ещё более высокая гибель птиц.

Мы зафиксировали, что помимо водоплавающих птиц, от столкновения с проводами также гибнут кулики, мелкие воробьиные и другие птицы. Эти виды отличаются, прежде всего, мелким размером и не остаются долго лежать под опорами (Ferrer et al., 1990), вероятно потому, что утилизируются млекопитающими и птицами-падальщиками, а также потому, что их разложение происходит намного быстрее. Это подтверждается и нашим исследованием, так как большинство мелких птиц, столкнувшихся с проводами, обнаруживалось сразу же после гибели. Таким образом, должна быть учтена потенциальная недооценка жертв мелкого размера.

Так как на разных осмотренных участках опоры ЛЭП не различаются по конструкции (и, следовательно, в их потенциальной

www.iucnredlist.org. Downloaded on 05 March 2008.

Janss G. Avian mortality from power lines: a morphologic approach of a species-specific mortality. – Biol. Conserv. 2000. 95. P. 353–359.

Janss G., Ferrer M. Avian electrocution mortality in relation to pole design and adjacent habitat in Spain. – Bird Conserv. Int. 2001. 11. P. 3–12.

Karyakin I.V., Novikova L.M., Pazhenkov A.S. Electrocutions of birds of prey on power lines in the Aral Sea Area. – Raptors Conserv. 2005. 2. P. 31–32.

Karyakin I.V. Lethal lines continue to harvest their crop in Kazakhstan. – Raptors Conserv. 2008. 11 P. 14–21.

Lehman R.N., Kennedy P.L., Savidge J.A. The state of the art in raptor electrocution research: A global review. – Biol. Conserv. 2007. 136 P. 159–174.

Matsyna A.I. Short review of techniques for the prevention of bird electrocution on overhead power lines. – Raptors Conserv. 2008. 11. P. 10–13.

Meyburg B.-U., Langgemach T., Graszynski K., Bohner J. The situation of the Lesser Spotted Eagle *Aquila pomarina* in Germany: The need for an Action Plan and active Conservation. – Raptors Worldwide. Chancellor, R.D., Meyburg, B.-U. (Eds.). Budapest, WWGBP/MME. 2004. P. 601–613.



Курганники (*Buteo rufinus*), погибшие на ЛЭП. Арыкты. 05.05.2006 и 06.09.2006. Фото У. Лаш.
Electrocuted Long-Legged Buzzards (*Buteo rufinus*). Aрыкты. 05/05/2006 and 06/09/2006. Photos by U. Lasch.

опасности для птиц), наши данные показывают, что размер гибели птиц зависит от характеристик местообитаний, через которые ЛЭП проходят. В более плотных гнездовых группировках птиц существует более высокий риск гибели от электрического тока отдельных особей. Так как территории вокруг Каражара и Арыкты почти не нарушены, здесь вероятно более высокая гнездовая плотность хищников, таких как степной лунь и болотная сова (*Asio flammeus*). Три мёртвых болотных совы были найдены на трансекте близ п. Арыкты. В 7-ми км севернее п. Арыкты были найдены колонии грачей (*Corvus frugilegus*), численностью около 300 размножающихся пар, и две колонии соколов – обыкновенных пустельг (6 пар) и кобчиков (*Falco vespertinus*) (приблизительно 10 пар). Таким образом, помимо разлёта молодых, высокую численность погибших птиц на ЛЭП близ п. Арыкты можно объяснить соседством колоний соколов, а также тем, что 2006 г. был урожайным на полёвок (Й. Кэмп, личное сообщение), что привело к высокому успеху размножения всех видов хищных птиц.

На популяционном уровне было показано, что смерть от электрического тока может сильно затронуть такие угрожаемые виды, как балобан. Г. Такер и П. Гориуп (2005) предполагают, что потери из-за смертности от поражения электрическим током на ЛЭП имели существенное воздействие на популяции этого вида.

Так как надёжные данные относительно численности и распределения хищных птиц на исследуемой территории отсутствуют, едва ли возможно определить влияние столь высокого уровня гибели от электрического тока на местные популяции. Однако известно, что смерть от электрического тока имеет отрицательное воздействие на поселения таких, пока ещё не угрожаемых, видов, как степной орёл, курганник и обыкновенная пустельга (Tucker and Goriup, 2005). Большие хищники являются k-стратегами (Meuburg et al., 2004), и поэтому увеличение смертности оказывает сильное влияние на состав и размер их популяций (Rubolini et al., 2005). Для редких видов гибель даже единичных особей может иметь существенные последствия для популяции в целом. К. Бевангер (1994) описал возможные кумулятивные эффекты различных отрицательных воздействий на популяции птиц. Рассматривая высокую смертность птиц на ЛЭП, о которой идёт речь в его сообщении (которое включает

Moseikin V.N. The operation and construction of fatal power lines continues in Russia and Kazakhstan. – Abstract. World Conference on Birds of Prey, Budapest, May 2003. 2003.

Rubolini D., Bassi E., Bogliani G., Galeotti P., Garavaglia R. Eagle Owl *Bubo bubo* and power line interactions in the Italian Alps. – *Bird Conserv. Int.* 2001. 11: 319–324.

Rubolini D., Gustin M., Bogliani G., Garavaglia R. Birds and powerlines in Italy: an assessment. – *Bird Conserv. Int.* 2005. 15: 131–145.

Sanchez-Zapata J.A., Carrete M., Gavrilov A., Sklyarenko S., Ceballos O., Donazar J.A., Hiraldo F. Land use changes and raptor conservation in steppe habitats of Eastern Kazakhstan. – *Biol. Conserv.* 2003. 111: 71–77.

Schielzeth H., Eichhorn G., Heinicke T., Kamp J., Koshkin M.A., Koshkin A.V., Lachmann L. Waterbird migration on the Central Asian flyway: Population size estimates from a key staging area in Central Kazakhstan. – *Bird Conserv. Int.* 2008. 18. P. 71–86.

Secretariat of the Convention on Wetlands The List of Wetlands of International Importance 21 February 2008. 2008. 39. http://ramsar.org/key_sitelist.htm

Sergio F., Marchesi L., Pedrini P., Ferrer M., Penteriani V. Electrocutation alters the distribution and density of a top predator, the Eagle Owl *Bubo bubo*. – *J. Appl. Ecol.* 2004. 41. P. 836–845.

Svensson L., Grant P.J., Mullarney K., Zetterstrom D. Der neue Kosmos Vogelführer. Kosmos. 1999. 400 p.

Tucker G., Goriup P. Assessment of the merits of an instrument under the Convention on Migratory Species covering migratory raptors: Review of the Status of Migratory Raptors in Africa and Eurasia. Defra. 2005. 76 p.

UNESCO. World Heritage List. 2008. <http://whc.unesco.org/en/list/1102>. Downloaded on 04.11.2008.

Wetlands International. Ramsar Sites Information Service. 2008. <http://www.wetlands.org/rsis>.



Кобчик (*Falco vespertinus*), самец в возрасте двух лет, с пойманной мышью – жертва от удара током на ЛЭП. Арыкты. 11.06.2006. Фото Й. Кэмп.

Electrocuted male of the Red-footed Falcon (*Falco vespertinus*) 2 years old with the caught mouse. Aрыkty. 11/06/2006. Photo by J. Kamp.

только малую часть от общего количества птиц, погибших от электрического тока во всём мире), он привлекает внимание общественности к необходимости развивать деятельность, смягчающую неблагоприятные воздействия на птиц, даже если не исследован масштаб влияния этих воздействий на местные популяции (Bevanger, 1998).

Заключение

Исследованные ЛЭП (которые имеют самые распространённые конструкции) несут угрозу птицам. Но надо также отметить, что ЛЭП не обязательно опасны для птиц. Просто комбинация плохо спроектированных изоляторов и токопроводящих траверс, характерная для ЛЭП среднего напряжения, с одной стороны, и привлекательность опор для многих птиц, особенно хищных, с другой стороны, объясняют высокий риск гибели птиц в районе исследования. Следовательно, мы считаем, что в кратчайшие сроки необходимо провести птицезащитные мероприятия на подобных ЛЭП с использованием, например, изолирующих колпаков, особенно на тех территориях, на которых наблюдается высокая плотность гнездящихся и мигрирующих птиц. В качестве долгосрочных мероприятий необходимо реконструировать и сделать безопасными для птиц все ЛЭП среднего напряжения. Это может быть достигнуто различными средствами, которые предложены в ряде публикаций (Haas and Schurenberg, 2008; Matsina, 2008):

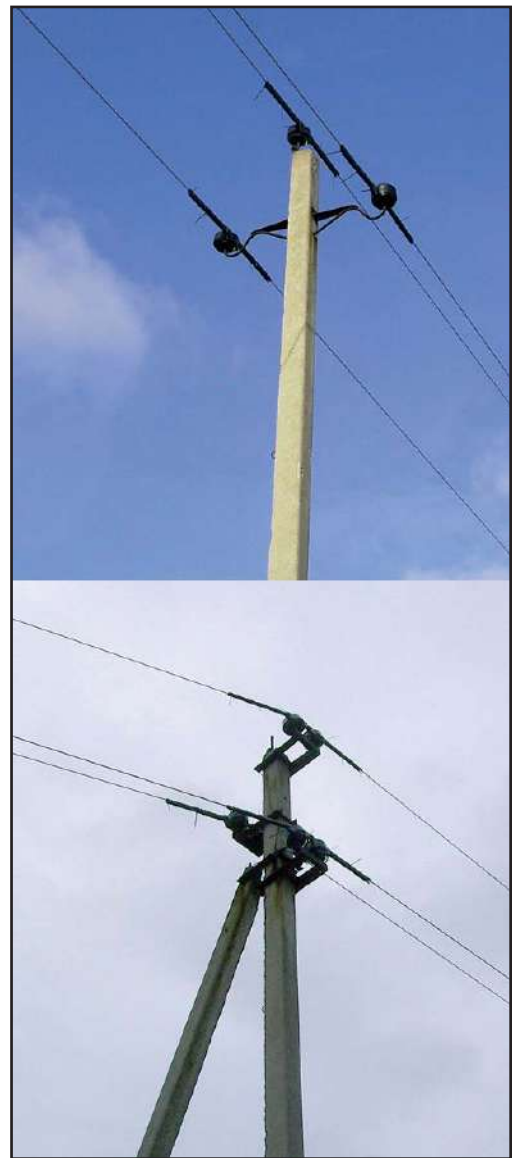
- модификация ЛЭП при реконструкции, например, при помощи подвесных изоляторов,
- закрытие изоляторов и прилегающей части токонесущего провода колпаками из поливинилхлорида,
- сокращение инфраструктуры ЛЭП путём введения альтернативных местных источников энергии (например, солнечная энергия в непосредственной близости от потребителей).

Инженеры электрических компаний должны знать об опасности ЛЭП для птиц. Соответственно, безопасность птиц необходимо учитывать при сооружении новых ЛЭП, и излишне опасные конструкции, то есть штыревые изоляторы на металлических траверсах, должны быть запрещены. И. Карякин (2008) рекомендует, в частности, чтобы в Казахстане меры по защите птиц были приняты на государственном уровне, например, как в Германии, где строительство новых «ЛЭП-убийц» запре-

шено, и все существующие ЛЭП должны быть реконструированы до 2012 г., согласно Федеральному закону по охране природы (2002).

Благодарности

Мы благодарим DAAD и NABU Германии за финансовую поддержку наших исследований. Полевая работа была бы не возможна без всесторонней поддержки участников проекта по кречётке, особенно М. Кошкина и Р. Шелдона. Мы признательны Й. Кампу и Т. Сачеру за ценные комментарии к нашей рукописи, Т. Зейну, любезно проверившему английский текст. Отдельная благодарность М. Химпелю за повышение качества нашей работы и долговременную поддержку.



Современные птицезащитные устройства на ЛЭП 6–10 кВ. Фото Г. Гришуткина.

Modern bird protective devices on a power line 6–10 kV. Photos by G. Grishutkin.