Raptor Conservation

ОХРАНА ПЕРНАТЫХ ХИЩНИКОВ

Deaths of Birds of Prey on Overhead Power Lines Made of Aerial Bundled Cables in Western Kazakhstan

ФАКТЫ ГИБЕЛИ ХИЩНЫХ ПТИЦ НА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ, ВЫПОЛНЕННЫХ САМОНЕСУЩИМ ИЗОЛИРОВАННЫМ ПРОВОДОМ, В ЗАПАДНОМ КАЗАХСТАНЕ

Pestov M.V. (Ecological Center "Dront", Nizhny Novgorod, Russia)

Ongarbayev N.Kh. (Dostyk Advisory LLC, Nur-Sultan, Kazakhstan)

Smelansky I.E. (Sibecocenter LLC, Novosibirsk, Russia)

Denisov D.A. (Kerzhenskiy State Nature Reserve, Nizhny Novgorod, Russia)

Пестов М.В. (Экологический центр «Дронт», Нижний Новгород, Россия)

Онгарбаев Н.Х. (ТОО «Достык Эдвайзори», Нур-Султан, Казахстан)

Смелянский И.Э. (ООО «Сибэкоцентр», Новосибирск, Россия)

Денисов Д.А. (Керженский государственный природный биосферный заповедник, Нижний Новгород, Россия)

Контакт:

Марк Пестов
Экологический центр
«Дронт»,
603076, Россия,
Нижний Новгород,
пр. Ленина, 44Б–52,
тел.: +7 904 913 87 53
vipera@dront.ru

Нурлан Онгарбаев
ТОО «Достык
Эдвайзори», Казахстан,
Нур-Султан
тел.: +7701757 00 51
ongarbayev@
dostykadvisory.com

Илья Смелянский
ООО «Сибэкоцентр»
630090, Россия,
Новосибирск, а/я 110
ilya@savesteppe.org

Дмитрий Денисов
Керженский
государственный
природный
биосферный
заповедник
603001, Россия,
Нижний Новгород,
ул. Рождественская, д. 23
midzhajj@gmail.com

Резюме

В сообщении приводятся результаты обследования воздушных линий электропередачи средней мощности (6–20 кВ), выполненных самонесущим изолированным проводом (СИП), на предмет выявления фактов гибели хищных птиц в Актобинской области летом 2017 г. и в Мангистауской области осенью 2019 г. (Республика Казахстан). Показано, что использование СИП само по себе не полностью предотвращает гибель птиц. Птицы погибают от поражения электрическим током при контакте с устройствами, используемыми для защиты линии от грозовых перенапряжений (молнии). Степень опасности для птиц зависит от конструкции этих устройств. Сделан вывод о необходимости обеспечения безопасности птиц при проектировании воздушных линий электропередачи, в том числе выполненных СИП. Для защиты от грозовых перенапряжений рекомендуется приоритетное использование таких устройств, которые обеспечивают безопасность птиц.

Ключевые слова: хищные птицы, пернатые хищники, степной орёл, *Aquila nipalensis*, орёл-могильник, *Aquila heliaca*, воздушные ЛЭП, ВЛ, поражение электрическим током, самонесущий изолированный провод, СИП, ВЛЗ, защита ВЛ от грозовых перенапряжений, РИП, РДИ, ПЗУ, Мангистауская область, Актобинская область, Казахстан.

Поступила в редакцию: 05.06.2020 г. **Принята к публикации:** 15.08.2020 г.

Abstract

Medium-capacity (6–20 kV) overhead power lines made of aerial bundled cables (ABC) were inspected to identify deaths of birds of prey in western Kazakhstan in summer 2017 (Aktobe Province) and in the autumn of 2019 (Mangystau Province). The results show that the use of ABC in itself does not completely prevent deaths of birds. Birds die from electrocution caused by contact with lightning overvoltage protectors. The level of hazard to the birds depends on the design of such protectors. The conclusion was made that the safety of birds should be ensured when designing overhead power lines, including ABC lines. It is recommended to use primarily the lightning overvoltage protectors that ensure safety of birds.

Keywords: birds of prey, raptors, Steppe Eagle, *Aquila nipalensis*, Eastern Imperial Eagle, *Aquila heliaca*, overhead power lines, OPL, electrocution, aerial bundled cable, ABC, POPL, OPL lightning overvoltage protection, spark discharger, SD, LSD, bird protection device, BPD, Mangystau Province, Aktobe Province, Kazakhstan.

Received: 05/06/2020. **Accepted:** 15/08/2020.

DOI: 10.19074/1814-8654-2020-40-52-62

Введение

Проблема массовой гибели хищных птиц на воздушных линиях электропередачи (ВЛ) средней мощности (6–20 кВ) от поражения электрическим током на территории Республики Казахстан (РК) хорошо известна

Introduction

The problem of mass birds of prey mortality on medium-voltage (6–20 kV) overhead power lines (OPL) in the territory of the Republic of Kazakhstan (RoK) caused by electrocution is well known and still requires a solution.

Contact:

Mark Pestov
Ecological Center "Dront",
av. Lenina, 44B-52,
Nizhny Novgorod,
603076, Russia
tel.: +7 904 913 87 53
vipera@dront.ru

Nurlan Ongarbayev
Dostyk Advisory LLC,
Nur-Sultan, Kazakhstan
tel.: +7 701 757 00 51
nongarbayev@
dostykadvisory.com

Ilya Smelansky
Sibecocenter LLC,
Novosibirsk, Russia
P.O. Box 110,
Novosibirsk,
630090, Russia
ilya@savesteppe.org

Dmitriy Denisov
Kerzhenskiy State Nature
Reserve
Rozhdestvenskaya str., 23,
Nizhny Novgorod,
603001, Russia
midzhajj@gmail.com

и по-прежнему требует решения. Инициативные исследования по оценке влияния ВЛ средней мощности на птиц на территории Атырауской области РК были начаты нами в 2010 г. (Сараев, Пестов, 2010) и продолжены в 2011 г. на средства областного бюджета в рамках реализации договора с Управлением природных ресурсов и природопользования Атырауской области (Пестов и др., 2012). Аналогичная работа на территории сопредельной Мангистауской области была проведена в 2015 г. при поддержке The Rufford Foundation (Пестов и др., 2015) и в 2018 г. по инициативе ТОО «Достык Эдвайзори» (Сараев и др., 2019).

В последнее время в распределительных электрических сетях всё чаще применяют самонесущий и изолированный провод (СИП). СИП компактен, надёжен, безопасен в отношении электротравматизма. При эксплуатации отсутствует схлёстывание проводов, их обрывы (при грамотно подобранной арматуре). Однако при всех видимых достоинствах СИП имеет и недостаток: ВЛ, выполненные защищённым проводом (ВЛЗ), нуждаются в особой защите от молний (грозовых перенапряжений), которая достигается с помощью защитных аппаратов (разрядников, или гасителей дуги) различных конструкций. Каждая из конструкций имеет свои достоинства и недостатки. В качестве наиболее часто используемых защитных аппаратов специалисты называют разрядники с искровым промежутком (РИП) и их усовершенствованную модификацию – ограничители перенапряжений с искровым промежутком, а также длинно-искровые разрядники (РДИ), отличающиеся отсутствием искровых промежутков (Виноградов, 2009).

Разрядник с искровым промежутком представляет собой конструкцию из двух электродов, между которыми имеется сравнительно небольшой зазор. Один из электродов крепится на защищаемой электрической цепи, второй электрод заземляется. Пространство между электродами называется искровым промежутком. При определённом значении напряжения между двумя электродами искровой промежуток пробивается, снимая тем самым перенапряжение с защищаемого участка цепи (Халилов и др., 2002).

При определённых технических решениях применение СИП также может устранить и проблему массовой гибели птиц от поражения электрическим током на ВЛ (Мащина, 2008; Пестов и др., 2012).

Lately, aerial bundled cables (ABC) are becoming more widely used in power networks. ABC is compact, reliable, and safe in terms of electrical injury risks. However, despite all its advantages, ABC has one disadvantage: OPL of protected wire (POPL) needs special lightning overvoltage protection which is ensured with protection devices (spark discharges or arc suppressors) of various designs. Specialists offer spark dischargers (SD) and long spark dischargers (LSD), characterized with no spark gaps, as most frequently used protection devices (Vinogradov, 2009).

A spark discharger consists of two electrodes separated by a relatively small gap. One of the electrodes is connected to the protected electric circuit, while the other one is earthed. The space between the electrodes is called a spark gap. At certain voltage between the two electrodes, the spark forms in the gap, resulting in reduction of the surge in the protected part of the circuit (Khalilov *et al.*, 2002).

It is obvious that certain engineering solutions can ensure the application of ABC that would eliminate the problem of mass bird mortality from electrocution on OPL (Matsyna, 2008; Pestov *et al.*, 2012).

In the available literature the information on bird deaths on POPL is described in A.V. Saltykov's publication (2020). Besides the Information letter No 10 by A.V. Saltykov, President of the Russian Bird Conservation Union, dated September 28, 2017, On Application of Bird Protection Devices for 6–20 kV POPL (Saltykov, 2017) is devoted to this topic. The author main conclusion is that applying ABC itself does not provide electrocution safety for birds contacting the POPL, additional complex of technical solutions is needed, including the application of BPD.

A new 498 km long Beineu – Shalkar railway line built in 2012–2014 crosses the areas of Beineu District of Mangystau Province, and Baiganin and Shalkar Districts of Aktobe Province. The railway is supported by several ABC OPL.

Research Methods

In 2017, two parallel POPL associated with Beineu – Shalkar railway were inspected on June 22 in the course of a single drive along the road section of approximately 20 km in the territory of Shalkar District of Aktobe Province. Thus, the total length of the inspected POPL was 40 km. This section of the POPL is equipped with SD.

In 2019, the inspection of POPL which is most probably owned by Kazakhstan Temir Zholy JSC commenced on October 8 approximately 18 km

Рис. 1. Траверса ВЛЗ электрохимзащиты трубопровода «Тенгиз – Новороссийск», принадлежащей компании «КТК-К», на территории Жылыойского района Атырауской области РК, оборудована РДИ. Погибшие птицы на данной ВЛЗ не выявлены. 05.05.2011. Фото М. Пестова.

Fig. 1. A POPL cross arm of the electrochemical protection for Tengiz – Novorossiysk pipeline owned by KTK-K in the territory of Zhyl'oi District of Atyrau Province, RoK, equipped with LSD. No dead birds were found along this POPL. 05/05/2011. Photo by M. Pestov.

Ранее проверки ВЛ, выполненные с применением СИП, показали их высокую безопасность для птиц. Так, в 2011 г. в низовьях р. Эмба (Жылыойский район Атырауской области) мы обследовали ВЛЗ электрохимзащиты трубопровода «Тенгиз – Новороссийск», принадлежащую компании «Каспийский трубопроводный консорциум» (КТК-К). При двукратном обследовании участка протяженностью около 40 км не было обнаружено ни одной погибшей птицы (Пестов и др., 2012). В качестве защиты от молний на данной ВЛЗ был использован один из вариантов РДИ (рис. 1).

В известной нам литературе сведения о гибели птиц на ВЛЗ содержатся в публикации А.В. Салтыкова (2020). Кроме того, этой теме посвящено информационное письмо президента Союза охраны птиц России № 10 от 28 сентября 2017 г. «О применении птицезащитных устройств для ВЛЗ 6–20 кВ» (Салтыков, 2017). Автор констатирует, что «ВЛЗ, как правило, имеют точки выхода потенциала на натяжных и ответвительных зажимах, ограничителях перенапряжения (ОПН), разрядниках, вводах трансформаторных подстанций, вводах и выводах переключателей (реклоузеров) и др., а потому представляют опасность смертельного электропоражения для птиц, контактирующих с электросетевыми объектами». Также в письме сообщается, что «в целях соблюдения требований законодательства по предотвращению гибели объектов животного мира ПАО «РОС-СЕТИ» приняло Стандарт организации СТО 34.01-2.2-025-2017 «Птицезащитные устройства для воздушных линий электропередачи и открытых распределительных устройств подстанций. Методические указания по применению» (дата введения 28.07.2017 г.), содержащие перечень элементов ВЛЗ 6–20 кВ, подлежащих осна-

southwest from Beineu Station and covered the section of approximately 104 km along Beineu – Shalkar railway. This section of the railway has several POPLs in parallel to each other along the railway, two of which are equipped with SD, and two others with LSD.

Consequently, after following along approximately 104 km of the railway in two days (October 8–9, 2019), we were able to inspect approximately 208 km of POPL with SD (two sections of 104 km each) and 82 km of POPL with LSD (two sections of 41 km each).

In the course of following the main route, we noticed several branch lines supplying power to the farms and small villages located at a relatively short distance from the railway. Such branch lines are made of common un-insulated wire on reinforced-concrete poles with pin insulators on metal cross arms without any BPD. One of such sections of OPL of approximately 4 km long was also inspected.

We inspected the POPL while riding an off-road vehicle moving along the OPL at the distance of 5–45 m from the poles at the speed not exceeding 30 km/h.

Survey routes along the Beineu – Shalkar Railway in Mangystau and Aktope Provinces, RoK in 2017 and 2019 are depicted on fig. 5.

In case of visual detection of dead birds or avian bone and feather remains under OPL, the remains were carefully inspected to identify the species and/or genus and to assess the approximate time of death judging by the condition of the remains. Coordinates of each bird remains were registered as well as a serial number of the nearest electric pole (if available). The remains were photographed with Garmin navigator against a background of the OPL where the bird supposedly died. The distance between points was measured via the vehicle's odometer and later specified in GIS. Besides, all observations of living birds of prey along the route were also recorded.

Results and Discussion

The consolidated results of the registered deaths of birds on OPL in 2017 and 2019 are specified in table 1.

The first deaths of birds of prey on POPL with SD along Beineu – Shalkar railway were registered on June 22, 2017, in the territory of Shalkar district of Aktope Province. Dead birds and bone and feather remains of ten Steppe Eagles (*Aquila nipalensis*) that died presumably between autumn 2016 and spring 2017 were found under nine poles of OPL. The average mortality rate was 2.5 specimens/10 km. During the inspection, eight living Steppe Eagles were observed in this section as well.

шению птицевозащитными устройствами» (Салтыков, 2017). Основной вывод автора: само по себе применение СИП не обеспечивает безопасности птиц от поражения электрическим током при контактах с ВЛЗ, для этого необходимо использование дополнительного комплекса технических решений, в том числе, применение птицевозащитных устройств (ПЗУ).

В 2012–2014 гг. была построена железнодорожная ветка Бейнеу – Шалкар протяжённостью 498 км, пересекающая территории Бейнеуского района Мангистауской области, Байганинского и Шалкарского районов Актыбинской области⁴⁸. Железная дорога сопровождается несколькими ВЛЗ.

В июне 2017 г. один из соавторов данной публикации (И.Э. Смелянский) впервые отметил факты гибели хищных птиц на ВЛЗ, сопряжённой с данным участком железной дороги на территории Актыбинской области. В октябре 2019 г. при финансовой поддержке ТОО «Достык Эдвайзори» нами было проведено специальное обследование участка нескольких ВЛЗ, идущих вдоль железной дороги Бейнеу – Шалкар на территории Мангистауской области.

Методика исследований

В 2017 г. обследование двух параллельно расположенных ВЛЗ, сопряжённых с железной дорогой Бейнеу – Шалкар, проведено 22 июня в ходе однократного проезда на участке протяжённостью около 20 км между разъездами Жанак и Шукыр на территории Шалкарского района Актыбинской области. Т.о., общая протяжённость обследованных ВЛЗ составила 40 км. Данный участок ВЛ выполнен СИП и оборудован РИП (рис. 2).

В 2019 г. маршрут по обследованию ВЛЗ, вероятно, принадлежавшей АО «Қазақстантеміржолы», был начат 8 октября примерно в 18 км к юго-востоку от ст. Бейнеу и на протяжении около 104 км проходил вдоль железной дороги Бейнеу – Шалкар.

На всём протяжении обследованного участка вдоль железной дороги на расстоянии около 10 м одна от другой па-

In 2019, the inspection of 208 km of POPL with SD in Mangystau region revealed remains of three birds. The average bird mortality rate was 0.14 specimen/10 km, which is more than 30 times lower than the similar rate for the OPL of unprotected wire (Pestov *et al.*, 2015). One of the three found birds died on an anchor pole where SD electrodes are fixed above the potential perching site for a large bird, which increases the risk of short circuit.

Another bird died on the pole with a non-standard cross arm. One of the insulators of that cross arm was moved downwards which resulted in the electrodes of the SD being located within one horizontal plane instead of the vertical one which is generally the case. It appears that such arrangement of electrodes increases the risk of short circuit caused by a bird. In general, it is obvious that the spark gap of this type of discharger makes such design potentially dangerous for birds.

No dead birds were found during inspection of the 82 km of POPL with LSD. This design therefore is the least dangerous for birds since there is no spark gap, and the use of such design should be a priority in compliance with the environmental laws.

It should be noted that the design of the cross arms used for mounting of ABC of POPL, regardless the type of the discharger used and the level of hazard to birds, is not handy to be used as a perch by large birds of prey due to three closely mounted pin insulators. It is confirmed with the photograph of a Eastern Imperial Eagle perching on ABC right in the spot where it is attached to SD: eagles usually avoid cables and

Рис. 2. Опора ВЛЗ, оборудованная РИП, под которой были найдены останки степного орла (*Aquila nipalensis*) на территории Актыбинской области. 22.06.2017. Фото И. Смелянского.

Fig. 2. A pole of a POPL equipped with SD where remains of a Steppe Eagle (*Aquila nipalensis*) were found in the territory of Aktobe Province. 22/06/2017. Photo by I. Smelansky.

⁴⁸ <http://railwayz.info/photolines/line/1914>

Рис. 3. Опоры ЛЭП с СИП, использующие в своей конструкции РИП: 1 – Орёл-могильник (*Aquila heliaca*), использующий в качестве присады СИП в месте крепления к нему РИП. Птица непосредственно контактирует с верхним электродом РИП, находящимся под напряжением. 08.10.2019. Фото М. Пестова; 2 – Обыкновенная пустельга (*Falco tinnunculus*), использующая в качестве присады СИП в месте крепления к нему РИП. Расстояние между электродом под напряжением и заземленным электродом визуально составляет около 10 см. 08.10.2019. Фото Н. Онгарбаева; 3 – Траверса опоры ВЛЗ, оборудованная РИП. Красным выделен один из трёх РИП, смонтированный на нестандартно расположенном изоляторе, в результате чего электроды РИП расположены в одной горизонтальной плоскости. 08.10.2019. Фото М. Пестова; 4 – Траверса анкерной опоры ВЛЗ, оборудованная РИП. Красным выделены 2 из 3 РИП. 08.10.2019. Фото М. Пестова.

Fig. 3. Power lines supports with insulated wires, using SDs in their design: 1 – An Eastern Imperial Eagle (*Aquila heliaca*) perching on ABC in the spot where it connects to SD. The bird directly contacts the upper live electrode of SD. 08/10/2019. Photo by M. Pestov; 2 – A Common Kestrel (*Falco tinnunculus*) perching on ABC in the spot where it connects to SD. The gap between the live electrode and the earthed one is visually estimated as 10 cm. 08/10/2019. Photo by N. Ongarbayev; 3 – A cross arm of a POPL pole equipped with SD. The red color is used to highlight one of the three SD mounted in an insulator which is positioned in a non-standard way, which results in all SD electrodes being positioned within one horizontal plane. 8/10/2019. Photo by M. Pestov; 4 – A cross arm of a POPL anchor pole equipped with SD. The red color highlights two out of the three SD. 8/10/2019. Photo by M. Pestov.

параллельно проходят 2 ВЛЗ, выполненные с применением СИП, на железобетонных опорах с горизонтальными металлическими траверсами со штыревыми изоляторами и разрядниками с искровыми промежутками (рис. 3: фото 1–4). Расстояние между железнодорожным полотном и ближайшей к нему ВЛЗ также составляет около 10–12 м. В 2017 г. на территории Актюбинской области был осмотрен участок этих же 2 ВЛЗ с РИП.

На участке от пос. Кызыласкер до окрестностей пос. Туруш, на протяжении около 41 км, параллельно 2 ВЛЗ, оборудованным разрядниками с искровыми промежутками, расположены ещё две ВЛЗ, оборудованные длинно-искровыми разрядниками (локализация данных ВЛЗ на местности до и после указанного участка, а также их принадлежность конкретной организации

prefer cross arms for perching (fig. 3: photo 1). It is possible that eagles attempting to use ABC as a perch might not only be electrocuted but may also damage the discharger and the wire fixing to the insulator due to the weight load. This problem could apparently be solved by applying supplementary T-shaped insulated perches that would be more attractive for raptors than ABC.

Besides the dead birds, the following living birds of prey were noticed on the 104 km route along Beineu – Shalkar railway on October 8–9, 2019: four Eastern Imperial Eagles (*Aquila heliaca*), one Steppe Eagle, one Long-Legged Buzzard (*Buteo rufinus*), and two Common Kestrels (*Falco tinnunculus*).

The inspection of the 4 km of unprotected OPL in 2019 revealed two dead birds of prey. Despite the small sample size, the average bird mortality of 5.0 specimens/10 km was,

нами не установлены) (рис. 4: фото 1–2). Т.о., на данном участке параллельно друг другу проходят 4 ВЛЗ, расстояние между любыми рядом расположенными составляет около 10 м, а расстояние между максимально удалёнными «крайними» ВЛЗ, соответственно, составляет около 40 м (рис. 4: фото 3). Соответственно, двигаясь на автомобиле по грунтовой дороге параллельно ВЛ, 2 наблюдателя могли одновременно осматривать все 4 ВЛ на предмет наличия останков погибших птиц под опорами.

В результате, однократно проехав вдоль железной дороги около 104 км за двое суток (8–9 октября 2019 г.), нам удалось осмотреть около 208 км ВЛЗ с РИП (2 участка по 104 км) и 82 км ВЛЗ с РДИ (2 участка по 41 км).

В ходе движения по основному маршруту в нескольких местах нами были отмечены боковые отводы (отпайки) ВЛ, подающие электроэнергию к фермерским хозяйствам и небольшим поселкам, расположенным на относительно небольшом удалении от железной дороги. Данные отводы выполнены

as expected, comparable to the similar data obtained earlier for the OPL of Atyrau and Mangystau regions that proved to be hazardous for birds (Pestov *et al.*, 2012; 2015; Sarayev *et al.*, 2019). This fact once again confirms that such design poses a maximum hazard to birds, and its use without effective BPD is inadmissible.

Unexpectedly high bird mortality rates for POPL equipped with SD in 2017 in Aktope Province (2.5 specimens/10 km) are comparable to the results obtained for unprotected OPL and are approximately 18 times higher than the results for the same POPL in Mangystau Province in 2019. This might be explained with short length of the inspected OPL section which happens to cross the flyway of eagles, and/or rainy weather during spring and/or autumn flyby in 2016–2017, which resulted in higher bird mortality rate.

The short-term research of influence of the POPL equipped with different types of lightning overvoltage protection on the populations of birds of prey needs to be continued and the conclusions made herein are preliminary.

Рис. 4. ВЛ с разным оборудованием: 1 – Траверса опоры ВЛЗ, оборудованная РДИ; 2 – Траверса анкерной опоры ВЛЗ, оборудованная РДИ; 3 – ВЛЗ, идущие вдоль железной дороги Бейнеу – Шалкар. Две левых линии для защиты от грозовых перенапряжений оборудованы РДИ, две правых линии – РИП; 4 – Траверса ВЛ с незащищённым проводом – отводка на ф/х «Кайнар». ПЗУ отсутствуют. Данная конструкция максимально опасна для птиц. 08.10.2019. Фото М. Пестова.

Fig. 4. Power lines with different equipment: 1 – A cross arm of a POPL pole equipped with LSD; 2 – A cross arm of a POPL anchor pole equipped with LSD; 3 – POPL along Beineu – Shalkar railway. The two lines on the left are equipped with LSD for lightning overvoltage protection, the two lines on the right are equipped with SD; 4 – A cross arm of OPL with unprotected wire, a branch line to Kainar farm. No BPD installed. This design poses the highest hazard for birds. 08/10/2019. Photos by M. Pestov.

обычным неизолированным проводом на железобетонных опорах со штыревыми изоляторами на металлических траверсах, ПЗУ отсутствуют (рис. 4: фото 4). Их владелец не установлен. Один из таких участков ВЛ, протяжённостью около 4 км, идущий на фермерское хозяйство «Кайнар», также был нами осмотрен.

Осмотр ВЛЗ проводился с использованием автомобиля повышенной проходимости, движущегося вдоль ВЛ на расстоянии 5–45 м от опор со скоростью до 30 км/час. Подобный экспресс-метод учёта позволяет за относительно короткий промежуток времени осмотреть значительные по протяжённости участки

Preliminarily Conclusions

1. OPL made of aerial bundled cables are less hazardous for birds than OPL of unprotected wires, however, the former can also cause death of birds from electrocution. The frequency of such cases depends on the design of the devices used for lightning overvoltage protection.

2. Death of birds from electrocution was registered on POPL equipped with spark dischargers. It is obvious that the spark gap in the design becomes the cause of electrocution and death of birds. It is safe to use POPL of this type only with special bird protection devices.

3. No bird deaths were registered on POPL equipped with long spark dischargers with no spark gap. This serves as the basis for recommendation to use such design in the entire territory of Kazakhstan. In the best condition such design of POPL cross arm could have been equipped with an additional T-shaped non-conducting or insulated perch which would distract larger birds of prey from perching on ABC.

4. The detected deaths of birds once again prove the necessity for clear and specific requirements for design and operation of 6–20 kV OPL established at the national level, including use of specific types of poles, cross arms, wires, insulators, lightning overvoltage protectors, and BPDs to ensure bird safety in compliance with the national laws.

Acknowledgment.

The authors thank Igor Karyakin (Sibecocenter LLC), Alexander Matsina (Ornithological Laboratory at Ecocenter "Dront"), and Andrey Saltykov (Russian Bird Conservation Union) for their useful advice during preparation of this article.

Условные обозначения/Legend:

- Маршрут вдоль ВЛЗ с РИП 8-9.10.2019 г.
Route along POPL with SD 8-9.10.2019
- Маршрут вдоль ВЛЗ с РДИ 8-9.10.2019 г.
Route along POPL with LSD 8-9.10.2019
- Маршрут вдоль ВЛ с неизолированным проводом 8.10.2019 г.
Route along OPL with uninsulated wire 8.10.2019
- Маршрут вдоль ВЛЗ с РИП 22.06.2017 г.
Route along POPL with SD 22.06.2017
- Государственная граница РК
State border of RoK
- Граница областей РК
RoK province border
- Железная дорога
Railway
- Железная дорога Бейнеу-Шалкар
Beineu-Shalkar railway

Рис. 5. Район работ.

Fig. 5. Survey area.

Табл. 1. Результаты обследования ВЛ средней мощности вдоль железной дороги Бейнеу – Шалкар на территории Мангистауской и Актыбинской областей РК в 2017 и 2019 гг.

Table 1. Results of medium-capacity OPL inspection along Beineu – Shalkar railway in the territory of Mangystau and Aktobe Provinces, RoK in 2017 and 2019.

№	Дата обследования Date of Inspection	Характеристика линии Line Specification	Протяжённость обследованных участков ВЛ, км Length of the Inspected OPL Sections (km)	Количество погибших птиц: общее по видам, экз. Number of electrocuted birds: Total by species (specimens)	Количество погибших птиц: среднее на 10 км ВЛ, экз. Number of electrocuted birds: Average per 10 km of OPL (specimens)
1	22/06/2017	ВЛЗ РИП POPL SD	40	Степной орёл (<i>Aquila nipalensis</i>) – 10	2.5
2	8–9/10/2019	ВЛЗ РИП POPL SD	208	Курганник (<i>Buteo rufinus</i>) – 2 Степной орёл (<i>Aquila nipalensis</i>) – 1	0.14
3	8–9/10/2019	ВЛЗ РДИ POPL LSD	82	0	0.0
4	08/10/2019	ВЛ с незащищённым проводом OPL with unprotected wire	4	Орёл-могильник (<i>Aquila heliaca</i>) – 1 Чёрный коршун (<i>Milvus migrans</i>) – 1	5.0

ВЛ и, в условиях невысокого и зачастую разреженного растительного покрова пустынной зоны под опорами ВЛ, обеспечивает обнаружение большинства останков средних и крупных птиц, погибших за последние 2 года. В ходе осмотра описывались и фотографировались конструктивные особенности опор, траверс, изоляторов и устройств для защиты от грозовых перенапряжений, используемых на данной ВЛ.

При визуальном обнаружении под ВЛ трупов птиц, костно-перьевых останков или даже отдельных перьев машина останавливалась, и проводился подробный осмотр останков. Определялась видовая и (или) родовая принадлежность останков и оценивалось примерное время гибели птицы по степени сохранности останков. Для каждой находки останков птицы отмечались координаты и (при наличии) номер столба, под которым найдены останки. Проводилось фотографирование останков с навигатором Garmin и на фоне ВЛ, на которой предположительно погибла птица. Трупы и костно-перьевые останки птиц, погибших в 2018 и 2019 гг., учитывались отдельно. Более ранние останки не регистрировались. Измерение расстояний между отдельными пунктами проводилось по спидометру автомобиля, в дальнейшем было уточнено в ГИС. Кроме того, на маршруте отмечали встречи живых хищных птиц.

Локализация маршрутов по учёту гибели птиц на ВЛ вдоль железной дороги Бейнеу – Шалкар в Мангистауской и Актыбинской областях РК в 2017 и 2019 гг. показана на рис. 5.

Результаты и их обсуждение

Обобщенные результаты учётов гибели птиц на ВЛ, проведённых в 2017 и 2019 гг., представлены в таблице 1.

Впервые факты гибели хищных птиц на ВЛЗ с РИП при железной дороге Бейнеу – Шалкар зафиксированы 22 июня 2017 г. на территории Шалкарского района Актыбинской области. Под девятью опорами ВЛ были обнаружены трупы и костно-перьевые останки 10 степных орлов (*Aquila nipalensis*), погибших предположительно осенью 2016 – весной 2017 гг. (рис. 6). Средний показатель гибели составил 2,5 экз./10 км. Во время обследования на этом отрезке были отмечены также 8 живых степных орлов, преимущественно сидящих на опорах ВЛ.

Рис. 6. Костно-перьевые останки степного орла, погибшего от поражения электрическим током на опоре ВЛЗ, оборудованной РИП, на территории Актыбинской области. 22.06.2017. Фото И. Смелянского.

Fig. 6. Bone and feather remains of a steppe eagle that died from electrocution on POPL equipped with SD in the territory of Aktobe Province. 22/06/2017. Photo by I. Smelansky.

В 2019 г. при обследовании 208 км ВЛЗ с РИП в Мангистауской области обнаружены останки трёх погибших птиц (рис. 7: фото 1–3). Средний показатель гибели составил 0,14 экз./10 км, что более чем в 30 раз ниже аналогичного показателя гибели птиц на ВЛ с незащищённым проводом (Пестов и др., 2015). Одна из трёх обнаруженных погибших птиц (степной орёл) погибла на анкерной опоре, где электроды РИП расположены выше места потенциальной присады для крупной птицы, что увеличивает вероятность короткого замыкания. Ещё одна птица (курганник *Buteo rufinus*) погибла на опоре с «нестандартной» траверсой. Один из изоляторов на этой траверсе сдвинут вниз, в результате чего электроды смонтированного на нём РИП расположены в одной горизонтальной плоскости, а не в вертикальной, как в большинстве случаев. Вероятно, эта особенность расположения увеличивает возможность короткого замыкания птиц. Можно утверждать, что именно наличие искрового промежутка у данного типа разрядника делает эту конструкцию потенциально опасной для птиц.

При обследовании 82 км ВЛЗ с РДИ погибшие птицы не обнаружены, так же как и при обследовании 40 км участка ВЛЗ аналогичной конструкции на территории Атырауской области (Пестов и др., 2012). Вероятно, пока нельзя утверждать, что использование РДИ полностью исключает возможность гибели птиц, так как и в данной конструкции в месте крепления РДИ к СИП имеются небольшие участки, нахо-

дящиеся под напряжением и расположенные относительно близко к заземлённым траверсам. Однако данная конструкция разрядников наименее опасна для птиц из-за отсутствия искрового промежутка, и её широкое применение должно быть приоритетным в соответствии с природоохранным законодательством. По мнению специалистов, РДИ имеют и некоторые эксплуатационные преимущества перед разрядниками с искровыми промежутками, обсуждение которых выходит за рамки задач данного сообщения (Виноградов, 2009).

Следует отметить, что конструктивно траверсы, на которые монтируется СИП ВЛЗ, независимо от типа используемых разрядников и степени их опасности, в принципе «неудобны» для использования крупными хищными птицами в качестве присад из-за достаточно близко расположенных 3 штыревых изоляторов. Подтверждением этому служит фото орломогильника (рис. 3: фото 1), сидящего на СИП как раз в месте крепления к нему РИП: обычно орлы не садятся на провода и используют в качестве присад траверсы. Очевидно, что вынужденные попытки орлов использовать СИП в качестве присад не только создают угрозу поражения птицы электрическим током, но, предположительно, могут привести к повреждению разрядника и крепления провода к изолятору из-за возрастания нагрузки. Вероятно, приемлемым решением данной проблемы могло бы стать использование отвлекающих Т-образных диэлектриче-

Рис. 7. Останки птиц, погибших от поражения электрическим током: 1 – Курганник (*Buteo rufinus*), погибший от поражения электрическим током на опоре ВЛЗ, оборудованной РИП. 09.10.2019.

Фото Н. Онгарбаева; 2 – Костно-перьевые останки степного орла, погибшего от поражения электрическим током на анкерной опоре ВЛЗ, оборудованной РИП. 09.10.2019. Фото М. Пестова; 3 – Анкерная опора ВЛЗ, оборудованной РИП, под которой были найдены костно-перьевые останки степного орла, погибшего от поражения электрическим током. 09.10.2019. Фото М. Пестова.

Fig. 7. The remains of electrocuted birds: 1 – A Long-Legged Buzzard (*Buteo rufinus*) that died from electrocution on POPL equipped with SD. 09/10/2019.

Photo by N. Ongarbayev; 2 – Bone and feather remains of a Steppe Eagle that died from electrocution on a POPL anchor pole equipped with SD. 09/10/2019. Photo by M. Pestov; 3 – An anchor pole of POPL equipped with SD, under which bone and feather remains of a Steppe Eagle that died from electrocution were found. 09/10/2019. Photo by M. Pestov.

Рис. 8. Степной орёл на отвлекающей неизолированной Т-образной присаде на ВЛ с незащищённым проводом. Данная конструкция не является эффективным ПЗУ. Атырауская область. 07.10.2011. Фото М. Пестова.

Fig. 8. A Steppe Eagle on a distracting non-insulated T-shaped perch on an OPL with unprotected wire. This structure is not an effective BPD. Atyrau Province. 7/10/2011. Photo by M. Pestov.

ских либо изолированных присад, внешне аналогичных тем, которые ранее широко использовались на ВЛ с незащищенными проводами в качестве ПЗУ, что не исключало гибель птиц при посадке на траверсу и не являлось эффективным решением проблемы (рис. 8).

Помимо погибших на ВЛ птиц, на маршруте протяжённостью около 104 км вдоль железной дороги Бейнеу – Шалкар 8–9 октября 2019 г. были отмечены живые хищные птицы: 4 орла-могильника, 1 степной орёл, 1 курганник и 2 обыкновенных пустельги (*Falco tinnunculus*).

В 2019 г. при обследовании 4 км ВЛ с незащищённым проводом обнаружены 2 погибшие хищные птицы (рис. 9: фото 1–2). Несмотря на небольшой размер выборки, средний показатель гибели птиц – 5,0 экз./10 км – ожидаемо оказался сопоставим с аналогичными данными, ранее полученными для «птицепасных» ВЛ в Атырауской и Мангистауской областях (Пестов и др., 2012; 2015; Сараев и др., 2019). Это в очередной раз подтверждает, что данная конструкция максимально опасна для птиц, и её использование без эффективных ПЗУ недопустимо.

Неожиданно высокие показатели гибели птиц на ВЛЗ, оборудованных РИП, на территории Актыбинской области (2,5 экз./10 км) в 2017 г., сопоставимы с таковыми на ВЛ с незащищённым проводом и примерно в 18 раз превышают данные для тех же ВЛЗ в Мангистауской области в 2019 г. Возможно, это связано с не-

большой протяжённостью осмотренного участка ВЛ, совпавшего с местом прохождения пролётного пути орлов и (или) с дождливой погодой в период весеннего и осеннего пролётов 2016–2017 гг., что существенно повысило средний показатель смертности птиц.

В любом случае, проведённые нами краткосрочные исследования влияния ВЛЗ с различными типами защиты от грозовых перенапряжений на популяции хищных птиц нуждаются в продолжении, а сделанные на их основе выводы являются предварительными.

Предварительные выводы

1. ВЛ, выполненные самонесущим изолированным проводом, менее опасны для птиц, чем ВЛ с незащищёнными проводами, однако они тоже могут становиться причиной гибели птиц от поражения электрическим током, если оснащены устройствами, используемыми для защиты от грозовых перенапряжений. Частота случаев гибели птиц зависит от конструкции таких устройств.

2. Гибель птиц от поражения электрическим током отмечена на ВЛЗ, оборудованных разрядниками с искровыми промежутками. Следовательно, именно наличие искрового промежутка становится причиной поражения электрическим током и гибели птиц. Безопасно эксплуатировать подобные ВЛЗ можно только с использованием специальных птицепроизводящих устройств.

3. На ВЛЗ, оборудованных длинноискровыми разрядниками, не имеющими искро-

Рис. 9. Останки птиц, погибших от поражения электротоком: 1 – Орёл-могильник, погибший от поражения электрическим током, под опорой ВЛ с незащищённым проводом. 08.10.2019. Фото М. Пестова; 2 – Чёрный коршун (*Milvus migrans*), погибший от поражения электрическим током, под опорой ВЛ с незащищённым проводом. 08.10.2019. Фото Н. Онгарбаева.

Fig. 9. The remains of electrocuted birds: 1 – An Eastern Imperial Eagle that died from electrocution under an OPL with unprotected wire. 08/10/2019. Photo by M. Pestov; 2 – A Black Kite (*Milvus migrans*) that died from electrocution under an OPL with unprotected wire. 08/10/2019. Photo by N. Ongarbayev.

вых промежутков, гибель птиц от поражения электрическим током не отмечена. На этом основании данную конструкцию можно рекомендовать к использованию на всей территории Казахстана. В оптимальном варианте данная конструкция траверсы ВЛЗ могла бы быть оснащена дополнительной Т-образной диэлектрической либо изолированной присадой, отвлекающей крупных хищных птиц от использования СИП в качестве присад.

4. Выявленные факты гибели птиц ещё раз показывают, что на республиканском уровне необходимы чётко сформулированные требования к проектированию и эксплуатации ВЛ 6–20 кВ, включая использование определённых типов опор, траверс, проводов, изоляторов, устройств для защиты от грозовых поражений и ПЗУ с учётом обеспечения безопасности птиц в соответствии с законодательством РК.

Благодарности

Авторы благодарят Игоря Карякина (ООО «Сибирский экологический центр»), Александра Мащину (Орнитологическая лаборатория при Экоцентре «Дронте») и Андрея Салтыкова (Союз охраны птиц России) за полезные консультации при подготовке данной статьи.

Литература

Виноградов А.В. Защита ВЛ, выполненных СИП, от грозовых перенапряжений. – КАБЕЛЬ-NEWS. 2009. № 4. С. 31–34. [Vinogradov A.V. Protection of overhead lines, made by self-supporting insulated wire, from lightning overvoltage. – CABLE-NEWS. 2009. 4: 31–34. (in Russian).] URL: <http://eepir.ru/images/flippingbook/kabel/2009/04-2009.pdf> Дата обращения: 13.03.2020.

Мащина А.И. Краткий обзор методов защиты птиц от поражения электрическим током на линиях электропередачи. – Пернатые хищники и их охрана. 2008. № 11. С. 10–13. [Matsina A.I. Short Review of Techniques for Preventing Electrocutation of Birds on Overhead Power Lines. – Raptors Conservation. 2008. 11: 10–13.] URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/25008> Дата обращения: 13.03.2020.

Пестов М.В., Сараев Ф.А., Шалхаров М.К. Оценка влияния воздушных линий электропередачи средней мощности на орнитофауну Атырауской области, Казахстан. – Пернатые хищники и их охрана. 2012. № 24. С. 104–117. [Pestov M.V., Saraev F.A., Shalharov M.K. Assessing the Impact of Power Lines in the Medium Voltage Range on Birds of the Atyrau District in Kazakhstan. – Raptors Conservation. 2012. 24: 104–117.] URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/12337> Дата обращения: 13.03.2020.

Пестов М.В., Сараев Ф.А., Терентьев В.А., Нурмухамбетов Ж.Э. Итоги проекта «Оценка влия-

ния воздушных линий электропередачи средней мощности на орнитофауну Мангистауской области (Республика Казахстан)». – Пернатые хищники и их охрана. 2015. № 31. С. 64–74. [Pestov M.V., Saraev F.A., Terentiev V.A., Nurmukhambetov Zh.E. The Project Outcome “Assessment of the Impact of Medium Voltage Power Lines on Avifauna in Mangistau Region (Kazakhstan)”. – Raptors Conservation. 2015. 31: 64–74.] DOI: 10.19074/1814-8654-2015-31-64-74 URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/26094> Дата обращения: 13.03.2020.

Салтыков А.В. Современные ВЛЗ уничтожают птиц?! – Вести в электроэнергетике. 2020. № 3 (107). С. 68–73. [Saltykov A.V. Modern overhead power lines with protected wires destroy birds?! – Electric Power News. 2020. 3 (107): 68–73. (in Russian).] URL: <http://www.rbcu.ru/programs/313/36294/> Дата обращения: 13.03.2020.

Салтыков А.В. Информационное письмо № 10 от 28 сентября 2017 г. «О применении птицепроцессорных устройств для ВЛЗ 6–20 кВ». – Союз охраны птиц России. 2017. С. 1–3. [Saltykov A.V. Information letter No. 10 dated September 28, 2017 “On the use of bird protection devices for 6–20 kV overhead power lines.” – Russian Bird Conservation Union. 2017: 1–3. (in Russian).] URL: <http://www.rbcu.ru/programs/312/34179/> Дата обращения: 13.03.2020.

Сараев Ф.А., Пестов М.В. Результаты двукратных учётов гибели хищных птиц на линиях электропередачи в южной части Урало-Эмбинского междуречья весной и осенью 2010 года, Казахстан. – Пернатые хищники и их охрана. 2011. № 21. С. 106–110. [Saraev F.A., Pestov M.V. The Results of Counts of Raptors Died through Electrocutation Carried out Twice in the South Part of Ural-Emba Interfluvium in Spring and Autumn on 2010, Kazakhstan. – Raptors Conservation. 2011. 21: 106–110.] URL: <http://rrrcn.ru/ru/archives/17586> Дата обращения: 13.03.2020.

Сараев Ф.А., Пестов М.В., Онгарбаев Н.Х., Нурмухамбетов Ж.Э., Мухашов А.Т., Ухов С.В. Результаты учётов гибели птиц на воздушных линиях электропередач в Западном Казахстане (Атырауская и Мангистауская области). – Труды Аксу-Жабаглинского государственного природного заповедника. Вып. 12. Шымкент, 2019. С. 129–136. [Saraev F.A., Pestov M.V., Ongarbaev N.Kh., Nurmukhambetov Zh.E., Mukhashov A.T., Ukhov S.V. The results of the assessment of birds mortality caused by electricity power lines in Western Kazakhstan (Atyrau and Mangistau provinces). – Aksu-Zhabagly Nature Reserve Proceedings. Issue 12. Shymkent, 2019. 12: 129–136. (in Russian).] URL: <https://s2.siteapi.org/e952239c2a274cb/docs/grld3pg9ao84o8g004cssowokwco4> Дата обращения: 13.03.2020.

Халилов Ф.Х., Евдокунин Г.А., Поляков В.С., Подпоркин Г.В., Таджибаев А.И. Защита сетей 6–35 кВ от перенапряжений. СПб., 2002. 272 с. [Khalilov F.Kh., Evdokunin G.A., Polyakov V.S., Podporkin G.V., Tadjibaev A.I. Protection of 6–35 kV networks against overvoltage. St. Petersburg, 2002: 1–272. (in Russian).] URL: <http://leskovo.vk.vntu.edu.ua/file/e2bd9b21e20d95768117fdbf419d8543.pdf> Дата обращения: 13.03.2020.