

The Problem of Bird Mortality on Power Lines in Belarus: Preliminary Results of Studies

ПРОБЛЕМА ГИБЕЛИ ПТИЦ НА ЛЭП В БЕЛАРУСИ: ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Samusenko I.E., Novitsky R.V., Pakul P.A. (The State Scientific and Production Amalgamation "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Biological Resources" – Institute of Zoology, NAS of Belarus, Minsk, Belarus)

Самусенко И.Э., Новицкий Р.В., Пакуль П.А. (Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам» – Институт зоологии НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь)

Контакт:

Ирина Эдуардовна Самусенко
Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам» (Институт зоологии НАН Беларуси) 220072, Беларусь, Минск, ул. Академическая, 27 тел.: +375 17 284 25 04 s.irina66@mail.ru

Руслан Викторович Новицкий
ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам» (Институт зоологии НАН Беларуси) 220072, Беларусь, Минск, ул. Академическая, 27 тел.: +375 17 332 16 39 rnamphi@mail.ru

Павел Александрович Пакуль
ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам» (Институт зоологии НАН Беларуси) 220072, Беларусь, Минск, ул. Академическая, 27 тел.: +375 17 284 25 04 anderer@tut.by

Резюме

В Беларуси специальных исследований по оценке степени и масштабов воздействия ЛЭП на птиц до настоящего времени не проводилось. В статье представлены результаты первого этапа (2011 г.) трёхлетнего проекта, направленного на масштабное изучение данной проблемы. Полевые работы в 2011 г. осуществлялись на территории 16 административных районов Брестской и Минской областей. Общая протяжённость пеших учётных маршрутов по ВЛ-10–220 кВ в 2011 г. составила 1101,2 км, на которых было зафиксировано 346 случаев гибели птиц. В среднем частота гибели птиц на ЛЭП в 2011 г. составила 3,1 ос./10 км маршрута, наивысшие значения зарегистрированы на ВЛ-10 кВ (9,1 ос./10 км маршрута). Общий список птиц, для которых установлена гибель на ЛЭП на территории Беларуси, включает 46 видов, из которых 12 включены в Красную книгу РБ. Наиболее часто на ВЛ-10 кВ птицы гибли от поражения электротоком, большинство из них врановые (*Corvidae*) и обыкновенный скворец (*Sturnus vulgaris*). На ВЛ-35, 110 и 220 кВ птицы гибли большей частью от ударов о провода, наиболее высокий уровень смертности зарегистрирован для птиц средних и крупных размеров. Наиболее опасными для птиц на территории Беларуси являются широко распространённые железобетонные опоры ВЛ-10 кВ с металлической траверсой и штыревыми изоляторами, особенно угловые и анкерные. Большинство регистраций погибших на ЛЭП приходится на открытые ландшафты. Частота отключений линий с участием птиц и гибели птиц на ЛЭП постепенно увеличивается с начала весны, достигает пика в августе, после чего вновь снижается. Сезонная динамика смертности зависит как от миграционной активности, плотности и возрастной структуры населения птиц, так и от кормовых условий местности в зоне расположения ЛЭП. Дальнейшее исследование масштабов и закономерностей проблемы «Птицы и ЛЭП» будет способствовать разработке мероприятий для снижения гибели птиц на ЛЭП на территории Беларуси.

Ключевые слова: гибель птиц, ЛЭП, поражение электротоком, столкновение с проводами, Беларусь.
Поступила в редакцию: 15.03.2012 г. **Принята к публикации:** 28.03.2012 г.

Abstract

The special studies to estimate a degree and scales of the power lines (PL) impact on different bird species in Belarus have been not carried out till now. The paper presents the results of the first stage (2011) of a three-year project aimed at the large-scale study of the problem. The results of field surveys of bird mortality on PL-10–220 kV carried out in 16 administrative regions of Brest and Minsk districts in 2011. The total length of routes of surveys in 2011 was 1101.2 km, 346 dead birds were found. The average rate of bird mortality on PL in 2011 was 3.1 ind./10 km of route, the highest value was recorded on PL 10 kV (9.1 ind./10 km). The total list of birds suffered from PL in Belarus consists of 46 species including 12 listed in the national Red Data Book. Dead Crows (*Corvidae*) and Starlings (*Sturnus vulgaris*) were registered most often on PL 10 kV mainly because of electrocution. The highest mortality rate on the high voltage PL was registered because of collision and mainly for medium-sized and large birds. The most of dangerous for birds are widespread concrete poles of PL-10 kV with metal crossarms and upright insulators, especially, angular and anchor ones. The majority of bird deaths was registered in open habitats. The frequency of bird-caused disconnections on PL and bird mortality increases gradually from the beginning of spring, reaches peak in August and then decreases again. The seasonal trend depends on migratory activity, density and age structure of bird populations and feeding conditions in area around the PL. The further research of the problem will assist to elaboration of mitigation measures to prevent of bird mortality on PL in Belarus.

Keywords: bird mortality, power lines, electrocution, collisions, Belarus.

Received: 15/03/2012. **Accepted:** 28/03/2012.

Введение

Гибель миллионов птиц в результате столкновений с проводами воздушных линий электропередачи (ЛЭП, ВЛ) и поражения электрическим током в настоящее время становится одной из наиболее острых проблем охраны животного мира во многих

Introduction

Now the death of millions of birds from collisions with wires of overhead power lines (PL) and electrocution is one of the most severe problems of wildlife conservation in many parts of the world. Unfortunately the special studies to assess the degree and

Contact:

Irina Samusenko
State Scientific and Production Amalgamation
"Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Biological Resources"
Academicheskaya str., 27,
Minsk, Belarus, 220072
tel.: +375 17 284 25 04
s.irina66@mail.ru

Ruslan Novitsky
Centre for Biological Resources of NASB
Academicheskaya str., 27,
Minsk, Belarus, 220072
tel.: +375 17 332 16 39
nrampi@mail.ru

Pavel Pakul
Centre for Biological Resources of NASB
Academicheskaya str., 27
Minsk, Belarus, 220072
tel. +375 17 284 25 04
anderer@tut.by

регионах планеты, особенно ошутимые потери приходятся на период сезонных миграций. В Беларуси специальных исследований по оценке степени и масштабов воздействия ЛЭП на различные виды птиц до настоящего времени не проводилось.

Стационары по исследованию миграций птиц «Научно-практического центра НАН Беларуси по биоресурсам» (бывший Институт зоологии НАН Беларуси) расположены преимущественно на малотрансформированных территориях, имеющих наибольшее значение во время массовых сезонных перемещений. Миграции птиц на территориях с высокой степенью освоенности, плотностью людского населения и густой сетью ЛЭП практически не изучены. Вопрос о воздействии воздушных ЛЭП на птиц до настоящего времени не поднимался на уровень законченного масштабного исследования: не было известно, какие виды птиц наиболее уязвимы при контактах с ЛЭП, какие периоды года, регионы и типы ЛЭП являются самыми опасными для птиц на территории Беларуси в целом и в отдельных её регионах.

В 2011 г. в Центре по биоресурсам начаты исследования с целью разработки

extent of the impact of PL on different bird species have not been conducted in Belarus till now.

In 2011, the Center for Biological Resources initiated a study on the "Birds and Power Lines" issue in the territory of Belarus.

The ultimate goal of the three-year project is to develop approaches to reduce the bird mortality on PL and the breakdown rate of electrical facilities.

Materials and Methods

Departmental information on cases of disconnection (damages) of electrical facilities associated with high activity of birds at different times of the year by regions and districts, as well as on the use of bird protection devices (BPD) for the period 2001–2010 was collected through the requests to the Ministry of Energy of Belarus, the "Belenergo" Concern and its regional branches. We obtain data about 2329 cases of disconnections in 100 out of 118 administrative regions of Belarus.

For the primary assessment of the impact of PL on different bird species we analyzed information about recovers of rings of the Belarusian Ringing Center in the period from the mid-1990s to 2010, also conducted a questionnaire of ornithologists about their records of bird deaths on PL.

Field studies were carried out in 16 districts of the Brest and Minsk regions from April to October 2011 (fig. 1). Counts were conducted on 125 routes from 1 to 14.9 km. Each route included a section of PL in the different voltage range: the middle (PL 10 kV and 35 kV) and high (PL-110 kV and 220 kV). In some cases, the rout included two parallel lines.

Examined PL along the routes set up were characterized by different frequencies of damages caused by birds, they crossed different habitats, as well as some of them were retrofitted with different BPD.

The length of routes of surveys was 453.7 km. On the territory of several regions PL were examined 3–4 times (monitoring routes), resulting in a total length of the surveyed sites of PL amounted to 1101.2 km in



Белые аисты (Ciconia ciconia) часто погибают на ВЛ-10 кВ и 110 кВ в период вылета из гнёзд молодых птиц и во время миграции. Фото И. Самусенко.

White Storks (Ciconia ciconia) are often killed on PL 10 kV and 110 kV in the period of fledging and during migrations. Photos by I. Samusenko.

комплекса мероприятий по минимизации воздействия дорожно-транспортной инфраструктуры и сети воздушных ЛЭП на модельные группы животных, финансируемые из республиканского бюджета в рамках Государственной научно-технической программы «Природные ресурсы и окружающая среда». Одно из направлений проекта предусматривает всестороннее изучение проблемы «Птицы и ЛЭП» на территории Беларуси.

Конечной целью трёхлетнего проекта является выработка подходов к снижению гибели птиц на ЛЭП и аварийности электросетей.

Материал и методы исследований

Ведомственная информация о случаях отключений (аварий) электросетей, связанных с высокой активностью птиц в различные периоды года, в разрезе областей и районов, а также об использовании птицезащитных устройств за период 2001–2010 гг., собиралась через запросы в Министерство энергетики РБ, ГПО «Белэнерго» и его региональные структуры. Получены сведения о 2329 случаях отключений электросетей в 100 из 118 административных районов Беларуси.

Для первичной оценки степени воздействия ЛЭП на разные виды проанализирована информация о возвратах колец Белорусского центра кольцевания при Центре по биоресурсам за период с середины 1990-х по 2010 г. Также проведены опрос и анкетирование среди орнитологов, членов Общественной организации «Ахова птушак Бацькаўшчыны» (Партнер BirdLife International в Беларуси) о случаях регистрации ими гибели птиц на ЛЭП.

Полевые исследования осуществлялись с апреля по октябрь 2011 г. на территории 16 районов Брестской и Минской областей (рис. 1). Учёты проведены на 125 маршрутах длиной от 1 до 14,9 км. Каждый маршрут включал участок определённой ЛЭП разного класса напряжения: среднего (ВЛ-10 кВ и 35 кВ) и высокого (ВЛ-110 кВ и 220 кВ). В ряде случаев один маршрут включал две параллельные линии.

Маршруты были заложены на участках ЛЭП с разной частотой аварий с участием птиц, в разных типах биотопов, а также с учётом наличия или отсутствия на ЛЭП различных птицезащитных устройств.

Протяжённость учётных маршрутов составила 453,7 км. На территории ряда районов проводилось 3–4-кратное обследование участков ЛЭП (мониторинго-

2011. During surveys 346 bird deaths were registered. On the monitoring route surveys were carried out seasonally: spring-early summer (April-mid June), summer (mid June-August), autumn (September-October). The additional routes were examined mainly in summer.

Coordinates of all the bird carcasses or remains found were recorded with use a GPS-navigator, also we noted the location of the dead bird relative to the electric pole, the nature of visible damage, the stage of the corpse decomposition, as far as possible – cause of death.

Departmental Data

The frequency of disconnections caused by birds has almost doubled over the past five years, despite the fact that more than half of the electric poles were equipped with protection devices (table 1). It is proved strengthening the severity of the problem “Birds and Power Lines” in Belarus. Now the most of used devices is designed to scaring birds away and preventing them to sit down on the crossarm of poles, insulators, or the top of poles.

Despite the fact that the data on the frequency of disconnections of PL 10 kV were not obtained from all administrative regions and even districts (for example, they are completely absent for the Vitebsk, Gomel and Mogilev districts), the largest number of bird-caused disconnections in 2001–2010 were registered for exactly this type of lines (51.3%). The second highest frequency of disconnections is recorded for PL 110 kV (41.4%), a small number of accidents – for PL 35 kV and 330 kV.

In general, for all lines at least 36% of the disconnections accompanied bird deaths.

The largest number of bird-caused disconnections of PL was recorded during the summer (fig. 2). The share of disconnections in August was more than 45% of all cases registered in 2001–2010.

Data on Bird Mortality on PL since the mid 1990-s to 2010

The analysis of data obtained earlier, including the information of the Belarusian Ringing Center and unpublished data about records of bird deaths made by ornithologists (table 2), shows that, since the mid 1990-s to 2010, on the territory of Belarus the group of birds most suffered from PL is the birds of prey (*Falconiiformes*: 30 individuals, 9 species), storks (*Ciconiidae*: 19 ind., 2 species), crows (*Corvidae*: 12

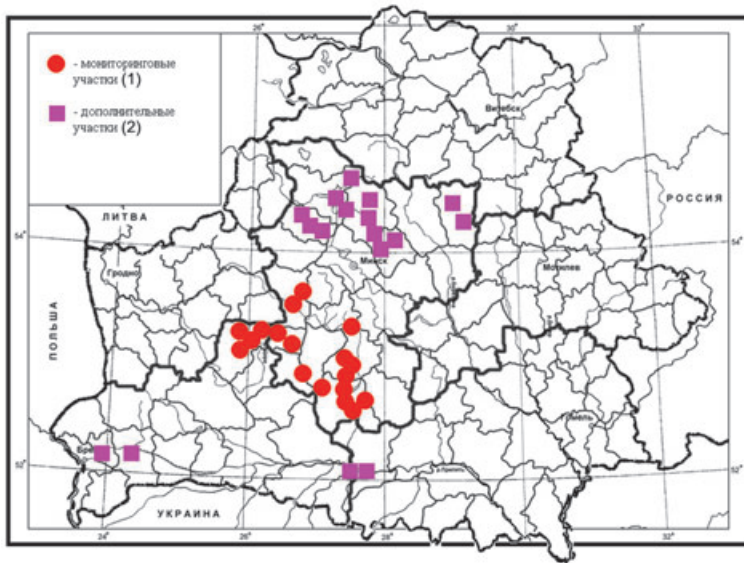


Рис. 1. Схема размещения участков для изучения смертности птиц на ЛЭП в 2011 г.

Fig. 1. Distribution of surveyed areas in 2011: 1 – monitoring routes, 2 – additional routes of surveys.

вые маршруты), в результате чего общая протяжённость обследованных в 2011 г. участков ЛЭП составила 1101,2 км, на которых было зафиксировано 346 случаев гибели птиц. На мониторинговых маршрутах учёты выполнялись посезонно: весна-начало лета (апрель–середина июня); лето (середина июня–август); осень (сентябрь–октябрь). На дополнительных маршрутах сведения собирались преимущественно летом.

При первичном обследовании территории, параллельно с осмотром линий, проводилась инвентаризация всех конструкций ЛЭП и в полевые дневники заносилась их подробная характеристика (название линии, номера, материал и тип опор, материал и тип изоляторов, наличие птицезащитных устройств, их расположение и количество). Подробно описывался маршрут, оценивался тип биотопа, при необходимости выполнялись схематические рисунки, фотосъёмка, фиксировались координаты всех ключевых точек маршрута.

ind., 5 species), shorebirds (*Charadriiformes*: 9 ind., 4 species), swans (*Cygnus*: 8 ind., 1 species) and owls (*Strigidae*: 5 ind., 2 species).

The most number of bird deaths on PL was recorded for the White Stork (*Ciconia ciconia*) – 18.4%, Mute Swan (*Cygnus olor*) – 9.2%, Goshawk (*Accipiter gentilis*) – 6.9%, Osprey (*Pandion haliaetus*), Common Buzzard (*Buteo buteo*), Kestrel (*Falco tinnunculus*), Woodcock (*Scolopax rusticola*) – 5.7% per each, Eagle Owl (*Bubo bubo*), Rook (*Corvus frugilegus*) and Raven (*Corvus corax*) – 4.6% per each.

Among 27 bird species, which were recorded killed by electrocution, 8 species (30%) are listed in the Red Data Book of RB: Black Stork (*Ciconia nigra*), Osprey, Lesser Spotted Eagle (*Aquila pomarina*), Golden Eagle (*Aquila chrysaetos*), Kestrel, Great Snipe (*Gallinago media*), Ruff (*Philomachus pugnax*) and Eagle Owl.

Results and Discussion

According to results of surveys the average frequency of bird deaths on PL in 2011 was 3.14 ind./10 km of route (table 3). The largest number of deaths was recorded for PL 10 kV, the smallest – for PL 35 kV and 220 kV.

The main reason of bird deaths on PL 10 kV was electrocution, while on other types of PL generally birds were killed through collision with wires.

About half of the examined poles of PL 10 kV, where the bird deaths were recorded, were intermediate poles with “standard” three upright insulators. The others were in the anchor, angle, or end two- or three-post poles, reinforced with additional upright and/or horizontal insulators and/or switches with upright structures. These poles pose the largest risk to birds, taking into account the fact that the portion of such poles

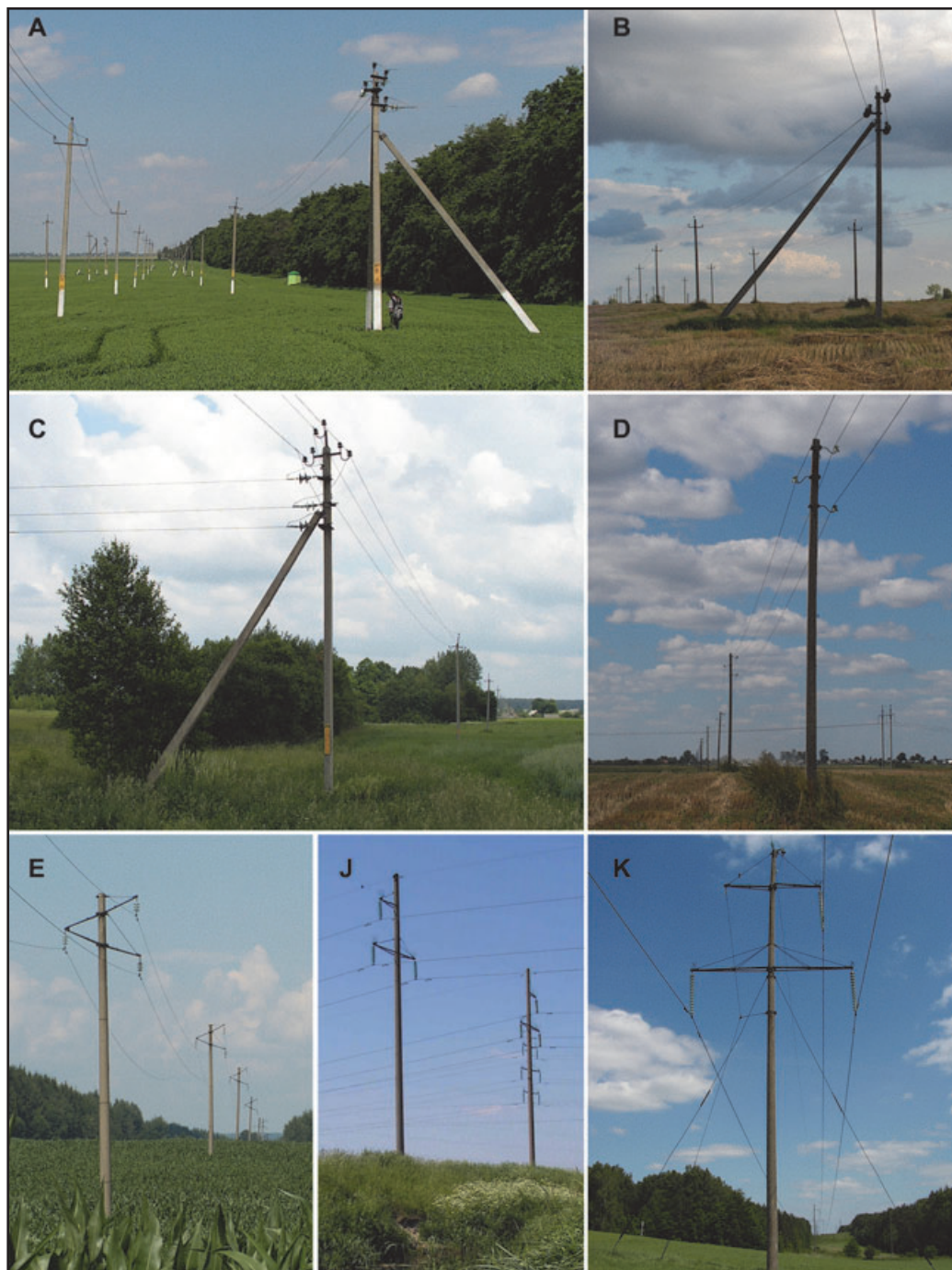


Свидетельства гибели птиц от электроточка: опалённые перья, ожоги на клюве и лапах. Фото И. Самусенко.

Signs of electrocution: singed feathers, burns on the bill and legs. Photos by I. Samusenko.

Мониторинговые маршруты ВЛ-10 кВ – Солигорский (А), Барановичский (В), Столбцовский (С), Слуцкий (D) районы, ВЛ-35 – Логойский р-н (Е), ВЛ-110 кВ – Слуцкий р-н (J), ВЛ-220 кВ – Барановичский р-н (К).

Monitoring routes along PL 10 kV – Soligorsky (A), Baranovichsky (B), Stolbtsovsky (C), Slutsky (D) regions, PL 35kV – Logoysky region (E), PL 110 kV – Slutsky region (J), PL 220 kV – Baranovichsky region (K).



Учётчики проходили по маршруту под линией, осматривая поверхность земли, особенно тщательно – в районе каждой опоры. Для учёта населения птиц и наблюдения за их поведением использованы бинокли и зрительные трубы. Также отмечалось наличие следов жизнедеятельности хищных животных (лисий норы, погадки хищных птиц и т. п.). При обнаружении тушек или останков погибших птиц фиксировали координаты места с помощью приборов GPS, определяли расположение птицы относительно опоры, характер видимых повреждений, стадию утилизации трупа, по возможности – причину смерти.

out of a total number of poles of PL 10 kV is only 10–20%.

The most poles of high-voltage PL, where the bird mortality was registered, were fitted with BPD, while the PL 10 kV were not retrofitted at all. PL 35 kV were retrofitted in rare cases under specific conditions, for example, large birds (White Stork) regular nesting on poles, etc.

During surveys conducted along PL 10–220 kV we recorded the death of 346 birds of 29 species (table 4). Among them we registered 6 species listed in the Red Data Book: Kestrel, Little Owl (*Athene noctua*), Common Gull (*Larus canus*), Ruff, Black-

Ведомственные данные

Об усилении остроты проблемы «Птицы и ЛЭП» на территории Беларуси говорит тот факт, что за последние пять лет частота отключений с участием птиц выросла почти вдвое, несмотря на то, что больше половины опор отключавшихся линий были снабжены защитными приспособлениями (табл. 1). В настоящее время применяемые устройства преимущественно основаны на создании помех птицам, т. е., предотвращении их посадки на траверсу опоры, над подвесными изоляторами или на вершину опоры. Наиболее распространены различные конструкции «ершей», «гребёнок» и вертушек, изготовленные из металла. В последние годы разработаны новые типы защиты ЛЭП из диэлектрических материалов: устройство типа «гребёнка» (УОП-Т) разработки РУП «Гомельэнерго» для защиты воздушного промежутка «провод верхней фазы – тяга нижней траверсы» на железобетонных опорах ВЛ-110 кВ всех типов; изоляция токонесущего провода и траверсы опоры ЛЭП с помощью «изолирующих накладок» из полимерных материалов производства ПООО «Контакт-Электро» (г. Гродно) для защиты воздушного промежутка «провод верхней фазы – тяга нижней траверсы» на железобетонных опорах ВЛ-110. В первую очередь ими начали оборудоваться наиболее проблемные для энергетиков участки линий. Оценить реальную эффективность нововведений пока не представляется возможным из-за крайне ограниченного применения данных способов защиты и малого объёма накопленных данных по смертности птиц на ЛЭП.

Tailed Godwit (*Limosa limosa*), Corncrake (*Crex crex*). Considering the information obtained previously (data of ringing and records of bird deaths until 2010) the list of birds that were recorded being killed on PL in the territory of Belarus, may be added and consists of 46 species, 12 of which are in the Red Data Book of the Republic of Belarus.

Analysis of seasonal trend of bird mortality on PL was made on the basis of the results of survey on the monitoring routes, where examinations were carried out several times during the season (fig. 3). The death of birds on PL was negligible in April 2011. The mortality of birds was gradually increasing from May to August, and, on the contrary, reduced in the autumn. The dynamics of bird-caused disconnections of PL (see fig. 2) seems to be similar to the trend of the bird mortality on PL.

The list of bird species killed on PL was changing significantly during the season of surveys: 5 species predominated in different months by mortality rate. The highest mortality was noted for the Starling (*Sturnus vulgaris*) in June (23.5%), July (58.8%), August (60%) and October (30.4%); for the Rook – in May (26.1%), June (35.3%), July (15.7%) and September (18.4%); for the Jackdaw (*Corvus monedula*) – in May (13.0%), September (18.4%) and October (17.4%); for the White Stork – in August (20%); for the Lapwing (*Vanellus vanellus*) – in October (21.7%).

It is clear that increasing the number of bird deaths on PL at the end of May and June is caused by the fledging of young,

Табл. 1. Общая информация об отключениях с участием птиц на ВЛ-10–330 кВ и установленных на них птицевозрастных устройствах (2001–2010 гг., по данным ГПО «Белэнерго»).

Table 1. General information about bird-caused disconnections on PL 10–330 kV and bird protection devices (2001–2010, data of the “Belenergo” Concern).

Область / Region	Всего отключений в 2001–2010 гг. Total disconnections in 2001–2010	Отключений в 2001–2005 гг. Disconnections in 2001–2005	Отключений в 2006–2010 гг. Disconnections in 2006–2010	Есть защита With bird protection devices	Нет защиты Without bird protection devices
Брестская / Brest	451	175	276	192	220
Витебская / Vitebsk	525	203	322	298	127
Гомельская / Gomel	214	64	150	104	15
Гродненская / Grodno	705	260	445	198	331
Минская / Minsk	240	60	180	107	82
Могилёвская / Mogilev	194	56	138	79	2
Всего / Total	2329	818	1511	978	777

Несмотря на то, что данные о частоте отключений ВЛ-10 кВ были представлены не по всем районам и даже областям (например, полностью отсутствуют они для Витебской, Гомельской и Могилёвской обл.), наибольшее количество аварийных отключений с участием птиц в 2001–2010 гг. приходилось именно на этот тип линий (51,3%). На втором месте по частоте отключений располагаются ВЛ-110 кВ (41,4%), незначительное количество аварий приходится на ВЛ-35 и ВЛ-330 кВ.

В целом для всех линий не менее 36% случаев отключений сопровождалось гибелью птиц.

На летние месяцы приходилось наибольшее число отключений ЛЭП с участием птиц (рис. 2). При этом, доля отключений в августе превышает 45% от всех зарегистрированных в 2001–2010 гг. случаев.

Сведения о гибели птиц на ЛЭП с середины 1990-х по 2010 г.

Анализ ранее полученных данных, включающий информацию Белорусского центра кольцевания и неопубликованных сведений о регистрации погибших птиц специалистами-орнитологами (табл. 2), говорит о том, что на территории Беларуси за период с середины 1990-х годов по 2010 г. наиболее часто на ЛЭП погибали дневные хищные птицы (*Falconiiformes*: 30 особей, 9 видов), аисты (*Ciconiidae*: 19 особей, 2 вида), врановые (*Corvidae*: 12 особей, 5 видов), кулики (*Charadriiformes*: 9 особей, 4 вида), лебеди (*Cygnus*: 8 особей, 1 вид) и совы (*Strigidae*: 5 особей, 2 вида).

Больше всего зарегистрированных случа-

mostly crows. The growth of the mortality of birds on PL in July–August is due to a sharp increase in numbers not only the local populations of birds, but also due to increased migration of birds from other regions.

The majority of bird deaths on PL are confined to the open habitats (fig. 4). The death of the birds most frequently observed during the period of harvesting, mowing, plowing, when the fields and hay meadows have an increased number of birds. A certain dependence in the increasing of bird mortality can be noted, when PL locate near the large agricultural complexes, as well as near the water bodies, where, as a rule, the birds are concentrated because of the abundance of food

Conclusions

Despite the use of various BPD a number of disconnections on PL in the medium and high voltage ranges on the territory of Belarus has almost doubled for the past five years in comparison with the previous five-year period. This indicates a lack of effectiveness of existing techniques for protection and the need to review approaches to the prevention of bird deaths on PL. In Belarus, as well as in Russia (Saltykov, 2003; Matsyna, 2008) and Kazakhstan (Karyakin, 2006), the largest number of bird deaths from electrocution are observed at PL 10 kV. Electric poles that pose the greatest risk to birds are widespread concrete poles of PL 10 kV with a metal crossarm and upright insulators, especially the angle and anchor poles. A significant number of birds of medium and large sizes die at PL-110 kV due to collisions with wires.

The total list of birds which deaths from electrocution or collision were registered on the territory of Belarus (including previously obtained data) includes 46 species, 12 of which are listed in the Red Data Book of RB. Basing data of surveys in 2011 at least about 200 thousand birds die on PL every year, including at least 185 thousand are killed on PL 10 kV. Considering these facts, we would like to mention the significant negative impact of PL on certain species of large birds, for example, the Golden Eagle and the White Stork.

If, until recently, the Golden Eagle population in Belarus was assessed as stable with a number being 25–35 breeding pairs (Red Data Book of Belarus, 2004), but today, according to experts, it is 5–7 pairs (V. Dombrowsky, pers. comm.). In

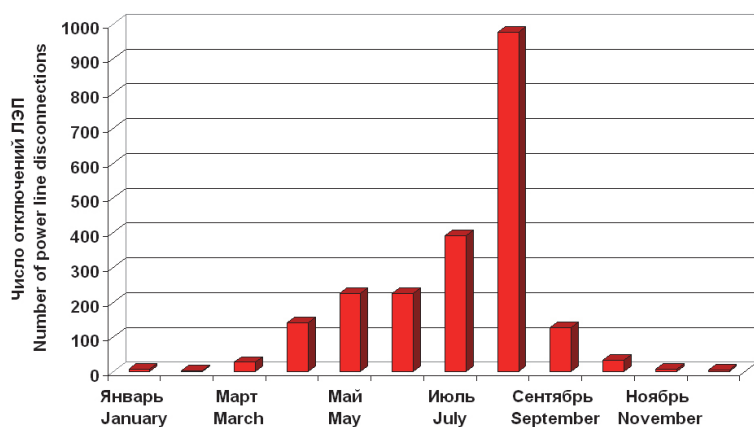


Рис. 2. Сезонная динамика аварийных отключений с участием птиц на ЛЭП 10, 35, 110, 220, 330 кВ на территории Беларуси за период 2001–2010 гг., по данным ГПО «Белэнерго» (n=2165).

Fig. 2. Seasonal dynamics of bird-caused disconnections on PL 10–330 kV in Belarus in 2001–2010, data of the "Belenergo" Concern (n=2165).

Табл. 2. Количество птиц, для которых отмечена гибель в результате повреждения электротоком или столкновения с проводами и опорами ЛЭП на территории Беларуси за период с середины 1990-х годов по 2010 г.

Table 2. Number of bird deaths from electrocution or collision on PL in Belarus from the middle 1990-s to 2010.

Вид / Species	Данные Центра кольцевания Data of the Ringing Center	Полевые регистрации гибели птиц Field registrations	Всего / Total
Белолобый гусь (<i>Anser albifrons</i>)	-	1	1
Лебедь-шипун (<i>Cygnus olor</i>)	6	2	8
Чёрный аист (<i>Ciconia nigra</i>)	3	-	3
Белый аист (<i>Ciconia ciconia</i>)	6	10	16
Скопа (<i>Pandion haliaetus</i>)	5	-	5
Луговой лунь (<i>Circus pygargus</i>)	1	-	1
Болотный лунь (<i>Circus aeruginosus</i>)	-	1	1
Тетеревятник (<i>Accipiter gentilis</i>)	1	5	6
Обыкновенный канюк (<i>Buteo buteo</i>)	1	4	5
Зимняк (<i>Buteo lagopus</i>)	1	-	1
Малый подорлик (<i>Aquila pomarina</i>)	-	1	1
Беркут (<i>Aquila chrysaetos</i>)	5	-	5
Обыкновенная пустельга (<i>Falco tinnunculus</i>)	1	4	5
Серая куропатка (<i>Perdix perdix</i>)	-	1	1
Вальшнеп (<i>Scolopax rusticola</i>)	-	5	5
Дупель (<i>Gallinago media</i>)	-	1	1
Турухтан (<i>Philomachus pugnax</i>)	-	2	2
Чибис (<i>Vanellus vanellus</i>)	-	1	1
Филин (<i>Bubo bubo</i>)	-	4	4
Ушастая сова (<i>Asio otus</i>)	1	-	1
Сойка (<i>Garrulus glandarius</i>)	-	1	1
Галка (<i>Corvus monedula</i>)	-	2	2
Грач (<i>Corvus frugilegus</i>)	2	2	4
Серая ворона (<i>Corvus corone</i>)	-	1	1
Ворон (<i>Corvus corax</i>)	-	4	4
Чёрный дрозд (<i>Turdus merula</i>)	-	1	1
Просянка (<i>Emberiza calandra</i>)	-	1	1
Всего / Total	33	54	87

ев гибели на ЛЭП приходилось на белого аиста (*Ciconia ciconia*) – 18,4%, лебедя-шипуна (*Cygnus olor*) – 9,2%, тетеревятника (*Accipiter gentilis*) – 6,9%, скопу (*Pandion haliaetus*), обыкновенного канюка (*Buteo buteo*), обыкновенную пустельгу (*Falco tinnunculus*), вальшнепа (*Scolopax rusticola*) – по 5,7%, филина (*Bubo bubo*), грача (*Corvus frugilegus*) и ворона (*Corvus corax*) – по 4,6%.

Среди 27 видов птиц, для которых отмечена гибель на ЛЭП, 8 видов (30%) занесены в Красную книгу РБ: чёрный аист (*Ciconia nigra*), скопа, малый подорлик (*Aquila pomarina*), беркут (*Aquila chrysaetos*), обыкновенная пустельга, дупель (*Gallinago media*), турухтан (*Philomachus pugnax*), филин.

the north, where the main part of the population breeds, a total of four pairs are registered in recent years (Dombrovsky, Ivanovsky, 2009). The Golden Eagle population in Belarus is close to extinction, and the impact of PL could be critical to the population due to the high mortality from electrocution that is noted according to the analysis of ring recovers in the territory of the country.

Electrocution is one of main reasons for the death of White Storks (Riegel, Winkel, 1971; Oatley, Rammesmayr, 1988; Fiedler, 1999 et al.). The problem of mortality of storks on PL is worsened by the fact that the birds throughout the range be-

Результаты полевых исследований в 2011 г. и их обсуждение

По результатам полевых исследований частота гибели птиц на ЛЭП в 2011 г. составила в среднем 3,14 ос./10 км маршрута (табл. 3). Наибольшее число случаев отмечено на ВЛ-10 кВ, наименьшее – на ВЛ-35 кВ и 220 кВ. Следует отметить, что реальные показатели гибели птиц на ЛЭП могут значительно превышать зафиксированные показатели вследствие возможной быстрой утилизации трупов погибших птиц наземными и пернатыми хищниками (Салтыков, 2003). Так, на некоторых участках маршрутов с высокой плотностью обитания лисы (*Vulpes vulpes*), домашних собак (*Canis familiaris*) и других хищников случаи гибели птиц на ЛЭП вообще не были отмечены. При этом, таковые регистрировались на соседних, изолированных мелиоративными каналами участках.

На ВЛ-10 кВ основной причиной гибели птиц являлось поражение электротоком, на остальных типах линий большинство птиц гибло в результате столкновения с проводами ЛЭП.

Около половины осмотренных опор ВЛ-10 кВ, где зафиксирована гибель птиц, являются промежуточными опорами со «стандартным набором» из трех, преимущественно фарфоровых, изоляторов. Оставшаяся часть случаев приходится на анкерные, угловые либо концевые опоры, имеющие в основании два или три железобетонных столба, усиленные дополнительными штыревыми и/или горизонтальными изоляторами и/или с отпайкой. Именно такие опоры представляют наибольшую опасность для птиц с учётом того, что их доля среди всех опор ВЛ-10 кВ составляет лишь 10–20%.



Пустельга (*Falco tinnunculus*), погибшая на ВЛ-10 кВ.
Фото И. Самусенко.

Kestrel (*Falco tinnunculus*), killed by electrocution on PL 10 kV. Photo by I. Samusenko.

Табл. 3. Показатели смертности птиц на учётных маршрутах в 2011 г.

Table 3. Data of bird mortality on surveyed routes in 2011.

Напряжение ЛЭП Voltage of PL	Протяжённость учётных маршрутов, км Length of surveyed routes, km	Кол-во погибших птиц, ос. Number of dead birds, ind.	Частота случаев гибели птиц, ос./10 км Rate of bird mortality, ind./10 km
10 кВ	326.8	296	9.06
35 кВ	106.8	3	0.28
110 кВ	603.4	45	0.75
220 кВ	64.2	2	0.31
Всего / Total	1101.2	346	3.14

come to use electric poles for nesting. If in Belarus the White Stork nested almost exclusively on trees, roofs of houses or sheds at the end of 1960-s, a quarter of all nests were located at the electric poles by 2004 (Samusenko, 2007). In recent years, this tendency is heightened: the number of nests on poles in the monitoring territory, which is located in the floodplain of the Pripjat river, reached 61% in 2011. The lack of nesting places preferred in the past (trees and roofs) is especially actual in the face of increasing the species population in recent years. As a result, more and more mass nesting of storks on electric poles becomes one of the most urgent aspects of the problem “Birds and Power Lines”. It manifests itself in the mass death of birds on PL and in the reducing of reproductive potential due to non-alternative destruction of nests, as well as in the large-scale biological damage inflicted by storks (shorting and damage of wires, premature wear of poles, etc.) (Samusenko, 2011).

The surveys carried out by us have allowed assessing roughly the importance of the problem “Birds and Power Lines” in the territory of Belarus. In the future, we are going to continue the research to develop approaches to reduce the bird mortality and minimize accidents on PL.

Угловые опоры либо опоры с оттайкой ЛЭП 10 кВ со штыревыми изоляторами представляют наибольшую опасность для птиц.

Angle poles or poles with switchers and upright insulators pose the greatest risk to birds.



Большинство опор ЛЭП высокого напряжения, где была зарегистрирована гибель птиц, были снабжены птицезащитными устройствами, в то время как ВЛ-10 кВ вообще не имели защиты, а на ВЛ-35 кВ устройства защиты применялись в редких случаях, например, при регулярном гнездовании крупных птиц (белого аиста) на опорах и т. п.

Всего за время полевых исследований на учётных маршрутах вдоль ВЛ-10–220 кВ отмечена гибель 346 особей птиц, относящихся к 29 видам (табл. 4). Среди них шесть видов-«краснокнижников»: обыкновенная пустельга, домовый сыч (*Athene noctua*), сизая чайка (*Larus canus*), турухтан, большой веретенник (*Limosa limosa*), коростель (*Crex crex*). Несколько особей погибших птиц удалось определить до рода или отряда, для остатков семи птиц систематическая принадлежность не выявлена. С учётом ранее полученной информации (данные кольцевания и регистрации погибших птиц до 2010 г.) список птиц, для которых установлена гибель на ЛЭП на территории Беларуси, может быть дополнен и составляет 46 видов, из которых 12 занесены в Красную книгу Республики Беларусь.

В целом оказалось, что более подвержены гибели от поражения электрическим током или ударов о провода врановые (сорока *Pica pica*, галка *Corvus monedula*, ворон, серая ворона *Corvus cornix*, грач) и обыкновенные скворцы (*Sturnus vulgaris*). Их доля от всех зарегистрированных случаев состави-

ла 44% и 35%, соответственно. Доля других воробьиных, аистообразных (белый аист) и ржанкообразных (кулики, чайки) составила около 5% общего числа отмеченных случаев гибели, до 2% приходилось на соколообразных и голубеобразных.

Представленность птиц различных систематических групп в списке видов-жертв на ВЛ-10–35 кВ не имеет значительных отличий от общей картины смертности, что связано с тем, что именно на данных линиях отмечена основная масса погибших на ЛЭП птиц.

Большое количество врановых птиц в списке жертв ЛЭП объясняется экологическими особенностями данных видов: склонностью к агрегации в крупных гнездовых и кочёвочных скоплениях (особенно для галки и грача); высокой плотностью населения в открытых биотопах в зоне расположения ЛЭП; предрасположенностью к массовым, регулярным послегнездовым кочёвкам; предпочтением открытых кормовых биотопов; активным использованием опор ЛЭП в качестве групповых присад и для гнездования (галка, ворон, скворец). В ряде случаев под одной опорой фиксировалась гибель нескольких птиц одного вида. Одновременная их гибель происходила, как правило, при синхронном взлёте группы. Максимальное количество погибших птиц, зарегистрированных под одной опорой, достигало 16 особей. При этом, по результатам визуального осмотра трупов, период с момента гибели птиц в

Табл. 4. Количество и доля случаев гибели птиц на учётных маршрутах (апрель–октябрь 2011 г.).

Table 4. Number and rate of observation of dead bird on surveyed routes (April–October 2011).

Вид / Species	10–35 кВ 10–35 kV		110–220 кВ 110–220 kV		Всего Total	
	n	%	n	%	n	%
Кряква (<i>Anas platyrhynchos</i>)	1	0.3	2	4.3	3	0.9
Белый аист (<i>Ciconia ciconia</i>)	11	3.7	6	12.8	17	4.9
Обыкновенный канюк (<i>Buteo buteo</i>)	3	1.0		0.0	3	0.9
Луговой лунь (<i>Circus pygargus</i>)		0.0	1	2.1	1	0.3
Обыкновенная пустельга (<i>Falco tinnunculus</i>)	3	1.0		0.0	3	0.9
Коростель (<i>Crex crex</i>)		0.0	1	2.1	1	0.3
Большой веретенник (<i>Limosa limosa</i>)		0.0	1	2.1	1	0.3
Травник (<i>Tringa totanus</i>)	1	0.3		0.0	1	0.3
Турухтан (<i>Philomachus pugnax</i>)		0.0	3	6.4	3	0.9
Чибис (<i>Vanellus vanellus</i>)		0.0	8	17.0	8	2.3
Сизая чайка (<i>Larus canus</i>)	1	0.3		0.0	1	0.3
Озёрная чайка (<i>Larus ridibundus</i>)	2	0.7	1	2.1	3	0.9
Крчка (<i>Chlidonias</i> sp.)		0.0	1	2.1	1	0.3
Вяхирь (<i>Columba palumbus</i>)	1	0.3	2	4.3	3	0.9
Голубь (<i>Columba</i> sp.)	1	0.3	2	4.3	3	0.9
Ушастая сова (<i>Asio otus</i>)	1	0.3		0.0	1	0.3
Домовый сыч (<i>Athene noctua</i>)	1	0.3		0.0	1	0.3
Сорока (<i>Pica pica</i>)	7	2.3		0.0	7	2.0
Галка (<i>Corvus monedula</i>)	52	17.4		0.0	52	15.0
Грач (<i>Corvus frugilegus</i>)	57	19.1	1	2.1	58	16.8
Серая ворона (<i>Corvus corone</i>)	5	1.7		0.0	5	1.4
Ворон (<i>Corvus corax</i>)	24	8.0	3	6.4	27	7.8
Обыкновенный скворец (<i>Sturnus vulgaris</i>)	118	39.5	1	2.1	119	34.4
Большая синица (<i>Parus major</i>)	1	0.3		0.0	1	0.3
Чёрный дрозд (<i>Turdus merula</i>)	1	0.3		0.0	2	0.6
Рябинник (<i>Turdus pilaris</i>)	2	0.7	1	2.1	3	0.9
Певчий дрозд (<i>Turdus philomelos</i>)	1	0.3	5	10.6	5	1.4
Зарянка (<i>Erithacus rubecula</i>)		0.0	2	4.3	2	0.6
Черноголовая славка (<i>Sylvia atricapilla</i>)		0.0	1	2.1	1	0.3
Мухоловка-пеструшка (<i>Ficedula hypoleuca</i>)	1	0.3		0.0	1	0.3
Полевой воробей (<i>Passer montanus</i>)	1	0.3		0.0	1	0.3
Мелкие воробьиные (<i>Passeriformes</i> sp.)	1	0.3		0.0	1	0.3
Неопределённые sp.	2	0.7	5	10.6	7	2.0
Всего / Total	299	100.0	47	100.0	346	100.0

такой группе мог варьировать от 1–2 дней до 1–1,5 и более месяцев.

Соотношение видов птиц, чья гибель отмечена на ВЛ-110–220 кВ, кардинально отличается от картины смертности птиц на ЛЭП среднего напряжения. Доля врановых и обыкновенного скворца относительно невелика – 9% и 5%, соответственно. Среди доминантов, чья доля превышала 10% зарегистрированных случаев, присутствуют в основном птицы средних и крупных

размеров: ржанкообразные (33%), преимущественно средних размеров воробьиные (21%, исключая врановых и скворца), аистообразные (14%).

Анализ сезонной динамики смертности птиц на ЛЭП проведён на основании результатов обследований на мониторинговых маршрутах, где учётные работы проводились несколько раз за сезон (рис. 3). Гибель птиц на ЛЭП в апреле 2011 г. была незначительна. С мая по август наблюдался посте-

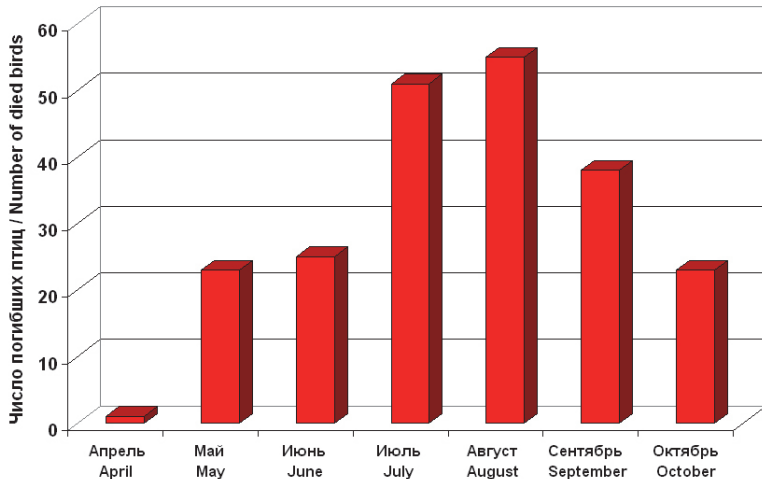


Рис. 3. Сезонная динамика гибели птиц на мониторинговых маршрутах в 2011 г. (n=216).

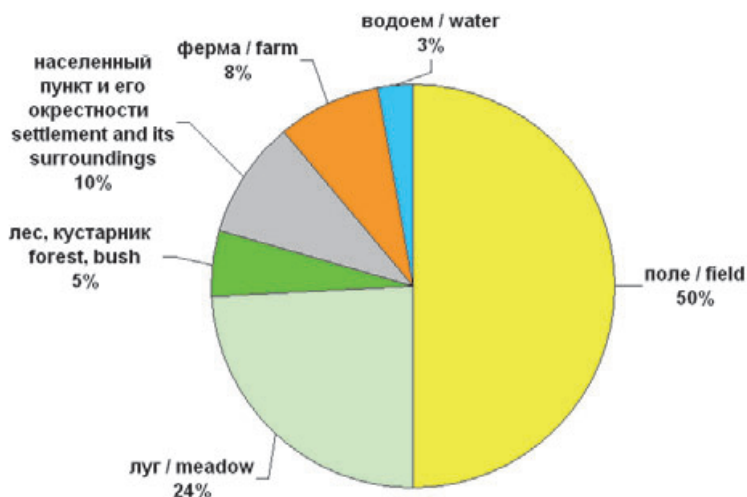
Fig. 3. Seasonal trend of bird mortality at the surveyed routes in 2011 (n=216).

пенный подъём уровня смертности птиц, а в осенние месяцы, наоборот, сокращение. Очевидно, что динамика отключений ЛЭП с участием птиц и смертности птиц на ЛЭП имеют сходный характер (см. рис. 2).

Видовой состав погибших на ЛЭП птиц существенно изменялся на протяжении сезона обследования: в разные месяцы по смертности доминировали пять видов. Обыкновенный скворец доминировал по количеству регистраций гибели в июне (23,5%), июле (58,8%), августе (60%) и октябре (30,4%); грач – в мае (26,1%), июне (35,3%), июле (15,7%) и сентябре (18,4%); галка – в мае (13,0%), сентябре (18,4%) и октябре (17,4%); белый аист – в августе (20%); чибис (*Vanellus vanellus*) – в октябре (21,7%).

Рис. 4. Распределение случаев гибели птиц на ЛЭП по типам биотопов в 2011 г. (n=346).

Fig. 4. Distribution of bird deaths on PL according to habitats in 2011 (n=346).



Очевидно, что увеличение числа погибших на ЛЭП птиц в конце мая–июне связано с началом вылета из гнезд молодняка, в основном раннегнездящихся врановых. Плохо умеющие летать молодые птицы в первую очередь становятся жертвами ЛЭП. Аналогичным образом,

рост гибели птиц на ЛЭП в июле–августе происходит за счёт резкого увеличения количества не только местных гнездящихся птиц, но и за счёт усиления миграции из других регионов. Именно на конец июля–август приходится вылет из гнезд и основной период осенней миграции белого аиста и ряда других крупных птиц. В сентябре интенсивность кочёвок и миграции многих птиц идёт на спад, в частности, она заканчивается у аистов, некоторых воробьиных и др. Тем не менее, в осенние месяцы может наблюдаться всплеск миграционной активности ряда дальних мигрантов, таких, как кулики.

Подавляющее большинство случаев гибели птиц на ЛЭП приурочены к открытым типам биотопов (рис. 4). Гибель птиц наиболее часто отмечалась в период уборки зерновых, сенокосения, пахоты, когда на полях и сенокосных лугах отмечается повышенная численность пернатых. Определённая зависимость увеличения смертности птиц прослеживается и в связи с расположением ЛЭП вблизи крупных сельскохозяйственных объектов, а также по соседству с водоёмами, где, как правило, птицы концентрируются ввиду обилия корма.

Заклучение

Несмотря на использование различных птицезащитных устройств, количество аварийных отключений на ЛЭП среднего и высокого напряжения на территории Беларуси за последние пять лет увеличилось почти вдвое по сравнению с предыдущим пятилетним периодом. Это свидетельствует о недостаточной эффективности существующих в стране методов защиты и необходимости пересмотра подходов по защите птиц на ЛЭП. На территории Беларуси, также, как в России (Салтыков, 2003, Мышына, 2008) или Казахстане (Карякин, 2006), наибольшее число случаев гибели птиц вследствие поражения электротоком отмечено на ВЛ-10 кВ. Наиболее опасными для птиц являются широко распространённые железобетонные опоры ВЛ-10 кВ с металлической траверсой и штыревыми изоляторами, особенно угловые и анкерные. Значительное количество птиц средних и крупных размеров погибает также на ВЛ-110 кВ в результате столкновений с проводами.

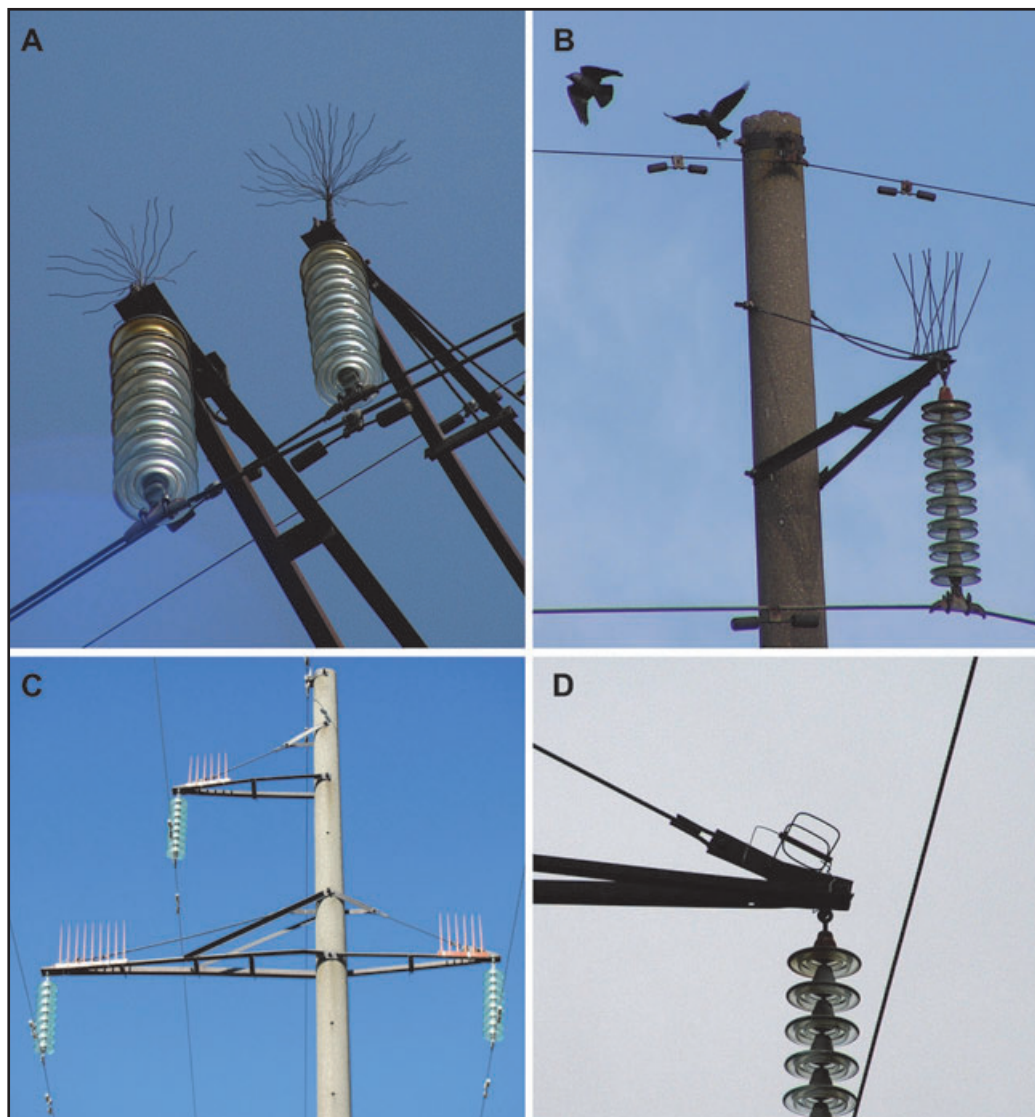
Общий список птиц, для которых установлена гибель от поражения электротоком или ударов о провода, на территории

Защитные устройства на опорах ЛЭП: «ерши» мягкой (А) конструкции, «гребёнки» из токопроводящих (В) и диэлектрических материалов (С), вертушки (D).

Фото И. Самусенко.

Perch detectors of different design on electric poles: upright "whisk brooms" made of conducting (A, B) and dielectric (C) materials; rotating device for the scaring of birds (D).

Photos by I. Samusenko.



Беларуси (с учётом ранее накопленных данных) включает 46 видов, из которых 12 занесены в Красную книгу РБ. По минимальной оценке, опираясь на данные полевых исследований 2011 г., ежегодно на ЛЭП республики может гибнуть около 200 тыс. птиц, из которых не менее 185 тыс. приходится на ВЛ-10 кВ. Установлено, что наиболее часто погибают на ЛЭП врановые и обыкновенные скворцы. Однако, электролинии могут представлять значительную угрозу для ряда других видов птиц в силу небольшой численности их популяций или относительно высокой частоты гибели: хищных птиц, белого аиста, лебедашипуна, куликов. В этой связи хотелось бы упомянуть о существенном отрицательном воздействии ЛЭП на отдельные виды крупных птиц на примере беркута и белого аиста.

Если до недавнего времени популяция беркута в Беларуси оценивалась как стабильная с численностью 25–35 гнездящихся

пар (Красная книга РБ, 2004), то в последние годы, по оценкам специалистов, она составляет 5–7 пар (В. Домбровский, личное сообщение). На севере страны, где сосредоточена основная часть гнездовой группировки вида, в последние годы зарегистрировано всего четыре пары (Домбровский, Ивановский, 2009). Гнездящийся в Беларуси беркут практически оказался на грани исчезновения, и влияние ЛЭП может стать критическим для популяции ввиду высокого уровня смертности от электроповреждений, отмеченного по результатам анализа возвратов колец на территории страны.

Современная численность белого аиста на территории Беларуси составляет 21,5 тыс. гнездящихся пар, при этом белорусская гнездовая группировка, входящая в состав восточноевропейского ядра мировой популяции, характеризуется одними из наиболее высоких в пределах ареала численностью и плотностью гнездования

(Самусенко, 2007). Для белого аиста несчастные случаи на ЛЭП являются одной из основных причин гибели (Riegel, Winkel, 1971; Oatley, Rammesmayr, 1988; Fiedler, 1999 и др.). Проблема гибели аистов на ЛЭП усугубляется ещё и тем, что птицы по всему ареалу осваивают опоры линий в качестве гнездового субстрата. Если в конце 1960-х годов в Беларуси белые аисты гнездились почти исключительно на деревьях, крышах домов или сараев, то к 2004 г. четверть всех гнёзд располагалась уже на столбах (Самусенко, 2007). В последние годы темпы увеличения количества гнёзд на столбах ещё более ускорились: к 2011 г. их доля на мониторинговой площадке в пойме р. Припять достигла 61%. При дефиците подходящих для гнездования традиционных опор (деревьев предпочитаемой архитектоники кроны и построек с мягким покрытием крыш) и в связи с увеличением протяжённости и густоты ЛЭП, столбы являются для аистов очень привлекательными и удобными объектами для строительства гнёзд: полёт к гнезду всегда свободен, а провода создают для гнездовой постройки дополнительную опору. Нехватка традиционных опор особенно остро ощущается в условиях роста популяции вида в последние годы и при высокой плотности гнездования. В связи с этим всё более массовое гнездование аистов на опорах линий электропередачи становится одной из актуальнейших сторон проблемы «Птицы и ЛЭП». Она проявляется в массовой гибели птиц на ЛЭП и снижении репродуктивного потенциала в результате безальтернативного разрушения гнёзд, а также в масштабных биоповреждениях, наносимых аистами (замыкание и повреждение проводов, преждевременный износ опор и т. п.) (Самусенко, 2011).

Выполнение вышеописанных работ впервые позволило в первом приближении оценить состояние проблемы «Птицы и ЛЭП» на территории Беларуси. В дальнейшем планируется продолжение исследований для разработки подходов к снижению гибели птиц на ЛЭП и минимизации аварийности электросетей.

Благодарности

Авторы выражают благодарность всем принимавшим участие в полевых исследованиях 2011 г., особенно Ю. Третьяк, О. Парейко, Д. Лундышеву, Д. Журавлёву, М. Колоскову, Д. Харковичу, Д. Табунову и

Д. Кителю. Особо хотелось поблагодарить Т. Павлюшик за её многолетний труд по ведению базы данных Белорусского центра кольцевания птиц и оказанную помощь в переводе статьи. Авторы признательны многим исследователям, предоставившим сведения о своих более ранних регистрациях гибели птиц на ЛЭП, принявших участие в анкетировании, организованном с поддержкой ОО «Ахова птушак Бацькаўшчыны». Также благодарим сотрудников Белорусского энергетического концерна ГПО «Белэнерго» и его региональных структур за предоставленные данные об аварийных отключениях ЛЭП и информационную поддержку при организации работ.

Литература

- Домбровский В.Ч., Ивановский В.В. Результаты учётов беркута *Aquila chrysaetos* в Витебской области в 2007–2008 годах. – Охраняемые природные территории и объекты Белорусского Поозерья: современное состояние, перспективы развития. Мат. III Междунар. конф. Витебск, 2009. С. 109–111.
- Карякин И.В. Линии смерти продолжают собирать свой «чёрный» урожай в Казахстане. – Пернатые хищники и их охрана. 2008. №11. С. 14–21.
- Красная книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных. Минск, 2004. 320 с.
- Салтыков А.В. Проблема гибели птиц от электрического тока на ЛЭП в Среднем Поволжье и обоснование птицевозащитных мероприятий: Дис. ... канд. биол. наук. Тольятти, 2003. 136 с.
- Самусенко И.Э. Современное состояние популяции белого аиста (*Ciconia ciconia* L.) в Беларуси. – Природные ресурсы. 2007. №4. С. 55–62.
- Самусенко И.Э. Факторы, влияющие на успех размножения белого аиста *Ciconia ciconia* в пойме реки Припять. – Весні НАН Беларусі. Сер. біял. навук. 2011. №4. С. 99–102.
- Мащина А.И. Защита хищных птиц на воздушных линиях электропередач. – Изучение и охрана хищных птиц Северной Евразии. Мат. V междунар. конф. по хищным птицам Северной Евразии. Иваново, 2008. С. 34–35.
- Fiedler G. Zur Gefährdung des Weißstorchs (*Ciconia ciconia*) durch Freileitungen in europäischen Staaten. Weißstorch im Aufwind? – White Storks on the up? Bonn, 1999. P. 505–511.
- Oatley T. B., Rammesmayr M. A. M. Review of recoveries of ringed white storks *Ciconia ciconia* in Southern Africa. – Ostrich. 1988. Vol. 59. P. 97–104.
- Riegel M., Winkel W. Über Todesursachen beim Weißstorch (*C. ciconia*) an Hand von Rinfundangaben. – Die Vogelwarte. 1971. Vol. 26. S. 128–135.