



<http://ecopri.ru>

<http://petsu.ru>

Издатель

ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет»
Российская Федерация, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33

Научный электронный журнал

ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИИ

<http://ecopri.ru>

Т. 11. № 3(45). Сентябрь, 2022

Главный редактор

А. В. Коросов

Редакционный совет

В. Н. Большаков
А. В. Воронин
Э. В. Ивантер
Н. Н. Немова
Г. С. Розенберг
А. Ф. Титов

Редакционная коллегия

Г. С. Антипина
В. В. Вапиров
А. Е. Веселов
Т. О. Волкова
Е. П. Иешко
В. А. Илюха
Н. М. Калинкина
J. P. Kurhinen
А. М. Макаров
А. Ю. Мейгал
J. B. Jakovlev

Службы поддержки

А. Г. Марахтанов
Е. В. Голубев
С. Л. Смирнова
Н. Д. Чернышева
М. Л. Киреева

ISSN 2304-6465

Адрес редакции

185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Анохина, 20. Каб. 208.

E-mail: ecopri@psu.karelia.ru

<http://ecopri.ru>





УДК 598.279

Степная российско-казахстанская приграничная зона как территория повышенной гибели редких дневных хищных птиц на ЛЭП (на примере административных областей Волго-Уральского региона)

БАРБАЗЮК
Евгений Владимирович

к. б. н., Институт степи УрО РАН,
argentatus99@yandex.ru

Ключевые слова:

приграничная зона
редкие дневные пернатые хищники
жертвы поражения электротоком
линии электропередачи
степные ландшафты
Россия
Казахстан

Аннотация:

Работа посвящена проблеме гибели редких дневных хищных птиц на низковольтных линиях электропередачи на территории степного и полупустынного Волго-Уральского региона в пределах Астраханской, Волгоградской, Саратовской, Самарской и Оренбургской областей Российской Федерации. В период с 2010 по 2021 г. удалось собрать данные о гибели более 200 дневных пернатых хищников в районе исследования и установить точные GPS-координаты для 136 жертв поражения электротоком. На необорудованных птицезащитными устройствами линиях электропередачи в Волго-Уральском регионе гибнут представители семи видов краснокнижных хищных птиц. К данным видам относятся курганник *Buteo rufinus*, змееяд *Circaetus gallicus*, могильник *Aquila heliaca*, степной орел *Aquila nipalensis*, орлан-белохвост *Haliaeetus albicilla*, кобчик *Falco vespertinus* и степная пустельга *Falco naumanni*. Выявлено крайне неравномерное распределение погибших птиц в районе исследования и обнаружена достаточно четкая привязка погибших птиц к границе с Республикой Казахстан. Краснокнижные орлы, орланы и мелкие соколы погибали от удара электротоком в пределах 0.78-114.96 км от границы с Казахстаном, в среднем на расстоянии 18.29 ± 1.64 км ($n = 136$). При этом 90 % всех птиц гибли в пределах сравнительно узкой приграничной полосы шириной 40 км. Общее количество погибших птиц в диапазонах 0-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100 и 100-120 км достоверно отличалось между собой средними значениями рангов (тест Фридмана: $\chi^2 = 26.15$, $df = 5$, $p = 0.00008$, $n = 7$). При попарном сравнении диапазонов расстояний достоверные различия в количестве погибших птиц появлялись уже между интервалами 0-20 км и 40-60 км (тест Вилкоксона: $Z = 2.37$, $p = 0.02$, $n = 7$) и далее сохранялись на уровне $p = 0.02$ при увеличении расстояния до границы. Подобное притяжение птиц к казахской границе в пределах российской территории можно объяснить снижением антропогенной нагрузки и фактора беспокойства на фоне улучшения кормовой базы (увеличение количества грызунов и саранчовых на пастбищах и залежных землях).

в приграничной зоне. Полученные данные позволяют рекомендовать приоритетную изоляцию птицепасных линий электропередачи, в первую очередь находящихся в пределах 0–20 и 0–40 км от границы.

© 2022 Петрозаводский государственный университет

Получена: 08 июля 2022 года

Опубликована: 25 сентября 2022 года

Введение

Проблема гибели птиц от электротока на линиях электропередачи в странах СНГ и ряде сопредельных государств хорошо известна и периодически обсуждается (Пестов, 2005; Guil, Perez-García, 2022; Dixon et al., 2018). Тем не менее информация по отдельным регионам накапливается крайне неравномерно. Так, относительно много сведений о гибели птиц поступает из Калмыкии (Салтыков, Меджидов, 2015; Мацына и др., 2012) и Казахстана (Стариков, 1996; Карякин и др., 2005; Сараев, Пестов, 2011; Воронова и др., 2012; Пестов и др., 2012; Левин, Куркин, 2013; Пестов и др., 2015; Сараев и др., 2019). В то же время крайне мало опубликованных работ по ряду степных приграничных с Казахстаном российских регионов европейской части России: Самарской, Волгоградской, Астраханской областям. Между тем распад Советского Союза и образование новых охраняемых границ с особым пропускным режимом, изменение природопользования в разных субъектах Российской Федерации в последние десятилетия (забрасывание сельскохозяйственных угодий и активизация использования земель, изменение структуры посевных площадей, переключение с растениеводства на пастбищное скотоводство, появление нефтегазовой электросетевой инфраструктуры), вероятно, могут приводить к изменению пространственных паттернов гибели птиц на обширных территориях. Предполагается, что следствием вышеперечисленных процессов являются образование новых очагов гибели птиц на линиях электропередачи в местах с восстанавливающейся кормовой базой, рост гибели птиц в благоприятных кормовых биотопах с усиливающейся антропогенной нагрузкой, а также снижение гибели птиц в интенсивно осваиваемых районах, где запасы кормовых ресурсов продолжают снижаться. Предположения о том, что границы зон с различной степенью электросетевой опасности могут изменяться со временем в зависимости от экологических условий (состояния и доступности кормовой базы) и в связи с высокой динамичностью населения птиц, высказываются и другими исследователями (Салтыков, Гугуева, 2017).

Работы по одному из описанных в настоящей статье региону, Оренбуржью, показали, что распределение погибших на линиях электропередачи редких дневных хищных птиц по территории этого субъекта РФ происходит крайне неравномерно. Гибель дневных пернатых хищников наблюдалась преимущественно вдоль границы с Казахстаном, в то время как в хорошо освоенных северных и северо-западных районах области она практически отсутствовала (Барбазюк, 2021; Barbazyuk, 2021).

Целью настоящего исследования является рассмотрение географического аспекта гибели на линиях электропередачи дневных хищных птиц, занесенных в Красную книгу РФ (Перечень объектов животного мира..., 2020), в пределах Волго-Уральского региона на территории ряда степных областей России, граничащих с Казахстаном. Актуальность исследования определяется масштабами гибели птиц на линиях электропередачи и недостаточной изученностью проблемы в ряде степных регионов России. Полученные результаты позволяют сконцентрировать природоохранные усилия в достаточно узком пространственном диапазоне и эффективно сократить гибель дневных пернатых хищников на линиях электропередачи в Волго-Уральском регионе.

Материалы

Район исследования в пределах Волго-Уральского региона охватывает Оренбургскую, Самарскую, Саратовскую, Волгоградскую и Астраханскую области. Район расположен преимущественно на крайнем юго-востоке европейской части России. Все области имеют государственную границу с Казахстаном различной протяженности: от 1876 км в Оренбургской до 240 км в Волгоградской области, за исключением Самарской области, которая граничит на юге с Казахстаном в единственной точке. Общая протяженность сухопутной государственной границы района исследования с Казахстаном составляет приблизительно 3232 км (Голунов, 2005; Портал правительства Оренбургской области, 2022).

Район исследования расположен в различных природных зонах: от лесостепной и степной на севере до полупустынной на юге. Преобладает степная зона. Средние максимальные температуры варьируются в пределах изолиний +32 и +38 °С, средние минимальные температуры – в пределах

изолиний -24 и -36 °С. Годовое количество осадков изменяется от 400 мм. Количество дней со снежным покровом составляет от 150, при этом средняя высота снежного покрова изменяется примерно от 50 до 100 мм. На территории района преобладают открытые пространства: разнотравно-дерновиннозлаковые и полынно-дерновиннозлаковые степи. Лишь крайний юг (часть Астраханской области) занимают лерхополынные и песчанопопынные северные пустыни (Национальный атлас России, 2022).

В работе приводятся данные по семи видам дневных хищных птиц, занесенным в Красную книгу МСОП и Красную книгу России. Представители следующих редких видов гибнут от удара электротоком на линиях электропередачи в районе исследования: курганник *Buteo rufinus*, змееяд *Circaetus gallicus*, могильник *Aquila heliaca*, степной орел *Aquila nipalensis*, орлан-белохвост *Haliaeetus albicilla*, кобчик *Falco vespertinus* и степная пустельга *Falco naumanni*. На воздушных линиях электропередачи гибнут и обычные птицы, например представители врановых и обыкновенные пустельги *Falco tinnunculus*, тем не менее в рамках проектов по обследованию птицепасных линейных объектов приоритетное внимание уделяется именно редким птицам, в связи с чем по этой группе накоплен большой статистический массив данных.

Материал для данного исследования, собранный преимущественно в период с 2010 по 2021 г., получен из нескольких источников. 1. Собственные полевые исследования на территории Оренбургской области в период 2010–2020 гг. (Барбазюк, Петрищев, 2013; Барбазюк, 2021; Barbazyuk, 2021). Кроме того, использовался один из отчетов проекта ПРООН / ГЭФ / Минприроды РФ, выполненных коллегами И. В. Карякиным и А. А. Вагиным в 2014 г. на территории Оренбуржья (Карякин, Вагин, 2015). 2. Неопубликованные данные А. В. Салтыкова, полученные в результате полевых выездов на территории Саратовской, Волгоградской и Астраханской областей в 2021 г. (Салтыков, 2021, 2021a, 2021b, 2021в). 3. База данных кольцевания птиц Российской сети изучения и охраны пернатых хищников (База данных кольцевания птиц, 2022). 4. Опубликованные данные по Астраханской области (Пестов, Садыкулин, 2012) и Самарской области (Карякин и др., 2008; Павлов, Сенатор, 2015; Кленина, Бакиев, 2014). Меньше всего данных имеется по Самарской области: зафиксирован всего один случай гибели орла (Павлов, Сенатор, 2015).

Методы

Воздушные линии электропередачи 6–10 кВ (ВЛЭ 6–10 кВ), оборудованные с использованием железобетонных опор с горизонтальными металлическими траверсами со штыревыми изоляторами, принадлежат основным государственным сетевым операторам в регионах (ОАО «МРСК Волги» – «Оренбургэнерго», ПАО «Россети Юг» – «Астраханьэнерго», ПАО «Россети Юг» – «Волгоградэнерго», Филиал ПАО «Россети Волга» – «Саратовские распределительные сети» и др.). Сеть птицепасных ВЛЭ 6–10 кВ (на железобетонных опорах с горизонтальными металлическими траверсами) равномерно покрывают всю территорию исследуемых регионов. Линии региональных сетевых операторов дополняет разветвленная электросетевая инфраструктура частных и государственных нефтегазовых компаний во всех без исключения рассматриваемых регионах (кластеры птицепасных ВЛЭ 6–10 кВ на месторождениях и межрайонные линии электропередачи, пролегающие вдоль трубопроводов).

В Оренбургской области выборочное обследование ВЛЭ 6–10 кВ проведено в большинстве степных административных районов. Для поиска погибших птиц выборочно осматривали отрезки ВЛЭ 6–10 кВ, принадлежащих разным операторам. Учет погибших птиц проводился с автомобиля или на пешем маршруте, находки погибших дневных пернатых хищников фиксировались GPS-навигаторами. Подробное описание методики и районов сбора данных в Оренбуржье опубликованы ранее (Барбазюк, Петрищев, 2013; Барбазюк, 2021; Barbazyuk, 2021). В Волгоградской области выборочное экспедиционное орнитологическое обследование ВЛЭ 6–10 кВ проводилось осенью 2021 г. в степном Заволжье, на территории Среднеахтубинского, Быковского, Николаевского, Старополтавского, Палласовского, Ленинского районов (Салтыков, 2021). В Саратовской области в конце лета 2021 г. обследованы Александрово-Гайский, Новоузенский, Питерский степные районы (Салтыков, 2021a), получен возврат кольца погибшего на линиях электропередач могильника в Пугачевском районе (База данных кольцевания птиц, 2022). В Астраханской области в октябре 2011 г. проведен однократный учет на птицепасных линиях, идущих вдоль трубопроводов на территории Наримановского и Лиманского районов (Пестов, Садыкулин, 2012). Осенью 2021 г. полевыми орнитологическими обследованиями были охвачены целый ряд заволжских районов Астраханской области (Салтыков, 2021в). В Самарской области осмотр птицепасных линий электропередачи проводился в разные годы в Кинельском районе (Карякин и др., 2008), в Волжском, Ставропольском районах (Кленина, Бакиев, 2014), Борском и Пестравском районах (Павлов, Сенатор, 2015). Все обследования были направлены на поиск и выявление районов и

участков линий электропередачи с максимально возможными показателями смертности птиц для привлечения наиболее широкого внимания ученых, общественности и правоохранительных органов к проблеме гибели птиц.

Для большинства погибших птиц установлены точные GPS-координаты. Для шести погибших орланов-белохвостов в Астраханской области (Салтыков, 2021б) и группы из трех птиц (змеяяд, курганник и степной орел) также в Астраханской области (Пестов, Садыкулин, 2012) точки выбраны произвольно в пределах ВЛЭ 6-10 кВ, на которых они достоверно погибли. Точки ставились на максимальном удалении от границы с Казахстаном в пределах линий электропередачи. Далее они были включены в статистический анализ для проверки нулевой гипотезы: связь количества жертв в различных интервалах расстояний до границы отсутствует. Параллельно проведен аналогичный анализ без включения этих девяти точек для сопоставления результатов. Расстояние до границы с Казахстаном измерялось в Google-картах. От центра пунсона с GPS-координатами погибшей птицы откладывался перпендикуляр до линии границы на максимально увеличенном масштабе карты.

Поскольку данные были распределены не по нормальному закону, для анализа пространственного распределения находок погибших хищных птиц использовались непараметрические методы статистики. Расчеты проводились в программе Statistica 10. В программе ArcMap 10.4.1 построена карты встреч погибших птиц и карта плотности ядер распределения точечных объектов. Классификация плотности ядер проведена по методу естественных границ.

Результаты

В общей сложности получены точные координаты 136 птиц, погибших от электротока на ВЛЭ 6-10 кВ в пределах административных районов Волгоградской, Саратовской, Самарской и Оренбургской областей (рис. 1).

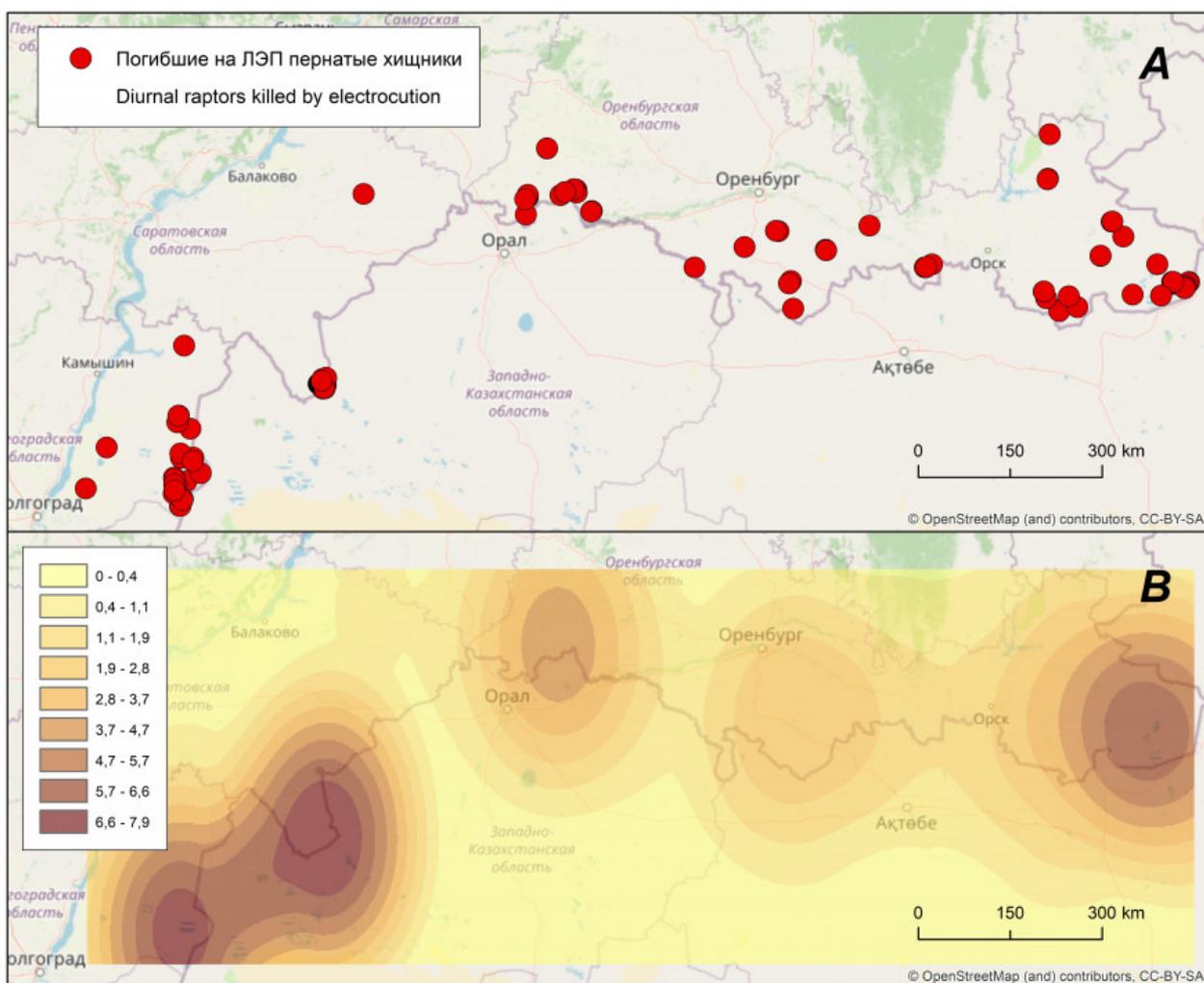


Рис. 1. Находки погибших дневных пернатых хищников в районе исследования (А) и карта плотности

ядер распределения находок погибших птиц в районе исследования (В). В легенде к карте В показано ранжированное количество точек-находок на квадратный километр

Fig. 1. The findings of the dead diurnal birds of prey in the study area (A) and a Kernel Density map showing distribution of dead birds across the study area (B). The legend to map B shows the predicted density of points per square kilometer

Общее количество погибших птиц с точной привязкой составило 136, при этом больше всего погибших птиц отмечено в Оренбургской области и единичный случай в Самарской. Еще более 60 погибших птиц, преимущественно степных орлов, зафиксировано в Астраханской области на отдельных линиях электропередачи без указания точных GPS-координат. Погибшие на линиях электропередачи дневные пернатые хищники находились в пределах 0.78–114.96 км от границы с Казахстаном, в среднем на расстоянии 18.29 ± 1.64 км ($n = 136$) (табл. 1).

Таблица 1. Количество дневных хищных птиц, погибших на ВЛЭ 6–10 кВ в различных областях, и расстояние до границы с Казахстаном

	Расстояние до границы с Казахстаном, км					
	mean	SE	median	min	max	n
Астраханская область*	-	-	-	< 5	> 110	> 60
Волгоградская область	18.71	4.03	12.82	4.57	107.69	32
Саратовская область	9.67	2.12	9.74	2.07	70.96	31
Самарская область	-	-	-	114.96	114.96	1
Оренбургская область	20.48	1.84	18.11	0.78	58.97	72
Итого	18.29	1.64	11.55	0.78	114.96	136

Примечание. * - точные GPS-координаты погибших птиц по Астраханской области отсутствуют.

При этом отмечены достоверные различия в средних значениях расстояний в трех областях, а максимальный размах значений зафиксирован в Волгоградской области (рис. 2).

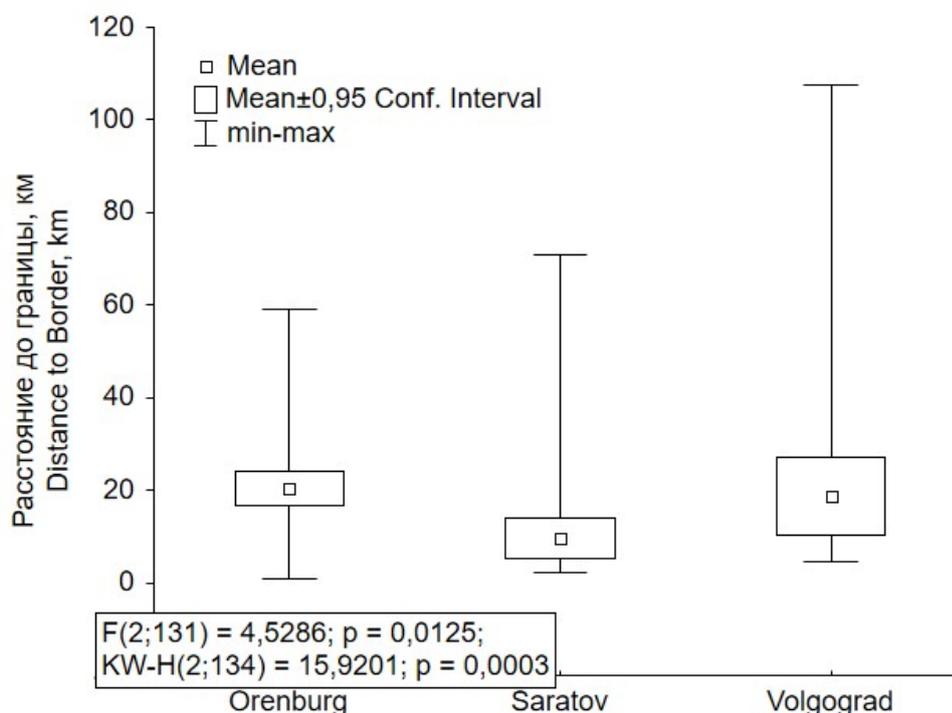


Рис. 2. Расстояния до казахской границы, в пределах которых фиксировали погибших пернатых хищников на ВЛЭ 6–10 кВ в Оренбургской, Саратовской и Волгоградской областях

Fig. 2. Distance to the Russia-Kazakhstan border for birds of prey died by electrocution in the Orenburg, Saratov and Volgograd provinces

Количество погибших птиц на линиях электропередачи в районе исследований увеличивалось по мере приближения к границе с Казахстаном, при этом 90 % всех погибших дневных пернатых хищников

приходилось на сравнительно узкую приграничную полосу шириной 0–40 км (табл. 2, рис. 3). Аналогичная картина наблюдалась и в Астраханской области. Так, на отрезках линий электропередачи в пределах 5–21 км от границы с Казахстаном в 2021 г. зафиксировано 67 погибших птиц, большинство которых относилось к дневным пернатым хищникам (Салтыков, 2021б). Еще несколько особей отмечено в пределах 120–130 км от границы (Пестов, 2012).

Таблица 2. Видовой и количественный состав птиц, погибших в Оренбургской, Самарской, Саратовской и Волгоградской областях от удара электротоком на разном удалении от границы с Казахстаном

Таксон	Расстояние до границы с Казахстаном, км						Итого
	0–20	20–40	40–60	60–80	80–100	100–120	
Курганник <i>Buteo rufinus</i>	13	7	0	0	0	0	20
Змеяяд <i>Circaetus gallicus</i>	1	0	0	0	0	0	1
Могильник <i>Aquila heliaca</i>	13	6	3	1	0	0	23
Степной орел <i>Aquila nipalensis</i>	52	5	0	0	1	0	58
Род Орлы <i>Aquila</i> *	4	3	1	0	0	1	9
Кобчик <i>Falco vespertinus</i>	14	1	5	0	0	1	21
Степная пустельга <i>Falco naumanni</i>	1	3	0	0	0	0	4
Итого	98	25	9	1	1	2	136

Примечание. * - в категорию «Род *Aquila*» попали плохо идентифицируемые останки преимущественно степных орлов и могильников.

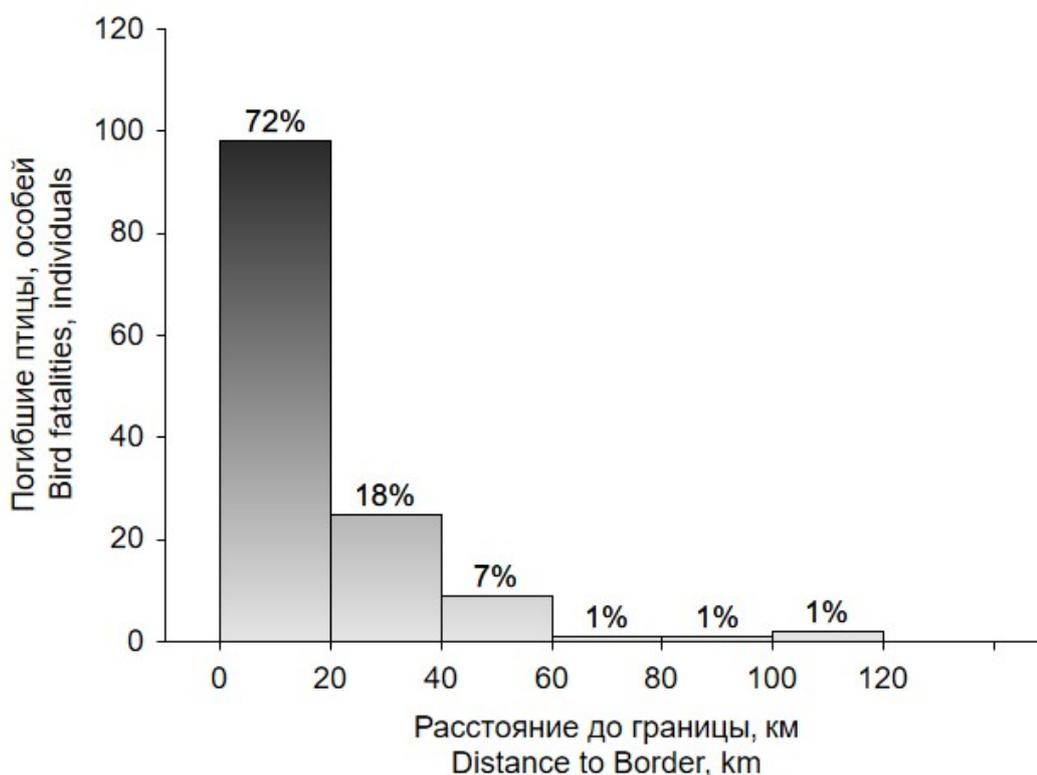


Рис. 3. Гистограмма распределения расстояний до казахской границы, в пределах которых фиксировали погибших дневных пернатых хищников на линиях электропередачи в Оренбургской, Самарской, Саратовской и Волгоградской областях

Fig. 3. Histogram of the distribution of distances to the Russia-Kazakhstan border, within which the dead daytime feathered predators were recorded on power lines in Orenburg, Samara, Saratov and Volgograd provinces

Общее количество погибших птиц в диапазонах 0–20, 20–40, 40–60, 60–80, 80–100 и 100–120 км достоверно отличалось между собой средними значениями рангов (тест Фридмана: $\chi^2 = 26.15$, $df = 5$, $p = 0.00008$, $n = 7$). Включение в анализ девяти погибших птиц, шесть из которых относятся к

орлану-белохвосту, дает аналогичные различия в средних значениях рангов и высокую статистическую значимость. При попарном сравнении диапазонов расстояний достоверные различия в количестве погибших птиц появляются уже между диапазонами 0-20 км и 40-60 км (тест Вилкоксона: $Z = 2.37$, $p = 0.02$, $n = 7$) и сохраняются на уровне $p = 0.02$ далее при увеличении расстояния до границы (табл. 3).

Таблица 3. Различия в количестве погибших птиц в различных диапазонах расстояний (км) до границы с Казахстаном, выявленные с помощью теста Вилкоксона. Показаны уровни значимости p .

Данные по Оренбургской, Самарской, Саратовской и Волгоградской областям

Диапазоны, км	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	100-120
0-20	-	0.06	0.02*	0.02	0.02	0.02
20-40	0.06	-	0.17	0.03	0.03	0.04
40-60	0.02	0.17	-	0.11	0.20	0.18
60-80	0.02	0.03	0.11	-	1.00	0.60
80-100	0.02	0.03	0.20	1.00	-	0.59
100-120	0.02	0.04	0.18	0.60	0.59	-

Примечание. * - полужирным шрифтом выделены значимые p -уровни.

Обсуждение

Полученные данные указывают на крайне неравномерное распределение птиц, погибших от удара электротоком на ВЛЭ 6-10 кВ, и на явную тенденцию увеличения количества погибших дневных пернатых хищников в приграничных с Казахстаном районах Российской Федерации. Этому способствует целый ряд факторов как природного, так и антропогенного характера. В их числе снижение лесистости, относительно низкая плотность населения в приграничных с Казахстаном районах, особый пропускной режим, ограничивающий трафик в приграничной зоне, возрастание доли казахского населения, практикующего выпас скота на пастбищах, забрасывание посевных угодий и появление залежей (Барбазюк, 2021; Barbazuyuk, 2021). Как следствие снижения антропогенной нагрузки и фактора беспокойства на фоне улучшения кормовой базы (увеличение количества грызунов и саранчовых на пастбищах и залежных землях) возникает все больше очагов повышенного притяжения дневных хищных птиц в приграничных районах. Важно отметить, что накопление жертв электротока у границы с Казахстаном отмечено и для многих других видов птиц (в том числе обыкновенных пустельг *Falco tinnunculus* и всех без исключения врановых), по крайней мере для Оренбургской области, и является отдельной темой исследования.

Анализ ситуации с гибелью орлов на линиях электропередачи в Казахстане показывает, что число погибших особей на ВЛЭ 6-10 кВ продолжает увеличиваться. Главным эпицентром гибели дневных хищных птиц был и остается Центральный и Западный Казахстан. При этом сдвиги границ территорий с разной степенью электросетевой опасности в российском приграничье и Восточном Казахстане в 1970-1980-е гг. (Салтыков, Гугуева, 2017) и первые два десятилетия XXI в. (Карякин, 2016) еще только предстоит оценить. Таким образом, российско-казахстанское приграничье со стороны России можно рассматривать как некую переходную зону от российских территорий с низкой гибелью к казахским территориям с высокой гибелью дневных пернатых хищников на линиях электропередачи.

Заключение

В российско-казахстанском приграничье в условиях степных и полупустынных ландшафтов Волго-Уральского региона происходит накопление жертв, погибших от удара электротоком на ВЛЭ 6-10 кВ. Концентрация редких дневных пернатых хищников в этой полосе, которая может приводить к высокой смертности птиц на проходящих здесь линиях, очевидно, связана с более благоприятными условиями. Рядом с российско-казахстанской границей снижается экономическая активность населения и вместе с тем улучшается кормовая база для представителей отряда Соколообразные и, по-видимому, многих других птиц.

Полученные результаты позволяют сформулировать важный природоохранный вывод. Он заключается в необходимости приоритетной изоляции ВЛЭ 6-10 кВ в приграничных степных и полупустынных областях Российской Федерации, в пределах Волго-Уральского региона. Приоритетная изоляция поможет сэкономить средства и ресурсы энергетических компаний и одновременно быстро достичь максимального природоохранного эффекта. Наиболее уязвимой территорией, как выяснилось, является приграничная полоса шириной до 20-40 км, и приоритетная изоляция ВЛЭ 6-10 кВ птицевозащитными устройствами в пределах данной полосы позволила бы очень существенно (до 90 %) сократить гибель редких дневных пернатых хищников. Кроме того, полевые наблюдения показывают

Барбазюк Е. В. Степная российско-казахстанская приграничная зона как территория повышенной гибели редких дневных хищных птиц на ЛЭП (на примере административных областей Волго-Уральского региона) // Принципы экологии. 2022. Т. 11. № 3. С. 3-2.

возросшую активность мелких частных нефтегазовых компаний на территории, например, приграничного Оренбуржья за последние два десятилетия. Ожидается, что новая, быстро возводимая электросетевая инфраструктура для обслуживания скважин, часто необорудованная птицевозащитными устройствами, будет создавать дополнительную антропогенную нагрузку на территорию и вносить свой вклад в смертность птиц на линиях электропередачи в данной уязвимой зоне. Поэтому приоритетная изоляция ВЛЭ 6–10 кВ с учетом расстояния до границы с Казахстаном также крайне важна при строительстве новых и эксплуатации имеющихся нефтегазовых объектов.

Библиография

База данных кольцевания птиц (Веб-ГИС «Кольцевание») Российской сети изучения и охраны пернатых хищников [Bird Ringing Database (Web GIS "Koltsevanie") of Russian Raptor Research and Conservation Network]. URL: <https://rrrcn.ru/ru/ringing/bd> (дата обращения 15.05.2022).

Барбазюк Е. В. Новые данные о гибели хищных птиц на линиях электропередач в районе оренбургско-казахстанской границы [New data on the death of birds of prey on power lines near the Orenburg-Kazakhstan border] // Вопросы степеведения. 2021. № 2. С. 48–56. DOI: 10.24412/2712-8628-2021-2-59-67.

Барбазюк Е. В., Петрищев В. П. Оценка гибели птиц на линиях электропередач 6–10 кВ в степной зоне Оренбуржья [The estimation of the death rate of birds killed through electrocution on 6–10 kV power lines in Orenburg steppe zone] // Известия Самарского научного центра РАН. 2013. № 3 (1). С. 459–462.

Воронова В. В., Пуликова Г. И., Ким К. К., Андреева Е. В., Беккер В. Р., Айтбаев Т. Влияние различных типов линий электропередачи на гибель птиц в Центральном Казахстане [The impact of power lines on bird mortality in Central Kazakhstan] // Пернатые хищники и их охрана. 2012. № 24. С. 52–60.

Голунов С. В. Российско-казахстанская граница: Проблемы безопасности и международного сотрудничества [Russian-Kazakhstan border: issues of security and international cooperation] / Под ред. Л. Б. Вардомского. Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2005. 422 с.

Карякин И. В. Орлы России и Казахстана: места обитания и зоны электросетевой опасности: Атлас [Eagles of Russia and Kazakhstan: ranges and electric-grid danger zones: Atlas]. Новосибирск: Сибэкоцентр, 2016. 36 с.

Карякин И. В., Вагин А. А. Стимулирование птицевозащитных мероприятий на ЛЭП на территориях памятников природы в Оренбургской области [Stimulating of bird-protective actions on power lines in nature monuments of Orenburg province]: Итоговый отчет по контракту от 17 сентября 2014 года проекта ПРООН / ГЭФ / Минприроды РФ «Совершенствование системы и механизмов управления ООПТ в степном биоме России». Н. Новгород, 2015. 304 с. URL: <https://savesteppe.org/project/ru/work-project> (дата обращения 17.05.2022).

Карякин И. В., Левашкин А. П., Глыбина М. А., Питерова Е. Н. Оценка уровня гибели хищных птиц на линиях электропередачи 6–10 кВ в Кинельском районе Самарской области ГИС-методами [Use of GIS techniques in estimating the level of birds of prey electrocution on 6–10 kV power lines in the Kinel Region of the Samara District] // Пернатые хищники и их охрана. 2008. № 14. С. 50–58.

Карякин И. В., Новикова Л. М., Паженков А. С. Гибель хищных птиц на ЛЭП в Приаралье, Казахстан [Electrocutions of birds of prey on power lines in the Aral Sea region, Kazakhstan] // Пернатые хищники и их охрана. 2005. № 2. С. 31–32.

Кленина А. А., Бакиев А. Г. Первые результаты изучения эффективности птицевозащитных устройств на воздушных линиях электропередачи 6–10 кВ в национальном парке «Самарская Лука» [The first results on the effectiveness of bird-protective devices on 6–10 kV overhead power lines in the Samarskaya Luka National Park] // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2014. № 4. С. 81–85.

Левин А. С., Куркин Г. А. Масштабы гибели орлов на линиях электропередачи в Западном Казахстане

Барбазюк Е. В. Степная российско-казахстанская приграничная зона как территория повышенной гибели редких дневных хищных птиц на ЛЭП (на примере административных областей Волго-Уральского региона) // Принципы экологии. 2022. Т. 11. № 3. С. 3-2.

[The scope of death of eagles on power lines in Western Kazakhstan] // Пернатые хищники и их охрана. 2013. № 27. С. 240-244.

Мацына А. И., Мацына Е. Л., Корольков М. А., Бадмаев В. Э., Бадмаев В. Б. Оценка масштабов ежегодной гибели птиц в результате поражения электрическим током на воздушных линиях электропередачи 6-10 кВ в Калмыкии, Россия [Estimation of sizes of the annual rate of bird mortality caused by electrocution on power lines 6-10 kV in Kalmykia, Russia] // Пернатые хищники и их охрана. 2012. № 24. С. 186-201.

Национальный атлас России [National Atlas of Russia]. URL: <https://nationalatlas.ru/> (дата обращения: 21.05.2022).

Павлов И. С., Сенатор С. А. К оценке эффективности птицезащитных устройств на воздушных линиях электропередачи 6-10 кВ в Заволжье Самарской области [On the effectiveness of bird-protective devices installed on 6-10 kV overhead power lines in the Trans-Volga region] // Известия Самарского научного центра РАН. 2015. Т. 17, № 4 (2). С. 157-160.

Перечень объектов животного мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации [List of wildlife objects listed in the Red Book of the Russian Federation]: Приложение к приказу № 162 Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 24 марта 2020 года «Об утверждении Перечня объектов животного мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации». URL: <https://rulings.ru/acts/Prikaz-Minprirody-Rossii-ot-24.03.2020-N-162/> (дата обращения 15.05.2022).

Пестов М. В. Проблема «Хищные птицы и ЛЭП» на территории России [The issue of raptors electrocutions “Raptors and Power Lines” in Russia] // Пернатые хищники и их охрана. 2005. № 4. С. 11-13.

Пестов М. В., Садыкулин Р. Ф. Сравнение уровня гибели птиц на ЛЭП в Астраханской и Атырауской областях, Россия – Казахстан [Comparing the rate of bird mortality caused by electrocution in the Astrakhan and the Atyrau districts, Russia – Kazakhstan] // Пернатые хищники и их охрана. 2012. № 24. С. 98-103.

Пестов М. В., Сараев Ф. А., Шалхаров М. К. Оценка влияния воздушных линий электропередачи средней мощности на орнитофауну Атырауской области, Казахстан [Assessing the impact of power lines in the medium voltage range on birds of the Atyrau district in Kazakhstan] // Пернатые хищники и их охрана. 2012. № 24. С. 104-117.

Пестов М. В., Сараев Ф. А., Терентьев В. А., Нурмухамбетов Ж. Э. Итоги проекта «Оценка влияния воздушных линий электропередачи средней мощности на орнитофауну Мангистауской области (Республика Казахстан)» [The outcome of Project “Assessment of the impact of medium voltage power lines on avifauna in Mangistau Region (Kazakhstan)”] // Пернатые хищники и их охрана. 2015. № 31. С. 64-74. DOI: 10.19074/1814-8654-2015-31-64-74.

Портал правительства Оренбургской области [Portal of the Government of the Orenburg region]. URL: <https://www.orenburg-gov.ru/Info/OrbRegion/Oblast/> (дата обращения 20.05.2022).

Салтыков А. В. О результатах оценки эффективности птицезащитных мероприятий на электросетевых объектах в степном Заволжье Волгоградской области [On the results of evaluation of the effectiveness of bird protection measures at power grid facilities in the steppe Trans-Volga region in the Volgograd Province]: Неопубликованная справка-отчет от 27.09.2021.

Салтыков А. В. О выявлении участков массовой гибели степных орлов и курганников от электропоражений на ЛЭП в Александрово-Гайском районе Саратовской области [On the identification of sites of mass death of steppe eagles and long-legged buzzards from electrocution on power lines in the Alexandrovo-Gaysky district of the Saratov Province]: Неопубликованная справка от 26.08.2021а.

Салтыков А. В. Неопубликованная карта-схема расположения воздушной линии электропередачи ВЛ 10 кВ фидер № 17 ПС «Пироговка» с участками массовой гибели редких видов птиц, занесенных в Красные книги России и Астраханской области от 12.10.2021 г. [Unpublished map-layout of the overhead power

Барбазюк Е. В. Степная российско-казахстанская приграничная зона как территория повышенной гибели редких дневных хищных птиц на ЛЭП (на примере административных областей Волго-Уральского региона) // Принципы экологии. 2022. Т. 11. № 3. С. 3-2.

transmission line 10 kV (feeder No. 17 electrical substation "Pirogovka") with areas of mass death of rare bird species listed in the Red Books of Russia and the Astrakhan Province of 12.10.2021]. 2021б.

Салтыков А. В. О массовой гибели птиц, занесенных в Красную книгу России и Красную книгу Астраханской области [About the mass death of birds listed in the Red Book of Russia and the Red Book of the Astrakhan Province]: Неопубликованное письмо в Службу природопользования и ООС Астраханской области от 18.10.2021в.

Салтыков А. В., Меджидов Р. А. Отчет о научно-исследовательской работе «Совершенствование системы и механизмов управления ООПТ в степном биоме России» по теме: Стимулирование птицевозащитных мероприятий на ЛЭП на приоритетных территориях в Республике Калмыкия [Report on the research work "Improvement of the system and management mechanisms of protected areas in the steppe biome of Russia" as part of the theme "Stimulation of bird protection measures at power lines in priority territories in the Republic of Kalmykia"]. Элиста; М., 2015. 42 с.

Салтыков А. В., Гугуева Е. В. Руководство по обеспечению орнитологической безопасности электросетевых объектов средней мощности на примере Волгоградской области: Методическое пособие [Guidelines for ensuring ornithological safety of power grid facilities of medium power on the example of the Volgograd region: Guidance manual]. Волгоград: Крутов, 2017. 76 с.

Сараев Ф. А., Пестов М. В. Результаты двукратных учетов гибели хищных птиц на линиях электропередачи в южной части Урало-Эмбинского междуречья весной и осенью 2010 года, Казахстан [The results of two-time countings of the death of raptors on power lines in the southern part of Ural-Emba Interfluvium in the spring and autumn of 2010, Kazakhstan] // Пернатые хищники и их охрана. 2011. № 21. С. 106-110.

Сараев Ф. А., Пестов М. В., Онгарбаев Н. Х., Нурмухамбетов Ж. Э., Мухашов А. Т., Ухов С. В. Результаты учетов гибели птиц на воздушных линиях электропередач в Западном Казахстане (Атырауская и Мангистауская области) [The results of dead bird counts on overhead power lines in Western Kazakhstan (Atyrau and Mangystau regions)] // Труды Аксу-Жабаглинского государственного природного заповедника. Шымкент, 2019. Вып. 12. С. 129-136.

Стариков С. В. Массовая гибель хищных птиц на линиях электропередач в Зайсанской котловине (Восточный Казахстан) [Mass death of birds of prey on power lines in the Zaisan basin (East Kazakhstan)] // Selevinia. 1996/1997. С. 233-234.

Barbazyuk E. V. Effects of the Russian-Kazakh frontier zone: Increased mortality of red-listed diurnal birds of prey on overhead power lines in the Orenburg Region frontier steppe // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 817. P. 012011. DOI: 10.1088/1755-1315/817/1/012011.

Dixon A., Bold B., Tsolmonjav P., Galtbalt B., Batbayar N. Efficacy of a mitigation method to reduce raptor electrocution at an electricity distribution line in Mongolia // Conservation Evidence. 2018. No 15. P. 50-53.

Guil F., Perez-García J. M. Bird electrocution on power lines: Spatial gaps and identification of driving factors at global scales // Journal of Environmental Management. 2022. No 301. P. 113890. DOI: 10.1016/j.jenvman.2021.113890.

Благодарности

Автор благодарит вице-президента Союза охраны птиц России, к. б. н. А. В. Салтыкова за предоставленные данные о погибших птицах на линиях электропередачи на территории областей Российской Федерации.

Работа выполнена в рамках плана НИР ИС УрО РАН № ГР АААА-А21-121011190016-1 «Проблемы степного природопользования в условиях современных вызовов: оптимизация взаимодействия природных и социально-экономических систем».

Steppe Russian-Kazakh border zone as an area of increased mortality of Red Book diurnal birds of prey on powerlines (on the example of administrative provinces of the Volga-Ural region)

**BARBAZYUK
Evgeny**

PhD, Steppe Institute, UB RAS, argentatus99@yandex.ru

Keywords:

border zone
rare diurnal birds of prey
electrocution victims
power lines
steppe landscapes
Russia
Kazakhstan

Summary:

The work is devoted to the problem of the death of rare diurnal birds of prey on low-voltage power transmission lines in the steppe and semi-desert Volga-Ural region within the Astrakhan, Volgograd, Saratov, Samara and Orenburg regions of the Russian Federation. In the period from 2010 to 2021, it was possible to collect data on the death of more than 200 diurnal feathered predators in the study area and to establish accurate GPS coordinates for 136 electrocution victims. Representatives of seven species of Red Book birds of prey are dying on power lines in the Volga-Ural region that are not equipped with bird protection devices. They include long-legged buzzard *Buteo rufinus*, short-toed eagle *Circaetus gallicus*, imperial eagle *Aquila heliaca*, steppe eagle *Aquila nipalensis*, white-tailed eagle *Haliaeetus albicilla*, red-footed falcon *Falco vespertinus* and lesser kestrel *Falco naumanni*. An extremely uneven distribution of dead birds in the study area was revealed and a fairly clear binding of dead birds to the border with the Republic of Kazakhstan was found. Red Book eagles, buzzards and small falcons died from electric shock within 0.78–114.96 km from the border with Kazakhstan, on average at a distance of 18.29 ± 1.64 km ($n = 136$). At the same time, 90% of all birds died within a relatively narrow border strip 40 km wide. The total number of dead birds in the ranges 0-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100 and 100-120 km significantly differed by the average values of the ranks (Friedman's test: $\chi^2 = 26.15$, $df = 5$, $p = 0.00008$, $n = 7$). When comparing the ranges of distances in pairs, significant differences in the number of dead birds appeared already between the intervals of 0-20 km and 40-60 km (Wilcoxon test: $Z = 2.37$, $p = 0.02$, $n = 7$) and then remained at the level of $p = 0.02$ with increasing distance to the border. Such attraction of birds to the Kazakh border within the Russian territory can be explained by a decrease in anthropogenic load and the anxiety factor against the background of an improvement in the food supply (an increase in the number of rodents and locusts in pastures and fallow lands) in the border zone. The obtained data allow us to recommend priority isolation of bird-hazardous power transmission lines, primarily located within 0-20 and 0-40 km from the border.

References

Barbazyuk E. V. Petrishev V. P. The estimation of the death rate of birds killed through electrocution on 6–10 kV power lines in Orenburg steppe zone, *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN*. 2013. No. 3 (1). P. 459–462.

Barbazyuk E. V. Effects of the Russian-Kazakh frontier zone: Increased mortality of red-listed diurnal birds of prey on overhead power lines in the Orenburg Region frontier steppe, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 817. P. 012011. DOI: 10.1088/1755-1315/817/1/012011.

Barbazyuk E. V. New data on the death of birds of prey on power lines near the Orenburg-Kazakhstan border,

Barbazyuk E. Steppe Russian-Kazakh border zone as an area of increased mortality of Red Book diurnal birds of prey on powerlines (on the example of administrative provinces of the Volga-Ural region) // *Principy èkologii*. 2022. Vol. 11. № 3. P. 3–2.

Voprosy stepevedeniya. 2021. No. 2. P. 48–56. DOI: 10.24412/2712-8628-2021-2-59-67.

Bird Ringing Database (Web GIS "Koltsevanie") of Russian Raptor Research and Conservation Network. URL: <http://rrrcn.ru/ru/ringing/bd> (data obrascheniya 15.05.2022).

Dixon A., Bold B., Tsolmonjav P., Galtbalt B., Batbayar N. Efficacy of a mitigation method to reduce raptor electrocution at an electricity distribution line in Mongolia, *Conservation Evidence*. 2018. No 15. P. 50–53.

Golunov S. V. Russian-Kazakhstan border: issues of security and international cooperation, Pod red. L. B. Vardomskogo. Volgograd: Izd-vo VolGU, 2005. 422 p.

Guil F., Perez-García J. M. Bird electrocution on power lines: Spatial gaps and identification of driving factors at global scales, *Journal of Environmental Management*. 2022. No 301. P. 113890. DOI: 10.1016/j.jenvman.2021.113890.

Karyakin I. V. Levashkin A. P. Glybina M. A. Piterova E. N. Use of GIS techniques in estimating the level of birds of prey electrocution on 6–10 kV power lines in the Kinel Region of the Samara District, *Pernatye hischniki i ih ohrana*. 2008. No. 14. P. 50–58.

Karyakin I. V. Novikova L. M. Pazhenkov A. S. Electrocutions of birds of prey on power lines in the Aral Sea region, Kazakhstan, *Pernatye hischniki i ih ohrana*. 2005. No. 2. P. 31–32.

Karyakin I. V. Vagin A. A. Stimulating of bird-protective actions on power lines in nature monuments of Orenburg province: Itogovyy otchet po kontraktu ot 17 sentyabrya 2014 goda proekta PROON, GEF, Minprirody RF «Sovershenstvovanie sistemy i mehanizmov upravleniya OOPT v stepnom biome Rossii». N. Novgorod, 2015. 304 c. URL: <http://savesteppe.org/project/ru/work-project> (data obrascheniya 17.05.2022).

Karyakin I. V. Eagles of Russia and Kazakhstan: ranges and electric-grid danger zones: Atlas. Novosibirsk: Sibekocentr, 2016. 36 p.

Klenina A. A. Bakiev A. G. The first results on the effectiveness of bird-protective devices on 6–10 kV overhead power lines in the Samarskaya Luka National Park, *Samarskaya Luka: problemy regional'noy i global'noy ekologii*. 2014. No. 4. P. 81–85.

Levin A. S. Kurkin G. A. The scope of death of eagles on power lines in Western Kazakhstan, *Pernatye hischniki i ih ohrana*. 2013. No. 27. P. 240–244.

List of wildlife objects listed in the Red Book of the Russian Federation: Prilozhenie k prikazu No. 162 Ministerstva prirodnyh resursov i ekologii Rossiyskoy Federacii ot 24 marta 2020 goda «Ob utverzhdenii Perechnya ob'ektov zhivotnogo mira, zanesennyh v Krasnuyu knigu Rossiyskoy Federacii». URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Minprirody-Rossii-ot-24.03.2020-N-162/> (data obrascheniya 15.05.2022).

Macyna A. I. Macyna E. L. Korol'kov M. A. Badmaev V. E. Badmaev V. B. Estimation of sizes of the annual rate of bird mortality caused by electrocution on power lines 6–10 kV in Kalmykia, Russia, *Pernatye hischniki i ih ohrana*. 2012. No. 24. P. 186–201.

National Atlas of Russia. URL: <https://nationalatlas.ru/> (data obrascheniya: 21.05.2022).

Pavlov I. S. Senator S. A. On the effectiveness of bird-protective devices installed on 6–10 kV overhead power lines in the Trans-Volga region, *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN*. 2015. T. 17, No. 4 (2). P. 157–160.

Pestov M. V. Sadykulin R. F. Comparing the rate of bird mortality caused by electrocution in the Astrakhan and the Atyrau districts, Russia – Kazakhstan, *Pernatye hischniki i ih ohrana*. 2012. No. 24. P. 98–103.

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, *Pernatye hischniki i ih ohrana*. 2012. No. 24. P. 104–117.

Barbazyuk E. Steppe Russian-Kazakh border zone as an area of increased mortality of Red Book diurnal birds of prey on powerlines (on the example of administrative provinces of the Volga-Ural region) // *Principy èkologii*. 2022. Vol. 11. № 3. P. 3–2.

Pestov M. V. Saraev F. A. Terent'ev V. A. Nurmuhambetov Zh. E. The outcome of Project "Assessment of the impact of medium voltage power lines on avifauna in Mangistau Region (Kazakhstan)", *Pernatye hischniki i ih ohrana*. 2015. No. 31. P. 64–74. DOI: 10.19074/1814-8654-2015-31-64-74.

Pestov M. V. The issue of raptors electrocutions "Raptors and Power Lines" in Russia, *Pernatye hischniki i ih ohrana*. 2005. No. 4. P. 11–13.

Portal of the Government of the Orenburg region. URL: <http://www.orenburg-gov.ru/Info/OrbRegion/Oblast/> (data obrascheniya 20.05.2022).

Saltykov A. V. Gugueva E. V. Guidelines for ensuring ornithological safety of power grid facilities of medium power on the example of the Volgograd region: Guidance manual. Volgograd: Krutov, 2017. 76 p.

Saltykov A. V. Medzhidov R. A. Report on the research work "Improvement of the system and management mechanisms of protected areas in the steppe biome of Russia" as part of the theme "Stimulation of bird protection measures at power lines in priority territories in the Republic of Kalmykia". Elista; M., 2015. 42 p.

Saltykov A. V. About the mass death of birds listed in the Red Book of Russia and the Red Book of the Astrakhan Province: Neopublikovannoe pis'mo v Sluzhbu prirodnopol'zovaniya i OOS Astrahanskoy oblasti ot 18.10.2021v.

Saltykov A. V. On the identification of sites of mass death of steppe eagles and long-legged buzzards from electrocution on power lines in the Alexandrovo-Gaysky district of the Saratov Province: Neopublikovannaya spravka ot 26.08.2021a.

Saltykov A. V. On the results of evaluation of the effectiveness of bird protection measures at power grid facilities in the steppe Trans-Volga region in the Volgograd Province: Neopublikovannaya spravka-otchet ot 27.09.2021.

Saltykov A. V. Unpublished map-layout of the overhead power transmission line 10 kV (feeder No. 17 electrical substation "Pirogovka") with areas of mass death of rare bird species listed in the Red Books of Russia and the Astrakhan Province of 12.10.2021. 2021b.

Saraev F. A. Pestov M. V. Ongarbaev N. H. Nurmuhambetov Zh. E. Muhashov A. T. Uhov S. V. The results of dead bird counts on overhead power lines in Western Kazakhstan (Atyrau and Mangystau regions), *Trudy Aksu-Zhabaglinskogo gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika*. Shymkent, 2019. Vyp. 12. P. 129–136.

Saraev F. A. Pestov M. V. The results of two-time countings of the death of raptors on power lines in the southern part of Ural-Emba Interfluve in the spring and autumn of 2010, Kazakhstan, *Pernatye hischniki i ih ohrana*. 2011. No. 21. P. 106–110.

Starikov S. V. Mass death of birds of prey on power lines in the Zaisan basin (East Kazakhstan), *Selevinia*. 1996/1997. P. 233–234.

Voronova V. V. Pulikova G. I. Kim K. K. Andreeva E. V. Bekker V. R. Aytbaev T. The impact of power lines on bird mortality in Central Kazakhstan, *Pernatye hischniki i ih ohrana*. 2012. No. 24. P. 52–60.