

П. І. Горлов, В. Д. Сіохін
**АНАЛІЗ МІЖНАРОДНОГО ДОСВІДУ ВИВЧЕННЯ
ВПЛИВУ ВІТРОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ НА ПТАХІВ**

*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького
НДІ Біорізноманіття наземних та водних екосистем України*

Проаналізовано міжнародний досвід вивчення проблеми зіткнень птахів з вітровими електростанціями. Дана характеристика головних загроз існуванню птахів через будівництво та експлуатацію вітропарків. Зроблено порівняльний аналіз причин щорічної загибелі птахів в залежності від джерела загрози. Запропоновані шляхи мінімізації можливого негативного впливу ВЕС на птахів.

Ключові слова: вітрові електростанції, птахи, фактори загроз, шляхи мінімізації впливу.

П. И. Горлов, В. Д. Сиохин
**АНАЛИЗ МЕЖДУНАРОДНОГО ОПЫТА ИЗУЧЕНИЯ
ВЛИЯНИЯ ВЕТРОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА ПТИЦ**

*Мелітопольский государственный педагогический университет имени Богдана
Хмельницкого
НИИ Биоразнообразия наземных и водных экосистем Украины*

Проанализирован международный опыт изучения проблемы столкновений птиц с ветровыми электростанциями. Дана характеристика основных угроз существованию птиц в период строительства и эксплуатации ветропарков. Сделан сравнительный анализ причин ежегодной гибели птиц в зависимости от источника угрозы. Предложены пути минимизации возможного негативного влияния ВЭС на птиц.

Ключевые слова: ветровые электростанции, птицы, факторы угроз, пути минимизации влияния.

P. I. Gorlov, V. D. Siokhin
**STUDY OF INFLUENCE OF WIND-POWER STATIONS ON BIRDS: ANALYSIS OF
INTERNATIONAL PRACTICES**

*Bogdan Chmelnitskiy Melitopol State Pedagogical University
R&D Institute of Biodiversity of Terrestrial and Water Ecosystems of Ukraine*

The world experience of bird collisions with wind-power stations was analyzed. The detail characteristics of principal threats to the birds during building and exploitation of wind-power stations was done. Comparative analysis of factors caused annual birds mortality was performed. Some proposals of negative influence minimization were suggested for wind-power stations utilization.

Key words: wind-power stations, birds, threats, impact mitigations.

Енергетичне забезпечення є чи не найактуальнішою проблемою людства. Вирішення цієї проблеми пов'язано з питаннями охорони довкілля та екологічної безпеки. Позитивні моменти використання енергії вітру в загальних рисах відомі, зазначимо лише екологічний аспект – зменшення викидів парникових газів, використання «вічного» джерела енергії та інше. Однак, екологічна площина питання увібрала в себе і деякі проблеми, серед яких руйнування ґрунтового покриву, завдання шкоди рослинам та тваринам, а також вплив на здоров'я людини. Найбільш



обговорюваною проблемою серед екологів є загроза зіткнення птахів та кажанів з вітровими спорудами.

Наскільки ця проблема актуальна, який масштаб цього явища, чи є динаміка цієї загрози протягом року, чи можливий екологічний менеджмент використання вітрової енергії? Ці та інші питання розглядаються нами в наступному повідомленні, яке буде усього, в тому числі, на аналізі літературних джерел щодо міжнародного досвіду вивчення відносин птахів та вітрових станцій.

Характеристика системи «птахи-вітряки».

Потенційна загроза з боку ВЕС на птахів може бути поділена на групи.

1. Пряме зіткнення (з лопатями під час руху або нерухомими, опорами вітроустановок, лініями електропередач, інфраструктурними спорудами).
2. Турбування птахів (під час будівництва та експлуатації).
3. Втрата біотопів внаслідок розміщення ВЕС на пташиних територіях (гніздових, кормових, місць скупчень).
4. Створення перешкод під час перельотів, особливо в традиційних місцях переміщення птахів (міграційні потоки, кормові перельоти, переміщення в місцях ночівель, міграційних скупчень, льонки тощо).

Перераховані впливи можуть бути прямими (такі, що безпосередньо призводять до загибелі птахів) або непрямими (зменшення загальної чисельності птахів в районі ВЕС, зниження числа гніздових пар, перерозподіл птахів між територіями, зникнення-поява деяких видів птахів в локальних поселеннях).

Говорити про однозначно негативний вплив можна лише в першому випадку – при прямому зіткненні, але й тут треба бути обережними з точки зору оцінки ступеню цього впливу. Для характеристики рівня небезпеки для птахів від інших загроз треба більш детальний аналіз причинно-наслідкового зв'язку.

Загальний аналіз причин загибелі птахів.

Нажаль зіткнення з ВЕС не єдина причина загибелі птахів. Щоб зрозуміти масштаби цього явища, проаналізуємо випадки загибелі птахів та причини, що призвели до цього.

1. Лінії електропередач. Обов'язковим елементом сучасного ландшафту є розгалужена мережа ліній електропередач. Різноманітні технічні характеристики (висота опори, щільність дротів, рівень напруги та ін.) по різному впливають на ступінь загрози птахам. В США від зіткнення з лініями електромереж щорічно гинуть від 130 до 174 млн. птахів (Erickson et al., 2001).
2. Будинки та інші споруди. Особливу небезпеку несуть високі будівлі, які до того ж мають значну вертикальну площу. За деякими оцінками в Сполучених Штатах щорічно від зіткнення з будинками гине 100 млн. (Eaton, 2003) або навіть від 97.6 до 976 млн. птахів (Klem, 1990). Особливу небезпеку несуть будинки, які вночі освітлюються.
3. Телекомунікаційні вежі також є об'єктами підвищеної небезпеки. В Сполучених Штатах через зіткнення з ними гинуть від 40 до 50 млн. птахів (Weisenel, 2002). Головними причинами зіткнень є низька хмарність та освітлення веж (Shire, Brown, & Winegrad, 2000).
4. Досить велику загрозу несуть транспортні засоби (через зіткнення) та отруєння паливними матеріалами. За даними таких досліджень в США щорічно під колесами автомобілів гинуть від 60 до 80 млн. птахів (Klem, 1991).

5. Засоби хімічного захисту рослин та боротьба з гризунами в сільському господарстві Сполучених Штатів за самими попередніми оцінками призводять до загибелі 67 млн. птахів щорічно (Pimentel et al., 1992).

6. Цікаві спостереження щодо полювання на птахів котів (як диких так і домашніх, що вільно мешкають) проведені в Вісконсіні (США). Згідно цих досліджень розраховано, що в США щорічно котами знищуються від 8 до 217 млн. птахів (Coleman, Temple, & Crave, 1999).

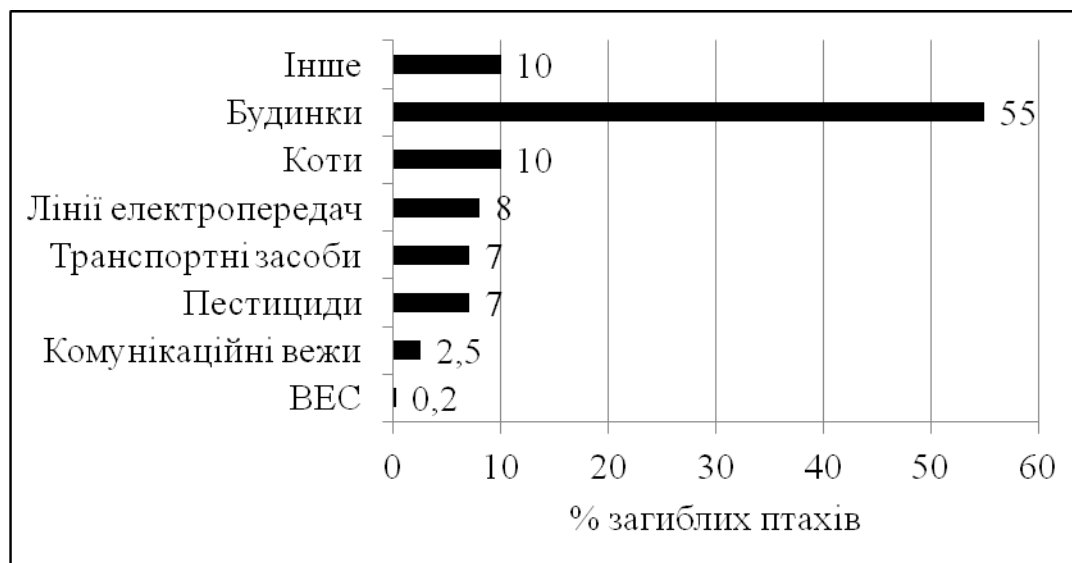


Рис.1. Характеристика щорічної смертності птахів в залежності від джерела загрози в США (за [6])

Аналіз зіткнення птахів з ВЕС.

Першим застереженням проти будівництва ВЕС, як об'єктів, що загрожують птахам, мабуть були дослідження, проведені на вітростанції Altamont Pass біля Сан-Франциско. Збудований в 1982 році вітропарк налічує 5400 турбін. З літературних джерел відомо що від зіткнення з лопатями ВЕС тут гине від 800 до 1300 хижих птахів та 22 000 горобцеподібних птахів щорічно ("Fact Sheet" 2005; Sugimoto & Matsuda, 2011). Схожі проблеми були й на Іспанській станції в Наварро. Згідно даних Lekuona & Ursua (2006) на 11 станціях цієї провінції гинуло 20.6 грифів на одну турбіну щороку та декілька тисяч інших (дрібних) птахів. Однак, подальші дослідження впливу ВЕС на птахів дали доволі несподівані та малоочікувані результати.

Згідно національної доповіді National Wind Coordinating Collaborative (NWCC) в Сполучених штатах основну загрозу птахам несуть не вітрові станції, а інші антропогенні об'єкти. Стосовно вітрових станцій є наступні дані. Випадки загибелі птахів від зіткнення з ВЕС в Каліфорнії в порівнянні з іншими видами загроз, становлять від 0.01 до 0.02% (1 на кожні 5,000-10,000 фактів загибелі). В інших штатах розраховано середній показник загибелі птахів на одну турбіну, який склав 1.83 ос/турбіну/рік. Для хижих птахів цей показник дорівнює 0.006 ос/турбіну/рік (Erickson et al., 2001).

Схожі дослідження проведені в Вісконсіні (США). На території вітрової станції, де було розташовано 31 турбіну за дворічний термін зафіксовано 25 випадків загибелі



птахів. Для періоду 1999-2001 роки середній показник смертності становив 1.29 ос/турбіну/рік (Howe, Evans, & Wolf, 2001). В межах майданчика San Geronio Pass Wind Farm (США), де розташовано більше 3200 турбін, під час міграцій летять близько 69 млн. птахів. Спостереження 1986 року виявили факти загибелі всього 38 птахів (Erickson et al., 2002), та за деякими оцінками показник загибелі птахів становив 0.04 ос/турбіну/рік (Orloff, & Flannery, 1992). Відомі американські консультанти з питань взаємодії вітроенергетики з птахами Dick Curry и Paul Kerlinger організували спостереження на багатьох вітрових станціях Сполучених Штатів та в Канаді, з метою вивчення масштабів загибелі птахів від зіткнення з агрегатами ВЕС. В таблиці 1 наведені результати досліджень.

В Європі подібні спостереження дали дуже схожу картину. Наприклад, в Іспанії на території вітропарку в Андалузії (Tarifa Wind Farm) були проведені дослідження протягом 14 місяців. Загальна кількість мігрантів в цьому регіоні серед хижих птахів складала: грифів 45000 ос., а змієда – 2500 ос. Середня кількість загиблих хижих птахів за період досліджень становила 0.03 ос/турбіну/рік (Janss, 2000). На іншій, більш потужній станції, де розташовано 256 вітряків протягом року задокументовано 106 випадків загибелі птахів різних груп (Lowther, 2000). Для південної частини Іспанії показник смертності птахів дорівнює 0.05-0.45 ос/турбіну/рік (Barríos & Aguilar, 1995).

Таблиця 1.

Характеристика випадків загибелі птахів на майданчиках ВЕС в США та Канаді (за Curry & Kerlinger, 2004).

Місце спостережень	Кількість турбін	Період спостережень	Випадків загибелі птахів
Масачусетс	8	Осінь-зима, 1993	0
Медісон	7	1 рік (2201-2002)	4
Копенгаген (Нью Йорк)	2	Осінь, 1994	0
Пенсільванія	8	1 рік (2000-2001)	0
Айова	3	3 сезони міграції	0
Канзас	2	3 сезони міграції	0
Міннесота	200	1997-2002	53 (1 хижий птах)
Висконсін	31	1999-2000	25
Altamont Pass	5400	За всі роки	Висока смертність
Montezuma Hills	248	2 роки	13 (10 хижих птахів)
Tehachapi Pass	3700	За всі роки	Низький рівень смертності
Колорадо	29	1998-20002	16 (1 хижий птах)
Орегон	38	1999	12
Вайомінг	105	1998-2000	75 (3 хижих птаха)
Канада	26	2 сезони міграції	0

В Нідерландах протягом трьох місяців (осінь-зима) вивчалися факти зіткнення птахів з турбінами нового покоління (1.65 МВт), які мали велику площу лопатей та значні фізичні розміри. В середньому на одну турбіну в день припадало 0.08 особин (від 0.05 до 0.19). Чисельність загиблих птахів порівняно до загальної чисельності птахів, які летять над вітровою станцією складала в середньому 0.14%. Цікаво, що для нічних мігрантів цей показник також був низьким – 0.01-0.14%. Для турбін

попереднього покоління, ризик зіткнення дорівнював 0.06-0.28%. Таким чином турбіни нового покоління мають технічні характеристики, які втричі знижують рівень негативного впливу на птахів (Krijgsveld, Akershoek, Schenk, Dijk, & Dirksen, 2009). Більші показники дає J.E. Winkelman (1992), який вважає, що для узбережжя показники загибелі птахів великого розміру складає 2.4 – 56.2, а для горобцеподібних 2.1 – 63.8 ос/турбіну/рік.

В Німеччині подібні дослідження проведені на острові Fehmarn. Слід зазначити, що цей вітровий майданчик розташований на шляхах інтенсивного міграційного потоку птахів. Середні показники загибелі птахів на одну вітроустановку в рік склали тут 13 особин. Цікаво, що при порівнянні подібних показників для майданчиків ВЕС, які розташовані поза межами інтенсивного міграційного прольоту, процент зіткнень був майже таким. Це доведено для вітростанцій на західному узбережжі Німеччини (Grünkorn, Diederichs, Poszig, Diederichs, & Nehls, 2005; Grünkorn, Diederichs, Poszig, Diederichs, & Nehls, 2009), а також в Нідерландах (Langston & Pullan, 2003).

В Японії на станції Awara в префектурі Фукуї, близько трьох тисяч зимуючих білолобих гусей (*Anser albifrons*) щоранку й щовечора перелітали територію майданчика ВЕС. Методами моделювання встановлено, що допустима смертність гусей, яка не спричинить значного негативного впливу на цю зимуючу популяцію становить 75 особин, але під час досліджень виявлено лише 2 випадки зіткнення (Sugimoto & Matsuda, 2011).

Попередні висновки з наведених даних свідчать про наступне:

1. Дослідження проведені різними авторами в різних регіонах мають схожий результат, щодо оцінки впливу ВЕС на птахів.
2. Вітрові установки нового покоління в значній мірі є менш загрозливими для птахів, ніж попередні моделі.
3. Ступінь ризику під час інтенсивного міграційного прольоту значно не підвищується.
4. Для нічних мігрантів показники смертності схожі з денними спостереженнями.
5. Складні погодні умови (туман та сильний вітер) несуть потенційну загрозу птахам під час переміщення територіями вітропарків.
6. Менеджмент процесу експлуатації вітрових агрегатів, пов'язаний з моніторингом авіафауни дає позитивний, з точки зору охорони довкілля, результат.

Позиція природоохоронних організацій.

Міжнародні та національні організації, головною метою яких є охорона птахів, мають свій погляд на впровадження вітроенергетичних ініціатив. Національне Одюбонівське товариство (The National Audubon Society) та Американське товариство охорони птахів (American Bird Conservancy) наголошують на тому, що розвиток вітроенергетики є реальністю сьогодення і головною метою подальшого розвитку є зниження факторів ризику пташиних колізій. Принципово підтримуючи будівництво вітропарків, ці організації наполягають на дотриманні науково обґрунтованих рекомендацій щодо проектування, будівництва та експлуатації вітрових станцій (Layton, 2012).

Королівське товариство охорони птахів Великої Британії (Royal Society for the Protection of Birds) також виступає за взаємодію двох напрямків – розвиток сучасної вітроенергетики та охорону птахів, через врахування двосторонніх вигод (“Wind Farms, 2011). В своєму звіті BirdLife International разом із комісією Бернської Конвенції (Bern Convention) розглянувши фактичний матеріал та зробивши аналіз потенційних загроз



констатують про можливість зниження негативного впливу через проведення моніторингу та коректного розташування вітрових станцій (Langsot & Pullan, 2003). Схожих позицій дотримуються BirdLife International в Іспанії (Barrios & Aguilar, 1995).

Українське товариство охорони птахів усіяко підтримує позицію BirdLife International щодо впливу вітроенергетики на птахів і вважає розвиток вітроенергетики однією з перспективних і важливих галузей для України (“Вітрова енергетика”, 2012).

Шляхи подолання проблеми.

Аналіз літератури по роках дає цікаву динаміку зниження показників смертності птахів від 80-х років минулого сторіччя до теперішнього часу. Пов’язано це, з конструкціями вітрових агрегатів, їх модернізації та принципів розміщення. Застарілі вітрові агрегати, які мають невелику висоту, швидкісне обертання вітрового колеса, недосконалий дизайн лопатей – виявилися для багатьох видів птахів суттєвою загрозою життю. Непродумана схема розташування вітрових агрегатів відносно один одного створювала бар’єри на шляхах перельотів птахів. Турбулентність, вібрація, шум, можливо, й електромагнітне забруднення відлякують птахів з їх традиційних місць перебування.

При використанні агрегатів нового покоління (потужністю більше 1.5 МВт) відсоток пташиних інцидентів зменшується в 1.6 рази, а на деяких майданчиках ВЕС втричі (Krijgsveld et al., 2009). Це пов’язано з тим, що вісь генератора таких вітряків знаходиться на висоті 100 м і вище над землею. При діаметрі вітрового колеса в 90 м, простір в 50 м над землею стає безпечним для багатьох дрібних горобцеподібних птахів. Нагадаємо, саме вони давали статистику зіткнень. Швидкість руху сучасного вітрового колеса становить близько 70 обертів за хвилину. Це дає можливість птахам завчасно побачити перешкоду та зреагувати на неї. Радарними дослідженнями в Нідерландах доведено, що реакція птахів, в залежності від розміру особин та зграй, на працюючий агрегат ВЕС фіксується на відстані 100-300 метрів, дозволяючи птахам, швидкість польоту яких близько 60 км/год, в більшості випадків уникнути зіткнення (Winden, Spaans, Bergh & Dirksen, 1997).

Більш аеродинамічна форма лопатей також працює на зменшення показника смертності птахів. Щодо помилок в розміщенні вітрових парків та розташуванні агрегатів, маємо позитивний світовий досвід співробітництва науковців та природоохоронних організацій з вітроенергетичними компаніями, які прислуховуючись до рекомендацій, вносили зміни в проект будівництва.

Таким чином, головною метою вивчення питань, пов’язаних з можливим негативним впливом ВЕС на птахів, є вирішення проблеми за всіма її проявами. Власний та світовий досвід підказує три пріоритетних напрями зосередження зусиль.

1. Спеціальний орнітологічний моніторинг. В схему моніторингу обов’язково включають застосування сучасних інструментальних методів збору (лазерні дальноміри та висотоміри, радарні дослідження, ультразвукові детектори при вивчені кажанів) та аналізу матеріалу (складання математичних моделей впливу ВЕС на птахів з урахуванням особливостей конкретного майданчика).

2. Менеджмент територій. Виконання завдань моніторингу орнітологічної ситуації на майданчиках ВЕС втілюється в рекомендації з менеджменту вітропарків на стадіях проектування, будівництва та експлуатації. Головна мета цього процесу – мінімізація можливого негативного впливу майбутніх та існуючих ВЕС на птахів.

3. Компенсаторні заходи. Виконання власниками вітрових станцій науково обґрунтованих рекомендацій із зниження впливу ВЕС на птахів та виконання

менеджмент плану території є важливим компенсаторним заходом. Серед яких, необхідно визначити наступні:

- використання акустичних та світлових пристроїв для відлякування птахів також може попередити зіткнення;
- ренатуралізація порушених земель та лісосмуг, з міжнародного досвіду, є обов'язковою;
- он-лайн спостереження за птахами на території майданчика, яке дозволить оперативно реагувати на зміну орнітологічної ситуації.

Повний перелік компенсаторних заходів може бути збільшений за кількістю заходів, в залежності від умов конкретних територій.

ВИСНОВКИ

За останні 30 років, коли проводяться інтенсивні орнітологічні дослідження, простежується тенденція зменшення ступеню загрози від ВЕС на птахів. Це пов'язано з технічним удосконаленням вітряків, урахуванням науково обґрунтованих рекомендацій під час проектування, будівництва та експлуатації вітропарків.

Відсоток загибелі птахів від ВЕС є найменшим серед інших чинників впливу, а зниження ступеню цієї загрози регулюється через:

1. Спеціальний орнітологічний моніторинг;
2. Складання менеджмент-плану розвитку території ВЕС;
3. Виконання пропозицій менеджмент-плану та впровадження компенсаторних заходів.

Використання сучасних методів досліджень орнітологічної ситуації (радар, ультразвукові детектори, лазерні пристрої визначення висоти та дальності до об'єкту, он-лайн камери на майданчиках ВЕС) дозволить отримати більш прогностичну інформацію, яка через розробку професійних експертних рекомендацій дасть можливість мінімізувати негативний вплив ВЕС на птахів.

Виконання таких заходів є обов'язковими для України в зв'язку з ратифікацією відповідних міжнародних угод та конвенцій про охорону птахів, їх міграційних шляхів та місць існування.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Українське товариство охорони птахів. Вітрова енергетика. (2012). Режим доступу:

<http://birdlife.org.ua/Vitrova-energetika>

Barrios, L., Aguilar, E. (1995). *Incidencia de las plantas de aerogeneradores sobre la avifauna en la comarca del campo de Gibraltar*. R. Marti (ed). Sociedad Española de Ornitología (SEO/ BirdLife), Madrid.

Coleman, John S., Stanley Temple, A., Scott, R. Craven (1999). *Cats & wildlife: a conservation dilemma*. Wildlife Control Technologies.



- Curry, D., Kerlinger, P. (2004). *What Kills Birds?* Retrieved from <http://www.currykerlinger.com/birds.htm>
- Eaton, J. (2003). *Tower Kill*. Earth Island Journal.
- Erickson, W. P., Johnson, G. D., Strickland, M. D., Young Jr., D. P., Sernka, K. J., Good, R. E. (2001). *Avian collisions with wind turbines: a summary of existing studies and comparisons to other sources of avian collision mortality in the United States*. National Wind Coordinating Committee, Washington, DC.
- Erickson, W., Johnson, G., Young, D., Strickland, D., Good, R., Bourassa, M., Bay, K., Sernka, K. (2002). *Synthesis and Comparison of Baseline Avian and Bat Use, Raptor Nesting and Mortality Information from Proposed and Existing Wind Developments*. West Inc., prepared for Bonneville Power Administration.
- Fact Sheet on Altamont Pass Bird Kills* (2005). Center for Biological Diversity: San Francisco, CA. – CFBD. Retrieved from <http://www.biologicaldiversity.org/swcbd/Programs/bdes/altamont/factsheet.pdf>
- Shire, Gavin G., Brown, K., Winegrad, G. (2000). *Communication Towers: A Deadly Hazard To Birds*. American Bird Conservancy,
- Grünkorn, T., Diederichs, F., Poszig, D., Diederichs, B., Nehls, G. (2005). *Entwicklung einer Methode zur Abschätzung des Kollisionsrisikos von Vögeln an Windenergieanlagen. Untersuchungen im Auftrag des Landesamtes für Naturschutz des Landes Schleswig-Holstein*. Retrieved from www.bioconsult-sh.de
- Grünkorn, T., Diederichs, F., Poszig, D., Diederichs, B., Nehls, G. (2009). Wie viele Vögel kollidieren mit Windenergieanlagen? *Natur und Landschaft*, 7, 309-314.

- Howe, R., Evans, W., Wolf, A. T. (2001). *Effects of Wind Turbines on Birds and Bats in Northeastern Wisconsin*. Report submitted to Wisconsin Public Service Corporation and Madison Gas and Electric Company.
- Janss, G. (2000). *Bird behaviour in and near a wind farm at Tarifa, Spain: management considerations*. Proceedings of National Avian-Wind Power Planning Meeting III, San Diego, California. Unpublished report for the Avian Subcommittee of the National Wind Coordinating Committee by LGL Ltd, King City, Ontario. Retrieved from www.nationalwind.org/publications/wildlife/avian98/15-Janss-Tarifa_Spain.pdf
- Klem, D. Jr. (1990). Collisions between birds and windows: mortality and prevention. *J. Field Ornithol.*, 61(1), 120-128.
- Klem, D. Jr. (1991). *Glass and bird kills: an overview and suggested planning and design methods of preventing a fatal hazard*. *Wildlife Conservation in Metropolitan Environments*. NIUW Symp. Ser. 2. Natl. Inst. for Urban Wildlife, Columbia, MD.
- Krijgsveld, K.L., Akershoek, K., Schenk, F., Dijk, F., Dirksen, S. (2009). Collision risk of birds with modern large wind turbines. *Ardea*, 97(3), 357–366.
- Langston, R. H. W., Pullan, J. D. (2003). *Windfarms and Birds : An analysis of the effects of windfarms on birds, and guidance on environmental assessment criteria and site selection issues*. Report written by BirdLife International on behalf of the Bern Convention, RSPB/BirdLife in the UK. Retrieved from http://www.birdlife.org/eu/pdfs/BirdLife_Bern_windfarms.pdf
- Layton, J. (2012). *Do wind turbines kill birds?* Retrieved from <http://science.howstuffworks.com/environmental/green-science/wind-turbine-kill-birds2.htm>



Lekuona, J.M., Ursua, C. (2006). Avian mortality in wind plants of Navarra (northern Spain).

In *Birds and Wind Power* (de Lucas, M., Janss, G. & Ferrer, M. (eds.). Lynx Edicions, Barcelona.

Lowther, S. (2000). *The European perspective: some lessons from case studies*. Proceedings of National Avian-Wind Power Planning Meeting III, San Diego, California, Unpublished report for the Avian Subcommittee of the National Wind Coordinating Committee by LGL Ltd, King City, Ontario. Retrieved from www.nationalwind.org/publications/wildlife/avian98/16-Lowther-European_Perspective.pdf

Orloff, S., Flannery, A. (1992). *Wind Turbine Effects on Avian Activity, Habitat Use, and Mortality in Altamont Pass and Solano County Wind Resource Areas*. Work performed by BioSystems Analysis, Inc., Tiburon, CA. Sacramento, CA: California Energy Commission. Retrieved from: <http://www.nrel.gov/wind/pdfs/30876.pdf>

Pimentel, D., Acquay, H., Biltonen, M., Rice, P., Silva, M., Nelson, J., Lipner, V., Giordano, S., Horowitz, A., D'Amore, M. (1992). Environmental and Economic Costs of Pesticide Use. *BioScience*, 42, 750-760.

Smallwood, K.S., Thelander, C.G. (2005). *Bird Mortality at the Altamont Pass Wind Resource Area: March 1998 - September 2001*. National Renewable Energy Laboratory. Retrieved from <http://www.nrel.gov/docs/fy05osti/36973.pdf>

Sugimoto, H., Matsuda, H. (2011). Collision risk of White-fronted geese with wind turbines. *Ornithological Science*, 10, 61-71.

The RSPB: Wind farms. (2011). Retrieved from <http://www.rspb.org.uk/ourwork/policy/windfarms/>

Van der Winden, J., Spaans, A. L., van den Bergh, L M. J., Dirksen, S. (1997). *National programme on the impact of wind farms on bird life, part 3: nocturnal flight altitude measurements of tidal migration in the Delta area*. Bureau Waardenburg Report. Instituut voor Bos- en Natuur-onder-zoek (IBN-DLO), Wageningen, The Netherlands.

Weisenel Wendy, K. (2002). *Battered by Airwaves*. Wisconsin Department of Natural Resources, October.

Winkelman, J.E. (1992). *De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels, 1: aanvaringslachtoffers*. RIN-rapport 92/2. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem, Netherlands.

© П.І. Горлов, В. Д. Сіохін, 2012

© P. I. Gorlov, V. D. Siokhin, 2012

Надійшла до редколегії 25.03.2012