

ОЦІНКА ІСНУЮЧИХ ЗАГРОЗ ВІТРОПАРКІВ ПІВДНЯ УКРАЇНИ ДЛЯ МІГРАЦІЙНОЇ ОРНИТОФАУНИ

П.І. Горлов, В.Д. Сіохін, О.В. Матюра

*Науково-дослідний інститут Біологічного різноманіття наземних та водних екосистем України, Мелітополь,
вул. Гетьманська, 20, 72301, E-mail: petro-gorlov@mail.ru*

Алтайський державний університет, Барнаул, пр. Леніна, 61, 656049, Росія, E-mail: amatsyura@gmail.com

На підставі досліджень 13 вітропарків в Азово-Чорноморському регіоні наводяться дані про видове різноманіття, чисельність птахів, напрямки і висоту польоту в періоди сезонних міграцій. Всього здійснено 194 експедиційні виїзди протягом 549 днів. У Чорноморському басейні розташовані 3, в Сивасько-Джарилгацькому - 7 і в Азовському басейні - 3 вітропарки. Встановлено, що видове різноманіття птахів досягає 100 видів, однак птахи по-різному використовують територію вітрових станцій: вони постійно присутні, періодично залітають, або взагалі не відвідують вітропарк. Велике число водно-болотних угідь, розташованих в Азово-Чорноморському регіоні, приваблює сюди навколводні види птахів, які домінували (79,8% від загальної чисельності навесні і 68,7% восени). Аналіз перебування птахів на майданчиках вітропарків показує, що тут знаходилося не більше 25% від загальної чисельності птахів, зареєстрованих в регіоні досліджень. Основними напрямками польоту є північно-східне навесні (23,7% всіх напрямків) і південно-західне восени (29,6%). Птахи були зареєстровані на різних висотах, однак в інтервалі до 50 м над землею навесні було зафіксовано 89,5% птахів, а восени - 79,1%. Оцінка впливу вітропарків на птахів була проведена з використанням інтегрального аналізу. Встановлено, що частина птахів, які перебувають в межах вітропарків на небезпечних висотах (45-155 м) і долає бар'єр з вітряків, становить близько 1%. Такий вплив було оцінено як низький. Фактів загибелі птахів від зіткнень з вітроагрегатами не встановлено.

Ключові слова: міграція птахів, вітрові станції, оцінка впливу.

ASSESSMENT OF POTENTIAL THREATS OF WIND FARMS FOR MIGRATORY BIRDS IN THE SOUTH OF UKRAINE

P.I. Gorlov, V.D. Siokhin, A.V. Matsyura

R&D Institute of Biological Diversity of Terrestrial and Water Ecosystems of the South of Ukraine, Melitopol, Ukraine,

E-mail: petro-gorlov@mail.ru

Altai State University, Barnaul, Russia, E-mail: amatsyura@gmail.com

The article presents data on the species diversity, the number of birds, directions and altitudes of flight during the periods of seasonal migrations based on studies of 13 wind farms in the Ukrainian Azov-Black Sea region. In total 194 expedition field trips have been performed for 549 days. There are 3 wind farms in the Black Sea basin, 7 in the Sivash-Dzharylgach basin and 3 in the Azov basin. We registered 100 bird species, but they use the territory of wind farms in different ways: they always present, periodically fly or do not fly to the wind farm. A large number of wetlands located in the Azov-Black Sea region attract waterfowl bird species that dominated (79.8% of the total number in spring and 68.7% in autumn). The analysis of the birds stay at the wind farm sites shows that there were registered not more than 25% of the total number of birds recorded in the study area. The main flight directions were north-east in spring (23.7% of all flights) and south-west in autumn (29.6%). Flying birds were registered at different altitudes, but 89.5% of birds flew in the range up to 50 m above the ground in spring and 79.1% – in autumn. The threats of wind farms on birds was evaluated by integrated management assessment tolls. It was found that just few of birds (about of 1 percent) could fly at dangerous altitudes (45-155 m) over the wind farm areas and cross the wind farm barrier. This wind turbines' impact on the birds was considered as rather insignificant. The bird deaths caused by collisions with the wind turbines were not registered.

Keywords: bird migration, wind farms, impact assessment.

Citation:

Gorlov, P.I., Siokhin, V.D., Matsyura, A.V. (2016). Assessment of potential threats of wind farms for migratory birds in the South of Ukraine. *Biological Bulletin of Bogdan Chmelniitskiy Melitopol State Pedagogical University*, 6 (3), 175–186.

Поступило в редакцію / Submitted: 21.10.2016

Принято к публикации / Accepted: 19.11.2016

crossref <http://dx.doi.org/10.15421/201685>

© Gorlov, Siokhin, Matsyura, 2016

Users are permitted to copy, use, distribute, transmit, and display the work publicly and to make and distribute derivative works, in any digital medium for any responsible purpose, subject to proper attribution of authorship.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 3.0. License

ВСТУП

Розвиток вітрової енергетики в Україні є пріоритетом держави, що закріплено в законодавстві (Національний план дій..., 2014; Закон України, 2015а; Закон України, 2015б), однак природоохоронна складова традиційно залишається питанням другорядним. В суспільстві поширена думка про небезпеку та загрозу птахам з боку вітрових агрегатів, яка на національному рівні нажалі не спирається на результати спеціальних досліджень. Авторам невідомі випадки, коли в Україні документально були б підтвержені факти зіткнень птахів з рухомою частиною вітроагрегату, що в першу чергу пов'язано з малою кількістю введених в експлуатацію вітрових парків, а також відсутністю даних, отриманих в результаті регулярних моніторингових спостережень на більшості вітрових станцій. Аналіз міжнародного досвіду, проведений нами в попередніх повідомленнях (Горлов, Сіухін, 2012; Горлов та ін., 2016) в більшій своїй частині стосується «домегаватного» періоду розвитку вітрової енергетики, коли використовувалися агрегати маленької висоти та з високою частотою обертання вітроколеса. Зараз існує потреба об'єктивного дослідження потенційних загроз для птахів з боку сучасних вітростанцій (ВЕС). Для надання такої оцінки важливо знати видове різноманіття птахів, їх чисельність та поширення територією вітропарків протягом року, окреслити найбільш вразливі періоди життєвого циклу, які зазвичай пов'язані з сезонними міграціями, дослідити висоти та напрямки перельоту (Bernardino et al., 2013; Cárcamo et al., 2011; Cordeiro et al., 2013; Everaert, & Stienen, 2007; Fiedler, 2003a; 2003b; Krijgsveld et al., 2009; Petersen et al., 2006).

Саме на ці питання спробуємо відповісти нижче.

МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ

В основу повідомлення покладені результати багаторічних досліджень сезонних міграцій в Азово-Чорноморському регіоні на територіях, де планується розміщення вітрових парків, йдеться їх будівництво чи вони вже експлуатуються. За 194 експедиційні виїзди протягом 549 днів у період з осені 2009 по вересень 2016 років були досліджені 13 таких полігонів, які розташовані в Чорноморському, Сивасько-Джарилгацькому та Азовському басейнах (табл. 1; рис. 1).

Таблиця 1. Характеристика експедиційних виїздів на території вітропарків в Азово-Чорноморському регіоні.

Рік	Адміністративна територія (виїздів / днів спостережень)								Всього		
	Одеська обл.		Херсонська обл.		Запорізька обл.		АР Крим				
	весна	осінь	весна	осінь	весна	осінь	весна	осінь	весна	осінь	за рік
2009	-	1/4	-	-	-	-	-	2/4	-	3/8	3/8
2010	4/12	4/12	-	3/9	2/10	7/24	6/18	18/44	12/40	32/89	44/129
2011	6/21	-	4/12	-	4/12	2/6	3/15	1/3	17/60	3/9	20/69
2012	6/22	6/23	-	2/5	2/7	2/7	6/18	10/29	14/47	20/64	34/111
2013	-	-	2/8	-	7/31	6/25	3/10	-	41/29	6/25	47/54
2014	-	-	-	-	6/25	7/31	-	-	6/25	7/31	13/56
2015	-	-	6/20	7/24	6/25	5/27	-	-	12/45	12/51	24/96
2016	-	-	-	-	5/15	4/11	-	-	5/15	4/11	9/26
Всього	16/55	11/39	12/40	12/38	32/125	33/131	18/61	31/81	107/261	87/288	194/549

Діючими вітростанціями є Скадовська (1 вітрогенератор; 3 МВт), Ставки (3; 9,23 МВт) та Ботієвська (65; 200 МВт). Почалося будівництво першої черги Гирсівської ВЕС (1 вітроагрегат), решта в стадії проєктів. Під час спостережень особлива увага приділялась конкретним ділянкам суходолу (в Україні немає офшорних ВЕС), в межах яких існують проєкти будівництва ВЕС, або вже працюють вітропарки. Для порівняння орнітологічної ситуації на прилеглих до ВЕС територіях, обирались місця з високим видовим різноманіттям, які майже повсюдно були представлені водно-болотними угіддями. Традиційні методики збору польового матеріалу, адаптовані нами для площадок вітрових станцій (Горлов та ін., 2014; Vand et al., 2007; Beason, 2012; Both, Visser, 2001; Christensen et al., 2004; Desholm et al., 2006; Furness et al., 2013). Проводилися автомобільні, піші та точкові спостереження з використанням біноклів (10x) та телескопів (20-60x). Реєструвалися всі птахи в межах контрольних ділянок з фіксацією усіх перельотів (міграційні, кормові, на ночівлю, водопій, внаслідок турбування тощо).

Для визначення лінійних розмірів об'єктів на місцевості та фіксації маршрутів наших переміщень застосовані 2 GPS прилади Garmin Map 78S, інформація з яких у вигляді kmz-файлів оброблялась в програмі Google Earth. Для характеристики висот перельотів окремих птахів та зграй використовувався лазерний висотомір Nikon Forestry 550 та зроблені за його допомогою шаблони висот на прикладі статичних об'єктів (дерева у лісосмузі, опори електричних мереж, окремі будівлі, вітровий агрегат) відносно яких визначались висоти перельотів птахів.

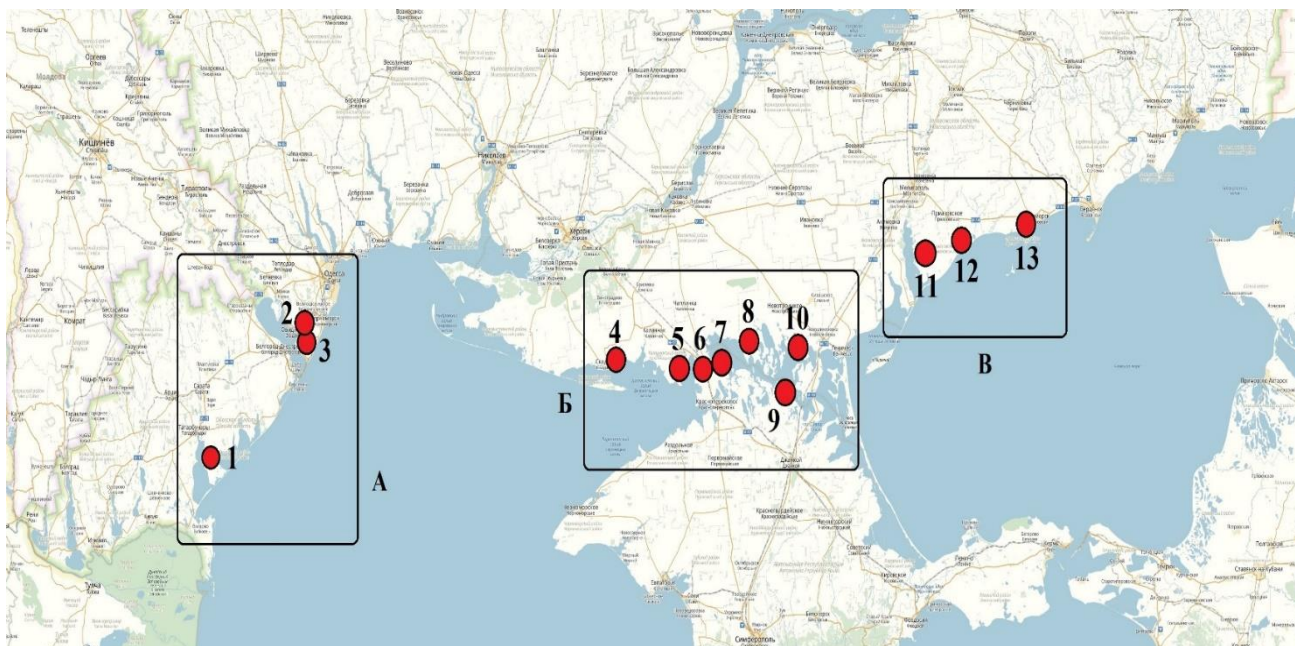


Рис. 1. Полігони досліджень в Азово-Чорноморському регіоні (А – Чорноморські ВЕС: 1 – Татарбунарська; 2 – Овідіопольська-пілотна; 3 – Овідіопольська; Б – Сивасько-Джарилгацькі ВЕС: 4 – Скадовська; 5 – Ставки; 6 – Армянська; 7 – Красноперекіпська; 8 – Новотроїцька; 9 – Джанкойська; 10 – Овер’янівська; В – Азовські ВЕС: 11 – Гирсівська; 12 – Ботіївська; 13 – Приморська)

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Видове різноманіття

Присутність птахів в межах досліджуваних територій характеризувалось відмінностями між сезонами року, однак видове різноманіття для вітрових парків всього Азово-Чорноморського регіону виявилось доволі стабільним та складало близько 100 видів (табл. 2, 3). Домінували представники ряду сивкоподібних (*charadriiformes*) - 49,8% навесні та 42,7% восени від загальної чисельності птахів ($F = 7,12; p < 0,05$), що традиційно для регіону з великою кількістю водно-болотних угідь. Субдомінантами були горобцеподібні (*passeriformes*) та гусеподібні (*anseriformes*) види. З огляду на необхідність надати оцінку впливу вітрових агрегатів на птахів зауважимо, що серед усіх зареєстрованих птахів доволі велика частка видів через особливості біології взагалі не використовують майданчики вітропарків (гагари, норці, баклани, деякі качки та кулики). Окремі види тяжіють до водно-болотних угідь, однак інколи відвідують сільгоспутілля, де розташовані вітряки (лебеді, гуси, качки, кулики, мартини). Насамкінець, більшість горобцеподібних птахів в межах вітрових парків перебувають більшу частину року.

Висоти перельотів

Найбільш важливою характеристикою поведінки птахів, яка дасть можливість об'єктивно оцінити загрози від вітряків, є визначення висот перельотів (Christensen et al., 2004; Cole, 2011; Cole, Dahl, 2013; Cook et al., 2011; De Lucas et al., 2012; Everaert, & Stienen, 2007; Huso, Dalthorp, 2014; Plonczkier, Simms, 2012).

Технічні характеристики вітрових агрегатів дають інформацію про небезпечні для птахів висоти, в інтервалі яких рухається вітроколесо. За допомогою сучасних методів досліджень, коли для спостережень за сезонними міграціями птахів використовують радари, стало можливим давати оцінку висот перельотів птахів (Bevanger et al., 2008; Cordeiro et al., 2013; Desholm et al., 2006; Dinevich et al., 2005; Everaert, 2014; Kerlinger et al., 2010; Martin, 2011; Martin, Shaw, 2010; Ptaszky et al., 2003).

Значимо також, що на висоти перельотів впливають такі показники, як екологічна група птахів, денні або нічні перельоти, погодні умови (Beason, 2012; Carrete et al., 2012; Cook et al., 2011; Everaert, & Stienen, 2007; Furness et al., 2013; Herrera-Alsina et al., 2013; Jenni, Kéry, 2003; Kitano, Shiraki, 2013; Martin, Shaw, 2010; Sparks et al., 2003; Subramanian, 2012).

Детальна характеристика розподілу всіх птахів, що летіли, на висотні інтервали показана в табл. 4 та на рис. 2. Аналіз цих даних свідчить про певні закономірності, коли висоти до 50 м використовували 89,5% птахів навесні та 79,1% восени ($F = 3,41; p < 0,05$).

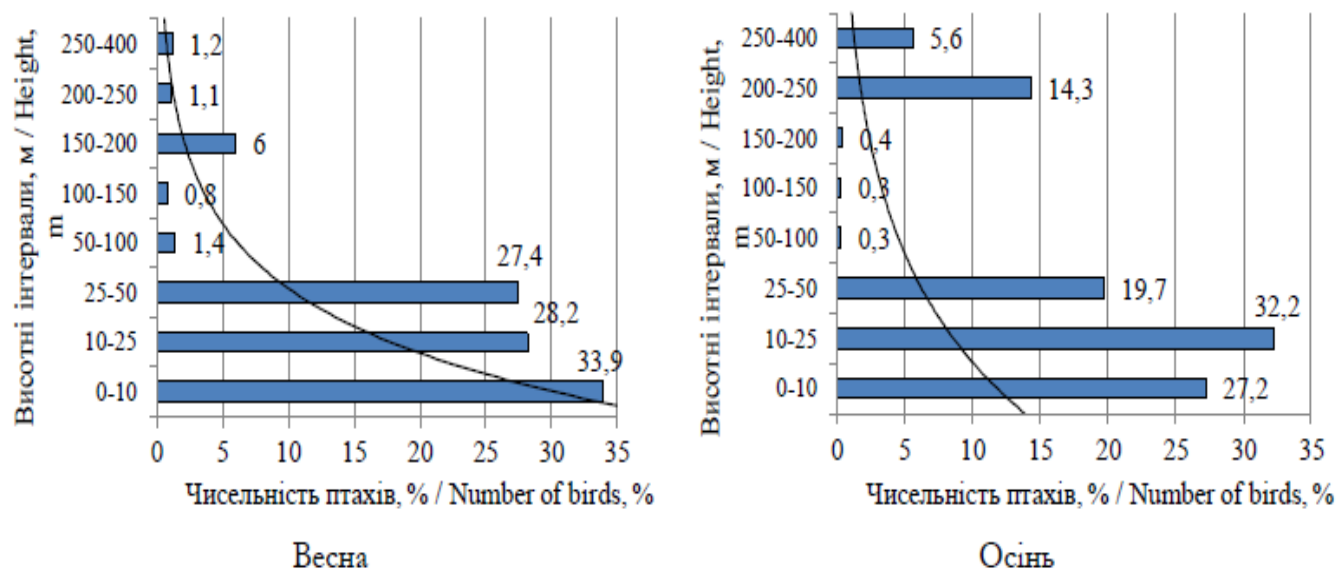


Рис. 2. Характеристика пташиних перельотів за висотними інтервалами в межах вітропарків території досліджень

Таблиця 2. Таксономічна характеристика весняного орнітокомплексу на території досліджень (чисельність птахів, особин)

Ряд	А		Б		В		Всього	
	видів	птахів	видів	птахів	видів	птахів	видів	птахів
<i>gaviiformes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>podicipediformes</i>	1	79	2	3682	2	617	2	4378
<i>pelecaniformes</i>	2	829	1	5402	1	7777	2	14008
<i>ciconiiformes</i>	5	195	4	353	2	26	5	574
<i>anseriformes</i>	12	2447	16	19039	12	13450	16	34936
<i>falconiformes</i>	5	181	7	299	6	212	8	692
<i>galliformes</i>	2	38	3	33	2	48	3	119
<i>gruiformes</i>	1	1314	3	1492	1	556	3	3362
<i>charadriiformes</i>	13	5294	24	72007	15	17790	25	95091
<i>columbiformes</i>	2	75	1	1	3	69	3	145
<i>cuculiformes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>strigiformes</i>	2	5	2	9	3	8	3	22
<i>caprimulgiformes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>apodiformes</i>	-	-	-	-	1	252	1	252
<i>coraciiformes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>urupiformes</i>	1	21	1	2	1	26	1	49
<i>piciformes</i>	-	-	-	-	1	1	1	1
<i>passeriformes</i>	24	9283	25	13696	21	14355	25	37334
Всього	70	19761	89	116015	71	55187	98	190963

Примітки: А – Чорноморські ВЕС; Б - Сивасько-Джарилгацькі ВЕС; В – Азовські ВЕС.

Напрямки перельотів

Пташині перельоти під час сезонних міграцій мають певні закономірності, пов'язані як з фенологічними явищами, так і дотриманням звичних напрямків перельотів (Band et al., 2007; Bevanger et al., 2008; Cole, Dahl, 2013; Cotton, 2003; Herrera-Alsina et al., 2013; Kitano, Shiraki, 2013; Krüger, Garthe, 2001; Morinha et al., 2014; Smallwood, Thelander, 2005).

Однак, мають місце чинники, які впливають на календарні строки появи птахів в регіоні досліджень (температура повітря, атмосферний тиск), а також обумовлюють напрямки перельотів (в Азово-Чорноморському регіоні це морські берегові лінії, лимани, та великі ріки).

Означені чинники посилились в останні десятиріччя, коли багатьма дослідниками виявлені залежності міграційних показників птахів від зміни клімату (Alerstam, 1990; Both & Visser, 2001; Cotton, 2003; Fiedler, 2003; Jenni & Kéry, 2003; Ptaszyk et. al., 2003; Sparks & Braslavská, 2001; Sparks et. al., 2003)

Таблиця 3. Таксономічна характеристика осіннього орнітокомплексу на території досліджень (чисельність птахів, особин)

Ряд	А		Б		В		Всього	
	видів	птахів	видів	птахів	видів	птахів	видів	птахів
<i>gaviiformes</i>	-	-	-	-	1	2	1	2
<i>podicipediformes</i>	1	63	2	1571	3	365	3	1999
<i>pelecaniformes</i>	2	11901	-	-	1	88	2	11989
<i>ciconiiformes</i>	3	106	2	26	3	84	4	216
<i>anseriformes</i>	6	2137	11	45712	9	6372	12	54221
<i>falconiformes</i>	9	117	8	257	7	272	9	646
<i>galliformes</i>	2	64	2	82	1	89	2	235
<i>gruiformes</i>	1	760	1	482	2	1100	2	2342
<i>charadriiformes</i>	11	20902	17	41443	18	53808	21	116153
<i>columbiformes</i>	3	28	1	4	4	47	4	79
<i>cuculiformes</i>	-	-	1	1	1	3	1	4
<i>strigiformes</i>	-	-	1	1	1	3	1	4
<i>caprimulgiformes</i>	-	-	-	-	1	2	1	2
<i>apodiformes</i>	-	-	-	-	1	50	1	50
<i>coraciiformes</i>	-	-	1	184	2	418	2	602
<i>urupiformes</i>	1	3	1	2	1	10	1	15
<i>piciformes</i>	-	-	-	-	2	3	2	3
<i>passeriformes</i>	19	57398	29	16606	25	9632	29	83636
Всього	58	93479	77	106371	83	72348	98	272198

Примітки: А – Чорноморські ВЕС; Б - Сивасько-Джарилгацькі ВЕС; В – Азовські ВЕС.

Таблиця 4. Висоти перельотів птахів в межах території досліджень (чисельність птахів, %)

Висотні інтервали	Весна				Осінь			
	А	Б	В	Всього	А	Б	В	Всього
0-10	26,2	31,3	44,3	33,9	20,1	35,4	26,0	27,2
10-25	37,6	27,5	19,5	28,2	23,5	42,5	30,7	32,2
25-50	15,9	36,7	29,7	27,4	20,2	16,5	22,3	19,7
50-100	2,4	0,6	1,2	1,4	0,1	0,1	0,7	0,3
100-150	0,7	1,4	0,1	0,8	0,1	-	0,9	0,3
150-200	14,6	0,1	3,3	6	0,6	0,4	0,1	0,4
200-250	0,4	1,0	1,9	1,1	31,5	0,2	11,1	14,3
250-400	2,2	1,4	-	1,2	3,9	4,9	8,2	5,6
Всього	100	100	100	100	100	100	100	100

Примітки: А – Чорноморські ВЕС; Б - Сивасько-Джарилгацькі ВЕС; В – Азовські ВЕС.

Для птахів Азово-Чорноморського регіону, які приймають участь у сезонних міграціях існує загальна закономірність, коли навесні птахи тяжіють північно-східних напрямків, а восени південно-західних. Це підтверджено також нашими багаторічними спостереженнями на Ботієвській ВЕС (Горлов та ін., 2014).

З позицій оцінки впливу ВЕС на птахів нами фіксувались будь-які переміщення птахів для з'ясування наявності усталених шляхів та ймовірного бар'єрного впливу споруд вітропарку. Незважаючи на потрапляння в аналіз не тільки мігруючих птахів, а й місцевих, згадана вище картина прольоту збереглася (табл. 5, 6; рис. 3).

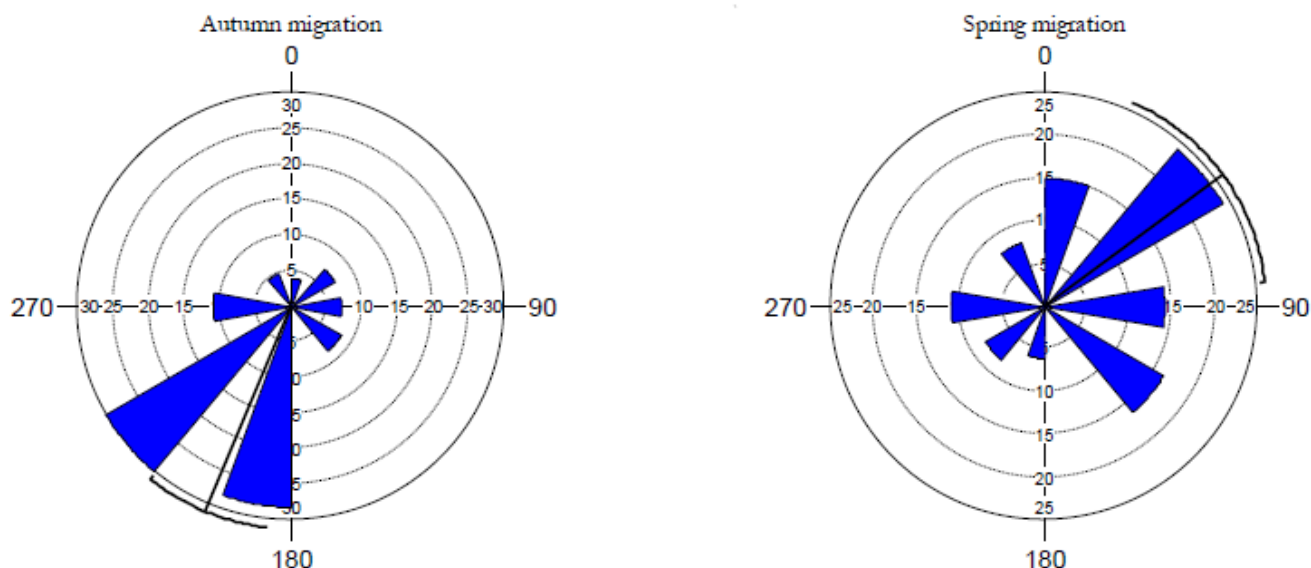


Рис. 3. Загальна картина напрямків перельоту птахів в межах вітропарків території досліджень (0 градусів відповідає північному напрямку, 180 - південному)

Таблиця 5. Основні напрямки перельоту птахів в межах вітропарків території досліджень (чисельність птахів, %)

Румб	Весна				Осінь			
	А	Б	В	Всього	А	Б	В	Всього
ПН	30,0	11,3	3,0	14,8	4,7	4,3	3,3	4,1
ПНС	24,1	24,5	22,6	23,7	0,7	2,0	17,8	6,8
С	8,1	19,7	14,7	14,2	4,6	12,9	4,7	7,4
ПДС	0,4	11,3	35,4	15,6	2,2	17,1	4,9	8,1
ПД	7,6	6,3	2,5	5,5	40,8	19,9	23,1	27,9
ПДЗ	2,7	4,4	16,4	7,8	26,2	25,8	36,9	29,6
З	14,0	15,7	2,3	10,7	16,9	9,7	6,6	11,1
ПНЗ	13,1	6,8	3,1	7,7	3,9	8,3	2,7	5
Всього	100	100	100	100	100	100	100	100

Таблиця 6. Статистичний аналіз напрямків польоту птахів за сезонами.

Параметр статистики	Осінь	Весна
Mean Vector (μ)	293,173°	143,724°
Length of Mean Vector (r)	0,461	0,243
Median	315°	135°
Concentration	1,037	0,501
Circular Variance	0,539	0,757
Circular Standard Deviation	71,299°	96,395°
Standard Error of Mean	8,285°	16,268°
95% Confidence Interval (-/+) for μ	276,932° / 309,414°	111,833° / 175,616°
99% Confidence Interval (-/+) for μ	271,83° / 314,515°	101,815° / 185,634°
Rayleigh Test (Z)	21,256	6,016
Rao's Spacing Test (p)	< 0.01	< 0.01
Watson's U^2 Test (Uniform, U^2)	1,407	0,491
Watson's U^2 Test (p)	< 0.005	< 0.005
Kuiper's Test (Uniform, V)	4,631	3,099
Kuiper's Test (p)	< 0.01	< 0.01
V Test (V ; expected mean 0,00°)	0,181	-0,196

Оцінка впливу ВЕС на орнітокомплекс під час сезонних міграцій

Методика розрахунку ступеню впливу ВЕС на птахів має ґрунтуватись на багатофакторному аналізі та порівнянні прогностичних оцінок з реальними спостереженнями в поточному сезоні (Горлов, Сіохін, 2014; Bernardino et al., 2013; Cordeiro et al., 2013; Dahl et al., 2013; Everaert, 2014; Huso, Dalthorp, 2014; Morinha et al., 2014).

Маючи справу з такою динамічною системою, як орнітокомплекс конкретної території, оцінка не може бути константою і підлягає перегляду паралельно із змінами орнітологічної ситуації. За результатами спостережень на 13 площадках вітрових станцій у періоди сезонних міграцій маємо основні показники чисельності та видового складу орнітокомплексу, напрямків та висот прольоту. На наш погляд ці базові характеристики достатні для надання попередньої оцінки впливу ВЕС на птахів. Розуміючи, що не всі зареєстровані птахи відчують на собі однаковий негативний вплив, нами зроблений поділ за окремими категоріями, відображений в табл. 7, де разом з періодичністю відвідування вітропарків додана властивість птахів використовувати певні висоти.

Таблиця 7. Категорії птахів за регулярністю відвідування вітропарків

Категорія птахів	Чисельність	%
Постійно відвідують ВЕС на висотах більше 50 м	1389	0,3
Зрідка відвідують ВЕС на висотах більше 50 м	188970	40,8
Відвідують ВЕС, але ніколи на висотах більше 50 м	7411	1,6
Взагалі не відвідують територію ВЕС	265391	57,3
Всього	463161	100

Аналіз табл. 7 свідчить, що майже 60% птахів, зареєстрованих в межах площадок та на прилеглих територіях взагалі не відчують на собі негативного впливу через тяжіння до водно-болотних угідь (57,3%) та використання безпечних висот до 50 м над землею (1,6%). У безперечну групу ризику потрапили всього 0,3% птахів від загальної чисельності зареєстрованих птахів (соколи, яструби, воронові, жайворонки). Однак, 40,8% складають птахи, які за своїми особливостями біології зрідка можуть відвідувати вітропарки та літати в небезпечному висотному інтервалі. Суб'єктивно, половину з цієї чисельності птахів можна зарахувати до групи ризику. Таким чином, із всього орнітокомплексу, який перебуває в межах вітрових парків під час сезонних міграцій, негативний вплив від ВЕС можуть відчувати близько 20-25% птахів.

На найбільшій в Україні і в Східній Європі Ботівській ВЕС встановлені вітряки *Vestas V112-3.0*, які мають наступні характеристики: висота башти до вісі генератора 96 м; довжина лопаті 55 м. Враховуючи розміри генератора та висоту фундаменту над поверхнею ґрунту констатуємо, що небезпечними для птахів є висоти від 45 до 155 м над землею. Аналіз розподілу всього орнітокомплексу за висотними інтервалами свідчить, що ці небезпечні висоти використовують не більше 3% птахів ($F = 12,41$; $p < 0,05$, табл. 4).

Для розрахунку бар'єрного впливу встановлених вітрових агрегатів, нами проаналізовані основні напрямки міграцій, які для всього регіону досліджень характеризуються північно-східним навесні та південно-західним восени. На Ботівській ВЕС на шляху перельотів за цими напрямками простягається вітропарк максимальною довжиною 8,3 км, даючи нам смугу простору на небезпечних висотах у 93 га (8300 м x 112 м). Максимальна кількість вітрових агрегатів на цій лінії – 11, діаметр рухомого вітроколеса становить 112 м (або 0,99 га), що дає нам небезпечну площу у 10,89 га, або 11,7% від згаданої вище смуги.

Таким чином, з 463161 ос. птахів, зареєстрованих під час досліджень, 25% потрапили в потенційно небезпечну групу ризику (115798 ос., $p < 0,05$), з яких лише 3% за результатами спостережень використовували небезпечні висоти (3474 ос., $p < 0,05$). На цю групу, наприклад на Ботівській ВЕС, їх чекає вірогідність зіткнення з лопатями на 11,7% простору (406 ос., або 0,09% від загальної чисельності). Тобто, навіть за такими попередніми розрахунками, вплив вітрових агрегатів на птахів, що летять, оцінений як низький. Додамо, за весь період спостережень, нами, а також власниками сільгоспугідь, де розташовані вітряки фактів загибелі птахів від потрапляння під рухоме вітроколесо не зареєстровано.

ВИСНОВКИ

В межах досліджуваної території, де розташовані 13 полігонів для вітрових станцій видове різноманіття птахів лежить в межах 100 видів, однак вони по різному використовують площадки вітрових парків: перебувають постійно, періодично або взагалі не відвідують. Основними напрямками сезонних перельотів птахів є північно-східний навесні та південно-західний восени, що традиційно для Азово-Чорноморського регіону. Розподіл всього орнітокомплексу за висотними інтервалами показав, що небезпечні висоти (від 45 до 155 м над землею) використовують близько 3% від усіх зареєстрованих птахів. На прикладі Ботівського вітропарку розрахований показник бар'єрного впливу на птахів, що летять, який на небезпечних висотах становить не більше 12% від загальної площі «смуги прольоту». Вплив вітрових

агрегатів на птахів оцінений як низький, а фактів загибелі птахів від зіткнення з вітровими агрегатами не виявлено.

ПОДЯКИ

Автори вдячні Ю. Андрющенко, І. Белашкову, В. Долинному, М. Жмуду, Ю. Москаленко, І. Русеву, Й. Чернічко та М. Яковлеву, які в різні періоди досліджень приймали в них участь. Окрема подяка аспіранту НДІ Біорізноманіття Андрію Сидоренку за участь у зборі, обробці та інтерпретації результатів деяких польових досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

- Горлов П.І. Аналіз міжнародного досвіду вивчення впливу вітрових електростанцій на птахів / П. І. Горлов, В. Д. Сіохін // Біологічний вісник Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького. – Мелітополь, 2012. - № 1. - С. 37-47.
- Горлов П.І. Методика розрахунку ступеня впливу і схеми формування прогностичної моделі та порівняльної оцінки впливу будівництва і експлуатації ВЕС на сезонні комплекси птахів / П.І. Горлов, В.Д. Сіохін // Науково-методичні основи охорони та оцінки впливу на навколишнє природне середовище під час проектування, будівництва, експлуатації вітрових та сонячних електростанцій, ліній електромереж: методичний посібник. – Мелітополь: МДПУ імені Б. Хмельницького, 2014. – С. 108-131.
- Горлов П.І. Методики проведення профільних досліджень з характеристики домінуючих природних комплексів : Сезонні орнітокомплекси (за результатами виконання проектів з ТОВ «Віндрафт Україна», ТОВ «ВІНД ПАУЕР», ТОВ «ВКН Україна») / П.І. Горлов, В.Д. Сіохін, В.І. Долинний // Науково-методичні основи охорони та оцінки впливу на навколишнє природне середовище під час проектування, будівництва, експлуатації вітрових та сонячних електростанцій, ліній електромереж: методичний посібник. – Мелітополь: МДПУ імені Б. Хмельницького, 2014. – С. 26-49.
- Горлов П.І. Сезонні орнітологічні особливості території Ботієвського вітропарку (Запорізька область) за результатами спостережень у весняні періоди 2013-2014 років / П.І. Горлов, В.Д. Сіохін, В.І. Долинний, А.І. Сидоренко // Бранта: Сборник научных трудов Азово-Черноморской орнитологической станции. – 2014. – Вып. 17. Специальный выпуск. – С. 19-38.
- Закон України «Про альтернативні джерела енергії» № 555/VI від 20.02.2003 р. (редакція від 16.07.2015).
- Закон України «Про електроенергетику» № 575/97-ВР від 16.10.1997 р. (редакція від 16.07.2015).
- Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року. Затверджено розпорядженням Кабінету Міністрів № 902-р від 1 жовтня 2014 р.
- Alerstam, T. (1990). Bird Migration. Cambridge Univ. Press.
- Band, W., Madders, M. & Whitfield, D.P. (2007). Developing field and analytical methods to assess avian collision risks at wind farms. In: de Lucas, M., Janss, G.F.E. & Ferrer, M. (eds) Birds and wind farms. Quercus, Madrid.
- Beason, R.C. (2012). Avian Radar for Monitoring Wind Turbine Sites. Retrieved from: http://www.accipiterradar.com/media/pdf/Bb_Wind_V_1.pdf
- Bernardino, J., Bispo, R., Costa, H., Mascarenhas, M. (2013). Estimating bird and bat fatality at wind farms: a practical overview of estimators, their assumptions and limitations. New Zeal. J. Zool, 40, 63–74.
- Bevanger, K., Clausen, S., Dahl, E.L., Flagstad, Ø., Follestad, A., Gjershaug, J.O., Halley, D., Hanssen, F., Lund Hoel, P., Jakobsen, K.-O., Johnsen, L., May, R., Nygård, T., Pedersen, H.C., Reitan, O., Steinheim, Y. & Vang, R. (2008). Pre- and postconstruction studies of conflicts between birds and wind turbines in coastal Norway. Progress report 2008. Report 409, Norwegian Institute for Nature Research, Trondheim.
- Both, C., Visser, M.E. (2001). Adjustment to climate change is constrained by arrival date in a long-distance migrant bird. Nature, 411, 296-298.
- Brenner, M. (2008). Wind Farms and Radar. Retrieved from: <http://fas.org/irp/agency/dod/jason/wind.pdf>
- Cárcamo, B., Kret, E., Zografou, C., Vasilakis, D. (2011). Assessing the Impact of Nine Established Wind Farms on Birds of Prey in Thrace, Greece. Technical Report. WWF Greece, Athens.
- Carrete, M., Sánchez-Zapata, J.A., Benítez, J.R., Lobón, M., Montoya, F., Donázar, J.A. (2012). Mortality at wind-farms is positively related to large-scale distribution and aggregation in griffon vultures. Biol. Conserv, 145, 102–108.
- Christensen, T.K., Hounisen, J.P., Clausager, I.B., Petersen, I.B. (2004). Visual and radar observations of birds in relation to collision risk at the Horns Rev offshore wind farm. Department of Wildlife Ecology and Biodiversity: NERI report. National Environmental Research Institute.
- Cole, S.G. (2011). Wind power compensation is not for the birds: an opinion from an environmental economist. Restor. Ecol, 19, 147–153.
- Cole, S.G., Dahl, E.L. (2013). Compensating white-tailed eagle mortality at the Smııla wind-power plant using electrocution prevention measures. Wildl. Soc. Bull, 37, 84–93.
- Collier, M.P., Dirksen, S., Krijgsveld, K.L. (2011). A Review of Methods to Monitor Collisions or Micro-avoidance of Birds with Offshore Wind Turbines. Part 1: Review. Bureau Waaderburg bv.

- Cook, A.S.C.P., Ross-Smith, V.H., Roos, S., Burton, N.H.K., Beale, N., Coleman, C., Daniel, H., Fitzpatrick, S., Rankin, E., Norman, K., Martin, G. (2011). Identifying a Range of Options to Prevent or Reduce Avian Collision with Offshore Wind Farms using a UK-based Case Study. BTO Research Report 580.
- Cordeiro, A., Mascarenhas, M., Costa, H. (2013). Long term survey of wind farms impacts on Common Kestrel's populations and definition of an appropriate mitigation plan. In: Conference in Wind Power and Environmental Impacts. Book of Abstracts. VIINDVAL. Report 6546.
- Cotton, P.A. (2003). Avian migration phenology and global climate changes. *Proc. Nat. Acad. Sci*, 100(21), 12219-12222.
- Dahl, E.L., May, R., Hoel, P.L., Bevanger, K., Pedersen, H.C., Røskaft, E., Stokke, B.G. (2013). White-tailed eagles (*Haliaeetus albicilla*) at the Smøla wind-power plant, Central Norway, lack behavioral flight responses to wind turbines. *Wildl. Soc. Bull*, 37, 66–74.
- De Lucas, M., Ferrer, M., Bechard, M.J., Mucoz, A.R. (2012). Griffon vulture mortality at wind farms in southern Spain: distribution of fatalities and active mitigation measures. *Biol. Conserv*, 147, 184–189.
- De Lucas, M., Janss, G.F.E., Whitfield, D.P. & Ferrer, M. (2008). Collision fatality of raptors in wind farms does not depend on raptor abundance. *J. Appl. Ecol*, 45: 1695–1703.
- Desholm, M., Fox, A.D., Beasley, P.D.L. & Kahlert, J. (2006). Remote techniques for counting and estimating the number of bird–wind turbine collisions at sea: a review. *Ibis*, 148: 76–89.
- Dinevich, L., Leshem, Y. & Matsyura, A. 2005: Some characteristics of nocturnal bird migration in Israel according to the radars surveillance. *The Ring*, 27, 197– 213.
- Dirksen, S., Spaans, A.L. & van der Winden, J. (2000). Studies on nocturnal flight paths and altitudes of waterbirds in relation to wind turbines: A review of current research in the Netherlands. In Proceedings of the national avian-wind power planning meeting III, San Diego, California. LGL Ltd, King City, Ontario.
- Dirksen, S., Spaans, A.L. & van der Winden, J. (2007). Collision risks for diving ducks at semi-offshore wind farms in freshwater lakes: a case study. In: de Lucas M., Janss G.F.E. & Ferrer M. (eds) *Birds and wind farms*. Quercus, Madrid.
- Dokter, A.M., Liechti, F., Stark, H., Delobbe, L., Tabary, P. & Holleman, I. (2010). Bird migration flight altitudes studied by a network of operational weather radars. *Journal of Royal Society Interface*. Retrieved from: http://www.knmi.nl/publications/fulltexts/dokter2010rsif_bird_migration.pdf.
- Everaert, J. & Stienen, E.W.M. (2007). Impact of wind turbines in Zeebrugge (Belgium). Significant effect on breeding tern colony due to collisions. *Biodivers. Conserv*, 16: 3345–3359.
- Everaert, J. (2014). Collision risk and micro-avoidance rates of birds with wind turbines in Flanders. *Bird Study*, 61, 220–230.
- 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>
- Ferrer, M., de Lucas, M., Janss, G.F.E., Casado, E., Mucoz, A.R., Bechard, M.J., Calabuig, C.P. (2012). Weak relationship between risk assessment studies and recorded mortality in wind farms. *J. Appl. Ecol*, 49, 38–46.
- Fiedler, W. (2003a). Recent changes in migratory behavior of birds: a compilation of field observations and ringing data. In: *Avian Migration. Physiology and Ecophysiology*. Berlin: Springer-Verlag.
- Fiedler, W. (2003b). Changes and stability in timing of autumn passage in 19 passerine species in a stopover site in Southwestern Germany. *Vogelwarte*, 42, 145-146.
- Furness, R.W., Wade, H.M., Masden, E.A. (2013). Assessing vulnerability of marine bird populations to offshore wind farms. *J. Environ. Manage*, 119, 56–66.
- Herrera-Alsina, L., Villegas-Patracá, R., Eguiarte, L.E., Arita, H.T. (2013). Bird communities and wind farms: a phylogenetic and morphological approach. *Biodivers. Conserv*, 22, 2821–2836.
- Hull, C.L., Stark, E.M., Peruzzo, S., Sims, C.C. (2013). Avian collisions at two wind farms in Tasmania, Australia: taxonomic and ecological characteristics of colliders versus non-colliders. *New Zeal. J. Zool*, 40, 47–62.
- Huso, M.M.P., Dalthorp, D. (2014). Accounting for unsearched areas in estimating wind turbine-caused fatality. *J. Wildl. Manage*, 78, 347–358.
- Jenni, L., Kéry, M. (2003). Timing of autumn migration under climate change: advanced in long-distance migrants, delays in short-distance migrants. *Proc Roy Soc Lond B*, 270, 1467-1471.
- Kerlinger, P., Gehring, J.L., Erickson, W.P., Curry, R., Jain, A., Guarnaccia, J. (2010). Night migrant fatalities and obstruction lighting at wind turbines in North America. *Wilson J. Ornithol*, 122, 744–754.
- Kitano, M., Shiraki, S. (2013). Estimation of bird fatalities at wind farms with complex topography and vegetation in Hokkaido, Japan. *Wildl. Soc. Bull*, 37, 41–48.
- 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.
- Krüger, T & Garthe, S. (2001). Flight altitude of coastal birds in relation to wind direction and speed. *Atlantic Seabirds*, 3, 203–216.

- Marques, A.T., Batalha, H., Rodrigues, S., Costa, H., Pereira, M.J.R., Fonseca, C., Mascarenhas, M., Bernardino, J. (2014). Understanding bird collisions at wind farms: An updated review on the causes and possible mitigation strategies. *Biological Conservation*, 179, 40–52.
- Martin, G.R. (2011). Understanding bird collisions with man-made objects: a sensory ecology approach. *Ibis* 153, 239–254.
- Martin, G.R., Portugal, S.J., Murn, C.P. (2012). Visual fields, foraging and collision vulnerability in Gyps vultures. *Ibis*, 154, 626–631.
- Martin, G.R., Shaw, J.M. (2010). Bird collisions with power lines: failing to see the way ahead? *Biol. Conserv*, 143, 2695–2702.
- Morinha, F., Travassos, P., Seixas, F., Martins, A., Bastos, R., Carvalho, D., Magalhães, P., Santos, M., Bastos, E., Cabral, J.A. (2014). Differential mortality of birds killed at wind farms in Northern Portugal. *Bird Study*, 61, 255–259.
- Petersen, I.K., Christensen, T.K., Kahlert, J., Desholm, M., Fox, A.D. (2006). Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark. Report request. Commissioned by DONG energy and Vattenfall A/S. National Environmental Research Institute, Ministry of the Environment.
- Plonczkier, P., Simms, I.C. (2012). Radar monitoring of migrating pink-footed geese: behavioural responses to offshore wind farm development. *J. Appl. Ecol.*, 49, 1187–1194.
- Ptaszyk, J., Kosicki, J., Sparks, T.N., Tryjanowski, P. (2003). Changes in the timing and pattern of arrival of the White Stork (*Ciconia ciconia*) in western Poland. *J. Ornithol*, 144, 323–329.
- 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>
- Sparks, T.N., Braslavská, O. (2001). The effects of temperature, altitude and latitude on the arrival and departure dates of the swallow *Hirunda rustica* in the Slovak Republic. *Intern J Biometeor*, 45, 212–216.
- Sparks, T.N., Crick, H.Q.P., Dunn, P., Sokolov, L.V. (2003). Phenology of selected lifeforms: birds. In: *Phenology: An integrative Environmental Science*. Netherlands: Kluwer Acad. Publisher.
- Subramanian, M. (2012). Wildlife biology: an ill wind. *Nature*, 486, 310–311.

REFERENCES

- Alerstam, T. (1990). *Bird Migration*. Cambridge Univ. Press.
- Band, W., Madders, M. & Whitfield, D.P. (2007). Developing field and analytical methods to assess avian collision risks at wind farms. In: de Lucas, M., Janss, G.F.E. & Ferrer, M. (eds) *Birds and wind farms*. Quercus, Madrid.
- Beason, R.C. (2012). Avian Radar for Monitoring Wind Turbine Sites. Retrieved from: http://www.accipiterradar.com/media/pdf/Bb_Wind_V_1.pdf
- Bernardino, J., Bispo, R., Costa, H., Mascarenhas, M. (2013). Estimating bird and bat fatality at wind farms: a practical overview of estimators, their assumptions and limitations. *New Zeal. J. Zool*, 40, 63–74.
- Bevanger, K., Clausen, S., Dahl, E.L., Flagstad, Ø., Follestad, A., Gjershaug, J.O., Halley, D., Hanssen, F., Lund Hoel, P., Jakobsen, K.-O., Johnsen, L., May, R., Nygård, T., Pedersen, H.C., Reitan, O., Steinheim, Y. & Vang, R. (2008). Pre- and postconstruction studies of conflicts between birds and wind turbines in coastal Norway. Progress report 2008. Report 409, Norwegian Institute for Nature Research, Trondheim.
- Both, C., Visser, M.E. (2001). Adjustment to climate change is constrained by arrival date in a long-distance migrant bird. *Nature*, 411, 296–298.
- Brenner, M. (2008). Wind Farms and Radar. Retrieved from: <http://fas.org/irp/agency/dod/jason/wind.pdf>
- Cárcamo, B., Kret, E., Zografou, C., Vasilakis, D. (2011). Assessing the Impact of Nine Established Wind Farms on Birds of Prey in Thrace, Greece. Technical Report. WWF Greece, Athens.
- Carrete, M., Sánchez-Zapata, J.A., Benítez, J.R., Lobón, M., Montoya, F., Donázar, J.A. (2012). Mortality at wind-farms is positively related to large-scale distribution and aggregation in griffon vultures. *Biol. Conserv*, 145, 102–108.
- Christensen, T.K., Hounisen, J.P., Clausager, I.B., Petersen, I.B. (2004). Visual and radar observations of birds in relation to collision risk at the Horns Rev offshore wind farm. Department of Wildlife Ecology and Biodiversity: NERI report. National Environmental Research Institute.
- Cole, S.G. (2011). Wind power compensation is not for the birds: an opinion from an environmental economist. *Restor. Ecol*, 19, 147–153.
- Cole, S.G., Dahl, E.L. (2013). Compensating white-tailed eagle mortality at the Smırla wind-power plant using electrocution prevention measures. *Wildl. Soc. Bull*, 37, 84–93.

- Collier, M.P., Dirksen, S., Krijgsveld, K.L. (2011). A Review of Methods to Monitor Collisions or Micro-avoidance of Birds with Offshore Wind Turbines. Part 1: Review. Bureau Waaderburg bv.
- Cook, A.S.C.P., Ross-Smith, V.H., Roos, S., Burton, N.H.K., Beale, N., Coleman, C., Daniel, H., Fitzpatrick, S., Rankin, E., Norman, K., Martin, G. (2011). Identifying a Range of Options to Prevent or Reduce Avian Collision with Offshore Wind Farms using a UK-based Case Study. BTO Research Report 580.
- Cordeiro, A., Mascarenhas, M., Costa, H. (2013). Long term survey of wind farms impacts on Common Kestrel's populations and definition of an appropriate mitigation plan. In: Conference in Wind Power and Environmental Impacts. Book of Abstracts. VIINDVAL. Report 6546.
- Cotton, P.A. (2003). Avian migration phenology and global climate changes. *Proc. Nat. Acad. Sci*, 100(21), 12219-12222.
- Dahl, E.L., May, R., Hoel, P.L., Bevanger, K., Pedersen, H.C., Røskaft, E., Stokke, B.G. (2013). White-tailed eagles (*Haliaeetus albicilla*) at the Smøla wind-power plant, Central Norway, lack behavioral flight responses to wind turbines. *Wildl. Soc. Bull*, 37, 66–74.
- De Lucas, M., Ferrer, M., Bechard, M.J., Mucoz, A.R. (2012). Griffon vulture mortality at wind farms in southern Spain: distribution of fatalities and active mitigation measures. *Biol. Conserv*, 147, 184–189.
- De Lucas, M., Janss, G.F.E., Whitfield, D.P. & Ferrer, M. (2008). Collision fatality of raptors in wind farms does not depend on raptor abundance. *J. Appl. Ecol*, 45: 1695–1703.
- Desholm, M., Fox, A.D., Beasley, P.D.L. & Kahlert, J. (2006). Remote techniques for counting and estimating the number of bird–wind turbine collisions at sea: a review. *Ibis*, 148: 76–89.
- Dinevich, L., Leshem, Y. & Matsyura, A. 2005: Some characteristics of nocturnal bird migration in Israel according to the radars surveillance. *The Ring*, 27, 197–213.
- Dirksen, S., Spaans, A.L. & van der Winden, J. (2000). Studies on nocturnal flight paths and altitudes of waterbirds in relation to wind turbines: A review of current research in the Netherlands. In Proceedings of the national avian-wind power planning meeting III, San Diego, California. LGL Ltd, King City, Ontario.
- Dirksen, S., Spaans, A.L. & van der Winden, J. (2007). Collision risks for diving ducks at semi-offshore wind farms in freshwater lakes: a case study. In: de Lucas M., Janss G.F.E. & Ferrer M. (eds) *Birds and wind farms*. Quercus, Madrid.
- Dokter, A.M., Liechti, F., Stark, H., Delobbe, L., Tabary, P. & Holleman, I. (2010). Bird migration flight altitudes studied by a network of operational weather radars. *Journal of Royal Society Interface*. Retrieved from: http://www.knmi.nl/publications/fulltexts/dokter2010rsif_bird_migration.pdf.
- Everaert, J. & Stienen, E.W.M. (2007). Impact of wind turbines in Zeebrugge (Belgium). Significant effect on breeding tern colony due to collisions. *Biodivers. Conserv*, 16: 3345–3359.
- Everaert, J. (2014). Collision risk and micro-avoidance rates of birds with wind turbines in Flanders. *Bird Study*, 61, 220–230.
- 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>
- Ferrer, M., de Lucas, M., Janss, G.F.E., Casado, E., Mucoz, A.R., Bechard, M.J., Calabuig, C.P. (2012). Weak relationship between risk assessment studies and recorded mortality in wind farms. *J. Appl. Ecol*, 49, 38–46.
- Fiedler, W. (2003a). Recent changes in migratory behavior of birds: a compilation of field observations and ringing data. In: *Avian Migration. Physiology and Ecophysiology*. Berlin: Springer-Verlag.
- Fiedler, W. (2003b). Changes and stability in timing of autumn passage in 19 passerine species in a stopover site in Southwestern Germany. *Vogelwarte*, 42, 145-146.
- Furness, R.W., Wade, H.M., Masden, E.A. (2013). Assessing vulnerability of marine bird populations to offshore wind farms. *J. Environ. Manage*, 119, 56–66.
- Gorlov, P.I., Siokhin, V.D. (2012). Study of influence of wind-power stations on birds: analysis of international practices. *Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytsky Melitopol State Pedagogical University*, 2(1), 37-47. (in Ukrainian).
- Gorlov, P.I., Siokhin, V.D., Dolynnij, V.I. (2014). Metodyky provedennja profil'nyh doslidzen' z harakterystyky dominujuchyh pryrodnyh kompleksiv: Sezonnii ornitokompleksy (za rezul'tatamy vykonannja proektiv z TOV 'Vindkraft Ukrai'na', TOV 'WIND POWER', TOV 'VKN Ukrai'na'. In: *Naukovo-metodychni osnovy ohorony ta ocinky vplyvu na navkolyshnje pryrodne seredovyshhe pid chas proektuvannja, budivnyctva, ekspluatacii' vitrovyh ta sonjachnyh elektrostancij, linij elektromerezh: metodychnyj posibnyk. Melitopol': MDPU imeni B. Hmel'nyc'kogo*, 2014. – s. 26-49. (in Ukrainian).
- Gorlov, P.I., Siokhin, V.D., Dolynnij, V.I., Sydorenko, A.I. (2014). Sezonnii ornitologichni osoblyvosti terytorii' Botijevs'kogo vitroparku (Zaporiz'ka oblast') za rezul'tatamy sposterezhen' u vesnjani periody 2013-2014 rokiv, *Branta*, 17, 19-38. (in Ukrainian).

- Gorlov, P.I., Siokihn, V.D. (2014). Metodyka rozrahunku stupenja vplyvu i shemy formuvannja prognostychnoi' modeli ta porivnjal'noi' ocinky vplyvu budivnyctva i ekspluatacii' VES na sezonni komplekсы ptahiv (pp. 108-113). In: Naukovo-metodychni osnovy ohorony ta ocinky vplyvu na navkolyshnje pryrodne seredovyshhe pid chas proektuvannja, budivnyctva, ekspluatacii' vitrovyh ta sonjachnyh elektrostancij, linij elektromerezh: metodychnyj posibnyk. – Melitopol': MDPU imeni B. Hmel'nyc'kogo (in Ukrainian).
- Herrera-Alsina, L., Villegas-Patraca, R., Eguiarte, L.E., Arita, H.T. (2013). Bird communities and wind farms: a phylogenetic and morphological approach. *Biodivers. Conserv*, 22, 2821–2836.
- Hull, C.L., Stark, E.M., Peruzzo, S., Sims, C.C. (2013). Avian collisions at two wind farms in Tasmania, Australia: taxonomic and ecological characteristics of colliders versus non-colliders. *New Zeal. J. Zool*, 40, 47–62.
- Huso, M.M.P., Dalthorp, D. (2014). Accounting for unsearched areas in estimating wind turbine-caused fatality. *J. Wildl. Manage*, 78, 347–358.
- Jenni, L., Kéry, M. (2003). Timing of autumn migration under climate change: advanced in long-distance migrants, delays in short-distance migrants. *Proc Roy Soc Lond B*, 270, 1467-1471.
- Kerlinger, P., Gehring, J.L., Erickson, W.P., Curry, R., Jain, A., Guarnaccia, J. (2010). Night migrant fatalities and obstruction lighting at wind turbines in North America. *Wilson J. Ornithol*, 122, 744–754.
- Kitano, M., Shiraki, S. (2013). Estimation of bird fatalities at wind farms with complex topography and vegetation in Hokkaido, Japan. *Wildl. Soc. Bull*, 37, 41–48.
- 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.
- Krüger, T & Garthe, S. (2001). Flight altitude of coastal birds in relation to wind direction and speed. *Atlantic Seabirds*, 3, 203–216.
- Marques, A.T., Batalha, H., Rodrigues, S., Costa, H., Pereira, M.J.R., Fonseca, C., Mascarenhas, M., Bernardino, J. (2014). Understanding bird collisions at wind farms: An updated review on the causes and possible mitigation strategies. *Biological Conservation*, 179, 40–52.
- Martin, G.R. (2011). Understanding bird collisions with man-made objects: a sensory ecology approach. *Ibis* 153, 239–254.
- Martin, G.R., Portugal, S.J., Murn, C.P. (2012). Visual fields, foraging and collision vulnerability in Gyps vultures. *Ibis*, 154, 626–631.
- Martin, G.R., Shaw, J.M. (2010). Bird collisions with power lines: failing to see the way ahead? *Biol. Conserv*, 143, 2695–2702.
- Morinha, F., Travassos, P., Seixas, F., Martins, A., Bastos, R., Carvalho, D., Magalhães, P., Santos, M., Bastos, E., Cabral, J.A. (2014). Differential mortality of birds killed at wind farms in Northern Portugal. *Bird Study*, 61, 255–259.
- Nacional'nyj plan dij z vidnovljuvanoi' energetyky na period do 2020 roku. (2014). Zatverdzheno rozporjadzhennjam Kabinetu Ministriv № 902-r (in Ukrainian).
- Petersen, I.K., Christensen, T.K., Kahlert, J., Desholm, M., Fox, A.D. (2006). Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark. Report request. Commissioned by DONG energy and Vattenfall A/S. National Environmental Research Institute, Ministry of the Environment.
- Plonczkier, P., Simms, I.C. (2012). Radar monitoring of migrating pink-footed geese: behavioural responses to offshore wind farm development. *J. Appl. Ecol.*, 49, 1187–1194.
- Ptaszyk, J., Kosicki, J., Sparks, T.N., Tryjanowski, P. (2003). Changes in the timing and pattern of arrival of the White Stork (*Ciconia ciconia*) in western Poland. *J. Ornithol*, 144, 323-329.
- 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>
- Sparks, T.N., Braslavská, O. (2001). The effects of temperature, altitude and latitude on the arrival and departure dates of the swallow *Hirundo rustica* in the Slovak Republic. *Intern J Biometeor*, 45, 212-216.
- Sparks, T.N., Crick, H.Q.P., Dunn, P., Sokolov, L.V. (2003). Phenology of selected lifeforms: birds. In: Phenology: An integrative Environmental Science. Netherlands: Kluwer Acad. Publisher.
- Subramanian, M. (2012). Wildlife biology: an ill wind. *Nature*, 486, 310–311.
- Zakon Ukraїny (2015a). Pro al'ternatyvni dzherela energii'. № 555/VI (in Ukrainian).
- Zakon Ukraїny (2015b). Pro elektroenergetyku. № 575/97-VR (in Ukrainian).