

УДК 598.244:574.2(477)

## ВПЛИВ КЛІМАТИЧНИХ І ТОПОГРАФІЧНИХ ЧИННИКІВ НА ПОШИРЕННЯ ЛЕЛЕКИ ЧОРНОГО (*CICONIA NIGRA* (LINNAEUS, 1758)) В УКРАЇНІ

Г.В. Фесенко<sup>1</sup>, М.О. Калюжна<sup>1</sup>, С.В. Хоменко<sup>2</sup>

1 – Інститут зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України

2 – Всесвітня продовольча та сільськогосподарська організація ООН (ФАО)

**Ключові слова:** лелека чорний, щільність гніздування, кліматичні та топографічні чинники, просторове моделювання, Україна.



**Influence of climatic and topographic factors on distribution of the Black Stork (*Ciconia nigra* (Linnaeus, 1758)) in Ukraine.** – H.V. Fesenko<sup>1</sup>, M.O. Kaliuzhna<sup>1</sup>, S.V.Khomenko<sup>2</sup>. 1 – Schmalhausen Institute of Zoology, NAS of Ukraine; 2 – UN Food and Agriculture Organization (FAO). On the basis of climatic and topographic data and using an ecological niche modeling method, suitability of different areas in Ukraine for breeding of the Black Stork is evaluated under

current and future climate scenarios. In current climate conditions the most suitable areas for the species are in Rivne, Volyn, Zhytomyr, Zakarpattia, Ivano-Frankivsk Regions; also there is a potential for widening of the Black Stork breeding area in Lviv, Volyn, Ivano-Frankivsk, Vinnytsia Regions. Multiple regression and factor analysis confirm that breeding density of the species is in a significant positive correlation with distribution of woodlands and water areas, while influence of industrial facilities, motorways and improved highways is significantly negative. As a result of climate impact assessment on the distribution of the species two populations are located in Ukraine, namely Carpathian and Polissian. In the Carpathians factors that characterize precipitation have stronger influence than temperature factors, however in the Polissia Region the situation is opposite.



*Expected climate change (doubling of CO<sub>2</sub> in the air by 2050) will cause decrease of suitable area for breeding of the species in Ukraine, mainly in territory of the Polissian population. Optimal conditions will remain in Rivne, Volyn, Zhytomyr, Zakarpattia, Ivano-Frankivsk Regions and some other areas. Potential suitability of Vinnytsia Region will be completely lost.*

**Key words:** *Black Stork, breeding density, climatic and topographical factors, ecological niche modeling, Ukraine.*

**Влияние климатических и топографических факторов на распространение чёрного аиста (*Ciconia nigra* (Linnaeus, 1758)) в Украине.**

– Г. В. Фэсэнко<sup>1</sup>, М. О. Калюжная<sup>1</sup>, С. В. Хоменко<sup>2</sup>. 1 – Институт зоологии им. И. И. Шмальгаузена НАН Украины; 2 – Всемирная продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО).

*На основе климатических и топографических показателей, а также моделирования экологической ниши проведена оценка пригодности территории Украины для гнездования чёрного аиста в современных условиях и в будущем. В ныне существующих климатических условиях наиболее пригодными оказались участки на территории Ровенской, Волынской, Житомирской, Закарпатской, Ивано-Франковской областей; существует также потенциал для расширения гнездового ареала вида во Львовской, Волынской, Ивано-Франковской, Винницкой областях. Данные регрессионного и факторного анализов подтверждают положительную корреляцию плотности гнездования вида с распространением лесов и водных объектов; в то же время индустриальные объекты и автодороги типа шоссе, а также усовершенствованные шоссе влияют достоверно отрицательно. В результате анализа воздействия климатических факторов на распространение чёрного аиста выделено 2 группировки вида в Украине: карпатская и полесская. На территории Карпат сильнее влияют факторы, характеризующие осадки, в Полесье – те, которые связаны с температурой. Прогнозные изменения климата (удвоение содержания CO<sub>2</sub> в воздухе до 2050 г.) обусловят уменьшение пригодности территории для гнездования вида в Украине, главным образом в пределах полесской группировки. Оптимальные условия сохраняются в Ровенской, Волынской, Житомирской, Закарпатской, Ивано-Франковской областях и на части некоторых других областей. Нынешний потенциал пригодности территории Винницкой области будет полностью утрачен.*

**Ключевые слова:** *чёрный аист, плотность гнездования, климатические и топографические факторы, пространственное моделирование, Украина.*

Рідкісні види птахів потребують особливої уваги, дослідження їхнього стану та прогнозування умов існування наразі залишаються актуальними. До таких видів належить і лелека чорний (*Ciconia nigra* (Linnaeus, 1758)), занесений у Червону книгу України. Він гніздиться на Поліссі (головним чином у Волинській, Рівненській і Житомирській областях) та у Карпатах (Івано-Франківська, Львівська, Чернівецька, Закарпатська області) (Смогоржевський, 1979). У середині ХХ ст. відбувалося



скорочення ареалу виду в Європі, і Україні зокрема (Грищенко, 1994). Однією з головних причин швидкого зменшення чисельності лелеки чорного у другій половині XIX – на початку XX ст. було пряме переслідування людиною. Зниження чисельності та звуження гніздового ареалу продовжувалося до початку 1960-х рр. Збільшення популяції, а потім розселення виду стали помітними лише у 1970-х рр., що приблизно співпадає зі сплеском чисельності виду в Західній Європі. Зростання чисельності та відновлення ареалу виду пояснюють дією трьох головних чинників: птахи у місцях гніздування почали пристосовуватися до існування у змінених природних умовах, у багатьох районах покращилася їхня кормова база, почали даватися зусилля з охорони виду. Основні чинники, які негативно впливають на чисельність виду: вирубування лісів, меліорація (дія цього чинника є негативною у лісостеповій зоні і позитивною – у лісовій), чинник непокою (досить суттєвий, проте є дані про поступову синантропізацію виду (Грищенко, 1994; Фесенко, 1996; Бокотей, Дзюбенко, 2005). Зараз на території України, за приблизними оцінками, гніздиться 400–450 пар лелеки чорного (Фесенко, Бокотей, 2009). Вид знаходиться під охороною на заповідних територіях у межах його поширення. Втім, наприклад, у Карпатах лише 5 % гнізд виду розташовані на природно-заповідних територіях (Бокотей, Дзюбенко, 2005).

Хоча спостерігається тенденція до збільшення чисельності лелеки чорного, його охорону не варто послаблювати. У зв'язку з цим необхідним є визначення оптимальних умов середовища існування виду, важливо знати, які чинники лімітують його поширення у нашій країні, де потенційно він може існувати, які території є придатними для його подальшого розселення. Мета цього дослідження – проаналізувати вплив чинників навколишнього середовища (кліматичних і топографічних) на поширення лелеки чорного в Україні, а також на основі характеристик гніздових ділянок виокремити райони, найбільш придатні для гніздування виду. Крім того, за мету поставлено дослідити подальші можливі зміни площі поширення виду з урахуванням прогнозованих змін клімату.

## **Матеріали та методи**

### *Дані для моделювання*

Відомості про місця гніздування лелеки чорного отримані з літературних джерел, що опубліковані в останні десятиліття (Смогоржевський, 1979; Редкие и исчезающие..., 1988; Підсумки проведення..., 1992; Клестов, 1993; Савчук, Новак, 1994; Баренблат, Баренблат, 1995; Весельський, 1995; Скільський, Федорча, 1995; Беркіч, 1998; Орнітологічні спостереження, 1998; Грищенко, 1999, 2002; Кузьменко, Кузьменко, 1999; Скільський, 2001, 2002; Чередарик та ін, 2001; Гащак, 2002; Киселюк, Стефанюк, 2002; Луговой, 2003; Луговой, Потіш, 2004). Використано дані про 284 місця реєстрації гнізд виду з 1945 по 2002 роки, які були геокодовані з максимально можливою точністю.

Загалом проаналізовано вплив 31 змінної, що потенційно можуть впливати на поширення лелеки чорного на території країни. З них 19 змінних репрезентують кліматичні дані: річні, кварталні, місячні тенденції динаміки, а також екстремальні значення температури та кількості опадів для сучасного (1950–2000 рр.) і прогнозованого майбутнього клімату (дія парникового ефекту, збільшення вмісту CO<sub>2</sub> у 2 рази до 2050 р. (Hijmans et al., 2005 a)). Повний перелік кліматичних змінних обох наборів даних наведено у таблиці 1 у наступному розділі. Кліматичні дані доступні для завантаження



на сайті [www.worldclim.org/download](http://www.worldclim.org/download) і широко застосовуються у моделюванні поширення різних організмів.

Решта даних – топографічні змінні, які отримані на основі електронної топографічної карти України (1:200000) (розробники: Науково-дослідний інститут геодезії і картографії та Міністерство охорони навколишнього природного середовища України). Їх можна умовно розділити на природно-біотопні (представленість лісів, річок, озер, боліт і луків, а також природоохоронних територій) та антропогенні (розвиненість мережі комунікацій – наземних трубопроводів та ліній електропередачі, наявність індустріальних об'єктів, населених пунктів). Для визначення впливу автодоріг різного типу відповідний картографічний шар було поділено на три окремі шари відповідно до класу доріг: 1-й клас – автостради та удосконалені шосе; 2-й – шосе та удосконалені ґрунтові дороги; 3-й – ґрунтові дороги (путівці), польові та лісові дороги.

На основі квадратів розміром 9.26 x 9.26 км (5-хвилинна роздільна здатність карти) для проведення моделювання була створена растрова карта щільності розташування гнізд лелеки чорного. Для більш узагальненої карти гніздової щільності використано поділ на квадрати розміром 50x50 км. Картографічні шари за чинниками, вплив яких аналізували, були приведені до єдиного формату – растру з однаковим значенням розміру клітинок та координат крайніх точок шару. За топографічними даними було створено карти щільності відповідних об'єктів.

У аналізі використано дані зі щільності населення України станом на 2005 р. (роздільна здатність 2.5 хвилини), які були отримані із сайту Socioeconomic Data and Application Center (<http://sedac.ciesin.columbia.edu>). Повний перелік врахованих в аналізі природно-біотопних та антропогенних змінних подано у таблиці 3, наведеній нижче.

### **Основні методи**

Безпосередній моніторинг популяції лелеки чорного ускладнений особливостями його поведінки, тож важливого значення у пізнанні змін його стану набувають моделювання та прогнозування. Основний метод нашого дослідження полягав у просторовому моделюванні за допомогою геоінформаційних систем (ГІС), що дозволяє виокремити території, найбільш придатні для гніздування виду. Метод моделювання ґрунтується на понятті екологічної ніші за Хатчинсоном, який визначає її як гіпероб'єм, сформований сукупністю усіх чинників навколишнього середовища, до яких пристосований певний вид, в межах якого популяції виду можуть необмежено довго існувати та відтворюватися (за: Джиллер, 1988; Одум, 1986). Метод також включає в себе аналіз характеристик навколишнього середовища у реальних пунктах знахідок виду та екстраполяцію цих даних на недосліджені території (Peterson, 2003). З урахуванням досвіду ряду авторів (Peterson; 2003, Peterson, Soberon, 2005; Elith et al., 2006; Hijmans et al., 2005 а) у моделюванні та прогнозуванні поширення різних видів живих організмів, в тому числі лелеки чорного (Augutis, Sinkevičius, 2005), нами застосовано низку підходів ГІС-моделювання та проаналізовано вплив ряду кліматичних і топографічних чинників на поширення виду в Україні.

Статистичний аналіз даних (регресійний, факторний, кластерний), для визначення пов'язаності щільності гніздування лелеки чорного з усіма виділеними чинниками, виконано у програмі STATISTICA 6.0.

На основі оцінки впливу кліматичних змінних було виділено картографічну маску аналізу – територію в межах України, на якій на сьогодні можливе гніздування виду. Аналіз впливу топографічних змінних проводився лише в межах цієї території.

### **Програмне забезпечення моделювання**

Моделювання екологічної ніші та оцінка придатності території України для гніздування виду виконані у програмі DIVA-GIS 5.2 (Hijmans et al., 2005 b). Програма DIVA-GIS підтримує векторний (точки, лінії, полігони) та растровий (сітка пікселів) формат даних, а також візуалізує зображення. Моделювання здійснене як за алгоритмом BIOCLIM, так і DOMAIN, на їх основі отримано середній результат з метою мінімізації похибки обчислень у бік недо- або перепрогнозування. Обидва алгоритма дозволяють визначити декілька категорій придатності територій (відмінна, дуже висока, висока, середня, низька, непридатна). Придатність території для гніздування лелеки чорного також оцінена в балах від 1 до 9, де 9 – найбільш придатна. Статистичну перевірку моделі виконано шляхом проведення ROC-аналізу, що є стандартною функцією, вбудованою в програму DIVA-GIS. За алгоритмом BIOCLIM отримано дуже добру якість моделі ( $S=0.859$ ), за алгоритмом DOMAIN – відмінну якість моделі ( $S=0.984$ ). За допомогою DIVA-GIS також проведено аналіз лімітуючих кліматичних і топографічних чинників.

На стадіях підготовки даних для аналізу, редагування електронних картографічних шарів, візуалізації карт, підготовки ілюстрацій використано програми ArcInfo 8.1 (ESRI) та SAGA 1.2.

### **Результати і обговорення**

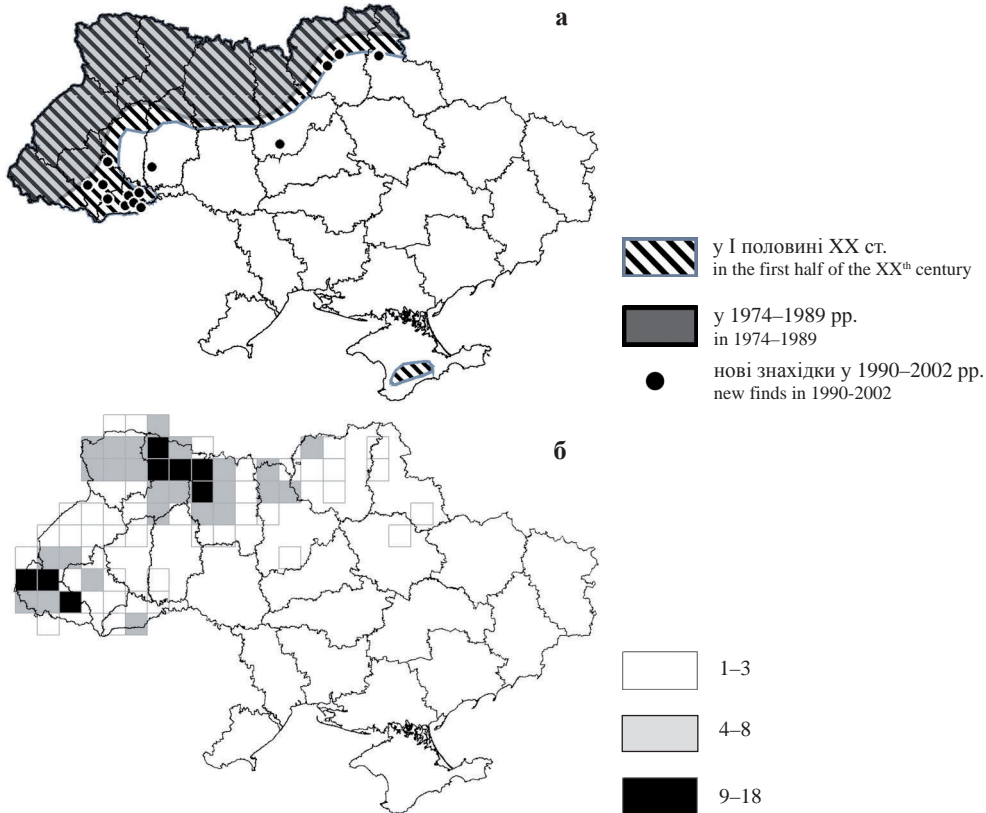
#### ***Оцінка придатності території України для гніздування лелеки чорного на основі аналізу кліматичних чинників***

Незважаючи на деяку неповноту використаних у цій роботі матеріалів про місце гніздування лелеки чорного в Україні в сучасних умовах, очевидним є розширення в останні 15 років області існування виду порівняно з кінцем 1980-х рр., що свідчить, значною мірою, про відновлення його минулого ареалу часів першої половини ХХ ст. (рис. 1 а). Розрахунок щільності реєстрацій гнізд за весь період спостережень показує просторову неоднорідність ареалу (рис. 1 б). Досить чітко виокремлюються два основних осередки гніздування виду: у Рівненській та Закарпатській областях, хоча така концентрація гнізд у цих областях може бути певною мірою пов'язана з детальнішим обстеженням саме цих територій порівняно з іншими.

На основі моделювання екологічної ніші лелеки чорного лише з урахуванням кліматичних чинників (рис. 2 б) виявлено, що найпридатнішими для розмноження виду є Рівненська, Житомирська, Волинська області, більша частина Вінницької, північна частина Хмельницької, західна частина Київської областей. Території, придатні для гніздування на середньому рівні, є у Івано-Франківській, Львівській, Тернопільській, Хмельницькій областях, на північному заході Закарпатської, Черкаської та Чернігівської областей. Виділення Рівненської, Житомирської, Волинської областей цілком відповідає літературним даним стосовно гніздування виду на Поліссі (Фесенко, Бокотей, 2009). Дещо менше оцінено придатність Карпат: територія Івано-Франківської області оцінена у 6 балів, Закарпатської – лише у 5 з 9-ти. Зовсім непридатними для гніздування виявилися південна та східна частини України, що теж відповідає літературним даним про сучасне поширення виду. Прикметним є виділення Вінницької, Тернопільської, більшої частини Хмельницької областей на високому або середньому рівнях придатності, усієї Сумської, частини Черкаської і Полтавської областей як придатних, хоча й на низькому рівні. Ці території входять до смуги Лісостепу та Широколистяних



лісів (Маринич, Шищенко, 2003), де, найімовірніше, через відсутність необхідних для гніздування біотопів та значну дію чинника непокою, трапляються лише поодинокі гнізда цього птаха (рис. 2 а). Саме на цих територіях, з позицій моделі, є потенціал для щільнішого заселення лелекою чорним (рис. 2 б).



**Рис. 1.** Поширення лелеки чорного в Україні у XX ст.: а – зміщення меж гніздового ареалу (за: Головач и др., 1990) та нові знахідки гнізд; б – розрахункова щільність гніздування (за квадратами 50 x 50 км), дані 1945–2002 рр.

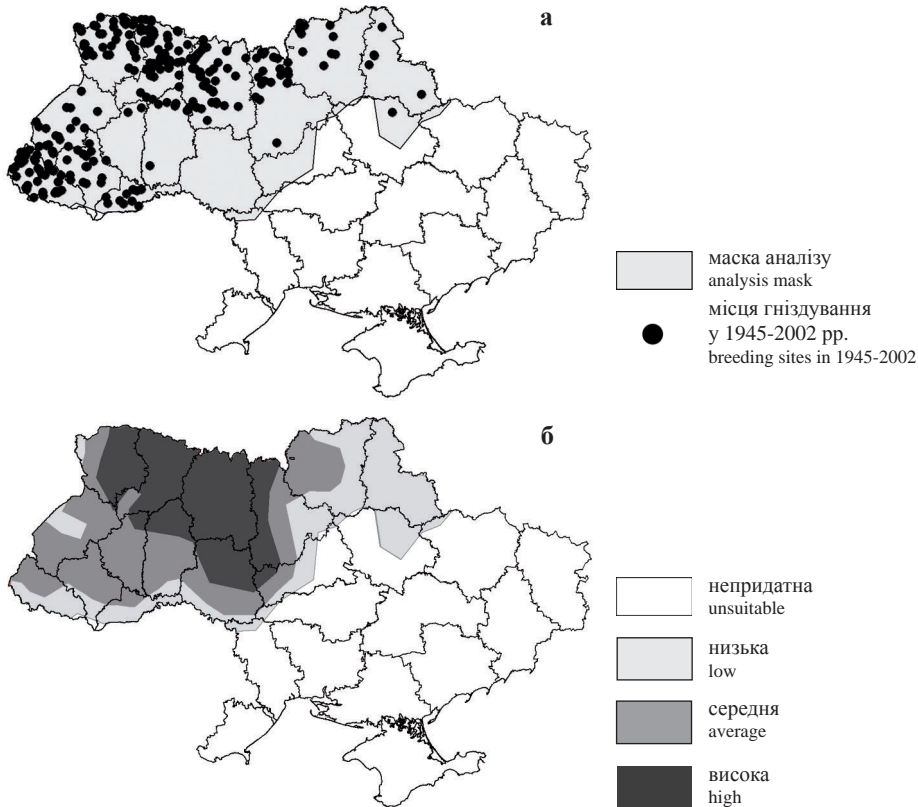
**Fig. 1.** Distribution of the Black Stork in Ukraine in the XX<sup>th</sup> century: а – shift of borders of the breeding range (by: Golovach et al., 1990) and new finds of nests; б – estimated breeding density (by 50 x 50 squares), data of 1945–2002.

За результатами регресійного аналізу отримано показники зв'язку кліматичних змінних зі значенням щільності розташування гнізд лелеки чорного (табл. 1).

Множинна регресія, обрхована за кліматичними чинниками, пояснює 40 % поширення гнізд лелеки чорного в цілому по країні, відповідно до коефіцієнту множинної детермінації  $R^2$ .

Найбільший позитивний зв'язок зі щільністю гнізд мають опади найсухішого місяця, опади найтеплішого кварталу, річні опади та середня температура

найхолоднішого кварталу. Зрозуміло, що перші три чинника визначають обводненість території, що впливає на наявність кормових запасів у місцях розмноження лелек. А у значеннях температури найхолоднішого кварталу відображається інтенсивність впливу циклонів, які несуть з собою хмарність, при якій підвищується температура повітря, а нерідко бувають і додаткові опади (Алисов и др., 1954). Власне, у позитивному зв'язку щільності гніздування з чотирма вищезначеними чинниками проявляється те, як у нерозривній залежності і взимку, і влітку діють погодні складові, що забезпечують зволоженість біотопів.



**Рис. 2.** Поширення лелеки чорного в Україні в сучасних кліматичних умовах; а – місця гніздування на фоні картографічної маски аналізу; б – генералізована оцінка придатності території для гніздування.

**Fig. 2.** Distribution of the Black Stork in Ukraine in current climate conditions: а – breeding sites on a cartographic analysis mask; б – generalized assessment of breeding-suitability of the area.

Що стосується негативних чинників впливу, то чітко проступає зворотній зв'язок щільності гніздування з річною різницею температур, сезонністю температур та сезонністю опадів. Ці показники формуються протягом усього року, зокрема й у період відсутності лелеки чорного на території України.



**Таблиця 1.** Результати регресійного аналізу пов'язаності щільності гніздування лелеки чорного з кліматичними змінними.

**Table 1.** Results of regression analysis of relationship between the Black Stork breeding density and climate variables.

Кліматична змінна Climate variable	$\beta$	StE $\beta$	p
Опади найвологішого кварталу Precipitation of the wettest quarter	-0.349	0.028	< 0.001
Річна різниця температур Annual temperature difference	-0.348	0.009	< 0.001
Сезонність температур Temperature seasonality	-0.253	0.025	< 0.001
Сезонність опадів Precipitation seasonality	-0.227	0.025	< 0.001
T сер. найтеплішого кварталу T aver. of the warmest quarter	-0.206	0.019	< 0.001
Опади найсухішого кварталу Precipitation of the driest quarter	-0.199	0.019	< 0.001
T min найхолоднішого місяця T min of the coldest month	-0.171	0.011	< 0.001
T сер. найсухішого кварталу T aver. of the driest quarter	-0.168	0.010	< 0.001
Сер. місячна різниця температур Average monthly difference of temperatures	-0.102	0.009	< 0.001
Опади найхолоднішого кварталу Precipitation of the coldest quarter	-0.097	0.014	< 0.001
T max найтеплішого місяця T max of the warmest month	-0.078	0.016	< 0.001
Середня річна температура Average annual temperature	0.023	0.013	0.079
Опади найвологішого місяця Precipitation of the wettest month	0.053	0.021	< 0.05
Ізотермальність Isothermality	0.075	0.012	< 0.001
T сер. найвологішого кварталу T aver. of the wettest quarter	0.090	0.010	< 0.001
T сер. найхолоднішого кварталу T aver. of the coldest quarter	0.148	0.011	< 0.001
Річні опади Annual precipitation	0.233	0.014	< 0.001
Опади найтеплішого кварталу Precipitation of the warmest quarter	0.455	0.022	< 0.001
Опади найсухішого місяця Precipitation of the driest month	0.609	0.017	< 0.001

Примітки:  $\beta$  – стандартизований регресійний коефіцієнт; StE  $\beta$  – стандартна похибка  $\beta$ ; p – рівень достовірності; значення  $\beta$  для середньої річної температури – недостовірне; коефіцієнт множинної кореляції (R) = 0.635; коефіцієнт множинної детермінації (R<sup>2</sup>) = 0.403.

Notes:  $\beta$  – standardized regression coefficient; StE  $\beta$  – standard error  $\beta$ ; p – confidence level;  $\beta$  – value for average annual temperature – invalid; coefficient of multiply correlation (R) = 0.635; coefficient of multiply determination (R<sup>2</sup>) = 0.403.

Втім у такому характері зв'язку також проявляється тяжіння виду до достатньо обводнених районів. Чим більша різниця температур, виразніші сезонність температур і сезонність опадів, тим континентальніший клімат у певній місцевості (Алісов



и др., 1954). Однією з основних ознак континентальності клімату є значні перепади в сезонній обводненості територій, що означає як мінімум нестабільність умов існування для коловодних птахів, до яких належить лелека чорний. Негативний зв'язок з температурою найтеплішого кварталу теж відображає потребу виду у зволжених біотопах: підвищений температурний фон у літній період, на який припадає цей квартал, спричиняє висушування місцевості. Проте стосовно проведеного аналізу зазначимо, що рівень опадів найвологішого кварталу (найсильніший негативний зв'язок) майже точно повторює картину рівня опадів найтеплішого кварталу (сильний позитивний зв'язок) – ці квартали співпадають у часовому проміжку (червень – серпень). Майже те саме бачимо при порівнянні впливу двох інших чинників: у рівні опадів найсухішого кварталу (помітний негативний зв'язок) відображено і рівень опадів найсухішого місяця (найсильніший позитивний зв'язок). Мабуть, взаємочореліяція між варіабельними вносить певну помилку в аналіз та ускладнює розуміння закономірностей.

Для чіткішого висновку був зроблений факторний аналіз, який мав об'єднати кліматичні змінні в ортогонально спрямовані чинники (головні компоненти) та визначити їх рівень впливу на гніздування виду (табл. 2). Таким способом було виділено 2 головні компоненти. У першій компоненті відображено вплив опадів (річні опади, опади найтеплішого кварталу, опади найвологішого кварталу та місяця, опади найсухішого місяця) та температури (середня температура найвологішого кварталу, середня температура найтеплішого кварталу, сезонність температур, максимальна температура найтеплішого місяця, річна різниця температур), цей вплив стосується в основному найтеплішого та найвологішого періоду року, коли відбувається гніздування. У другу головну компоненту увійшли такі змінні: температура в найхолодніший і найсухіший періоди року, тобто коли птахи знаходяться поза межами території України, а також середня річна температура (за результатами регресійного аналізу не було встановлено достовірного зв'язку зі щільністю гніздування) та середня місячна різниця температур.

**Таблиця 2.** *Результати факторного аналізу впливу кліматичних змінних на щільність гніздування лелеки чорного (ранжування за значенням навантаження 1-ї головної компоненти).*

**Table 2.** *Results of factor analysis of impact of climate variables on the Black Stork breeding density (ranking according to pressure value of the 1<sup>st</sup> main component).*

Кліматична змінна Climate variable	Навантаження головної компоненти Pressure of main component	
	1	2
	1	3
Річні опади Annual precipitation	<b>-0.97</b>	0.01
Опади найтеплішого кварталу Precipitation of the warmest quarter	<b>-0.92</b>	0.15
Опади найвологішого кварталу Precipitation of the wettest quarter	<b>-0.92</b>	0.12
Опади найвологішого місяця Precipitation of the wettest month	<b>-0.89</b>	0.14
Опади найсухішого місяця Precipitation of the driest month	<b>-0.87</b>	-0.12
Опади найсухішого кварталу Precipitation of the driest quarter	<b>-0.85</b>	-0.09



Продовження таблиці 2.

1	2	3
Опади найхолоднішого кварталу Precipitation of the coldest quarter	<b>-0.78</b>	-0.10
Ізотермальність Isothermality	<b>-0.76</b>	-0.57
Тсер. найхолоднішого кварталу T aver. of the coldest quarter	-0.21	<b>-0.94</b>
T min найхолоднішого місяця T min of the coldest month	-0.17	<b>-0.86</b>
Тсер. найсухішого кварталу T aver. of the driest quarter	-0.13	<b>-0.88</b>
Середня місячна різниця температур Average monthly difference of temperatures	-0.05	<b>-0.72</b>
Сезонність опадів Precipitation seasonality	-0.02	0.23
Середня річна температура Average annual temperature	0.49	<b>-0.84</b>
Річна різниця температур Annual temperature difference	<b>0.86</b>	0.15
Tmax найтеплішого місяця T max of the warmest month	<b>0.86</b>	-0.41
Сезонність температур Temperature seasonality	<b>0.86</b>	0.32
Тсер. найтеплішого кварталу T aver. of the warmest quarter	<b>0.87</b>	-0.36
Тсер. найвологішого кварталу T aver. of the wettest quarter	<b>0.93</b>	-0.13

**Примітки:** Навантаження головної компоненти – значення коефіцієнтів кореляції кожного з вихідних чинників з певною компонентою. Чим сильніший зв'язок, тим вище значення навантаження. Знаки «+» та «-» не характеризують напрямок дії чинника, а лише вказують розміщення показників на загальній шкалі навантаження; напівжирним шрифтом виділено значення варіабельних, вплив яких є сильним (> 0.7).

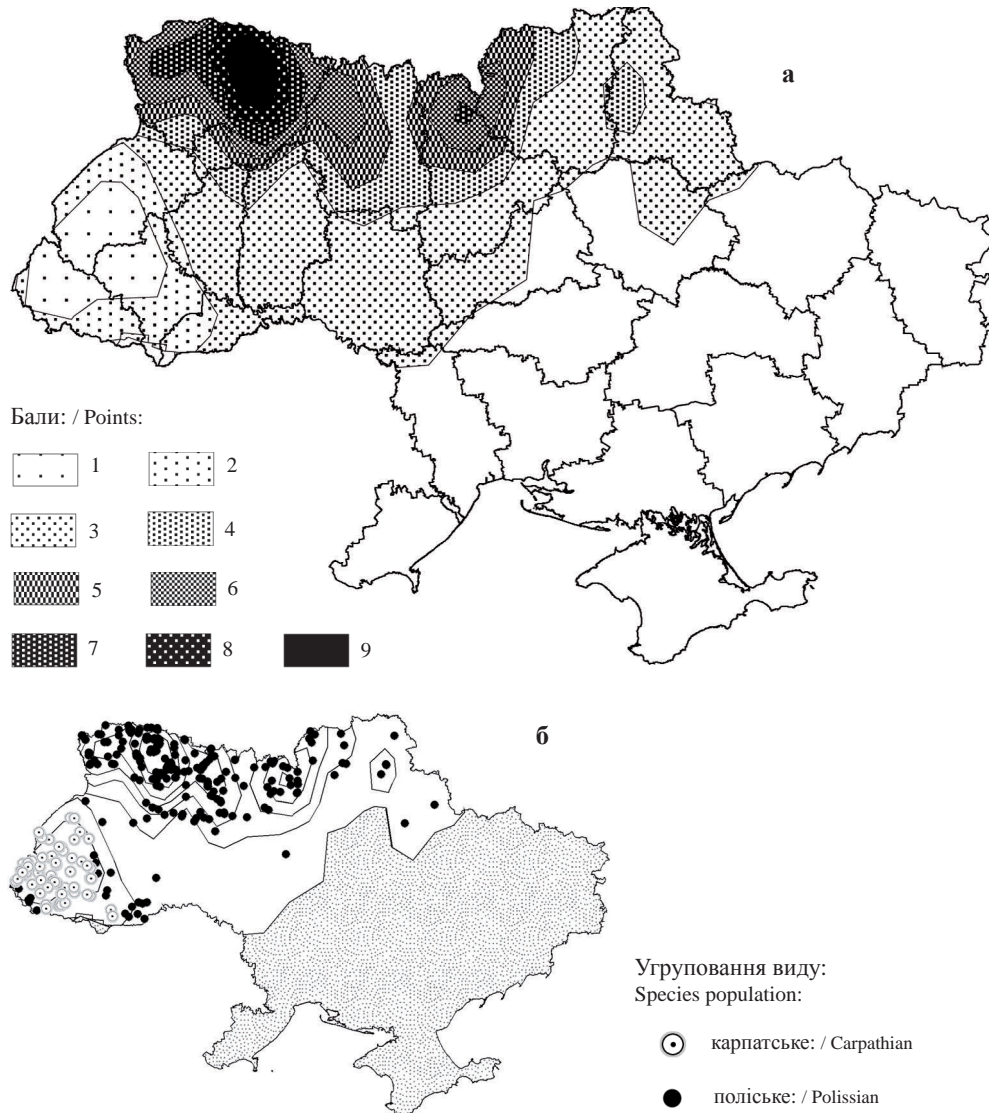
**Notes:** Pressure of the 1<sup>st</sup> component – value of correlation coefficient for each of prime-factors with a particular component. The stronger relationship gives the higher value of the pressure. Signs “+” and “-” do not characterize direction of the factor’s action but only indicate location of indices on a general pressure scale; value of variables which impact is strong (> 0.7) is indicated in bold type.

Перша головна компонента пояснює 54 % загальної дисперсії розташування гнізд, друга – лише 23.8 %. Відповідно, до складу першої головної компоненти входять найголовніші варіабельні, які повинні достатньо суттєво впливати на розташування гнізд лелеки чорного. На карті впливу складових першої головної компоненти помітна світла зона у Карпатах (рис. 3 а), де діють варіабельні, пов'язані переважно з опадами, а також темна зона на Поліссі, де впливають головним чином варіабельні, пов'язані з температурою. Температурні показники у складі першої головної компоненти відносно вищі на Поліссі порівняно з Карпатами, а ситуація з опадами протилежна.

Можна сказати, що є різниця між кліматичними умовами існування, а можливо і екологічними потребами, лелеки чорного на території Карпат і Полісся. Ці регіони є певною мірою відмінними центрами концентрації виду на гніздуванні (рис. 3 б).

Для кожного локалітета гніздування було розраховано значення головних компонент, після чого побудовано графік розподілу локалітетів (рис. 4). На цьому графіку бачимо дві сукупності елементів: одна розрідженіша, інша – щільніша. Ці сукупності, на нашу думку, відображають наявність двох різних угруповань популяції виду в Україні: одна група елементів представляє карпатське угруповання (у Карпатах, завдя-

ки висотній зональності, різноманітніші кліматичні та біотопні умови, що зумовлює ширше розсіювання елементів сукупності), друга група елементів представляє поліське угруповання (Полісся – однорідніший за своїми умовами регіон).



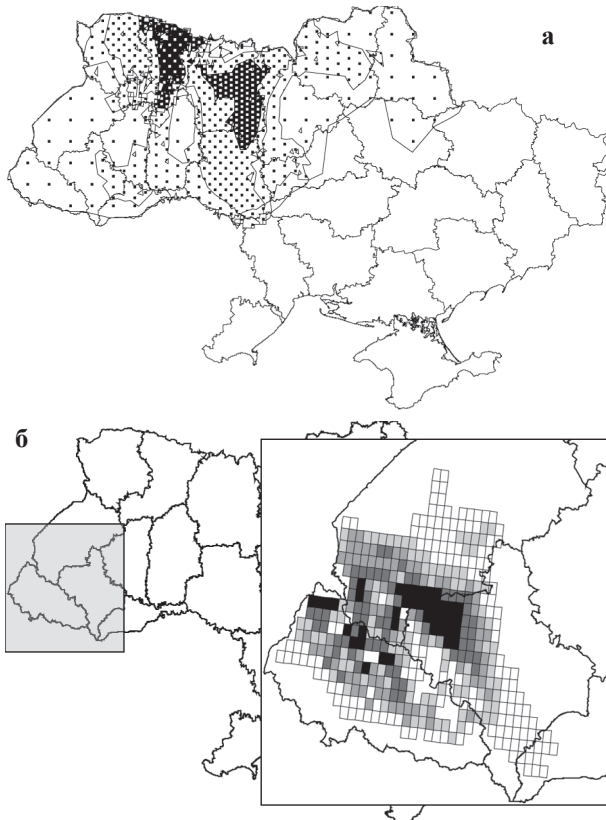
**Рис. 3.** Вплив першої головної компоненти на щільність гніздування та розмежованість угруповань лелеки чорного: а – рівень навантаження у балах (1 бал – найнижчий); б – місця гніздування карпатського та поліського угруповань виду за результатами кластерного аналізу.

**Fig. 3.** Impact of the 1<sup>st</sup> main component on breeding density and delimitation of populations of the Black Stork: а – level of pressure in points (1 point is the lowest); б – breeding area of Carpathian and Polissian populations according to the results of cluster analysis.



**Рис. 4.** Розподіл локалітетів гніздування лелеки чорного в залежності від значення головних компонент кліматичних змінних.

**Fig. 4.** Distribution of breeding localities of the Black Stork depending on the value of main components of climate variables.

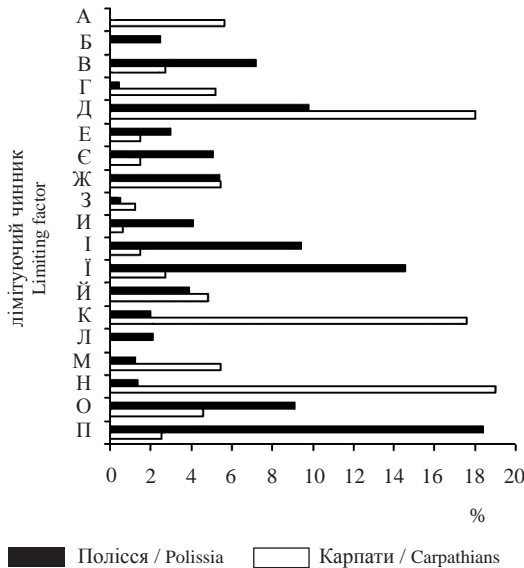


**Рис. 5.** Придатність територій (за алгоритмом BIOCLIM) для поліського (а) та карпатського (б) угруповань лелеки чорного в умовах сучасного клімату.

**Fig. 5.** Suitability of areas (by BIOCLIM algorithm) for Polissian (a) and Carpathian (б) populations of the Black Stork in current climate conditions.

Для перевірки цього припущення проведено кластерний аналіз методом К-середніх, за результатами якого отримано розподіл місць гніздування на 2 кластери. Визначено, які саме місця знаходок належать кожному кластеру, результат представлений на рисунку 3 б. Виявлені кластери можна позначити як “карпатський” та “поліський” (окрім місць суто на Поліссі, в цей кластер за характером дії кліматичних чинників увійшли місця гніздування на Прикарпатті та рівнинній частині Закарпаття). До карпатського кластера входять 65 (23 %) гнізд, до поліського – 219 (77 %) гнізд. Моделювання на основі сучасних кліматичних даних показало, що території, найбільш придатні для існування виділених угруповань виду, не перекриваються (рис. 5).

За величиною впливу лімітуючих кліматичних чинників виокремлені угруповання теж суттєво вирізняються (рис. 6). Для карпатського угруповання найбільше значення мають такі лімітуючі кліматичні чинники, як ізотермальність (19 %), мінімальна температура найхолоднішого місяця (18 %), сезонність опадів (18 %), тоді як для поліського угруповання – такі чинники, як середня річна температура (18 %), середня температура найвологішого кварталу (15 %), сезонність опадів (10 %), середня різниця температур місяця (9 %), середня температура найсухішого кварталу (9 %).



**Умовні позначки:** А – опади найхолоднішого кварталу; Б – опади найтеплішого кварталу; В – опади найсухішого кварталу; Г – опади найвологішого кварталу; Д – сезонність опадів; Е – опади найсухішого місяця; Є – опади найвологішого місяця; Ж – річні опади; З – Тсер. найхолоднішого кварталу; И – Тсер. найтеплішого кварталу; І – Тсер. найсухішого кварталу; Й – Тсер. найвологішого кварталу; І – річна різниця температур; К – Тмін. найхолоднішого місяця; Л – Тmax. найтеплішого місяця; М – сезонність температур; Н – ізотермальність; О – середня різниця температур місяця; П – середня річна температура.

**Legend:** A – Precipitation of the coldest quarter; B – Precipitation of the warmest quarter; В – Precipitation of the driest quarter; Г – Precipitation of the wettest quarter; Д – Precipitation seasonality; Е – Precipitation of the driest month; Є – Precipitation of the wettest month; Ж – Annual precipitation; З – T aver. of the coldest quarter; И – T aver. of the warmest quarter; І – T aver. of the driest quarter; Й – T aver. of the wettest quarter; І – Annual temperature difference; К – T min of the coldest month; Л – T max of the warmest month; М – Temperature seasonality; Н – Isothermality; О – Average monthly difference of temperatures; П – Average annual temperature.

**Рис. 6.** Частка лімітуючих кліматичних чинників у загальній дії на поліське і карпатське угруповання лелеки чорного в сучасних умовах.

**Fig. 6.** Percentage of limiting climate factors in overall action on Polissian and Carpathian populations of the Black Stork in current climate conditions.

Регресійний аналіз впливу кліматичних чинників пояснив 35 % поширення гнізд лелеки чорного для Поліссія та 15 % – для Карпат. Можливо, в Карпатах більшу роль відіграють інші чинники, які ми розглядаємо далі.



### Аналіз впливу топографічних змінних на придатність території для гніздування лелеки чорного

Оцінка придатності території для гніздування лелеки чорного лише на основі кліматичних даних не є повною. Біотопні уподобання виду і трансформація території людиною є не менш важливими чинниками. Шляхом поєднання моделей, отриманих за алгоритмами BIOCLIM та DOMAIN, було створено сумарну карту поточної придатності території на основі вибраних топографічних чинників. За цим моделюванням, подібно до моделі з оцінкою дії кліматичних змінних (див. рис. 2), найпридатніші території знаходяться в основному у Рівненській та Житомирській областях. Територіями з високим рівнем придатності виявились також Волинська і Закарпатська області, частково Львівська та Чернівецька області, північна частина Вінницької та Тернопільської областей, північний захід Чернігівської та північ Сумської областей.

Аналогічно до аналізу впливу кліматичних змінних окремо проведено регресійний аналіз впливу топографічних чинників. За його результатами виділено чотири групи варіабельних (табл. 3), відповідно до ступеня і напрямку їхнього впливу на придатність території країни для існування досліджуваного виду.

Негативними топографічними чинниками виявились щільність індустріальних об'єктів і автодоріг 2-го класу (шосе та удосконалені ґрунтові дороги). Причини значного негативного впливу – великий рівень непокою, незворотне руйнування місць існування внаслідок дії цих чинників.

Топографічні чинники позитивного впливу можна розділити на три групи. Найпозитивніше впливає наявність водойм і лісів як основних біотопних умов для гніздування лелеки чорного. Тільки на основі врахування топографічних чинників (лісів і водних об'єктів) у процесі просторового моделювання територія Карпат була визнана високопридатною для гніздування виду. Можливо, недостатня роздільна здатність електронних картографічних шарів вхідних даних і строкатість кліматичних та біотопних умов, а також висотна зональність у Карпатах завадили точнішому визначенню впливу кліматичних чинників на угруповання лелеки чорного.

Позитивно на середньому рівні впливає наявність ґрунтових, лісових

**Таблиця 3.** Результати регресійного аналізу впливу топографічних змінних на щільність гніздування лелеки чорного.

**Table 3.** Results of regression analysis of impact of topographic variables on breeding density of the Black Stork.

Топографічна змінна Topographic variable	$\beta$	StE	p
Індустріальні об'єкти Industrial facilities	-0.524	0.022	<0.001
Автодороги (2-й клас) Motorways (2 <sup>nd</sup> category)	-0.413	0.022	<0.001
Населені пункти Settlements	0.035	0.010	0.001
Луки / Meadows	0.041	0.010	<0.001
Автодороги (1-й клас) Highways (1 <sup>st</sup> category)	0.055	0.019	0.005
ПЗФ / Protected areas	0.059	0.013	<0.001
Щільність населення Population density	0.115	0.017	<0.001
Залізничні шляхи Railroads	0.135	0.019	<0.001
Комунікації* Communications*	0.171	0.017	<0.001
Автодороги (3-й клас) Motorways (3 <sup>rd</sup> category)	0.176	0.013	<0.001
Ліси / Woodlands	0.209	0.011	<0.001
Водні об'єкти Water bodies	0.480	0.016	<0.001

**Примітки:**  $\beta$  – стандартизований регресійний коефіцієнт; StE – стандартна похибка; p – рівень достовірності; коефіцієнт множинної кореляції ( $R$ )=0.596; коефіцієнт множинної детермінації ( $R^2$ )=0.355; \* – наземні трубопроводи та лінії електропередачі.

**Notes:**  $\beta$  – standardized regression coefficient; StE – standard error; p – confidence level; coefficient of multiply correlation ( $R$ )=0.596; coefficient of multiply determination ( $R^2$ )=0.355; \* – ground-surface pipelines and overhead power lines.

**Таблиця 4.** Результати факторного аналізу впливу топографічних змінних на щільність гніздування лелеки чорного (ранжування за значенням навантаження 1-ї головної компоненти).

**Table 4.** Results of factor analysis of impact of topographic variables on the Black Stork breeding density (ranking according to pressure value of the 1<sup>st</sup> main component).

Топографічна змінна Topographic variable	Навантаження головної компоненти Pressure of main component	
	1-ї / 1 <sup>st</sup>	2-ї / 2 <sup>nd</sup>
Луки / Meadows	-0.191	0.087
Ліси / Woodlands	-0.134	-0.333
Населені пункти Settlements	0.194	0.181
Автомобільні дороги (3-й клас) Motorways (3 <sup>rd</sup> category)	0.216	<b>0.724</b>
Щільність населення Population density	0.416	<b>-0.731</b>
Водні об'єкти Water bodies	0.446	-0.022
ПЗФ / Protected areas	0.501	-0.307
Комунікації* Communications*	0.680	-0.490
Автомобільні дороги (1-й клас) Highways (1 <sup>st</sup> category)	<b>0.785</b>	0.047
Індустріальні об'єкти Industrial facilities	<b>0.790</b>	0.455
Залізничні шляхи Railroads	<b>0.792</b>	0.256
Автомобільні дороги (2-й клас) Motorways (2 <sup>nd</sup> category)	<b>0.913</b>	-0.020

**Примітки.** Напівжирним шрифтом виділено значення варіабельних, вплив яких є сильним (> 0.7); зміст знаків «+» та «-» пояснено вище (див. прим. до табл. 2); \* – наземні трубопроводи та лінії електропередачі.

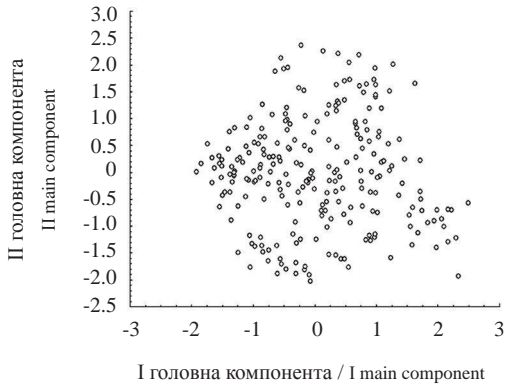
**Notes:** Value of variables which impact is strong (> 0.7) is indicated in bold type. Signs “+” and “-” are explained above (see notes to Table 2); \* - surface pipelines and overhead power lines.

та інфраструктури. Факторний аналіз дозволив виділити дві головні компоненти, через які можна визначити особливості впливу топографічних чинників на розташування гнізд лелеки чорного (табл. 4).

Перша головна компонента включає в себе негативно діючі змінні: індустріальні об'єкти та частину мережі інфраструктури (автомобільні дороги 1-го та 2-го класів, залізничні шляхи). Природні варіабельні, такі як наявність лісу і водних об'єктів, не потрапили до складу головних компонент з високим рівнем впливу. Найвірогідніше, на території, виділеній картографічною маскою аналізу (див. рис. 2а), поширення цих об'єктів до-

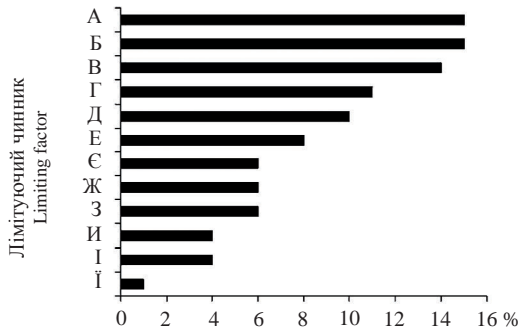
та польових доріг (автомобільні дороги 3-го класу), комунікацій (наземні трубопроводи та лінії електропередачі), залізничних шляхів, а також щільність населення. Найвірогідніше, ці чинники діють у зв'язці з лісовими масивами. Позитивність впливу доріг з малоінтенсивним рухом полягає в тому, що птахи часто обирають гніздові дерева біля просік і ґрунтових доріг у межах лісових масивів, що зумовлено зручністю підльоту до дерев на узліссях, які, крім того, мають розлогішу крону, де можна надійно розмістити гніздо (Романов, 2001). Мережа просік, утворена в процесі прокладання наземних трубопроводів та ліній електропередачі, теж поліпшує умови для влаштування гнізд завдяки щойно вказаним причинам. Можливо, такий вибір місць гніздування сприятиме подальшій синантропізації лелеки чорного. Два інші чинники – залізничні шляхи та щільність населення – певною мірою скорельовані з наявністю доріг та комунікацій, відповідно вони також демонструють деякий позитивний зв'язок зі щільністю гніздування виду. У зоні нашого дослідження (відокремленій картографічною маскою аналізу – див. рис. 2 а) найбільша щільність населення у західному регіоні, зокрема у Карпатах. Зовсім незначний формальний позитивний вплив, яким можна знехтувати, спричиняють об'єкти ПЗФ, автостради та удосконалені шосе (автомобільні дороги 1-го класу), луки та щільність населених пунктів.

Регресійний аналіз топографічних змінних пояснює ще 35.5 % розташування гнізд лелеки чорного. Результати регресійного аналізу досить цікаві, проте необхідно враховувати істотну взаємодію, наприклад комплексу індустріальних об'єктів



**Рис. 7.** Розподіл локалітетів гніздування лелеки чорного за значеннями головних компонент топографічних змінних.

**Fig. 7.** Distribution of breeding localities of the Black Stork according to values of main components of topographic variables.



**Умовні позначки:** А – автодороги 3-го класу; Б – автодороги 2-го класу; В – індустріальні об'єкти; Г – автодороги 1-го класу; Д – водні об'єкти; Е – населенні пункти; Є – ПЗФ; Ж – комунікації\*; З – щільність населення; И – залізничні шляхи; І – ліси; ІІ – луки.

**Legend:** А – Motorways (3<sup>d</sup> category); Б – Motorways (2<sup>d</sup> category); В – Industrial facilities; Г – Highways (1<sup>st</sup> category); Д – Water bodies; Е – Settlements; Є – Protected areas; Ж – Communications\*; З – Population density; И – Railroads; І – Woodlands; ІІ – Meadows.

**Рис. 8.** Частка лімітуючих топографічних чинників у загальному впливі на щільність гніздування лелеки чорного (комунікації\* – наземні трубопроводи та лінії електропередачі).

**Fig. 8.** Percentage of limiting topographic factors in overall impact on breeding density of the Black Stork (communications\* – surface pipelines and overhead power lines).

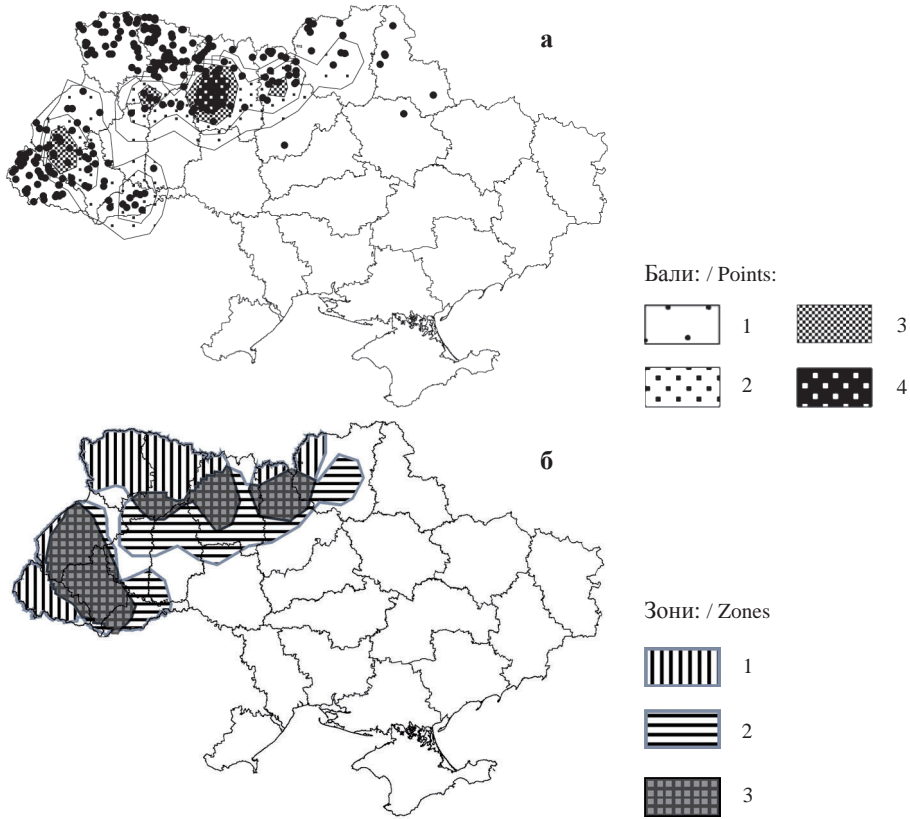
статньо однорідне, через що не можливо оцінити вплив їх змінності на гніздування виду.

Відображення у графічній формі кожного локалітета гніздування лелеки чорного за значеннями головних компонент показало (рис. 7), що топографічні змінні діють однаково як для поліського, так і карпатського угруповань виду.

Щодо величини лімітуючої дії топографічних чинників (рис. 8), то найбільшу частку впливу складають автодороги 2-го класу (15 %), індустріальні об'єкти (14 %), водні об'єкти (10 %), а також автодороги 3-го класу (15 %). Визначена щільність лісових доріг не достатньо точно відображає наявність цих об'єктів, бо на деяких територіях картографами були ретельно позначені найменші просіки, а на інших – не було такого детального відображення.

Факторний аналіз впливу топографічних змінних та виділення двох головних компонент цього впливу дозволили диференційовано визначити зони негативної дії топографічних змінних (рис. 9 а). Як бачимо, гнізда лелеки чорного трапляються і в найменш придатних зонах (території з балом 4). Існують зони кліматичного оптимуму з незначним та значним антропогенним впливом (рис. 9 б): зони позитивної дії кліматичних змінних (зони 1) та негативної дії топографічних змінних (зони 2) перекриваються (зони 3). У зонах перекривання придатність територій для гніздування виду зменшується, що заважає йому поширюватися.





**Рис. 9.** Диференціація впливу топографічних змінних на придатність територій для гніздування лелеки чорного: а – зони з різним ступенем негативної дії топографічних чинників (1 бал – найменший вплив); б – території, виділені за спільною дією кліматичних і топографічних чинників (1 – зони кліматичного оптимуму з незначним антропогенним впливом, 2 – зони негативної дії топографічних чинників, 3 – зони перекривання з позитивним впливом кліматичних та негативним впливом топографічних чинників).

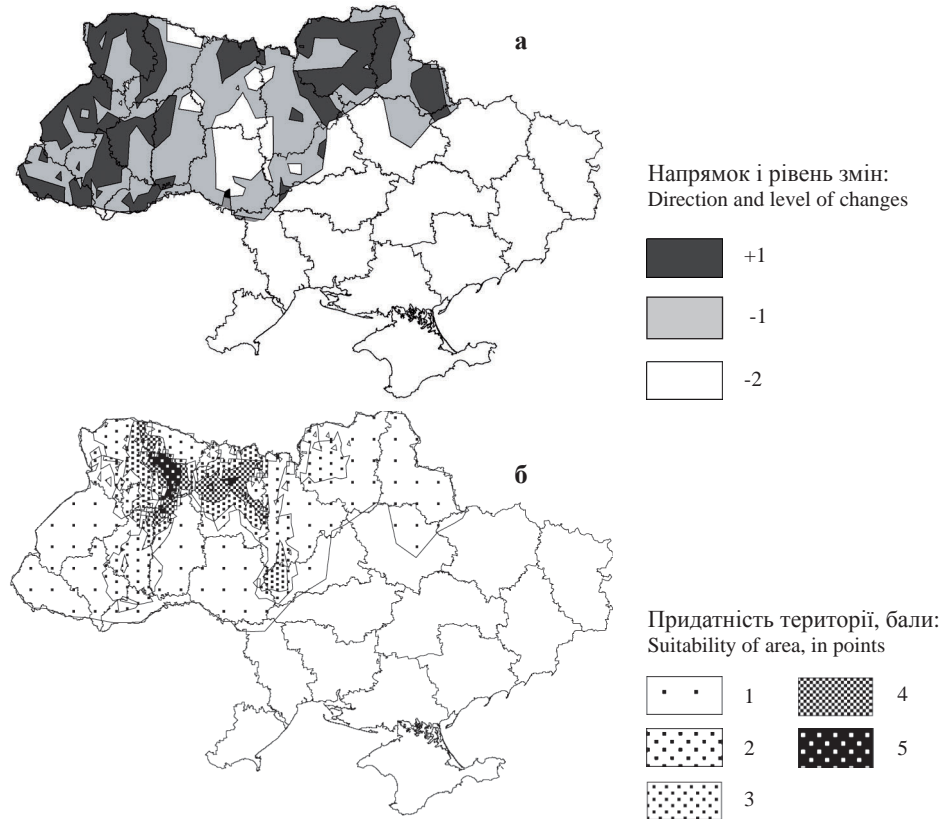
**Fig. 9.** Differentiation of impact of topographic variables on suitability of the areas for breeding of the Black Stork: а – zones with different degree of negative action of topographic factors (1 point means the lowest impact); б – territories grouped according to joint action of climatic and topographic factors (1 – zones of climatic optimum with insignificant anthropogenic impact, 2 – zones with negative action of topographic factors, 3 – zones of overlapping with positive impact of climatic and negative impact of topographic factors).

### **Вплив змін клімату та ймовірні зміни ареалу гніздування лелеки чорного**

За даними моделювання, рівень придатності різних районів для гніздування лелеки чорного в Україні в майбутньому дещо зміниться. Зміни придатності території для обох угруповань виду проілюстровані на рисунку 10 а. Окремо показано



диференціацію придатності території поліського угруповання в умовах зміни клімату (10 б) (для порівняння зі станом території у сучасних кліматичних умовах див. рис. 5а), бо найбільші зміни торкнуться Полісся.



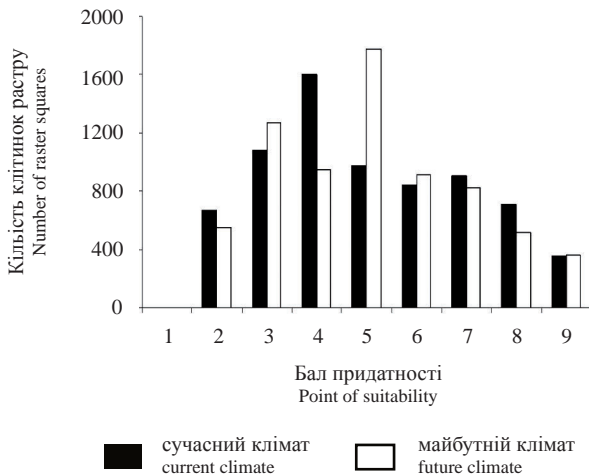
**Рис. 10.** Зміни придатності території для гніздування лелеки чорного у майбутньому (збільшення вмісту  $CO_2$  в 2 рази до 2050 р.): а – різниця між придатністю в сучасних кліматичних умовах та у кліматі майбутнього (білим кольором у межах маски аналізу (рівень «-2») та світло-сірим кольором (рівень «-1») позначені зони, придатність яких зменшується, темно-сірим (рівень «+1») – зони, придатність яких збільшується); б – придатність території для поліського угруповання в умовах клімату майбутнього (1 бал – найменша придатність).

**Fig. 10.** Changes in the suitability of the area for breeding of the Black Stork in future (doubling of  $CO_2$  in the air by 2050); а – difference between suitability under current and future climate scenarios (white colour within analysis mask (level «-2») and light grey colour (level «-1») indicate zones which suitability is decreasing, grey colour (level «+1») – zones which suitability is increasing); б – suitability of the area for the Polissian population under future climate scenario (1 point is the lowest suitability).

Загалом, не дивлячись на деякий перерозподіл балів придатності території (рис. 10 а), найсприятливіші зони для гніздування залишаться у Рівненській, Волинській, Житомирській, Закарпатській та Івано-Франківській областях. Придатність території підвищиться на значній частині Львівської та частині Чернівецької областей, у західній і північно-східній частині Тернопільської області, на північному заході Хмельницької області, а також у теперішній субоптимальній зоні на південному сході Київської області, в Чернігівській і Сумській областях.

Для поліського угруповання (рис. 10 а, б) під впливом зміни клімату ослабне придатність для гніздування частини території на Поліссі (північ Рівненської, схід Житомирської, захід Київської областей). Деякою мірою будуть втрачені дотепер потенційно придатні зони, які знаходяться у лісостеповій смузі (у Вінницькій області, на півдні Житомирської та на сході Хмельницької областей). Але, зважаючи на те, що Вінницька область й зараз не заселена лелекою чорним, майбутні реальні зміни ареалу виду будуть в цілому незначні.

Для аналізу можливих змін поширення виду була також побудована гістограма, яка показує зміни кількості клітинок растру, а отже і площі територій з певним ступенем придатності для гніздування лелеки чорного загалом по всій країні (рис. 11), а також окремо для карпатського і поліського угруповань (рис. 12). Так, для усїєї популяції виду в Україні зменшиться площа територій зі ступенями придатності 7–8 та ступенями придатності 2 і 4, натомість з'являться нові території зі ступенями придатності 3, 5 і 6 (рис. 11). Для поліського угруповання (рис. 12 а) загалом зменшиться площа територій з балами придатності 2–5 (за 5-тибальною шкалою), тобто відбудеться скорочення



**Рис. 11.** Співвідношення площ території (за кількістю клітинок растру) з різним ступенем придатності для гніздування лелеки чорного в умовах сучасного та майбутнього клімату (1 бал – найнижча придатність).

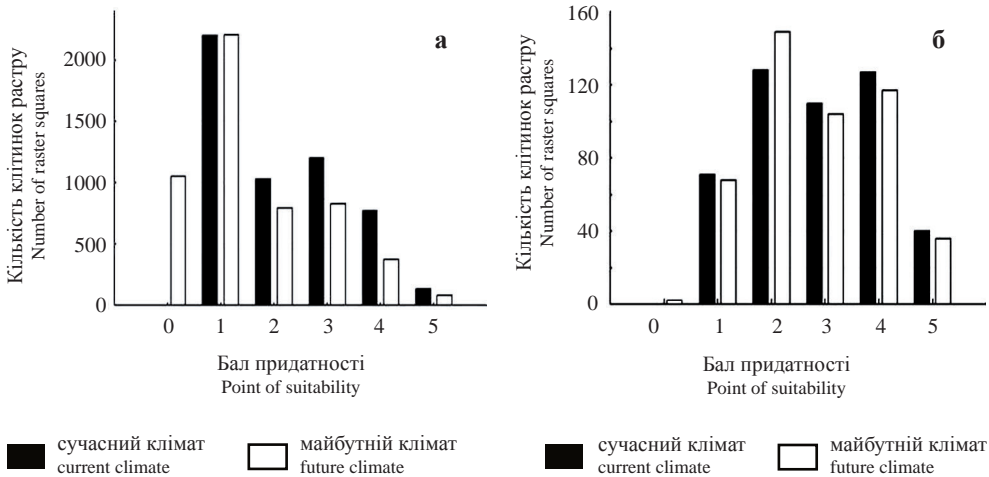
**Fig. 11.** Ratio of the size of areas (according to the number of raster squares) with different degree of suitability for the Black Stork breeding under current and future climate scenarios (1 point – the lowest suitability).

площі придатних територій. Водночас у Карпатах через зміни клімату значних втрат привабливих територій не буде (рис. 12 б). Придатність різних районів Карпат залишатиметься досить мозаїчною. Лише трохи зменшиться площа оптимальної території і збільшиться площа території з меншим рівнем придатності.

У майбутньому рівень придатності тих чи інших територій для гніздування виду певною мірою залежатиме від глибини його синантропізації, від того, на скільки лелека чорний у сезон розмноження адаптуватиметься до топографічних чинників антропогенного походження та до чинника непокою. Базові вимоги виду до біотопів гніздування (наявність придатних гніздових дерев і водойм) не можуть зазнати відчутних змін.



Але в разі посилення синантропізації сприйняття видом рівня придатності території може змінитись: наразі субоптимальні території для нього можуть перейти у майбутньому до розряду оптимальних, тобто за оптимістичного прогнозу баланс між площею найбільш і найменш придатних територій у цілому збережеться.



**Рис. 12.** Зміни площ (за кількістю клітинок растру), придатних для гніздування лелеки чорного: а – на території Полісся; б – на території Карпат.

**Fig.12.** Changes in sizes of the areas (according to the number of raster squares), suitable for the Black Stork breeding; а – in Polissia; б – in the Carpathians.

Враховуючи те, що на території карпатського угруповання збережуться достатньо мозаїчні кліматичні умови, які впливатимуть і на діяльність людини, для цього угруповання в цілому можна прогнозувати консервативніший тип гніздової поведінки, а отже дещо повільніший (і можливо, оптимальніший) темп синантропізації, порівняно з поліським угрупованням. Частина птахів карпатського угруповання і надалі матиме можливість обирати існуючі збережені території зі звичними умовами існування, як кліматичними, так і антропогенними. Однорідність сучасних і майбутніх кліматичних характеристик на Поліссі, ймовірно, спонукатиме вид швидше при звичаюватися до антропогенних чинників помірної впливу, які безперечно зберігатимуться в цьому регіоні. При недостатньому темпі адаптування до цих чинників у поліському угрупованні може статися зниження чисельності птахів.

## Висновки

На території України за особливостями впливу кліматичних чинників виділено два угруповання чорного лелеки, карпатське та поліське. Ці угруповання займають екологічні ніші, які достовірно відрізняються за особливостями дії низки кліматичних показників: у Карпатах сильніше діють чинники, пов'язані з опадами, на Поліссі – пов'язані з температурою.

Достовірний негативний вплив на поширення лелеки чорного має щільна мережа індустріальних об'єктів та автодоріг типу шосе і удосконалені шосе, тобто – розвинені індустріально-комунікаційні структури.

За результатами регресійного аналізу спостерігається достовірна позитивна кореляція між щільністю гніздування лелеки чорного і поширенням лісових масивів та водних об'єктів, що є генералізованим відображенням основних біотопних вимог виду.

Українська популяція лелеки чорного в теперішніх кліматичних умовах має деякий потенціал для розширення гніздового ареалу у Львівській, Волинській, Івано-Франківській областях. Території у Вінницькій, на заході Черкаської областей, півдні Київської та на сході Житомирської областей є також потенційно придатними для гніздування.

За умови зміни клімату (подвоєння вмісту CO<sub>2</sub> в атмосфері до 2050 р.) площі, придатні для гніздування лелеки чорного, в Україні дещо зменшаться, загалом за рахунок території поліського угруповання. Оптимальною зоною гніздування залишаться Рівненська, Волинська, Житомирська, Закарпатська та Івано-Франківська області, сприятлива зона розшириться на півночі Тернопільської області, підвищиться потенціал освоєння видом субоптимальної зони в Чернігівській області та на частині Сумської області, проте зникнуть потенційно сприятливі на даний момент території у Вінницькій області, але будь-який прогноз, особливо той, що стосується популяційних трендів, потребує перевірки часом.

## Література

- Алисов Б. П., Берлин И. А., Михель В. М. Курс климатологии. – Л. : Гидрометеоролог. изд-во, 1954. – Ч. 3: Климат Земного шара. – 320 с.
- Баренблат М. А., Баренблат И. А. Новое место гнездования чёрного аиста на Закарпатье // Беркут. – 1995. – Т. 4, вып. 1–2. – С. 33.
- Беркіч Р. О. Нове місце гніздування чорного лелеки у Хмельницькій області // Авіфауна України. – 1998. – Вип. 1. – С. 105.
- Бокотей А. А., Дзюбенко Н. В. Чорний лелека в Українських Карпатах: сучасний стан і охорона // Біорізноманіття Українських Карпат. Мат. наук. конф., присвяченої 50-річчю Карпатського високогірного біологічного стаціонару Львів. нац. ун-ту ім. Івана Франка (Львів, 30 липня – 3 серпня 2005 р.). – Львів : ЗУКЦ, 2005. – С. 35–38.
- Весельський М. Ф. До поширення чорного лелеки у Житомирській області // Беркут. – 1995. – Т. 4, вып. 1–2. – С. 101–102.
- Гащак С. П. Нотатки про деяких рідкісних птахів з території Чорнобильської зони відчуження // Беркут. – 2002. – Т. 11, вып. 2. – С. 141–147.
- Головач О. Ф., Грищенко В. Н., Серебряков В. В. Современная численность, распространение и миграции чёрного аиста на Украине // Аисты: распространение, экология, охрана : Материалы I (Таллинн, июль 1989 г.) и II (Минск, октябрь 1990 г.) Всесоюзных совещаний Рабочей группы по аистам Всесоюзного орнитологического общества. – Мн.: Наука і тэхніка, 1990. – С. 191–203.
- Грищенко В. Н. Динамика численности и ареала чёрного аиста в Европе // Беркут. – 1994. – Т. 3, вып. 2. – С. 91–95.
- Грищенко В. М. Рідкісні види птахів Мутинського заказника та його околиць (Сумська область) // Заповідна справа в Україні на межі тисячоліть (сучасний стан, проблеми і стратегія розвитку). – Канів, 1999. – С. 110–111.



- Грищенко В. Н. Материали по орнитофауне Сумського Посемья // Авіфауна України. – 2002. – Вип. 2. – С. 1–8.
- Джиллер П. Структура сообществ и экологическая ниша. – М.: Мир, 1988. – С. 19.
- Киселюк О. І., Стефанюк В. Ю. Сучасне поширення чорного лелеки на території Карпатського національного природного парку // Беркут. – 2002. – Т. 11, вип. 2. – С. 151–153.
- Клестов М. Л. Чорний лелека у Малому Поліссі // Беркут. – 1993. – Т. 2. – С. 45.
- Кузьменко Ю. В., Кузьменко Л. П. Цікавий випадок гніздування чорного лелеки (*Ciconia nigra*) на Чернігівщині // Вестн. зоології. – 1999. – Т. 33, № 3. – С. 100.
- Луговой А. Е. Современное состояние популяций птиц естественных участков пойменно-заливных ландшафтов Закарпатья // Беркут. – 2003. – Т. 12, вип. 1–2. – С. 1–8.
- Луговой А. Е., Потыш Л. А. Современное состояние популяции и численности чёрного аиста в Закарпатской области // Беркут. – 2004. – Т. 13, вип. 1. – С. 62–66.
- Маринич О. М., Шищенко П. Г. Фізична географія України: Підручник. – К.: Знання, 2003. – 480с.
- Одум Ю. Экология. – М.: Мир. 1986. – Т. 2. – С. 121.
- Орнітологічні спостереження / О. В. Дем'янець // Авіфауна України. – 1998. – Вип. 1. – С. 106-107.
- Підсумки проведення «Року чорного лелеки» в Україні / В. М. Грищенко, О. Ф. Головач, В. В. Серебряков, І. В. Скільський, О. В. Савчук // Чорний лелека в Україні / Укл.: В. М. Грищенко, І. В. Скільський. – Чернівці, 1992. – С. 1–9.
- Редкие и исчезающие растения и животные Украины. Справочник. – Киев : Наук. думка, 1988. – 256 с.
- Романов М. С. Мозаика растительного покрова как фактор, обеспечивающий гнездование хищных птиц / Актуальные проблемы изучения и охраны птиц Восточной Европы и Северной Азии: Материалы международной конференции (IX Орнитологическая конференция). – Казань : Изд-во «Матбугат йорты», 2001. – С. 534–536.
- Савчук О. В., Новак В. О. Чорний лелека у Рівненській області // Матеріали 1-ї конф. молодих орнітологів України (Луцьк, 4–6 березня 1994 р.). – Чернівці, 1994. – С. 20–22.
- Скільський І. В. Нові знахідки „червонокнижних” видів птахів у межах Буковинських Карпат // Беркут. – 2001. – Т. 10, вип. 1. – С. 115–116.
- Скільський І. В. Знахідки рідкісних і малочисельних видів птахів на Буковині // Беркут. – 2002. – Т. 11, вип. 2. – С. 260–262.
- Скільський І. В., Федорча Д. С. Нове місце гніздування чорного лелеки у Північній Буковині // Беркут. – 1995. – Т. 4, вип. 1–2. – С. 87.
- Смогоржевський Л. О. Гагари. Норці. Трубноносі. Веслоногі. Голінасті. Фламінго. – К.: Наук. думка, 1979. – 187 с. – (Фауна України. Птахи; Т. 5. Вип. 1).
- Фесенко Г. В. Анализ результатов учетов численности чёрного аиста (*Ciconia nigra*) в Украине // Праці Укр. орнітол. т-ва. – К., 1996. – С. 208–215.
- Фесенко Г. В., Бокотей А. А. Лелека чорний // Червона книга України. Тваринний світ / За ред. І. А. Акімова. – К. : Глобалконсалтинг, 2009. – С. 405.
- Чередарик М. І., Хлус Л. М., Скільський І. В. Рідкісні тварини Буковини та проблеми їх охорони: сторінками Червоної книги України. – Чернівці : Золоті литаври, 2001. – 176 с.

- Augutis D., Sinkevičius S. Application of Geographic Information System (GIS) Technologies in Identification of Potential Nesting Habitats of Black Stork (*Ciconia nigra*) // Acta Zoologica Lituanica. – 2005. – 15. – N 1. – P. 3–12. – Mode of access: [http://www.ekoi.lt/uploads/docs/AZL\\_2005\\_1\\_3-12\\_psl.pdf](http://www.ekoi.lt/uploads/docs/AZL_2005_1_3-12_psl.pdf)
- Elith J., Graham C. H., Anderson R. P. et al. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data // Ecography. – 2006. – 29. – P. 129–151. – Mode of access: [http://www.specifysoftware.org/Informatics/bios/biostownpeterson/Eetal\\_E\\_2006.pdf](http://www.specifysoftware.org/Informatics/bios/biostownpeterson/Eetal_E_2006.pdf)
- Hijmans, R. J., Cameron S. E., Parra J. L., Jones P. G., Jarvis A. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas // International Journal of Climatology. – 2005 a. – 25. – P. 1965–1978.
- Hijmans R. J., Guarino L., Jarvis A. et al. DIVA-GIS version 5.2. Manual. September 2005 b. – Mode of access: [http://www.diva-gis.org/docs/DIVA-GIS5\\_manual.pdf](http://www.diva-gis.org/docs/DIVA-GIS5_manual.pdf)
- Peterson A. T. Predicting the geography of species' invasions via ecological niche modeling // Quarterly Review of Biology. – 2003. – 78. – P. 419–433.
- Peterson A. T., Soberon J. Interpretation of models of fundamental ecological niches and species' distributional areas // Biodiversity Informatics. – 2005. – 2. – P. 1–10. – Mode of access: [http://www.specifysoftware.org/Informatics/bios/biostownpeterson/SP\\_BI\\_2005.pdf](http://www.specifysoftware.org/Informatics/bios/biostownpeterson/SP_BI_2005.pdf)
- Socioeconomic Data and Application Center (SEDAC), Center for International Earth Science Information Network (CIESIN), Columbia University, and the Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 2005. Ukraine Population Density, 2005 [online data]. Format: ascii. Resolution: 2.5'. From: Gridded Population of the World (GPW), Version 3. Palisades, NY: CIESIN, Columbia University. – Mode of access: <http://sedac.ciesin.columbia.edu/gpw/country.jsp?iso=UKR#download>