

## ОЦЕНКА СВЯЗЕЙ РАЗМЕЩЕНИЯ РЕДКИХ ВИДОВ АВИФАУНЫ С ПАРАМЕТРАМИ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ)

Д. В. Сарычев

Воронежский государственный университет, Россия

Поступила в редакцию 25 октября 2016 г.

**Аннотация:** Выявление и анализ пространственного размещения редких видов – необходимый этап для оптимизации природоохранных стратегий. В работе рассматривается общая картина пространственного размещения 60 редких видов птиц в Липецкой области, оценены корреляционные связи между параметрами размещения птиц и рядом факторов среды.

**Ключевые слова:** редкие виды, птицы, Красная книга, пространственный анализ.

**Abstract:** Identification and analysis of the spatial distribution of rare species is a necessary step to optimize environmental policies. The paper deals with the general picture of the spatial distribution of 60 rare bird species in the Lipetsk region, correlations between the parameters of the birds' distribution and a number of environmental factors were estimated.

**Key words:** rare species, birds, Red book, spatial analysis.

Проблема сохранения редких видов и биоразнообразия в целом относится к ряду проблем, острота которых неуклонно возрастает. При этом для эффективного сохранения редких видов требуется наиболее полная и достоверная информация об их распределении на рассматриваемой территории. Следовательно, факторы и закономерности пространственного размещения редких видов представляют собой важный предмет исследований.

В большинстве регионов России сведения о встречах редких видов собираются и систематизируются главным образом в рамках работ по подготовке региональных Красных книг. За последние десятилетия накоплен большой объем информации, но исследования, посвященные ее пространственному анализу, пока остаются редкостью.

В данной работе на примере Липецкой области апробирован один из путей анализа пространственных данных о редких видах. Цель работы заключалась в выявлении размещения редких видов авифауны в Липецкой области и оценке связей существующего размещения с параметрами среды. При этом решались следующие задачи:

1. Выбор объектов исследования – редких видов птиц, и сбор сведений о локализации их гнездовых участков на исследуемой территории.

2. Выявление общей картины размещения редких видов авифауны в Липецкой области путем картографирования собранных сведений.

3. Разбивка исследуемой области на операционные территориальные единицы и расчет для них показателей по редким видам и параметрам среды.

4. Оценка связей размещения редких видов с параметрами среды на основе корреляционного анализа.

Объект исследования представляет собой совокупность редких гнездящихся видов птиц. В качестве предмета при этом выступают пространственные закономерности размещения этих видов и их местообитаний.

Класс Птицы был выбран в качестве модельного таксона биоты ввиду особого природоохранного значения (птицы составляют наибольшую долю, 43 %, среди видов животных, внесенных в Красную книгу Липецкой области [2]). Исследование сфокусировано на гнездящихся видах птиц, так как они непосредственно связаны с рассматриваемой территорией и наиболее сильно зависят от факторов ее среды.

Из 296 видов птиц, зарегистрированных на территории Липецкой области, 84 вида занесены в Красную книгу региона [2], из них 68 по стандартным критериям [4, 5], относятся к категории гнездящихся видов. Из последнего числа для 6 видов

(белоглазая чернеть *Aythya nyroca*, кобчик *Falco vespertinus*, сплюшка *Otus scops*, длиннохвостая неясыть *Strix uralensis*, сизоворонка *Coracias garrulus*, дубровник *Emberiza aureola*) нет современных достоверных сведений об их гнездовании на территории региона, а для еще 2 видов (обыкновенная пустельга *Falco tinnunculus* и обыкновенная горлица *Streptopelia turtur*) из-за их недавнего включения в список редких видов пока не накоплены репрезентативные данные. Исходя из этого, анализируемая далее совокупность редких гнездящихся видов авифауны исследуемого региона включает 60 видов (таблица 1).

Сведения по этим видам были организованы в географическую базу данных (ГБД), структура которой включает поля с описанием для каждого гнездового участка его географического положения и размера (координаты и текстовые примечания), поля с названием вида (русское, латинское, английское) и его природоохранной категорией, экологической группой, статусом гнездования, поля со сведениями об авторе и дате наблюдения, а также свободными примечаниями. Для формирования ГБД были использованы данные, предоставленные лабораторией зоологии заповедника «Галичья гора» (автор выражает глубокую признательность всем специалистам, принимавшим участие в их сборе), сведения из опубликованных источников, а также данные собственных полевых

исследований. В итоге, ГБД включает на момент анализа информацию о 1165 гнездовых участках 60 видов птиц, отражающих их территориальное распределение в период с 1985 по 2015 год (таблица 1, рис. 1а).

Анализ связей размещения редких видов с параметрами среды проводился для выделенной совокупности 60 видов птиц, а также для их экологических групп. При этом на основе классификации В. П. Белика [1] выделены 4 группы птиц: дендрофилы (виды, гнездящиеся главным образом среди древесно-кустарниковой растительности – 25 видов); кампофилы (гнездящиеся и кормящиеся в открытых травянистых ландшафтах – 7 видов); склерофилы (нуждающиеся для гнездования в эрозионных обнажениях геологических пород или в их аналогах – 4 вида) и лимнофилы (экологически связанные преимущественно с мелководьями и околородными биотопами – 24 вида) (таблица 1).

Для анализа исследуемая территория была разделена на операционные территориальные единицы в форме квадратов площадью 100 км<sup>2</sup> (10×10 км) по сетке в проекции Меркатора. В основе такого деления – квадраты 50×50 км, принятые в Атласе гнездящихся птиц Европы [4, 5], каждый из которых затем был разграфлен по правилам картографии на 25 меньших квадратов. Размер и конфигурация выбранных операционных территориальных единиц основаны на стандартах

Таблица 1

Список редких гнездящихся видов птиц Липецкой области с делением на экологические группы и числом учтенных гнездовых участков

| №  | Вид*  | ЭГ** | S*** |
|----|---|------|------|
| 1  | 2   | 3    | 4    |
| 1  | Малая поганка <i>Podiceps ruficollis</i> (Pallas, 1764)         | Л    | 9    |
| 2  | Красношейная поганка – <i>Podiceps auritus</i> (Linnaeus, 1758) | Л    | 1    |
| 3  | Серошекая поганка – <i>Podiceps grisegena</i> (Boddaert, 1783)  | Л    | 3    |
| 4  | Большая выпь – <i>Botaurus stellaris</i> (Linnaeus, 1758)       | Л    | 58   |
| 5  | Малая выпь – <i>Ixobrychus minutus</i> (Linnaeus, 1766)         | Л    | 50   |
| 6  | Большая белая цапля – <i>Egretta alba</i> (Linnaeus, 1758)      | Л    | 4    |
| 7  | Рыжая цапля – <i>Ardea purpurea</i> Linnaeus, 1766              | Л    | 11   |
| 8  | Белый аист – <i>Ciconia ciconia</i> (Linnaeus, 1758)            | Д    | 19   |
| 9  | Лебедь-шипун – <i>Cygnus olor</i> (Gmelin, 1789)                | Л    | 17   |
| 10 | Серая утка – <i>Anas strepera</i> Linnaeus, 1758                | Л    | 14   |
| 11 | Скопа – <i>Pandion haliaetus</i> (Linnaeus, 1758)               | Д    | 10   |
| 12 | Обыкновенный осоед – <i>Pernis apivorus</i> (Linnaeus, 1758)    | Д    | 27   |
| 13 | Полевой лунь – <i>Circus cyaneus</i> (Linnaeus, 1766)           | К    | 6    |
| 14 | Степной лунь – <i>Circus macrourus</i> (S.G. Gmelin, 1771)      | К    | 5    |
| 15 | Курганник – <i>Buteo rufinus</i> (Cretzschmar, 1827)            | Д    | 7    |
| 16 | Змееяд – <i>Circaetus gallicus</i> (Gmelin, 1788)               | Д    | 7    |

| 1             | 2  | 3 | 4           |
|---------------|--|---|-------------|
| 17            | Орел-карлик – <i>Hieraetus pennatus</i> (Gmelin, 1788)                     | Д | 34          |
| 18            | Большой подорлик – <i>Aquila clanga</i> Pallas, 1811                       | Д | 12          |
| 19            | Могильник – <i>Aquila heliaca</i> Savigny, 1809                            | Д | 4           |
| 20            | Орлан-белохвост – <i>Haliaeetus albicilla</i> (Linnaeus, 1758)             | Д | 8           |
| 21            | Балобан – <i>Falco cherrug</i> Gray, 1834                                  | С | 2           |
| 22            | Тетерев – <i>Lyrurus tetrrix</i> (Linnaeus, 1758)                          | Д | 7           |
| 23            | Серый журавль – <i>Grus grus</i> (Linnaeus, 1758)                          | Л | 31          |
| 24            | Пастушок – <i>Rallus aquaticus</i> Linnaeus, 1758                          | Л | 17          |
| 25            | Малый погоньш <i>Porzana parva</i> (Scop.)                                 | Л | 7           |
| 26            | Ходулочник – <i>Himantopus himantopus</i> (Linnaeus, 1758)                 | Л | 5           |
| 27            | Кулик-сорока – <i>Haematopus ostralegus</i> Linnaeus, 1758                 | Л | 4           |
| 28            | Поручейник – <i>Tringa stagnatilis</i> (Bechstein, 1803)                   | Л | 22          |
| 29            | Мородунка – <i>Xenus cinereus</i> (Güldenstädt, 1775)                      | Л | 11          |
| 30            | Дупель – <i>Gallinago media</i> (Latham, 1787)                             | Л | 4           |
| 31            | Большой веретенник – <i>Limosa limosa</i> (Linnaeus, 1758)                 | Л | 31          |
| 32            | Малая чайка – <i>Larus minutus</i> Pallas, 1776                            | Л | 6           |
| 33            | Белоощекая крачка – <i>Chlidonias hybrida</i> (Pallas, 1811)               | Л | 13          |
| 34            | Речная крачка – <i>Sterna hirundo</i> Linnaeus, 1758                       | Л | 11          |
| 35            | Малая крачка – <i>Sterna albifrons</i> Pallas, 1764                        | Л | 4           |
| 36            | Клинтух – <i>Columba oenas</i> Linnaeus, 1758                              | Д | 24          |
| 37            | Филин – <i>Bubo bubo</i> (Linnaeus, 1758)                                  | С | 1           |
| 38            | Болотная сова – <i>Asio flammeus</i> (Pontoppidan, 1763)                   | К | 37          |
| 39            | Домовый сыч – <i>Athene noctua</i> (Scopoli, 1769)                         | С | 6           |
| 40            | Воробьиный сыч – <i>Glaucidium passerinum</i> (Linnaeus, 1758)             | Д | 1           |
| 41            | Серая неясыть – <i>Strix aluco</i> Linnaeus, 1758                          | Д | 35          |
| 42            | Обыкновенный козодой – <i>Caprimulgus europaeus</i> Linnaeus, 1758         | Д | 16          |
| 43            | Удод – <i>Upupa epops</i> Linnaeus, 1758                                   | С | 86          |
| 44            | Седой дятел – <i>Picus canus</i> Gmelin, 1788                              | Д | 52          |
| 45            | Желна – <i>Dryocopus martius</i> (Linnaeus, 1758)                          | Д | 71          |
| 46            | Средний дятел – <i>Dendrocopos medius</i> (Linnaeus, 1758)                 | Д | 43          |
| 47            | Белоспинный дятел – <i>Dendrocopos leucotos</i> (Bechstein, 1803)          | Д | 42          |
| 48            | Малый жаворонок – <i>Calandrella cinerea</i> (Gmelin, 1789)                | К | 9           |
| 49            | Лесной жаворонок – <i>Lullula arborea</i> (Linnaeus, 1758)                 | Д | 44          |
| 50            | Чернолобый сорокопуд – <i>Lanius minor</i> Gmelin, 1788                    | Д | 36          |
| 51            | Серый сорокопуд – <i>Lanius excubitor</i> Linnaeus, 1758                   | Д | 8           |
| 52            | Крапивник – <i>Troglodytes troglodytes</i> (Linnaeus, 1758)                | Д | 14          |
| 53            | Обыкновенный сверчок – <i>Locustella naevia</i> (Boddaert, 1783)           | Л | 16          |
| 54            | Желтоголовый королек – <i>Regulus regulus</i> (Linnaeus, 1758)             | Д | 2           |
| 55            | Черноголовый чекан – <i>Saxicola torquata</i> (Linnaeus, 1766)             | К | 63          |
| 56            | Каменка-плясунья – <i>Oenanthe isabellina</i> (Temminck, 1829)             | К | 6           |
| 57            | Обыкновенная горихвостка – <i>Phoenicurus phoenicurus</i> (Linnaeus, 1758) | Д | 28          |
| 58            | Усатая синица – <i>Panurus biarmicus</i> (Linnaeus, 1758)                  | Л | 8           |
| 59            | Московка – <i>Parus ater</i> Linnaeus, 1758                                | Д | 15          |
| 60            | Просянка – <i>Emberiza calandra</i> Linnaeus, 1758                         | К | 21          |
| <b>Итого:</b> |  |   | <b>1165</b> |

Примечания: \* – порядок и названия видов приведены по [3]; \*\* – экологические группы птиц по [1]: Д – дендрофилы, К – кампофилы, С – склерофилы, Л – лимнофилы; \*\*\* – количество выявленных гнездовых участков вида в Липецкой области (за период с 1985 по 2015 гг).

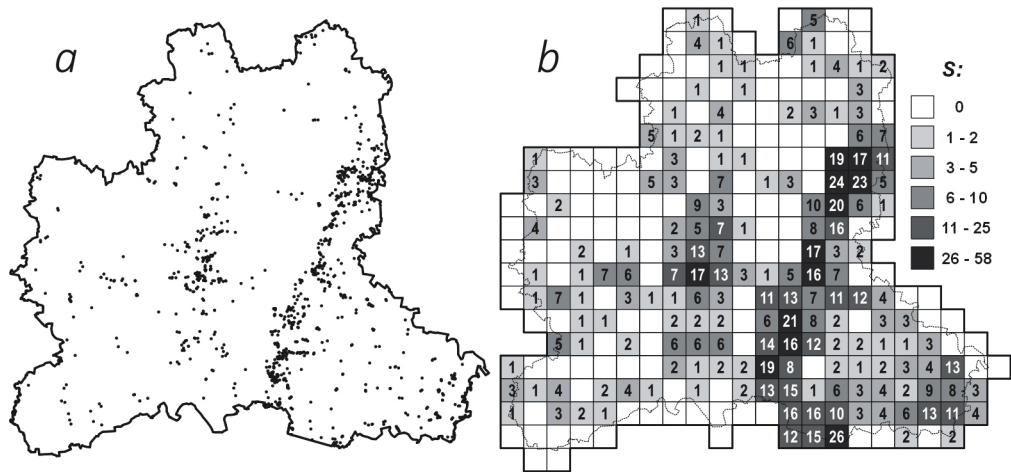


Рис. 1. Размещение редких видов авифауны в Липецкой области: *a* – в границах региона точками отображены 1165 гнездовых участков 60 редких видов птиц; *b* – по сетке квадратов цифрами показано количество редких видов ( $N$ , [0; 24]), градиентом серого – количество гнездовых участков ( $S$ , [0; 58])



Рис. 2. Картограммы размещения редких видов птиц Липецкой области по их экологическим группам: *Д* – дендрофилы, *К* – кампофилы, *С* – склерофилы, *Л* – лимнофилы. Цифрами по квадратам показано количество редких видов ( $N$ ), черно-белой шкалой – количество гнездовых участков ( $S$ )

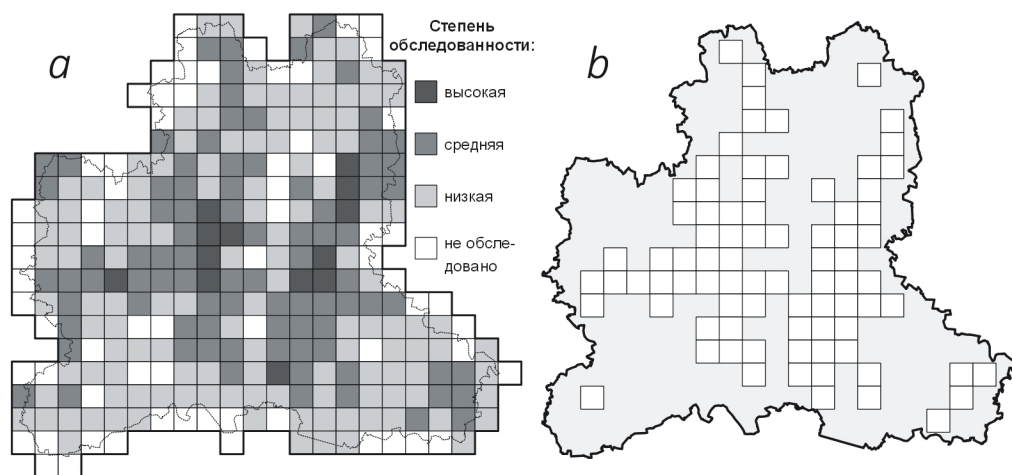


Рис. 3. Картограммы Липецкой области: *a* – степень орнитологической обследованности квадратов; *b* – выборка 82 квадратов, параметры по которым использовались в корреляционном анализе (пояснения см. в тексте)

биогеографических атласов и обусловлены требующей детализацией исследования, количеством анализируемых местонахождений видов и сравнительным удобством таких единиц для их полевого обследования. Таким образом, Липецкая область была разделена на 296 квадратов, в том числе 189 целых, то есть полностью лежащих в границах рассматриваемого региона.

На основе ранее созданной ГБД для каждого из 296 квадратов были подсчитаны следующие показатели:  $N$  – количество гнездящихся редких видов птиц и  $S$  – количество гнездовых участков.  $N$  и  $S$  рассчитывались для квадратов по размещению как совокупности 60 редких видов (рис. 1*b*), так и по отдельным экологическим группам птиц (рис. 2). В итоге сформированные по регулярной сети квадратов показатели  $N$  и  $S$  далее рассматривались как переменные, зависящие от параметров среды.

Также на основе ГБД и экспертных мнений для каждого квадрата оценивалась степень фаунистической обследованности, в результате было определено 133, 87 и 13 квадратов с низкой, средней и высокой степенью обследованности соответственно (рис. 3*a*).

Параметры среды, или независимые переменные, также рассчитывались для каждого квадрата и включали параметры рельефа (диапазон высот, максимальная, средняя и минимальная высота над у. м.), гидрографии (количество и доля площади водных объектов, густота речной сети), древесной растительности (лесистость, количество лесных массивов, протяженность опушек) и антропогенной нагрузки (количество и доля площади населенных пунктов, густота дорожной сети). Расчет

указанных параметров осуществлялся по цифровой модели рельефа SRTM и геоинформационным слоям, соответствующим топографической карте масштаба 1:100000.

Все картографические операции в работе, включая расчеты показателей по квадратам, производились в геоинформационной среде QGIS 2.14 (Free Software Foundation, Boston, USA). Последующая статистическая обработка материала, заключающаяся в проверке выборок (указанные выше переменные по квадратам) на нормальность распределения и расчете коэффициентов корреляций, выполнялась в пакете STATISTICA 10 (StatSoft, Tulsa, USA).

В работе приняты следующие основные допущения: 1) разновременные данные о гнездовании видов за период с 1985 по 2015 год рассматриваются как равнозначные; 2) не учитывается влияние динамики рассматриваемых явлений за исследуемый период; 3) показатели усреднены для операционных территориальных единиц и не учитывают неравномерности распределения исходных явлений на более низком пространственном уровне.

В результате работы были собраны и картографированы сведения о локализации гнездовых участков редких видов птиц в Липецкой области (таблица 1, рис. 1, 2). Выявленная общая картина размещения редких видов авифауны была проанализирована визуально, а влияние на нее ряда факторов среды оценено посредством корреляционного анализа (таблица 2, рис. 4, 5). При этом оценка взаимосвязей производилась по наиболее репрезентативной выборке территориальных единиц, сформированной целыми квадратами (то есть не пресеченным границей области) с высокой и сред-

Матрица коэффициентов ранговой корреляции Спирмена между показателями по редким видам авифауны и параметрами среды (жирным шрифтом выделены значимые коэффициенты,  $p < 0,05$ )

| Показатели по редким видам птиц | Совокупность видов |              | Экологические группы видов птиц |              |             |             |              |              |              |              |
|---------------------------------|--------------------|--------------|---------------------------------|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                                 |                    |              | дендрофилы                      |              | кампофилы   |             | склерофилы   |              | лимнофилы    |              |
|                                 | <i>N</i>           | <i>S</i>     | <i>N</i>                        | <i>S</i>     | <i>N</i>    | <i>S</i>    | <i>N</i>     | <i>S</i>     | <i>N</i>     | <i>S</i>     |
| Диапазон высот                  | <b>-0,44</b>       | <b>-0,39</b> | -0,15                           | -0,18        | 0,17        | 0,16        | -0,04        | -0,06        | <b>-0,64</b> | <b>-0,65</b> |
| Макс. высота                    | <b>-0,66</b>       | <b>-0,64</b> | <b>-0,38</b>                    | <b>-0,39</b> | 0,02        | 0,02        | <b>-0,25</b> | <b>-0,24</b> | <b>-0,74</b> | <b>-0,73</b> |
| Средняя высота                  | <b>-0,71</b>       | <b>-0,71</b> | <b>-0,49</b>                    | <b>-0,50</b> | -0,04       | -0,04       | <b>-0,40</b> | <b>-0,37</b> | <b>-0,70</b> | <b>-0,68</b> |
| Мин. высота                     | <b>-0,51</b>       | <b>-0,54</b> | <b>-0,50</b>                    | <b>-0,50</b> | -0,11       | -0,12       | <b>-0,40</b> | <b>-0,35</b> | <b>-0,33</b> | <b>-0,29</b> |
| Густота речной сети             | -0,05              | -0,04        | 0,06                            | 0,06         | <b>0,29</b> | <b>0,27</b> | 0,10         | 0,09         | <b>-0,27</b> | <b>-0,25</b> |
| Количество водоемов             | 0,16               | 0,12         | 0,14                            | 0,14         | 0,00        | 0,02        | -0,17        | -0,13        | <b>0,24</b>  | <b>0,23</b>  |
| Доля площади водоемов           | <b>0,53</b>        | <b>0,52</b>  | <b>0,33</b>                     | <b>0,33</b>  | 0,09        | 0,10        | <b>0,25</b>  | <b>0,25</b>  | <b>0,61</b>  | <b>0,61</b>  |
| Количество лесных массивов      | -0,10              | -0,09        | 0,18                            | 0,18         | -0,14       | -0,15       | 0,05         | 0,04         | <b>-0,26</b> | <b>-0,27</b> |
| Лесистость                      | <b>0,36</b>        | <b>0,36</b>  | <b>0,55</b>                     | <b>0,55</b>  | 0,05        | 0,05        | <b>0,35</b>  | <b>0,33</b>  | 0,02         | -0,01        |
| Протяженность опушек            | 0,17               | 0,17         | <b>0,47</b>                     | <b>0,47</b>  | -0,07       | -0,08       | <b>0,22</b>  | 0,20         | -0,14        | -0,18        |
| Количество населенных пунктов   | <b>-0,33</b>       | <b>-0,33</b> | -0,16                           | -0,17        | 0,09        | 0,08        | -0,10        | -0,08        | <b>-0,40</b> | <b>-0,37</b> |
| Доля площади населенных пунктов | 0,07               | 0,05         | -0,03                           | -0,01        | 0,09        | 0,08        | 0,00         | -0,02        | <b>0,29</b>  | <b>0,27</b>  |
| Протяженность дорожной сети     | 0,06               | 0,07         | -0,04                           | -0,04        | 0,13        | 0,12        | 0,05         | 0,06         | 0,13         | 0,12         |

ней степенью исследованности, которых насчитывается 82 (рис. 3*b*).

Было установлено, что переменные *N* и *S* имеют сильную взаимную корреляцию (линейная корреляция Пирсона  $r = 0,93$ ), соответственно и коэффициенты их ранговой корреляции с рассмотренными факторами имели незначительную разницу – до 0,05 (таблица 2). Вследствие этого в работе далее рассматриваются количественные оценки взаимосвязей факторов только с показателем *N*, более важным в контексте данного исследования, хотя эти оценки, также как и следующие из них выводы, справедливы для обоих показателей.

Проведенный анализ позволил прийти к следующим обобщениям результатов данного исследования в отношении особенностей размещения редких видов авифауны в рассматриваемом регионе.

Наиболее общие пространственные черты размещения редких видов в Липецкой области соответствуют физико-географическим провинциям Среднерусской возвышенности и Окско-Донской равнины. Для последней характерны более высокие показатели, как числа редких видов, так и количества их гнездовых участков. При этом пограничная зона между указанными провинциями – до-

лина реки Воронеж – является своеобразным экотонном и отличается наиболее высокими показателями по области: до 24 редких видов и до 58 учетных гнездовых участков на квадрат 10×10 км (рис. 1*b*).

Высокая концентрация редких видов характерна не только для долины реки Воронеж, но и для долин остальных крупных рек, где условия способствуют формированию своеобразных рефугиумов для редких видов. Напротив, возвышенные междуречья с преимущественно плакорным типом местности в настоящее время заняты практически полностью агроценозами, непригодными для большинства редких видов, особенно для ранее коренных обитателей этих мест – степных видов.

Указанные особенности подтверждаются на основе корреляционного анализа следующим образом (таблица 2, рис. 4). Наиболее сильные отрицательные связи выявлены между числом редких видов и параметрами рельефа (коэффициенты корреляции: -0,71, -0,66, -0,51 со средней, максимальной и минимальной высотами соответственно), что свидетельствует о большем количестве редких видов на низменных территориях – речных долинах. На этот факт указывают и существенные по-



Рис. 4. Коэффициенты ранговой корреляции Спирмена между числом редких видов птиц и параметрами среды по регулярной сети квадратов (числами подписаны только значимые коэффициенты,  $p < 0,05$ )

ложительные корреляции с долей площади водоемов ( $r = 0,53$ ) и лесистостью ( $r = 0,36$ ) – показателями, также возрастающими в речных долинах. При этом отрицательная корреляция с диапазоном высот ( $r = -0,44$ ), который максимален в областях коренных склонов долин, может быть обусловлена для этих территорий меньшим числом редких видов на фоне высокого общего видового богатства, часто наблюдаемого здесь за счет краевого (эктонного) эффекта.

Среди показателей антропогенной нагрузки значимая отрицательная связь ( $r = -0,33$ ) наблюдается между богатством редких видов и количеством населенных пунктов, что выглядит довольно логичным. В тоже время, связи размещения совокупности 60 редких видов с такими параметрами как доля площади населенных пунктов, протяженность дорог, а также рядом других параметров, в данном исследовании не превысили порог статистической значимости (рис. 4).

Существенно детализировать описанные связи позволяет их анализ по экологическим группам видов (таблица 2, рис. 5).

В размещении дендрофилов наиболее сильные положительные связи отмечаются с лесистостью ( $r = 0,55$ ) и протяженностью опушек ( $r = 0,47$ ). Также в размещении видов данной группы прослеживается тяготение к речным долинам (рис. 2), что косвенно подтверждается положительной связью с долей площади водоемов ( $r = 0,33$ ) и отрицательными связями с параметрами высоты местности (рис. 5). Именно в долинах рек главным образом сохранились наиболее крупные для региона лесные массивы, пригодные для большего числа редких типично лесных видов, в отличие от фрагментированных лесонасаждений или небольших байрачных лесов, характерных для возвышенных междуречий.

Для лимнофилов в наибольшей степени выражены отрицательные связи с высотными параметрами (рис. 5). Размещение видов этой экологической группы в Липецкой области практически полностью приурочено к Окско-Донской низменности (рис. 2). При этом наблюдается разделение размещения на два основных района – долину р. Воронеж, и солонцовые комплексы в юго-восточной части Липецкой области. Размещение лимнофилов коррелирует с долей площади водоемов ( $r = 0,61$ ) и их количеством ( $r = 0,24$ ). Выявленные отрицательные корреляции с густотой речной сети ( $r = -0,27$ ) и количеством лесных массивов ( $r = -0,26$ ) косвенно указывают на меньшее количество лимнофилов на Среднерусской возвышенности, где данные параметры среды выше, чем в остальных частях региона. Неоднозначные связи размещения лимнофилов установлены с показателями антропогенной нагрузки: отрицательная корреляция с количеством населенных пунктов ( $r = -0,40$ ) и положительная – с долей их суммарной площади ( $r = 0,29$ ).

Результаты корреляционного анализа выражены менее четко для кампофилов и склерофилов, что, вероятно, вызвано сравнительно небольшим числом видов и соответственно гнездовых участков, относящихся к данным группам. Размещение кампофилов в регионе относительно равномерно, с небольшим увеличением числа их видов на Среднерусской возвышенности. Косвенно это подтверждается выявленной положительной корреляцией с густотой речной сети ( $r = 0,29$ ). Однако при этом не прослеживается связей размещения кампофилов с высотными параметрами местности, довольно четко и однонаправленно выраженными для всех остальных групп. Для размещения склерофилов на территории Липецкой области не выявлено



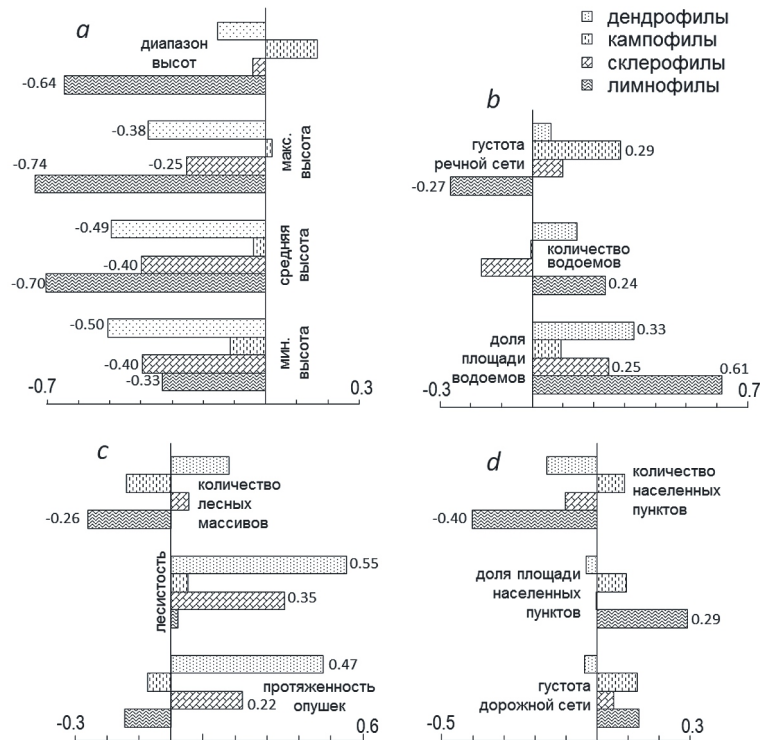


Рис. 5. Коэффициенты ранговой корреляции Спирмена между количеством видов птиц по экологическим группам и параметрами среды: *a* – параметры рельефа; *b* – гидрографические параметры; *c* – параметры древесной растительности; *d* – параметры антропогенной нагрузки (числами подписаны только значимые коэффициенты,  $p < 0,05$ )

явных пространственных черт и связей. Для них, подобно дендрофилам, отмечаются отрицательные связи с высотными параметрами местности, а также слабые положительные связи с долей площади водоемов ( $r=0,25$ ), лесистостью ( $r=0,35$ ) и протяженностью опушек ( $r=0,22$ ).

Таким образом, для редких видов птиц Липецкой области была выявлена общая картина их территориального размещения, посредством корреляционного анализа оценены основные связи в системе «параметры среды – размещение редких видов». Интерпретация выявленных формальных связей подтверждает следующие основные положения:

1. Наиболее общие черты размещения редких видов авифауны в Липецкой области соответствуют физико-географическим провинциям: для Окско-Донской равнины характерны более высокие показатели количества редких видов птиц и их гнездовых участков, чем для Среднерусской возвышенности.

2. Высокая концентрация редких видов отмечается для долин крупных рек, в наибольшей степени – для долины реки Воронеж, занимающей пограничное положение в регионе между двумя

физико-географическими провинциями и отличающейся повышенным ландшафтным разнообразием.

3. Размещение дендрофилов наиболее сильно коррелирует с лесистостью и протяженностью опушек. При этом тяготение видов данной группы к речным долинам, обусловлено расположением там самых крупных и наименее фрагментированных лесных массивов региона.

4. Размещение лимнофилов коррелирует с количеством и долей площади водоемов. В Липецкой области лимнофилы сосредоточены главным образом в пределах Окско-Донской низменности, с наибольшей концентрацией в долине р. Воронеж и на солонцовых комплексах в юго-восточной части региона.

5. Размещение редких видов кампофилов и склерофилов в Липецкой области сравнительно равномерное, для них не выявлено четких пространственных черт и сильных связей с рассмотренными параметрами среды.

Естественно, что система «параметры среды – размещение редких видов» обладает большой сложностью и при ее изучении далеко не все картографо-статистические методы способны привести к надежным и логичным результатам. В дан-



ной работе посредством корреляционного анализа в указанной системе были выявлены статистически-значимые связи, согласующиеся с известными представлениями о влиянии рассмотренных факторов на размещение авифауны. Данный факт подчеркивает результативность методических основ работы и необходимость ее продолжения с расширением набора параметров среды и статистических методов анализа. Так, при учете большего количества параметров среды целесообразным выглядит применение факторного анализа, с последующим прогнозированием размещения редких видов посредством регрессионных моделей на основе ведущих факторов.

Полученные и ожидаемые результаты способны внести существенный вклад в формирование информационно-методической основы для оптимизации сохранения биоразнообразия в регионе.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белик В. П. Птицы степного Придонья: Формирование фауны, ее антропогенная трансформация и вопросы охраны / В. П. Белик. – Ростов-на-Дону: Изд-во РГПУ, 2000. – 376 с.
2. Красная книга Липецкой области. Животные // Изд. 2-е, перераб. – Липецк: Издательство «Ведасоциум», 2014. – 484 с.
3. Степанян Л. С. Конспект орнитологической фауны России и сопредельных территорий (в границах

Сарычев Дмитрий Владимирович  
аспирант кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. (473) 266-56-54, E-mail: [sarychev.geo@gmail.com](mailto:sarychev.geo@gmail.com)

СССР как исторической области) / Л. С. Степанян; отв. ред. Д. С. Павлов. – Москва: ИКЦ «Академкнига», 2003. – 808 с.

4. European Breeding Bird Atlas 2: Instructions and guidelines. – URL: <http://www.ebba2.info/instructions-and-guidelines>.

5. Hagemeyer E. J. M. and M. J. Blair (editors). 1997. The EBCC Atlas of European Breeding Birds: their distribution and abundance. T & A.D. Poyser. – London. – 904 p.

#### REFERENCES

1. Belik V. P. Ptitsy stepnogo Pridon'ya: Formirovanie fauny, ee antropogennaya transformatsiya i voprosy okhrany / V. P. Belik. – Rostov-na-Donu: Izd-vo RGPU, 2000. – 376 s.
2. Krasnaya kniga Lipetskoy oblasti. Zhivotnye // Izd. 2-e, pererab. – Lipetsk: Izdatel'stvo «Veda sotsium», 2014. – 484 s.
3. Stepanyan L. S. Konspekt ornitologicheskoy fauny Rossii i sopredel'nykh territoriy (v granitsakh SSSR kak istoricheskoy oblasti) / L. S. Stepanyan; отв. red. D. S. Pavlov. – Moskva: IKTs «Akademkniga», 2003. – 808 s.
4. European Breeding Bird Atlas 2: Instructions and guidelines. – URL: <http://www.ebba2.info/instructions-and-guidelines>.
5. Hagemeyer E. J. M. and M. J. Blair (editors). 1997. The EBCC Atlas of European Breeding Birds: their distribution and abundance. T & A.D. Poyser. – London. – 904 p.

Sarychev Dmitriy Vladimirovich  
Post-graduate student of the Chair of geocology and environment monitoring, Department of geography, geocology and tourism, Voronezh State University, Voronezh, tel. (473) 266-56-54, E-mail: [sarychev.geo@gmail.com](mailto:sarychev.geo@gmail.com)