

УДК 598.252.1

## ЗИМОВКИ ВОДОПЛАВАЮЩИХ ПТИЦ В ГОРОДАХ УМЕРЕННОГО КЛИМАТИЧЕСКОГО ПОЯСА И ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ИХ ФАКТОРЫ

© 2023 г. К. В. Авилова<sup>1,\*</sup>, П. Г. Полежанкина<sup>2</sup>

Представлено академиком РАН Ю.Ю. Дгебуадзе

Поступило 22.12.2022 г.

После доработки 04.01.2023 г.

Принято к публикации 09.01.2023 г.

Впервые проанализированы закономерности динамики численности и видового разнообразия зимующих водоплавающих птиц в 30 городах России за восемь лет. Суммарная численность выросла на 35%. Видовое разнообразие в сумме достигает 32 видов. Во всех 30 городах доминируют кряквы (*Anas platyrhynchos*). По совокупности характеристик все города разделились на семь кластеров, значимо различающихся между собой. Географическое положение и климатические характеристики городов – главные условия существования как людей, так и птиц. Изменчивость численности зимующих птиц на 93% определяется площадью города и численностью его населения, а числа видов на 62% определяется долготой, средней январской температурой города и численностью его населения ( $p < 0.001$ ). Численность и число видов зимующих птиц коррелируют с “возрастом” зимовки ( $p < 0.05$ ). При сохранении темпов урбанизации численность и видовое разнообразие продолжат расти.

**Ключевые слова:** урбанизация, зимующие водоплавающие птицы, динамика численности, видовое разнообразие

**DOI:** 10.31857/S2686738922601060, **EDN:** QSTTJS

Широкомасштабная урбанизация и техногенное преобразование природных территорий повсеместно приводят к тому, что часть мигрирующих водоплавающих птиц оседает в образующихся незамерзающих рефугиумах [1–3], их численность растет [4]. Это явление рассматривается во многих публикациях [5, 6], но в них не анализируется влияние условий разных городов на численность и разнообразие птиц. Это обусловливает необходимость сравнительного исследования зимней фауны и населения водоплавающих птиц нескольких городов. Целью работы стал анализ численности и видового состава водоплавающих птиц, зимующих в городах умеренного пояса. Задачи работы состояли в выявлении влияния географического положения, размера и климата городов России на перечисленные выше показатели.

Ежегодные учеты зимующих водоплавающих птиц проводили с 2015 по 2022 г. в 3-ю декаду ян-

варя силами волонтеров при координации орнитологами в 30 крупных и крупнейших городах умеренного пояса России (табл. 1). Учетами охватывали все незамерзающие водоемы города. Определяли видовой состав и количество зимующих птиц с применением фотофиксации и БПЛА. При анализе климатических факторов использовали средние январские температуры города и региона. Статистическую обработку проводили методами кластерного анализа, главных компонентов и множественной регрессии [7, 8] в пакете “Statistica 10”.

Природные условия городов зависят от их географического положения. От северных границ климатического пояса к южным изменения температурного режима связаны со структурой радиационного баланса, а от западных к восточным – с циркуляцией воздушных масс [9].

Суммарная численность водоплавающих птиц 30 городов с 2016 до 2022 г. выросла на 35%, с 49.2 до 75.6 тыс. птиц ( $R_s = 0.96$ ,  $p < 0.0$ ,  $n = 8$ ). Видовое разнообразие в сумме достигает 32 видов. Во всех 30 городах доминируют кряквы (*Anas platyrhynchos*), от 89 до 100% птиц (табл. 2). Численность зимующих крякв коррелирует с численностью населения города ( $R_s = 0.50$ ,  $p < 0.05$ ,  $n = 30$ ) и числом зимующих видов ( $R_s = 0.36$ ,  $p < 0.05$ ,  $n = 30$ ).

<sup>1</sup> Биологический факультет Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

<sup>2</sup> Геопарк ЮНЕСКО Янган-Тау, Салаватский район, Республика Башкортостан, Россия

\*e-mail wildlife@inbox.ru

Таблица 1. Размещение городов по климатическим областям, их основные характеристики, численность и фауна зимующих водоплавающих птиц

Город	Климат области	Средняя январская температура области	Отклонение наиболее холодных суток от средней январской температуры	Средняя январская температура города	Площадь города, кв. км	Численность населения млн.	Численность птиц с 2015 по 2022 г. (медиана), ос.	Суммарное число видов водоплавающих птиц
Санкт-Петербург	Переходный от умеренно-континентального к умеренно-морскому	-10	-15	-5.5	606	5.3	7811	25
Саранск	Умеренно-континентальный			-8.5	81.5	0.32	175	4
Тула				-6.9	145.8	0.47	1450	7
Калуга				-8.6	168.8	0.33	397	9
Рязань				-7.5	224.2	0.54	852	10
Курск				-6.2	208	0.45	354	12
Саратов				-7.7	394	0.83	758	1
Пенза				-8.7	290.4	0.52	578	1
Москва				-6.5	1029	12.6	31283	23
Тверь				-7.4	152.2	0.42	1659	10
Вологда				-10	116	0.31	975	1
Череповец	-10.2	126	0.32	87	2			
Владимир	-8.5	137	0.16	73	2			
Иваново	-8.5	104.8	0.40	1752	7			
Ульяновск	-9.8	316	0.63	214	6			
Уфа	-13.5	1128.8	1.07	1996	11			
Челябинск	Переходный от умеренно-континентального к континентальному	-15	-15	-14.1	500.9	1.15	377	3
Тюмень				-15	698	0.62	180	7
Екатеринбург				-12.4	498	1.38	2085	10
Киров				-11.9	169.73	0.48	2357	5
Казань	Континентальный	-15	-20	-10.4	589	1.17	1137	7
Пермь				-12.8	799.7	1.0	758	2
Ижевск				-12.4	315.5	0.63	269	5
Глазов				13.5	68.27	0.92	180	2
Бийск				-12.6	291.7	0.21	124	4
Иркутск	-13.9	277	0.60	7221	9			
Томск	Резко-континентальный	-20	-20	-17.8	294.6	0.54	451	9
Красноярск				-17.1	379.5	1.00	3203	11
Кемерово				-15.5	294.8	0.54	683	3
Новокузнецк				-17	424.3	0.55	896	4

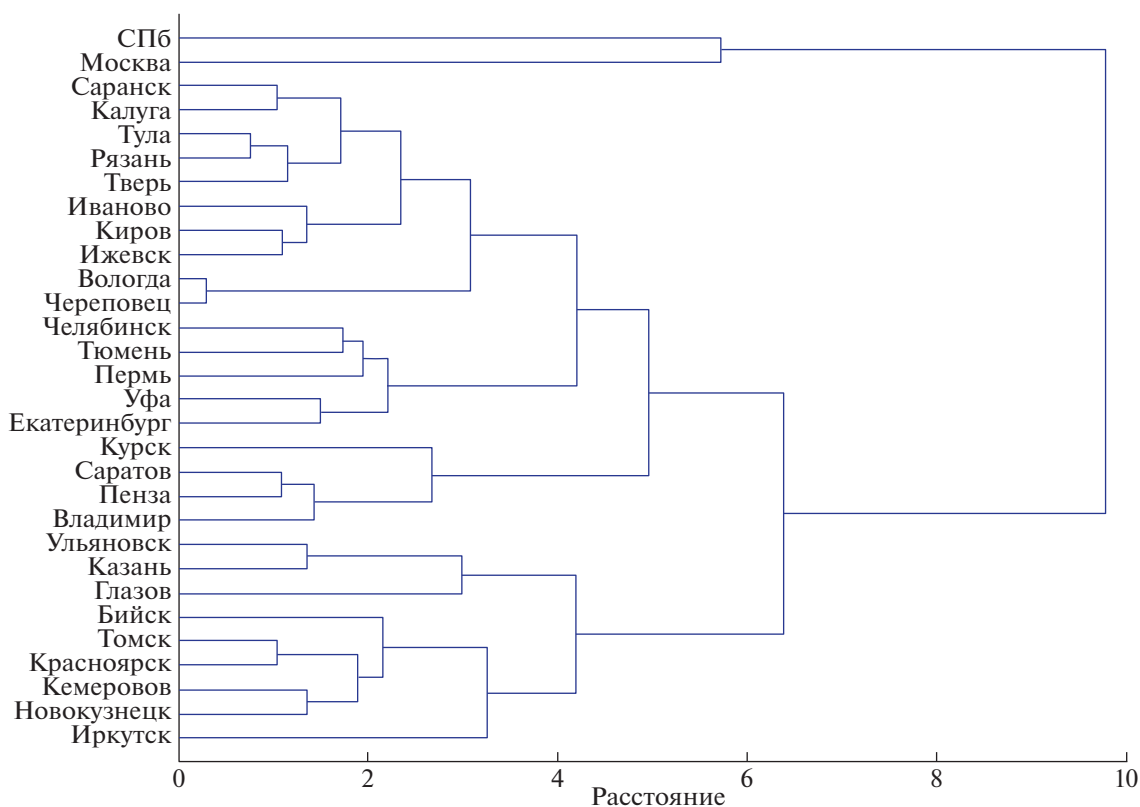
**Таблица 2.** Численность крякв в обследованных городах с 2015 по 2022 г. (медианное значение)

Интервалы численности крякв							
100–499		500–999		1000–2500		Более 6000	
Город	Число крякв	Город	Число крякв	Город	Число крякв	Город	Число крякв
Бийск	120	Вологда	975	Екатеринбург	2040	Москва	29 000
Глазов	180	Кемерово	680	Иваново	1760	Санкт-Петербург	8500
Ижевск	260	Новокузнецк	850	Казань	1130	Красноярск	6060
Иркутск	220	Пенза	580	Киров	2360		
Калуга	390	Пермь	750	Тверь	1660		
Курск	320	Рязань	850	Тула	1450		
Саранск	175	Саратов	760	Уфа	2000		
Томск	450						
Тюмень	180						
Ульяновск	210						
Челябинск	380						

По сходству фауны, населения птиц и основных характеристик города разделились с помощью кластерного анализа на 7 групп (рис. 1).

1. Сибирские города (Иркутск, Новокузнецк, Кемерово, Красноярск, Томск, Бийск) в области

резко-континентального климата с низкими как региональными (–20°C), так и городскими (–17°C) январскими температурами, площадью 300–400 км<sup>2</sup> численностью населения от крупных (0.2) до крупнейших (1.0 млн) человек.



**Рис. 1.** Дендрограмма меры сходства фауны и численности зимующих водоплавающих птиц 30 городов с учетом их основных характеристик: географического положения, площади, численности населения, средней январской температуры и ее отличия от региональной.

2. Крупные и крупнейшие города Приуралья, Урала и Сибири (Челябинск, Тюмень, Пермь, Уфа, Екатеринбург) в областях континентального и умеренно-континентального климата с январскими температурами в регионе  $-15^{\circ}\text{C}$  и в городе  $-13...-14^{\circ}\text{C}$ , площадью 500–1100 кв. км и населением в 0.6–1.3 млн человек.

3. Города Поволжья и Прикамья (Ульяновск, Казань, Глазов) представляют довольно разнородную группу: Ульяновск расположен в умеренно-континентальной зоне, а Казань и Глазов – в континентальной при средних региональных температурах  $-15^{\circ}\text{C}$ , городских – от  $-9.8^{\circ}\text{C}$  до  $-13.5^{\circ}\text{C}$ . При различиях в площади (Ульяновск – 316, Казань – 598, Глазов – 68.2 кв. км), все три города относятся к крупнейшим по числу жителей (Ульяновск – 0.63, Казань – 1.17, Глазов – 0.92 млн человек).

4. Мегалополисы. Москва расположена в области умеренно-континентального климата, а Санкт-Петербург – в переходной к умеренно-морскому. Они занимают большую площадь, численность населения – до 12.6 млн. человек. Санкт-Петербург находится на пути интенсивных сезонных миграций птиц. При средней январской температуре  $-10^{\circ}\text{C}$  городская составляет  $-4.5...-5.5^{\circ}\text{C}$ .

5. Города Центрального Нечерноземья (Тверь, Калуга, Рязань, Тула) в области умеренно-континентального климата со средними январскими региональными температурами  $-10^{\circ}\text{C}$  и городскими  $-7...-9^{\circ}\text{C}$ . Размеры 150–250 кв. км, численность населения 0.3–0.5 млн человек. К ним по условиям примыкает Саранск меньшей площади.

6. Относительно северные города (Вологда, Череповец, Иваново) в области умеренно-континентального климата, а также Киров и Ижевск в области континентального. Средняя температура января в городе от  $-8$  до  $-12^{\circ}\text{C}$ , а в регионах –  $-10...-15^{\circ}\text{C}$ . Размеры 100–300 кв. км, численность населения 0.3–0.4 млн человек.

7. Расположенные относительно южнее других Курск, Саратов и Пенза – крупные города, площадью 200–400 кв. км с населением в 0.5–0.8 млн человек. Средние региональные температуры –  $10^{\circ}\text{C}$ , городские –  $-6...-9^{\circ}\text{C}$ . К ним по ряду признаков примыкает Владимир.

По результатам дисперсионного анализа все семь кластеров значимо различаются между собой по совокупности характеристик городов, численности птиц и числу видов ( $F = 10.84$ ;  $p < 0.001$ ;  $n = 7$ ). В каждом кластере фауна и население птиц находятся под влиянием сходных или близких по значению факторов.

Для выявления факторов, значимо влияющих на численность и фауну птиц, мы применили метод главных компонентов ко всей совокупности

переменных. Были выделены две независимые группировки, внутри которых переменные связаны сильнее, чем между ними: число птиц и их видов, численность населения и площадь города (F1) и средняя январская температура города и его долгота (F2). Таким образом, географическое положение и климатические характеристики – главные условия существования как людей, так и птиц.

Для выявления наибольшего вклада в изменчивость численности и видового состава птиц мы применили метод множественной регрессии ко всем взаимосвязанным характеристикам городов. Площадь города и численность его населения определяют 93% изменчивости числа зимующих птиц ( $R^2 = 0.93$ ;  $p < 0.001$ ;  $n = 30$ ) и 96% численности крякв ( $R^2 = 0.96$ ;  $p < 0.001$ ;  $n = 30$ ). Географическая долгота, средняя январская температура города и численность населения определяют 62% изменчивости числа зимующих видов ( $R^2 = 0.62$ ;  $p < 0.001$ ;  $n = 30$ ).

Численность и число видов зимующих птиц коррелируют с “возрастом” зимовки ( $R_s = 0.67$ ,  $p < 0.05$ , и  $R_s = 0.62$ ,  $p < 0.05$ ,  $n = 13$  соответственно), т.е. с числом лет, прошедших со времени начала освоения города птицами. К сожалению, такие данные есть только для 13 городов. Для 9 европейских городов ранее независимо показано, что плотность популяций 41 вида птиц отражает время, прошедшее с начала их вселения [11].

В ходе дальнейшей урбанизации России и роста городского населения численность и видовое разнообразие зимующих в них водоплавающих птиц будут продолжать расти.

Настоящая работа, по мнению авторов, вносит существенный вклад в теоретическую и прикладную орнитологию. Это понимание картины масштабного перераспределения компонентов биосферы в пределах континента с ростом урбанизации, ярким примером которого служат водоплавающие птицы. Результаты имеют и практическое значение, предсказывая и объясняя эти явления, последовательно охватывающие города восточной части России с их суровыми зимними климатическими условиями.

#### БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность региональным координаторам и всем участникам сбора материала.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Viksne J., Svazas S., Czajkowski A., Janaus M. et al. Atlas of Duck populations In Eastern Europe. 2010. Vilnius: Akstis, 199 p.*

2. *Lehikoinen A., Jaatinen K., Vahatalo A.V. et al.* // *Global change biology*. 2013. V. 19. № 7. P. 2071–2081. <https://doi.org/10.1111/gcb.12200>
3. *Sauter A., Korner-Nievergelt F., Jenni L.* // *Ibis*. 2010. V. 152. № 3. P. 600–609.
4. *Musilova Z., Musil P., Zouhar J., Romport D.* // *Journal of ornithology*. 2015. V. 156. P. 923–932.
5. *Храбрый В.М.* Птицы городов России. 2012. СПб.-М.: Товарищество научных изданий КМК, 513 с.
6. Kelcey J.G. and Rheinwald G. (eds). *Birds in European Cities*. 2005. St.Katharinen. Ginster Verlag, P. 486.
7. *Калаева Е.А., Артюхов В.Г., Калаев В.Н.* Теоретические основы и практическое применение математической статистики в биологических исследованиях и образовании. 2016. Воронеж. Издательский дом ВГУ. С. 283.
8. *Лакин Г.Ф.* Биометрия. 1990. М.: Высшая школа. С. 352.
9. *Алисов Б.П.* Климат СССР. 1956. М. Изд-во МГУ. С. 128.
10. *Авилова К.В.* // *Зоологический журнал*. 2018. Т. 97. № 3. С. 309–320.
11. *Moller A.P., Diaz M., Flensted-Jensen E. et al.* // *Oecologia*. 2012. V. 170. № 3. P. 867–875.

## WATERFOWL WINTERING IN CITIES OF TEMPERATE CLIMATE ZONE AND FACTORS THAT DETERMINE THEM

**K. V. Avilova<sup>a,#</sup> and P. L. Polezhankina<sup>b</sup>**

<sup>a</sup> *Biological Faculty, Lomonosov State University, Moscow, Russian Federation*

<sup>b</sup> *NESCO Yangan-Tau Geopark, Republic of Bashkortostan, Russian Federation*

<sup>#</sup> *e-mail wildlife@inbox.ru*

Presented by Academician of the RAS Yu.Yu. Dgebuadze

For the first time, the regularities of the number and species diversity dynamics of wintering waterfowl in 30 cities of Russia over eight years have been analyzed. The total number increased by 35%. The species diversity in total reaches 32 species. Mallards (*Anas platyrhynchos*) dominate in all 30 cities. According of total characteristics, all cities were divided into seven clusters, significantly differing from each other. The geographical location and climatic characteristics of cities are the main conditions for the existence of both people and birds. The number variability of wintering birds by 93% is determined by the area of the city and the number of its population, and the number of species by 62% is determined by the longitude, the average January temperature of the city and the number of its population ( $p < 0.001$ ). The number of birds and species correlate with the “age” of wintering place ( $p < 0.05$ ). If the rate of the urbanization continues, the number and species diversity will continue to grow.

*Keywords:* urbanization, wintering waterfowl, population dynamics, species diversity